

# **AMPLIACIÓN DE RED DE AP.A DE GAS NATURAL HASTA LA POSICIÓN DE AYAMONTE (HUELVA)**

**CARLOS SOTO SÁNCHEZ  
DNI: 75813318-M**



## **DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS**

**AMPLIACIÓN DE RED DE AP.A DE GAS  
NATURAL HASTA LA POSICIÓN DE  
AYAMONTE  
(HUELVA)**

**DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**

## **INDICE**

### **1. ANTECEDENTES.**

### **2. OBJETO.**

### **3. BASES DE PROYECTOS.**

#### 3.1. Características del gas

#### 3.2. Datos básicos

##### 3.2.1. Presión

##### 3.2.2. Temperatura

##### 3.2.3. Rugosidad de la tubería

##### 3.2.4. Caudales

##### 3.2.5. Longitud

##### 3.2.6. Categorías de emplazamiento, espesores y cálculos hidráulicos

### **4. NORMAS Y CRITERIOS DE DISEÑO.**

#### 4.1. Normas de proyecto

#### 4.2. Criterios de localización de válvulas de seccionamiento

#### 4.3. Criterios sobre venteos de líneas

#### 4.4. Criterios para el cálculo hidráulico

#### 4.5. Elección y Estudios de trazados

##### 4.5.1. Criterios para la elección del trazado

##### 4.5.2. Estudio de Trazados

### **5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

#### 5.1. Esquema general lineal

#### 5.2. Descripción general de las instalaciones

#### 5.3. Descripción del Trazado

##### 5.3.1. Longitud de la Red APA y términos municipales afectados

##### 5.3.2. Relación de cruces de la Red APA

#### 5.4. Características de la conducción

##### 5.4.1. Características mecánicas y geométricas de los materiales metálicos

##### 5.4.2. Características del material para obra civil

##### 5.4.3. Características de los materiales eléctricos

##### 5.4.4. Revestimiento

##### 5.4.5. Profundidad de enterramiento de la tubería

#### 5.5. Protección catódica

#### 5.6. Acometidas eléctricas

#### 5.7. Sistema de Comunicación y Telecontrol

### **6. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LAS CONDUCCIONES.**

#### 6.1. Pista de trabajo

#### 6.2. Señalización en cruces y pasos públicos

#### 6.3. Zanja

#### 6.4. Cambios de dirección

#### 6.5. Soldadura

#### 6.6. Revestimiento en obra

#### 6.7. Protección anti-roca

#### 6.8. Tendido de la conducción

##### 6.8.1. Izado

##### 6.8.2. Descenso a zanja y distancia entre puntos de izado

#### 6.9. Cruce de obstáculos

##### 6.9.1. Cruces de cursos de agua

##### 6.9.2. Cruces con carreteras y vías férreas

#### 6.10. Instalación del tubo de protección

#### 6.11. Lastrado de la conducción

#### 6.12. Juntas aislantes y tomas de potencial

#### 6.13. Señalización de la conducción enterrada

#### 6.14. Relleno

##### 6.14.1. Relleno en primera fase

##### 6.14.2. Relleno del resto de la zanja

- 7. CONTROL DE DEFORMACIONES.
- 8. PRUEBAS HIDRÁULICAS DE ESTANQUIDAD Y RESISTENCIA.
- 9. LIMPIEZA Y SECADO DE LA CONDUCCIÓN.
- 10. RESTITUCIÓN DE TERRENOS.
- 11. IMPACTO AMBIENTAL.
- 12. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.
- 13. RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO.
- 13.1. Equipos y sistemas de seguridad
- 13.2. Servicios de explotación y mantenimiento
  - 13.2.1. Actividades de vigilancia
  - 13.2.2. Actividades de mantenimiento preventivo
- 14. DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
- 15. PROGRAMA DE EJECUCIÓN.
- 16. PRESUPUESTO.

**ANEJOS A LA MEMORIA:**

- Anejo nº1 - Características del gas.
- Anejo nº2 - Bases de cálculo y dimensionado.
- Anejo nº3 - Categorías de emplazamiento. Cálculo de espesores.
- Anejo nº4 - Estudio de Seguridad y Salud.
- Anejo nº5 - Memoria de Cálculo.

## **1. ANTECEDENTES**

La implantación del Gas Natural como alternativa energética en España se ha visto impulsada fundamentalmente por el Protocolo de Intenciones para el Desarrollo del Gas en España, de Julio de 1985 y acuerdo con lo indicado en los artículos 89 y 103 de la Ley 34/1998 de 7 de Octubre del Sector de Hidrocarburos para un Desarrollo coordinado de Actuaciones en materia de Combustibles Gaseosos.

Con el fin de extender el suministro de gas natural en la Comunidad Autónoma de Andalucía, GAS NATURAL tiene previsto extender el suministro a nuevos mercados en la provincia de Huelva. Dentro de dicha extensión se encuentra la Red AP.A Posición A-9.6 – Ayamonte, objeto del presente Proyecto y como se le llamará de ahora en adelante, que deriva de la futura Posición A-9.6 (T.M. de Ayamonte), del Gasoducto de Transporte Secundario HUELVA – AYAMONTE, y tiene como finalidad el abastecimiento de gas natural para consumo doméstico-comercial e industrial de esta zona.

Por todo lo anteriormente indicado, es intención de GAS NATURAL, el incorporar este proyecto inmediatamente a su programa de construcción, con el fin de conseguir su puesta en servicio en el plazo más breve posible.

Para ello, Elecnor S.A. ha sido subcontradada para la realización de toda la obra de distribución de la tubería (obra civil, soldadura de la línea,etc...)

## **2. OBJETO**

El objeto del presente Proyecto es definir las características que han de reunir los materiales y los criterios mediante los cuales han de realizarse las obras correspondientes a la Red APA Posición A-9.6 – Ayamonte en la provincia de Huelva.

Dichos criterios y características quedan determinados por los datos básicos, criterios de cálculo, planos y pliegos de condiciones del Proyecto, incluyendo asimismo el correspondiente presupuesto de las instalaciones.

Así mismo, se definen las características, materiales, protecciones a emplear y ubicación de las instalaciones. Las posibles ampliaciones o modificaciones que sea necesario realizar por condicionantes de la obra se ejecutarán en base a los mismos criterios.

Las instalaciones objeto de esta solicitud son las siguientes:

- Red AP.A Posición A-9.6 – Ayamonte:

<b>DIÁMETRO CONDUCCIÓN</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
6"	Acero API 5L Gr B	2.884
4"	Acero API 5L Gr B	48
<b>T O T A L</b>		2.932

- Instalación de un Armario de Regulación Tipo AR-01 16/4 bar., en la zona de aparcamiento existente en la confluencia de la Avda. de la Constitución y la carretera N-431A, en Ayamonte.
- Conjuntamente con la canalización de gas, se tenderá en la zanja al mismo tiempo que la tubería, el tubo portacable de comunicaciones.

### **3. BASES DE PROYECTO**

#### **3.1. Características del gas**

El fluido a transportar será gas natural, cuyas características se encuentran recogidas en el Anejo 1.

De acuerdo con las características reflejadas en el citado Anejo, el producto a transportar es gas natural, clasificado en segunda familia, según la norma UNE 60.002.

#### **3.2. Datos Básicos**

##### **3.2.1. Presión**

La presión máxima de servicio a la salida de la Estación de Regulación y Medida Normalizada Tipo G-400, de la Posición A-9.6 en el Término Municipal de Ayamonte, será de 16 bar relativos.

##### **3.2.2. Temperatura**

Se consideran como temperaturas límites del gas natural transportado, las siguientes:

- Máxima 55° C
- Mínima 0° C.

A efectos de cálculo hidráulico se utilizará una temperatura de 15°C.

##### **3.2.3. Rugosidad de la tubería**

Se considera una rugosidad interna para la tubería de 0,015 mm para toda la conducción en proyecto, correspondientes a una tubería nueva de acero al carbono con revestimiento epoxy en la superficie interior.

##### **3.2.4. Caudales**

El caudal a transportar para los consumos previstos de la Red AP.A Posición A-9.6 - Ayamonte será de 4.413 Nm<sup>3</sup>/h.

##### **3.2.5. Longitud**

La Red AP.A Posición A-9.6 - Ayamonte tiene una longitud total de 2.932 m, 2.884 m en 6" y 48 m en 4".

##### **3.2.6. Categorías de emplazamiento, espesores y cálculos hidráulicos**

En el Anejo nº 3 se describen las Categorías de Emplazamiento adoptadas en el proyecto de acuerdo con la clasificación de la Norma UNE 60.302, así como los espesores elegidos y calculados en función de la presión interna de la conducción. Los cálculos hidráulicos aparecen en el Anejo nº 2.



#### **4. NORMAS Y CRITERIOS DE DISEÑO**

En todos los aspectos del proyecto, se han adoptado criterios de la máxima seguridad, especialmente se han respetado las prescripciones contenidas en el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos del Ministerio de Industria, aprobado por Orden del Ministerio de Industria de 18 de Noviembre 1974, modificado por las Ordenes del Ministerio de Industria y Energía de 26 de Octubre de 1983 y 6 de Julio de 1984, así como la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG. 5.2. "Canalizaciones de Transporte y Distribución de Gas en Alta Presión A".

Especialmente se han considerado los requisitos del Reglamento para:

- La clasificación de las zonas atravesadas por la conducción (categorías de emplazamiento), las notas aclaratorias del apartado 3 de la Instrucción ITC-MIG-5.2.
- La disposición de válvulas de seccionamiento, de acuerdo con el apartado 3 de la ITC-MIG-5.2.
- El material de la conducción, de acuerdo con el apartado 4 de la Instrucción Técnica Complementaria MIG-5.2.
- Las homologaciones de los procedimientos de soldadura y de los soldadores/operadores, de acuerdo con el apartado 5 de la ITC-MIG-5.2.
- La prueba hidráulica y de estanquidad de la conducción, de acuerdo con el apartado 6 de la ITC-MIG 5.2.
- El revestimiento externo, de acuerdo con lo indicado en el punto 3.4. de la ITC MIG-5-2

Las prescripciones incluidas en el citado Reglamento, se han complementado con aquellas otras incluidas en otras normas de uso habitual, siempre que sus requisitos específicos sean en todo caso más rigurosos que los exigidos en el citado Reglamento.

##### **4.1. Normas de Proyecto**

A continuación, se relacionan los códigos y normas adoptados en el proyecto, y que complementan al Reglamento:

- Normas UNE
- Normas ANSI
- Normas API
- Normas ASTM

Dichas Normas se han aplicado en los casos siguientes:

- Proyecto de la línea: respeta, en todo momento, lo indicado en las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIG 5.2. e ITC-MIG 6.2., completadas, fundamentalmente, con la norma ANSI B-31.8.
- Orden de 17 de Diciembre de 1985.

- La tubería se especifica de acuerdo con los requerimientos exigidos en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2., empleando como norma básica la API 5L. El material utilizado es el grado B de dicha norma.
- Las válvulas de seccionamiento de la línea y de acometida cumplen los requisitos exigidos en las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIG 5.2. e ITC-MIG 6.2. y los materiales se especifican de acuerdo con ASTM A-105 o A-216 WCB.
- Los accesorios cumplen, asimismo, el apartado 4.2. de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2. y se especifican de acuerdo con las normas aplicables en cada caso, indicadas en la relación siguiente:

<b><u>ACCESORIOS</u></b>	<b><u>NORMA DIMENSIONAL</u></b>	<b><u>NORMA MATERIALES</u></b>
- Weldolets	s/Catálogos	ASTM A-105
- Acoplam. para bridas	ANSI B-16.5 ANSI B-16.20	ASTM A-105
- Bridas p/soldar a tope	ANSI B-16.5	ASTM A-105
- Bridas p/soldar a solape	ANSI B-16.5	ASTM A-105
- Bridas ciegas	ANSI B-16.5	ASTM A-105
- Juntas para bridas	API St.601 } ANSI B-16.5 } ANSI B-16.21 }	AISI 304
- Pernos	ANSI B-16.5	ASTM A-193 B7
- Tuercas	ANSI B-18.2.2	ASTM A-194 2H
- Codos a 90° y 45°	ANSI B-16.9	ASTM A-234
- Reducciones concéntr.	ANSI B-16.9	ASTM A-234
- Reducciones excéntr.	ANSI B-16.9	ASTM A-234
- Fondos	ANSI B-16.9	ASTM A-234
- Accesorios para soldar a solape:	ANSI B-16.11	ASTM A-105
. Codos		
. Tes		
. Cruces		
. Manguitos		
. Tapones		
. Reducciones		
. Sockolets		
- Accesorios roscados	ANSI B-16.11 y catálogos de los constructores	ASTM A-105
. Codos		
. Tes		

- . Cruces
- . Manguitos
- . Tapones
- . Reducciones
- . Thredolets

- Nipples reductores	s/Catálogos	API 5L
- Nipples	ANSI B-36.10	API 5L
	ANSI B-16.9	ASTM A-234
- Tes	ANSI B-16.9	ASTM A-234

- La clasificación de las zonas atravesadas por la conducción (categorías de emplazamiento), se ha realizado según los criterios de la norma UNE 60.302 y la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2.
- El cálculo del espesor de la tubería según UNE 60.305 y UNE 60.309 y la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2.
- Homologación de los procedimientos de soldadura, calificación de soldadores e inspección radiográfica de acuerdo con el apartado 5 “Construcción” de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2., complementada con las normas API 1104, ANSI B-31-8, ASME VIII y IX, UNE 14.042 y UNE 14.011.
- Los cambios de dirección de la canalización, se proyectan de acuerdo con el apartado 5.8 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2. y recomendaciones de la ANSI B-31.8.
- Las medidas adoptadas sobre protección externa contra la corrosión, cumplen las disposiciones del apartado 3.4. de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2.
- La profundidad de enterramiento y protecciones en condiciones normales y en los cruces con obras viarias y otras conducciones, cumple los requisitos del apartado 3.3. de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2.
- Pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad de la conducción, de acuerdo con el apartado 6 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2. Las presiones de pruebas prescritas se respetarán escrupulosamente.

- Las tuberías de los by-pass, en su caso, de las válvulas de seccionamiento, se especifican según norma API 5L y se han dimensionado de acuerdo con UNE 60.309.
- En el proyecto de instrumentación, en su caso, se utiliza:
  - API RP-550                      sobre montaje general de instrumentación.
  - NEC-NEMA                      sobre cableado eléctrico de conexiones y protecciones de instrumentos electrónicos.
  - ISA                                sobre simbología utilizada
- El control sobre la arena y tierras de aportación se realizará según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes del MOPU.
- En lo referente a Obra Civil, se han considerado:
  - EHE "Instrucción de Hormigón Estructural"
  - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)
  - Pliegos de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura del M.V.
  - Normas Tecnológicas de la Edificación NTE del M.V.
- Los materiales e instalaciones eléctricas, se han especificado y diseñado de acuerdo con las normas siguientes:
  - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
  - Los Decretos sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.
  - UNE-EN-60.079-10: Material eléctrico para atmósferas de gas explosivos. Clasificación de emplazamientos peligrosos (Mayo 1997).

#### **4.2 Criterios de localización de válvulas de Seccionamiento.**

Para minimizar los riesgos potenciales que una rotura o avería producida en la conducción podría suponer sobre bienes, servicios y personas, se subdivide la longitud total del ramal por medio de válvulas de seccionamiento. Estas válvulas, de accionamiento manual, permiten disponer de compartimentos estancos que contribuyan a tal fin.

La separación entre válvulas de seccionamiento se ha establecido estimando las categorías de emplazamiento de acuerdo con el índice de habitabilidad observado y se han adoptado los criterios exigidos por el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos.

Las válvulas de seccionamiento se protegerán adecuadamente de daños y manipulación por personas no autorizadas. Para ello se emplazan dentro de arquetas enterradas.

Entre los criterios considerados para la selección del emplazamiento de las válvulas se han de citar la facilidad de acceso a las mismas, la proximidad a posibles futuras zonas de consumo, y la estabilidad de los terrenos sobre las que se ubican.

Cada válvula de seccionamiento va provista de las correspondientes válvulas de purga de tal forma que se pueda purgar la sección de la conducción entre dos válvulas de seccionamiento con rapidez y sin peligro.

Con estos criterios se han fijado las localizaciones de las válvulas. En el punto 5.1. “Esquema General Lineal”, se indica la totalidad de válvulas instaladas.

La línea de venteo dispone de una válvula de macho que permite la laminación del flujo de gas y el control de la velocidad del mismo, así como de una puerta de apertura rápida que facilita las operaciones de venteo.

#### **4.3 Criterios sobre venteos de líneas**

Excepto que haya coincidencia o proximidad, se prevé en cada una de las arquetas para válvulas de interceptación y/o seccionamiento, un sistema de ventilación a la atmósfera, que tiene las dimensiones siguientes:

Canalización de Ø 6":	Venteo mediante 2 purgas de Ø 1".
Canalización de Ø 4":	Venteo mediante 2 purgas de Ø 1".

Estos diámetros permiten el venteo del gas contenido entre las secciones que intercepta en un tiempo mínimo.

#### **4.4. Criterios para el cálculo hidráulico.**

De acuerdo con los datos de partida facilitados por GAS NATURAL en cuanto a características del gas, caudales, presión de diseño, presión mínima en origen y final de la Red, se han realizado los cálculos hidráulicos teniendo en cuenta la longitud y altitud del trazado. Los caudales considerados incluyen las previsiones de consumo de gas en el área de influencia de la canalización.

Los resultados se incluyen en el Anejo nº 2 de la Memoria.

## **4.5 Elección y Estudio de Trazados**

### **4.5.1 Criterios para la elección del trazado**

Se justifica el trazado seleccionado del conjunto de las alternativas estudiadas con base en los siguientes aspectos principales:

- La optimización de forma global de las distancias a los centros potenciales de consumo (industrias y consumo doméstico).
- Evitar, en la medida de lo posible, el paso de la conducción por núcleos urbanos y zonas de alta densidad de población, concentración de vehículos y personas.
- Afectar en la menor escala posible las Actuaciones previstas dentro de los Planes de Ordenación Urbana en las zonas donde se discurra por núcleos urbanos.
- Eludir siempre que sea posible el paralelismo con líneas eléctricas de alta tensión..
- Aprovechar paralelismos con ferrocarriles, carreteras, canales, colectores, etc., para evitar nuevas servidumbres.
- Evitar el paso por explotaciones mineras o canteras, de suelo inestable, etc.
- Aprovechar discurrir por los viales previstos en los polígonos industriales atravesados.
- Evitar zonas con yacimientos arqueológicos.
- Evitar espacios naturales protegidos.

Con el cumplimiento de estas premisas se consiguen los siguientes efectos positivos frente a otras alternativas de trazado:

- Se garantiza no afectar a parajes de interés medioambiental al hacer discurrir la conducción por un trazado que ha recibido una declaración de impacto positiva.
- Se garantiza la no afección del patrimonio arqueológico al situar el gasoducto por un pasillo debidamente investigado.
- Se evita en la medida de lo posible el paso de la conducción por núcleos urbanos y zonas de alta densidad de población, concentración de vehículos y personas.
- Se consigue una separación en paralelismos con carreteras de acuerdo a la Reglamentación.

### **4.5.2 Estudio de Trazados**

Para el estudio de trazados se dispuso de los siguientes elementos:

- Planos 1:50.000 (IGN)
- Cartografía existente.
- Contactos con organismos afectados y planos diversos facilitados por los mismos.
- Recorridos del trazado en campo.
- Vuelo fotogramétrico a escala 1:20.000 y 1: 5.000.

A su vez se realizan los estudios previos geotécnicos, prospección arqueológica superficial, impacto medioambiental que evalúan los corredores alternativos, pero que no son objeto de este proyecto.

## **5. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES**

### **5.1 Esquema General Lineal**

En el Esquema General Lineal se define el origen y final de la Red AP.A Posición A-9.6 – Ayamonte y se muestra la ubicación de las válvulas de seccionamiento así como las correspondientes a las acometidas proyectadas.

### **5.2 Descripción General de las Instalaciones.**

El trazado de la Red AP.A Posición A-9.6 - Ayamonte afecta a la provincia de Huelva.

El Término Municipal que se afecta, así como las instalaciones son los siguientes:

RED DISTRIBUIÓN	TERMINO MUNICIPAL	DIAMETRO CONDUCCION	LONGITUD (m)	VALV. SECC.	VALV. Entrada A.R.	VALV. Salida A.R.
POS. A-9.6 - AYAMONTE	AYAMONTE	Ø 6" Ø 4"	2.884 48	-	- 1 (4")	- 1

### **5.3 Descripción del Trazado**

En los apartados que siguen, se describe el recorrido de la canalización por el Término Municipal de Ayamonte, en la Provincia de Huelva, así mismo, se relacionan los cruces de la conducción con los servicios afectados.

#### **Término Municipal de Ayamonte**

El trazado de la Red en Proyecto, se inicia en la zona exterior de la Posición A-9.6 del Gasoducto de Transporte Secundario, Huelva – Ayamonte, tomando dirección noroeste se dirige hasta sobrepasar las instalaciones del club de Tenis, inmediatamente realiza un giro a la izquierda para continuar bordeando dichas instalaciones, que después de discurrir unos 170 metros en esa dirección y salvar unas edificaciones, vuelve a girar a la izquierda, y con dirección sur continua hacia la carretera N-431a, donde tomará paralelismo con la misma.

Desde este punto, la traza prosigue en paralelismo por la margen derecha de la carretera N-431a en dirección a Ayamonte, más tarde tras cruzar el Regajo del Arroyito y habiendo recorrido unos 230 m., da un giro a la izquierda para cruzar por el sistema de Perforación Horizontal con tubo de protección la carretera N-431a.

Una vez cruzada la N-431a la canalización gira a la derecha tomando dirección suroeste, hacia el paraje Casa Morillo y una vez rebasada la edificación existente gira levemente hacia la derecha para ir aproximándose paulatinamente a la N-431a, hasta alcanzar el entorno de la Subestación Eléctrica.

Ya en las proximidades de la Subestación Eléctrica la tubería efectúa un giro a la izquierda cruzando entre ésta y los alcornoques, rebasada la Subestación vuelve a girar a la derecha en dirección a la Vía Verde (ferrocarril abandonado).

Tras cruzar la Vereda de la Vera Abajo la conducción discurre por la Vía Verde en dirección hacia Ayamonte hasta llegar junto a la rotonda donde se encuentran la carretera N-431a con la Avda. de la Constitución, en este punto se instalará una Te reductora 6"x 4", desde ella y por el sistema de Perforación Horizontal con Tubo de Protección se cruzará la mencionada N-431a y en la zona de aparcamiento existente, dejar instalado un Armario de Regulación AR-01 y sus válvulas de entrada y salida, con el fin de suministrar gas natural, tanto para el consumo doméstico-comercial como para usos industriales de Ayamonte, urbanizaciones y futuros consumidores.

La longitud de la traza, en este término municipal de Ayamonte, es de 2.932 Km.

El trazado queda definido en los planos del ARG-CSS-001 al ARG-CSS-006

#### **5.3.1 Longitud de la Red AP.A y Términos Municipales afectados**

La longitud total de la Red AP.A Posición A-9.6 - Ayamonte, es de 2.932 km., correspondientes en su totalidad a la Provincia de Huelva y distribuidos por el Término Municipal de Ayamonte:

CANALIZACIÓN	TERMINO MUNICIPAL	DIÁMETRO	LONGITUD (m)
Red AP.A Posición A-9.6- Ayamonte	Ayamonte	6” 4”	2.884 48
TOTAL RED AP.A POS. A-9.6-AYAMONTE			2.932

#### **5.3.2 Relación de cruces de la Red AP.A**

Se indican seguidamente los cruces con los diferentes servicios que se encuentran a lo largo del recorrido de la Red AP.A, relacionando las afecciones a las carreteras nacionales, de la Junta de Andalucía, de la Diputación; a los ferrocarriles, cauces naturales de agua, canales y conducciones de agua, etc.

Se adjuntan los cuadros correspondientes a cada una de las afecciones.



<b>CRUCE CON CARRETERAS NACIONALES “MINISTERIO DE FOMENTO” PROVINCIA DE : HUELVA</b>						
<b>CRUCE CON</b>	<b>PK DE LA CTRA.</b>	<b>ENTRE VERTICES</b>	<b>TIPO DE EJECUCION</b>	<b>PROTECCION</b>	<b>PLANO DEL PROYECTO</b>	<b>TÉRMINO MUNICIPAL</b>
N-431a	699,200	V-013 y V-014	P.H.	T.P.	ARG-CSS-002	AYAMONTE
N-431a	701,250	V-056 y V-056-1	P.H.	T.P.	ARG-CSS-006	AYAMONTE
A.C.A. A Cielo Abierto    P.H. Perforación Horizontal    P.H.M. Prot. Hormigón en Masa    T.P. Tubo de Protección						

<b>PARALELISMO CON CARRETERAS NACIONALES Y AUTOVÍAS “MINISTERIO DE FOMENTO” PROVINCIA DE: HUELVA</b>				
<b>PARALELISMO CON</b>	<b>ENTRE VERTICES</b>	<b>DISTANCIA m.</b>	<b>PLANO DEL PROYECTO</b>	<b>TÉRMINO MUNICIPAL</b>
N - 431a	V-005 y V-013	596	ARG-CSS-001 Y 002	AYAMONTE
N – 431a	V-014 y V-018	439	ARG-CSS-002 Y 003	AYAMONTE
N – 431a	V-027 y V-056	1.157	ARG-CSS-004 AL 006	AYAMONTE

<b>CRUCE CON CONDUCCIONES DE AGUA G.I.A.H.S.A.</b>				
<b>PARALELISMO CON</b>	<b>ENTRE VERTICES</b>	<b>TIPO DE EJECUCION</b>	<b>PLANO DEL PROYECTO</b>	<b>TÉRMINO MUNICIPAL</b>
Abastecimiento Lepe-Ayamonte	V-019 y V-020 (Cruce)	A.C.A.	ARG-CSS-004	AYAMONTE
A.C.A. A Cielo Abierto				

<b>PARALELISMO CON CONDUCCIONES DE AGUA G.I.A.H.S.A.</b>				
<b>PARALELISMO CON</b>	<b>ENTRE VERTICES</b>	<b>DISTANCIA m.</b>	<b>PLANO DEL PROYECTO</b>	<b>TÉRMINO MUNICIPAL</b>
Abastecimiento Lepe-Ayamonte	V-020 y V-056 (Paralelismo)	1.323	ARG-CSS-004 AL 006	AYAMONTE

**CRUCE CON CURSOS DE AGUA  
PROVINCIA DE : HUELVA**

CRUCE CON	PK DEL GASO.	ENTRE VERTICES	EJECUCIÓN Y PROTECCION	PLANO DEL PROYECTO	ORGANISMO	TÉRMINO MUNICIPAL
Regajo del Arroyito	0,756	V-010 y V-011	A.C.A. y L.H.B.	ARG-CSS-002	C.H. DEL GUADIANA	AYAMONTE
Arroyo	1,781	V-025 y V-026	A.C.A. y L.H.B.	ARG-CSS-004	C.H. DEL GUADIANA	AYAMONTE
Arroyo	2,221	V-039 y V-040	A.C.A. y L.H.B.	ARG-CSS-005	C.H. DEL GUADIANA	AYAMONTE
P.H. Perforación Horizontal T.P. Tubo de Protección A.C.A. A Cielo Abierto L.H.B.: Lastrado hormigón Tipo B						

**PARALELISMO CON CURSOS DE AGUA  
PROVINCIA DE : HUELVA**

PARALELISMO CON	ENTRE VERTICES	DISTANCIA m.	PLANO DEL PROYECTO	ORGANISMO	TÉRMINO MUNICIPAL
Regajo del Arroyito	V-005 y V-011	364	ARG-CSS-001 AL 002	C.H. DEL GUADIANA	AYAMONTE
P.H. Perforación Horizontal T.P. Tubo de Protección A.C.A. A Cielo Abierto L.H.B.: Lastrado hormigón tipo B					

**CRUCE CON LÍNEAS ELÉCTRICAS**

CRUCE CON	ENTRE VERTICES	PLANO DEL PROYECTO	ORGANISMO	TÉRMINO MUNICIPAL
Línea Aérea	V-004 y V-005	ARG-CSS-001	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE
Línea Aérea	V-010 y V-011	ARG-CSS-002	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE
Línea Aérea	V-013 y V-014	ARG-CSS-002	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE
Línea Aérea	V-015 y V-016	ARG-CSS-003	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE
2 Líneas Aéreas	V-017y V-018	ARG-CSS-003	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE
Línea Aérea	V-018y V-019	ARG-CSS-003	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE
Línea Aérea	V-021y V-022	ARG-CSS-004	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE
Línea Aérea	V-023y V-024	ARG-CSS-004	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE

**PARALELISMO CON LÍNEAS ELÉCTRICAS**

PARALELISMO CON	ENTRE VERTICES	DISTANCIA ml.	PLANO DEL PROYECTO	ORGANISMO	TÉRMINO MUNICIPAL
Línea Aérea	V-005 al V-013	596,44	ARG-CSS-001 AL 002	SEVILLANA / ENDESA	AYAMONTE

**CRUCE CON VIAS PECUARIAS (PROVINCIA DE HUELVA)  
JUNTA DE ANDALUCÍA**

DENOMINACIÓN	ENTRE VERTICES	OCUPACIÓN m <sup>2</sup>	TIPO DE EJECUCION	PLANO DEL PROYECTO	TÉRMINO MUNICIPAL
Vereda de la Vera Abajo	V-019 y V-020	40	A.C.A.	ARG-CSS-004	AYAMONTE
A.C.A: A Cielo Abierto					

**PARALELISMO CON VIA VERDE (PROVINCIA DE HUELVA)  
Administración de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)**

PARALELISMO CON	ENTRE VERTICES	EJECUCIÓN Y PROTECCIÓN	DISTANCIA m.	PLANO DEL PROYECTO	ORGANISMO	T.MUNICIPAL
Vía verde	V-020 y V-056	A.C.A.	1.323	ARG-CSS-004 AL 006	A.D.I.F.	AYAMONTE
A.C.A: A Cielo Abierto						

#### **5.4 Características de la conducción.**

La conducción será de acero al carbono de 6" y 4" de diámetro, en largos dobles fabricada según la especificación básica API 5L.

La tubería, además de cumplir con la citada especificación API 5L deberá satisfacer los requisitos suplementarios incluidos en las Especificaciones de GAS NATURAL, en lo referente a la fabricación y suministro de tubería.

Ocasionalmente, y para adaptar la traza de la Red a las particularidades del terreno, se insertan accesorios prefabricados que permiten los cambios de dirección.

A intervalos predeterminados, se insertan en la línea las posiciones de válvulas de seccionamiento o de derivación correspondientes en las que se encuentran, entre otros, materiales tales como:

- Tes.
- Válvulas de seccionamiento de paso total.

##### **5.4.1 Características mecánicas y geométricas de los materiales metálicos.**

Todos los materiales: tubería, válvulas, juntas aislantes, accesorios, bridas, etc.; para ser soldados, tendrán su composición química limitada de modo que se asegura su soldabilidad metalúrgica. Para ello, las Especificaciones del Proyecto imponen valores máximos para el Carbono Equivalente, comprendidos entre:

- Para tubería:  $\leq 0,42$
- Para accesorios y bridas:  $0,44$

El Carbono Equivalente se determina por la fórmula del IIW (International Institute of Welding) siguiente:

$$C_{ev} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V+Ti}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}$$

El resto de las características se detallan a continuación.

##### **(1) Tubería de línea.**

La tubería de línea será de 6" (168,30 mm) y 4" (114,30 mm), en acero al carbono de límite elástico mínimo garantizado es de  $241 \text{ N/mm}^2$ , siendo la carga de rotura de  $413 \text{ N/mm}^2$ .

El material seleccionado tiene las características mecánicas principales siguientes:

Límite Elástico Mínimo Especificado:	241 M Pa
Carga de Rotura:	413 M Pa.

Además, y en cumplimiento del Reglamento, la relación Límite elástico / Carga de rotura (LE/CR) será siempre  $\leq 0,85$

Los espesores seleccionados de acuerdo con el cálculo realizado ( ver Anejo nº 3) son:

DIÁMETRO (")	MATERIAL	ESPESOR (mm)			
		Categorías			
		1ª	2ª	3ª	4ª
6	API 5L Gr. B	4,00	4,00	4,00	4,00
4	API 5L Gr. B	4,00	4,00	4,00	4,00

## **(2) Válvulas.**

La combinación entre las características mecánicas del material de las válvulas y su espesor serán equivalentes a las de la línea de tubería en donde van insertadas. Cuando se requiera, las válvulas irán provistas de manguitos de transición que servirán para acomodar las diferencias entre las propiedades mecánicas de las válvulas y del tubo.

### **1. Válvulas de bola**

- **Para servicio enterrado.**

Todas las válvulas enterradas serán de la serie ANSI 150#; de cuerpo soldado, y con sus extremos para soldar a tope e irán provistas de su extensión de maniobra correspondiente.

- **Para servicio aéreo.**

Cuando existan serán, en general, de paso total, de la serie ANSI 150#, con extremos para embridar RF.

### **2. Válvulas de macho.**

- **Para servicio enterrado.**

Las válvulas de macho instaladas en los venteos, serán de paso regular, de la serie ANSI 150#, del diámetro que corresponda a la línea en la que van situadas y con sus extremos para soldar a tope. Al ser enterradas, estarán provistas también de su correspondiente extensión de maniobra.

### **3. Juntas aislantes.**

Al igual que las válvulas, la combinación entre las características mecánicas del material de las juntas y su espesor serán equivalentes a las de la línea de tubería en donde van insertadas. Cuando se requiera, las juntas irán provistas de manguitos de transición que servirán para acomodar las diferencias entre las propiedades mecánicas de las juntas y del tubo.

#### **4. Accesorios y bridas para tubería.**

Los accesorios para soldar a tope; codos, tes, reducciones, etc; tendrán unas propiedades mecánicas similares a las de la tubería a la que van soldados.

Los accesorios para derivaciones, para soldar a enchufe o para roscar, presentarán una combinación espesor / propiedades mecánicas equivalentes a las de la tubería sobre la que van instalados.

Las bridas de cuello para soldar a tope, serán de la clase ANSI 150#, su extremo estará en concordancia con el de la tubería a la que van soldadas.

Las bridas para soldar a enchufe, serán de la clase ANSI 150#, presentarán una combinación espesor / propiedades mecánicas equivalentes a las de la tubería a la que van soldadas.

#### **5.4.2 Características del material para obra civil.**

Las obras de hormigón en masa y armado a realizar como apoyo o protección a la conducción se realizarán de acuerdo con los planos tipo correspondientes, la instrucción EHE y la Instrucción RC-97.

El tipo de hormigón a utilizar en todos los casos tendrá la resistencia característica indicada en los dibujos tipo o en el Pliego de Condiciones.

El acero para armaduras será de alta adherencia, de límite elástico igual o superior a  $4.200 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **5.4.3 Características de los materiales eléctricos.**

Las características principales de los materiales utilizados en las instalaciones eléctricas son las siguientes:

##### **(1) Conductores eléctricos.**

Los conductores para las tomas de potencial, serán de cobre electrolítico, recocido, de resistividad  $1/58 \text{ A mm}^2/\text{m}$  a  $20^\circ\text{C}$ .

Serán flexibles y aptos para una tensión de servicio de  $1000 \text{ V. (0,6/1 kV)}$ .

Los cables serán fabricados y ensayados de acuerdo con las normas I.E.C.

Todos los cables serán de cobre con recubrimiento plástico de  $1 \text{ KV}$ , apto para ser enterrado, tipo UNE VV.06/1 KV con tensión de prueba  $4.000 \text{ V}$  y de la sección mínima:

La sección del conductor unipolar a utilizar para la conexión de la toma de potencial será de  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  para tomas de potencial normales y  $1 \times 10 \text{ mm}^2$  para tomas de potencial especiales.

Los cables anódicos y catódicos serán de sección 25 mm<sup>2</sup>.

Los cables para conexiones, ánodos de magnesio y puenteo de juntas aislantes tendrán 10 mm<sup>2</sup> de sección.

Los cables para drenaje serán de 35 mm<sup>2</sup>.

Para la medición de la diferencia de potencial tubo-terreno a tierra con el voltímetro ubicado en la Estación de Protección Catódica se empleará cable 2x1,5 mm<sup>2</sup> tipo VV,0,6/1kV, que conectará el voltímetro al tubo y a un electrodo de tierra colocado en las inmediaciones de la tuberías.

**(2) Cajas para tomas de potencial.**

Será de envolvente metálica, constituida por caja de fundición de aluminio, de adecuado espesor y resistencia mecánica para situación exterior.

La caja será para servicio a la intemperie por lo cual su grado de protección será:

- IP-54 (DIN 40050)
- IP-559 (UNE-20-324)

La caja llevará patillas orientables de acero galvanizado en caliente, que permitirán su fijación a la placa del tubo portante, mediante tornillos de acero galvanizado o cadmiados.

Los taladros llevarán incorporados prensaestopas cadmiados o de bronce con doble cierre.

**(3) Placas para conexiones.**

Sobre la caja irá la placa de características dieléctricas y resistentes similares, colocada sobre el fondo de la misma y fijada mediante tornillos de acero cromado.

**(4) Bornas.**

Sobre la placa de montaje, se instalarán bornas de conexión en número igual al de los cables a embornar más una de reserva, constituidas por espárragos roscados, arandelas, tuercas y contratueras del mismo material.

**(5) Terminales.**

Para la conexión de cables procedentes de las tomas de potencial, se utilizarán terminales de cobre para fijar por presión, en diámetro adecuado al del cable.

**5.4.4 Revestimiento.**

Con objeto de aislarla del medio agresivo del que está rodeada, la conducción irá revestida externamente en toda su longitud, suministrando una protección pasiva. De esta forma se disminuye la intensidad de corriente necesaria para su protección catódica.

**(1) Revestimiento externo.**

La tubería exteriormente será revestida en fábrica mediante polietileno por extrusión aplicado en caliente con un espesor, dependiendo de las zonas, de:

DIÁMETRO (")	TIPO DE REVESTIMIENTO ESPESOR (mm)	
	ESTANDAR (N)	REFORZADO (V)
< 4	1,8	2,5
4 - 10	2	2,7
10 - 20	2,2	2,9
20 - 24	2,5	3,2

Los extremos de los tubos se suministrarán sin revestimiento para facilitar las operaciones de soldadura.

El revestimiento de las uniones soldadas entre tubos se realizará de acuerdo con la Especificación de GAS NATURAL.

Se utilizará una protección antirroca para proteger el revestimiento de la conducción cuando ésta vaya lastrada con revestimiento continuo de mortero de cemento o con caballetes de hormigón.

Las principales características del revestimiento son:

- Su buena estabilidad física.
- Su gran resistencia al ataque por los microorganismos.
- Su bajo índice de absorción de agua
- Su buena adherencia al metal
- Su facilidad de aplicación.

El revestimiento aplicado en fábrica, se realizará de acuerdo con la Especificación de GAS NATURAL.

**(2) Revestimiento interno.**

Las tuberías de diámetro igual o superior a 4" irán revestidas internamente con una película de 60 micras aproximadamente a base de pintura epoxy. Dado que el gas a transportar no es corrosivo, el objeto de este revestimiento es el de disminuir la rugosidad de la pared interior de la conducción y, por tanto, la pérdida de carga, lográndose, de esta forma, un ahorro en la energía necesaria para impulsar el gas a lo largo de la conducción.

**5.4.5 Profundidad de enterramiento de la tubería**

Se define como profundidad de enterramiento de la tubería la distancia desde la superficie del terreno, una vez realizada la pista de trabajo, a la generatriz superior de la tubería instalada en zanja.

En condiciones normales de tendido de la conducción, la profundidad mínima que se contempla en el proyecto para la colocación de la tubería es de 1,00 m, superior al mínimo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG-5.2.



En el cruce de ríos, torrentes o arroyos importantes, se ha previsto alcanzar una profundidad mínima de enterramiento superior, entre 1,50 y 2,50 m, según los estudios particulares de socavación.

No obstante la profundidad de enterramiento deberá corresponderse con la indicada en los planos que conforman el Proyecto. Así mismo en los cruces de carreteras, autovías, autopistas, ferrocarriles y otros viales, la tubería se instalará a 1,50 m, como mínimo.

### **5.5. Instalaciones Auxiliares.**

El trazado de la Red AP.A Posición A-9.6 – Ayamonte tiene como punto de partida los límites de la Posición POS A-9.6, que no es objeto de este Proyecto.

Desde el origen hasta el final de la Red las únicas instalaciones auxiliares son las válvulas de seccionamiento y acometida.

- Válvulas de seccionamiento

Cumplirán los requisitos exigidos en las Instrucciones Complementarias ITC-MIG-5.2 que determina el número y posición de estas válvulas en función de la categoría de emplazamiento.

La categoría de emplazamiento para las canalizaciones de combustible gaseosos se calculan según UNE 60-302.

En los ramales cuya longitud sea superior a 150 m. ó que tengan un diámetro  $\varnothing > 4"$  y previsión de suministro a varios consumidores y/o grupos de industrias, se instalarán válvulas de derivación, de características igual a las de seccionamiento.

Estas válvulas se instalarán tan cerca como se pueda de la línea principal.

Las válvulas de seccionamiento y derivación se instalarán en arquetas y su ubicación será en lugares de fácil acceso, con la finalidad de reducir al mínimo el tiempo de intervención. Asimismo se protegerá de daños y manipulación por personal no autorizado mediante el cierre de la arqueta con tapa en acero moldeado o fundición.

La tapa dispone de dos cerrojos que aseguran el cierre de la misma; por otra parte, presenta fácil accesibilidad al personal encargado de su mantenimiento y manejabilidad.

La situación de estas válvulas se representa en el Esquema General Lineal.

- Válvulas de entrada y salida de Armario de Regulación.

Las acometidas en alta presión cumplirán con las Instalaciones Técnicas Complementarias ITC-MIG-5.2 e ITC-MIG-6.1.

De acuerdo con la ITC-MIG-6.1, se instalarán válvulas de acometida, en arqueta o armario para cada consumidor, y en los límites de su propiedad, que permite interrumpir el suministro de gas hacia la instalación.

Antes de estas válvulas se instalará una junta aislante que separe eléctricamente la acometida de la instalación del consumidor.

#### **5.6. Protección catódica.**

En el Proyecto de Protección Catódica, que no es estudio de este proyecto, se hace el estudio de protección catódica e influencias de líneas eléctricas.

#### **5.7. Sistema de Comunicación y Telecontrol**

En paralelo a la Red y utilizando la misma zanja que el tubo principal, se instalará, en tubo portacables de comunicación que servirá como elemento portador de los siguientes servicios, no objeto de este proyecto:

- Telefonía de mantenimiento. Permite el diálogo entre el personal de mantenimiento desde cualquier Posición del Gasoducto con el Centro de Mantenimiento o con el Centro Principal de Control.
- Transmisión digital de datos para telecontrol, teleproceso y vigilancia de las instalaciones.
- Transmisión de fonía para larga distancia que incluye las centrales telefónicas automáticas en los Centros de Mantenimiento.

Para ello se utilizarán fibras ópticas monomodo 10/125  $\mu\text{m}$  con atenuación menor de 0,40 dB/Km y equipos multiplex de la Jerarquía Europea, según las Recomendaciones de la UIT, con lo que se obtienen vanos de más de 60 Km. sin elementos de repetición intermedios.

Con lo anterior, se da cumplimiento a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 9/Mar/1994, por la que se modifica el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos.

## **6. CONSTRUCCION Y MONTAJE DE LAS CONDUCCIONES**

En el Pliego de Condiciones de Ejecución de la Obra se dan las instrucciones necesarias para una adecuada construcción. De dicho documento, a continuación se destacan algunas de las características de construcción.

### **6.1. Pista de trabajo.**

En los casos en que la explanación de la pista exija desmonte o terraplenes, se ejecutarán de manera que resulten estables y no ofrezcan peligro de desprendimiento de materiales sueltos o roca ni de corrimientos.

### **6.2. Señalización en cruces y pasos públicos.**

Cuando se esté trabajando en carreteras, caminos, ferrocarriles, etc., se mantendrán día y noche señales adecuadas para proteger a todas las personas de cualquier accidente y prevenir a los conductores de la obstrucción existente.

A tal fin, se mantendrá la coordinación necesaria con los Organismos competentes.

### **6.3. Zanja.**

La zanja tendrá la profundidad y anchura requerida y sus paredes serán lo más verticales posible de forma que se mantenga la anchura interior requerida. Las paredes y el fondo estarán desprovistas de asperezas que puedan dañar la tubería y/o su revestimiento. El fondo será nivelado de forma que se consiga una superficie uniforme para apoyo de la tubería y quedará libre de rocas sueltas, grava gruesa y materias extrañas que pudieran dañar la tubería y/o revestimiento.

### **6.4. Cambios de dirección.**

Las tuberías se podrán curvar en frío con la limitación de que el radio de curvatura mínimo será de 40 veces el diámetro nominal. El curvado en frío deberá realizarse mediante maquinaria y equipos apropiados.

En la línea principal no existirán curvas cuyo radio de curvatura sea menor de 10 veces el diámetro. En el resto de las líneas, los cambios de dirección serán realizados mediante el uso de codos normalizados con radio de curvatura de 1,5 veces el diámetro.

En la línea principal, cuando se requieran curvas con radio menor de 40 veces el diámetro, se insertarán curvas prefabricadas que, generalmente, tendrán un radio de 10 veces el diámetro.

### **6.5. Soldadura.**

Antes de la soldadura se verificarán los extremos, talones, biseles y plano de boca de los tubos, limpiándose adecuadamente de pintura, grasa, tierra, etc, que pudieran afectar a la buena ejecución de la soldadura.

La soldadura será realizada por soldadores/operadores homologados, utilizando Procedimientos de soldadura debidamente homologados.

Las soldaduras serán examinadas, como mínimo, por alguno de los ensayos no destructivos siguientes:

TIPO DE SOLDADURA	TIPO DE ENSAYO	EXTENSIÓN
DE RANURA A TOPE	RADIOGRAFÍA	100 %
DE RANURA EN ESQUINA	LÍQ. PENETRANTES ó PART. MAGNÉTICAS	100 %
DE FILETE	LÍQ. PENETRANTES ó PART. MAGNÉTICAS	100 %
REPARACIONES	LÍQ. PENETRANTES	100 %

Ocasionalmente, se podrán aceptar otros tipos de exámenes, siempre que proporcionen una sensibilidad similar a los descritos para la detección de discontinuidades. Además, todas las soldaduras serán examinadas visualmente.

#### **6.6. Revestimiento en obra.**

Las soldaduras, accesorios, etc., se revestirán en campo con materiales de características similares al revestimiento de los tubos de forma tal que se alcancen condiciones de protección semejantes.

El material base para este revestimiento será polietileno y la aplicación se realizará mediante cintas o con manguitos termorretráctiles.

Además, y para proteger contra la acción del medio ambiente externo, las partes aéreas tales como: respiraderos, hitos de señalización, válvulas, tuberías aéreas, etc., irán debidamente pintadas.

Una vez realizado el revestimiento en obra, se llevará a cabo la inspección del mismo mediante la aplicación de un detector de fallos correspondiente.

#### **6.7. Protección anti-roca.**

Además del revestimiento de las soldaduras y accesorios, se colocará la protección anti-roca en aquellas zonas que se indique en el Proyecto y solicite el Ingeniero.

Como norma general, se protegerá la tubería con una protección anti-roca para proteger el revestimiento de la conducción cuando ésta vaya lastrada con revestimiento continuo de mortero de cemento o con caballetes de hormigón; en cruces de carretera o servicios sin tubo de protección y con hormigón en masa como protección adicional; en pasos de muros, servicios próximos, o zonas con raíces profundas, etc.

#### **6.8. Tendido de la conducción.**

Después de haber realizado el control no destructivo de las soldaduras, el revestimiento e inspección de las mismas y el acondicionamiento del fondo y paredes de la zanja, se procederá al tendido de la tubería.

##### **6.8.1. Izado.**

Se utilizarán elementos de elevación y sujeción adecuados (diábolos y bandas), contruidos con material no abrasivo y de unas dimensiones adecuadas al diámetro, peso de la tubería y tipo de revestimiento que se utilice.

##### **6.8.2. Descenso a zanja y distancia entre puntos de izado.**

El tipo, número y distanciamiento de los medios o elementos de elevación serán de modo tal que se garantice la ejecución del tendido con condiciones de seguridad, evitando tensiones o deformaciones temporales tales que puedan provocar daños al tubo o al revestimiento.

La tubería se posará sin tensiones sobre el fondo, procurando que esté colocada con alguna flecha elástica.

#### **6.9. Cruce de obstáculos.**

Todos los cruces: de ferrocarriles, carreteras y cursos de agua, serán realizados de acuerdo con lo indicado en los planos de Proyecto.

En general se tendrán muy en cuenta las recomendaciones del estudio geotécnico sobre: taludes, entibaciones, agotamientos de agua, etc., en la zanja y foso para instalación de máquina de trepanación.

Especialmente se tomarán en consideración los siguientes aspectos.

##### **6.9.1. Cruces de cursos de agua.**

En los cruces con cursos de agua la pista de trabajo se realizará sin que se altere el régimen hidráulico, y en todo caso se seguirán las recomendaciones del Estudio Geotécnico.

##### **6.9.2. Cruces con carreteras y vías férreas.**

Para la realización de cada cruce, se elaborará un plan, incluyendo: medios humanos y técnicos, programa de ejecución detallado por días, medios de regulación, señalización y protección del tráfico, respetando para cada cruce las condiciones fijadas en el permiso otorgado por el Organismo competente.

En cruces con carreteras, autovías, autopistas, ferrocarriles y otros viales, si el cruce se realiza mediante perforación horizontal, la tubería se protegerá con vaina de protección aislada y sellada convenientemente. En los cruces con los viales que se realicen a cielo abierto la tubería estará diseñada para soportar también las cargas de tráfico.

#### **6.10. Instalación del tubo de protección.**

Serán fundamentales para la realización de la perforación las siguientes medidas de control:

- Velocidad de avance en función del tipo de material.
- Graduación y fuerza de empuje.
- Control de alineación y nivel.
- Control del avance de la barrena con relación al tubo de protección.

Las bocas del tubo de protección irán protegidas con cierres de material plástico que se ajustarán al diámetro exterior del tubo de línea. Estos cierres evitarán la entrada de material extraño al interior del tubo de protección.

El tubo de línea en el interior del de protección irá provisto de los separadores correspondientes, que evitarán el contacto entre ambos tubos.

Los tubos de protección llevarán instalados un tubo de respiración en cada una de sus extremidades.

#### **6.11. Lastrado de la conducción.**

La conducción será lastrada en aquellos tramos en los que, debido a la existencia de agua en zanja o nivel freático alto, pueda producirse flotabilidad o empujes hidrostáticos en la conducción ya instalada.

#### **6.12. Juntas aislantes y tomas de potencial.**

La conducción principal irá provista de juntas aislantes que asegurarán la compartimentación de la misma a efectos de su adecuada protección catódica.

Se instalarán juntas aislantes antes de que la conducción emerja del terreno en las proximidades de las trampas de rascadores, así como en cualquier cruce con ferrocarril (electrificado o no), y en las salidas de los ramales para distribución.

A lo largo de la conducción sobre el tubo de línea, y sobre las propias juntas aislantes, se instalarán tomas de potencial con objeto de disponer de datos en operación sobre el potencial eléctrico de la tubería, que permitirán adecuar las necesidades de corriente eléctrica inyectada por el sistema de protección catódica.

#### **6.13. Señalización de la conducción enterrada.**

De forma general, para reforzar la seguridad de la instalación, se realiza una señalización enterrada mediante la colocación, entre la superficie del terreno y la tubería, de una banda plástica de aviso frente a posibles excavaciones de otras obras.

#### **6.14 Relleno.**

El relleno de la zanja se realizará en dos fases. En una primera, se tapaná la conducción hasta 20 cm por encima de su generatriz superior, y, en una segunda, el resto.

##### **6.14.1 Relleno en primera fase.**

Para apoyo y pretapado, la zanja se rellenará hasta veinte centímetros por encima de la generatriz superior de la tubería utilizando material seleccionado, procedente o no del extraído de aquella, y de características tales que no dañen ni ataquen al revestimiento de la conducción.

##### **6.14.2 Relleno del resto de la zanja.**

Para el relleno del resto de la zanja se utilizará material procedente de la propia excavación o préstamo.

En las zonas consideradas como terrenos de cultivo la capa de tierra vegetal del relleno, se repondrá a su estado original.

Las zanjas en caminos, calzadas o zonas urbanas, se rellenarán por tongadas compactando con medios adecuados cada capa hasta conseguir la densidad apropiada.

## **7. CONTROL DE DEFORMACIONES**

Durante la construcción y las pruebas, pueden producirse deformaciones y daños en la conducción motivados por diferentes causas, entre otras.

- Peso propio de las tierras o del tráfico,
- deformaciones excesivas por curvado en frío,
- golpes recibidos por la tubería,
- deformaciones durante las pruebas hidráulicas, etc.

Con objeto de minimizar la aparición de este tipo de discontinuidades, o para identificarlas cuando se hubiesen producido, se establecerán medidas de:

1. Control del Diseño, verificando mediante cálculo que los espesores seleccionados son suficientes para soportar las cargas del terreno, tráfico, etc.
2. Control de ovalizaciones en todas las curvas en frío realizadas en la obra a lo largo de la línea principal.  
Esta calibración se realizará haciendo circular por el interior de la tubería una placa calibrada de dimensiones ligeramente inferiores a las de la tubería, una primera vez durante la fase de secado de las pruebas hidráulicas y una segunda vez al final de la obra como operación previa a la puesta en gas de la conducción.
3. Control de las abolladuras en los tubos de la conducción y cuya detección se realice bien visualmente antes de enterrar la conducción o mediante el paso de las placas calibradas indicadas anteriormente

También se establecerán medidas para eliminarlas o reducirlas hasta límites aceptables.

## **8. PRUEBAS HIDRÁULICAS DE ESTANQUIDAD Y RESISTENCIA**

Finalmente, una vez terminado el tendido de la conducción y el relleno de la zanja, se procederá a la realización de las pruebas hidráulicas de resistencia y estanquidad, de acuerdo con lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria MIG 5.2.

Con objeto de facilitar el control y evaluación de los resultados de las pruebas, así como para evitar las deformaciones innecesarias en casos de tramos en pendientes con gran diferencia de cota, la conducción se dividirá en secciones, realizándose la prueba hidráulica por partes.

Además, los tramos que posteriormente van a ser lastrados o los que constituyan cruce especial (dentro de vaina, bajo otras conducciones, etc.), serán probados independientemente del resto, mediante pruebas particulares.

También se realizarán pruebas hidráulicas particulares a las tuberías de las posiciones de válvulas.



## **9. LIMPIEZA Y SECADO DE LA CONDUCCIÓN**

Una vez drenada la tubería se introducirán en la misma, por uno de los extremos, una serie de pistones de copelas o de foams, a intervalos, que desplazados por aire, arrastran la suciedad y extienden el agua en forma de película por las paredes interiores de la tubería para facilitar su evaporación y secado.

A continuación, se hará fluir por el interior de la línea, aire seco debidamente filtrado. El secado se considerará satisfactorio cuando no existan trazas de humedad en la salida del aire.

Una vez realizada la prueba hidráulica y el secado de un tramo, se procederá inmediatamente al corte de las cabezas de prueba y a la instalación de caps soldados en los extremos.

Alternativamente, la conducción podrá secarse utilizando metanol que se hará fluir por el interior de la línea y se recogerá al final del tramo.

#### **10. RESTITUCIÓN DE TERRENOS**

La restitución de terrenos se hará de tal forma que el terreno quede en situación similar al estado que tenía antes del inicio de las obras.

## **11. IMPACTO AMBIENTAL**

Con objeto de prevenir, evitar o minimizar determinados impactos que las obras producen sobre el entorno, se tomarán en consideración todas las medidas referentes a vigilancia ambiental, elección del calendario de ejecución de las obras y características de las instalaciones recogidas en el ESTUDIO AMBIENTAL, que no es estudio de nuestro proyecto.

## **12. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS**

Para la realización del Proyecto se han llevado a cabo una serie de trabajos complementarios entre los que cabe destacar los siguientes:

- Estudio Topográfico.
- Estudio Geotécnico.
- Estudio de Protección Catódica.
- Estudio de Seguridad y Salud.
- Estudio de Afección al Medio Ambiente.
- Estudio de Prospección Arqueológica Superficial.
- Estudio Sísmico.

A excepción del Estudio de Seguridad y Salud, los demás estudios no son objeto de este proyecto.

### 13. REGIMEN DE EXPLOTACION Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Las operaciones habituales de explotación y mantenimiento de la infraestructura de Gasoductos, entendiéndose como tal los Gasoductos de Transporte y Redes de distribución Industrial, están principalmente encaminados a mantener la integridad de la instalación y la continuidad del suministro de gas natural.

Con este fin se ha previsto lo siguiente:

- 1) Equipos y sistemas de seguridad.
- 2) Servicios de explotación y mantenimiento.

#### 13.1 Equipos y Sistemas de Seguridad.

Los equipos y sistemas de seguridad con los que se dota a los Gasoductos tienen como objetivos principales los siguientes:

- Proteger las instalaciones
- Detectar situaciones de funcionamiento anómalo
- Actuar con rapidez en caso de incidentes

Las instalaciones del Gasoducto se protegen fundamentalmente contra las sobrepresiones y la corrosión.

El mantenimiento de la presión de Gasoducto por debajo de la presión de diseño está garantizado con la instalación de válvulas de seguridad y control, bien en los puntos de inyección de gas al sistema de transporte o bien en las Estaciones de Regulación y Medida, en el caso de Redes de Distribución.

El otro factor contra el que se protege la tubería es el de la corrosión, instalando sistemas de Protección Catódica mediante inyección de corriente.

La detección y actuación automática en los Gasoductos de transporte y Estaciones de Regulación y Medida está encomendada al Sistema de Telecontrol y Telemando que mediante el envío de señales al Centro Principal de Control permite un control permanente y la actuación inmediata sobre los sistemas dotados con telecontrol ante cualquier incidencia y/o anomalía que lo requiera.

#### 13.2 Servicios de Explotación y Mantenimiento

Para la intervención directa en los lugares e instalaciones que se requiera está previsto un servicio de explotación y mantenimiento ubicado en los Centros de Mantenimiento, Operación y Control.

Los Centros de Operación y Control son unidades operativas con autonomía suficiente para desarrollar todas las actividades ligadas a la explotación del Gasoducto de Transporte y sus instalaciones auxiliares, incluyendo las Redes de distribución a grandes industrias y Compañías Distribuidoras.

La ubicación de estos Centros de Mantenimiento, Operación y Control a lo largo del Gasoducto deben reunir dos características principales:

- Limitar los tiempos de respuesta ante incidentes y/o accidentes que puedan surgir en la explotación del Gasoducto, dentro de márgenes razonables que permitan garantizar la continuidad del suministro en condiciones de seguridad y calidad del servicio.
- Optimizar la dotación de personal asignada al Centro, minimizando tiempos muertos de desplazamiento, tanto en trabajos de vigilancia como de mantenimiento.

Las actividades de explotación más significativas realizadas por estas unidades operativas son:

- Vigilancia de la instalación.
- Mantenimiento Preventivo y correctivo de los equipos.
- Atención de incidencias y/o emergencias.
- Supervisión de trabajos de terceros que afectan a la canalización y/o su zona de influencia.
- Puesta en servicio de nuevas instalaciones.

Todas estas actividades, a excepción de la atención de incidencias y/o emergencias se planifica en cada Centro de Mantenimiento, Operación y Control, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles gaseosos en Planes de Operación, Mantenimiento, Vigilancia, Inspección y Control que son elaborados y revisados anualmente.

#### **13.2.1 Actividades de vigilancia.**

Las actividades de vigilancia y control de la instalación son divididas de acuerdo con la Reglamentación vigente, en dos tipos:

- 1) Vigilancia Tipo A, es la más general y se realiza en automóvil o por medios aéreos en aquellos tramos del Gasoducto en que este medio es eficaz.
- 2) Vigilancia Tipo B, que se realiza a pie y cuyo fin primordial es la supervisión detallada de la Red, con el fin de descubrir posibles anomalías.

Conjuntamente con este tipo de vigilancia se realiza la revisión de fugas siempre y cuando las frecuencias de cada una de las actividades sean compatibles.

Esta revisión de fugas se realiza con detector por ionización de llama u otro sistema de los existentes en el mercado, de igual eficacia.

Las frecuencias con que se realizan estas actividades son:

- *Vigilancia Tipo A*

Atendiendo a factores tales como diámetro y presión del Gasoducto, características y accesibilidad del terreno, orografía, climatología, etc., se realizará la vigilancia con frecuencia variable, de acuerdo con la categoría de emplazamiento por el que discurre la canalización y como mínimo con la periodicidad indicada en el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos.

- *Vigilancia Tipo B y revisión de fugas*

Se realizará atendiendo a la categoría de emplazamiento de la canalización, con la periodicidad fijada en el Reglamento indicado anteriormente.

#### **13.2.2 Actividades de Mantenimiento Preventivo.**

La actividades de Mantenimiento Preventivo de equipos instalados en el Gasoducto se basan en las recomendaciones de los fabricantes y en la propia experiencia de la Compañía, y son realizadas por medios propios, o bien cuando se requiere el concurso de otras Compañías, estos trabajos son coordinados y/o supervisados por estos mismos medios.

Los principales trabajos de Mantenimiento preventivo son:

- 1) En Estaciones de Regulación y Medida:
  - Verificación y control de sistema de regulación.
  - Verificación y control de sistemas de medida.
  - Verificación y control de sistemas de calentamiento.
  - Maniobrabilidad de válvulas.
  - Limpieza de filtros.
- 2) En Posiciones de Seccionamiento y Corte:
  - Maniobrabilidad y engrase de válvulas.
  - Verificación y control de instrumentación.
  - Estado superficial de las partes aéreas.
- 3) En los Sistemas de Protección Catódica:
  - Control de potencial tubo-suelo.
  - Estado de juntas aislantes.
  - Verificación y control de equipos de inyección de corriente.
  - Registros de potencial durante 24 horas en puntos de potencial variable (próximos a FF.CC. electrificado, subestaciones eléctricas, etc.).
- 4) En la Línea:
  - Estado superficial partes aéreas.
  - Verificación y control de señalización de la traza y leyendas indicativas de tipo de Gasoducto y teléfonos de aviso en caso de incidencia.
  - Verificación y control de protecciones especiales en puntos especiales (cruces de FF.CC., ríos, carreteras, etc.).

La frecuencia de estas actividades puede ser variable dependiendo fundamentalmente de la antigüedad de la instalación, condiciones climatológicas, condiciones de operación, etc., y como mínimo las fijadas específicamente en el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos.

#### **14. DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

El presente proyecto, consta de los siguientes documentos:

- Documento nº 1      Memoria y Anejos
- Documento nº 2      Planos
- Documento nº 3      Pliego de Condiciones y Especificaciones
- Documento nº 4      Mediciones y Presupuesto



#### **15. PROGRAMA DE EJECUCIÓN**

La ejecución de las obras que ampara el presente proyecto en la provincia de Huelva, tiene una duración estimada de trece semanas.

Las actividades en que se desarrolla la programación de las obras puede apreciarse en el Diagrama de Barras que se adjunta.

## PROGRAMA DE TRABAJO

	Ampliación de Red AP.A de Gas Natural hasta la Posición de Ayamonte (Huelva)												
ACTIVIDAD	SEMANAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>MONTAJE DE LÍNEA</b>													
REPLANTEO													
APERTURA DE ZANJA													
ALINEACIÓN Y SOLDADURA													
CRUCES ESPECIALES													
DESCENSO A ZANJA													
TAPADO													
REPOSICIÓN DEL TERRENO													
<b>OPERACIONES AUXILIARES</b>													
Construcción y conexión AA.RR													
Construcción arquetas válvulas													
<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>													
PRUEBAS HIDRÁULICAS													
SECADO DE RED													
PURGADO													
PUESTA EN MARCHA													

**16. PRESUPUESTO**

El presupuesto de las instalaciones, objeto del presente Proyecto en la Provincia de Huelva, queda reflejado en el Documento nº 4.

## **ANEJOS A LA MEMORIA**

***ANEJO 1***  
***CARACTERÍSTICAS DEL GAS***

## **INDICE**

<b>1. RANGO DE COMPOSICIÓN. (Constituyentes principales)</b>	<b>2</b>
<b>2. OTROS CONSTITUYENTES.</b>	<b>2</b>
<b>3. CLASIFICACIÓN.</b>	<b>2</b>

### 1. RANGO DE COMPOSICIÓN. (Constituyentes principales)

CONSTITUYENTE PRINCIPAL	FÓRMULA	COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA (%)	
		MÍNIMA	MÁXIMA
METANO	CH <sub>4</sub>	79,00	88,90
ETANO	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	5,00	10,20
PROPANO	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,24	2,35
BUTANO	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,21	1,15
PENTANO	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,06	0,34
n-HEXANO (+)	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> (+)	0,05	0,29
NITRÓGENO	N <sub>2</sub>		
DIÓXIDO DE CARBONO (*)	CO <sub>2</sub>	3,90	6,50
HELIO	He		
(*) Máx. 2,00 %			

### 2. OTROS CONSTITUYENTES.

AGUA	< 80 ppm
SULFURO DE HIDRÓGENO	< 2 mg/m <sup>3</sup> (*)
AZUFRE (mercaptanos)	< 15 mg/m <sup>3</sup> (*)
AZUFRE (total)	< 50 mg/m <sup>3</sup> (*)
(*) Valores a 15 ° C y 1 bar.	

### 3. CLASIFICACIÓN.

De acuerdo con la norma UNE 60.002-73 el gas a transportar queda clasificado en la Segunda Familia (Índice de Wobbe entre 9.860 a 13.850 Kcal/m<sup>3</sup>(n)).

## ***ANEJO 2***

### ***BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONADO***



## **INDICE**

### **1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**1.1 Bases del cálculo.**

**1.2 Fórmulas utilizadas.**

## 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

### 1.1 Bases del cálculo

#### a) Fluido a transportar

El fluido será gas natural, cuyas características se han definido en el Anejo nº 1.

#### b) Presión

La presión de diseño es de 16 bar, siendo esta la presión máxima de servicio.

#### c) Caudal

El caudal a transportar para los consumos previstos del Gasoducto de la Red AP.A Posición A-9.6 - Ayamonte, ha sido facilitado por **GAS NATURAL** y será de 8.478 Nm<sup>3</sup>/h en toda la conducción (Urbanizaciones y Playa Canela), centrándonos en la primera parte(Urbanizaciones) ya que la segunda parte(Playa Canela) no es objeto de este proyecto.

CONSUMIDOR	CAUDAL (Nm <sup>3</sup> /h)
Ayamonte - Urbanizaciones	4.413
Ayamonte – Playa Canela	4.065
<b>TOTAL</b>	<b>8.478</b>

#### d) Longitud

La longitud estimada de la Red objeto de este Proyecto, es:

GASODUCTO	DIÁMETRO	LONGITUD (m)
Red AP.A Posición A-9.6 - Ayamonte	6"	2.884
	4"	48
<b>TOTAL</b>		<b>2.932</b>

#### e) Rugosidad

Se considera una rugosidad interna para la tubería de 0,015 mm.

#### f) Temperatura

La temperatura que se considera para el cálculo hidráulico será de 15 ° C.

## 1.2 Fórmulas utilizadas

Las principales fórmulas utilizadas para el cálculo son las siguientes:

Se ha utilizado para el cálculo la Fórmula de Renouard.

$$P_A^2 - P_B^2 = 48,6 \cdot s \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

donde:

$P_A$	Presión al inicio del tramo (bar absolutos)
$P_B$	Presión al final del tramo (bar absolutos)
$\Delta P$	Pérdida de carga ( $P_A - P_B$ )
$s$	Densidad relativa del gas
$L$	Longitud del tramo (m)
$Q$	Caudal en el tramo (Nm <sup>3</sup> /h)
$D$	Diámetro interior del tramo (mm)

Se ha de tener en cuenta que la Fórmula de Renouard será válida siempre que se cumpla lo siguiente:

- La relación entre el caudal y el diámetro sea inferior a 150 ( $Q/D < 150$ )
- La velocidad del gas dentro de la conducción no supere los 20 m/s

Además de la comprobación de presión final en el tramo, se verifica que la velocidad en el mismo no supere los 20 m/s.

$$V = 353 \cdot \frac{Q}{P \cdot D^2}$$

donde:

$V$	Velocidad del gas (m/s)
$P$	Presión en el punto final del tramo

Realizando el cálculo, con los supuestos considerados, se obtienen los siguientes resultados:

	TUBERÍA	CAUDAL (Nm <sup>3</sup> /h)	LONGITUD (m)	PRESIÓN INICIAL	PRESIÓN FINAL	V (m/s)
Ampliación Red APA hasta Pos. De Ayamonte	Acero API 5L Gr B Dn 6" Esp. 4mm	4413	2884	16	15,99	3,44

***ANEJO 3***

***CATEGORÍAS DE EMPLAZAMIENTO.***

***CÁLCULO DE ESPESORES.***

## **INDICE**

- 1. CATEGORÍAS DE EMPLAZAMIENTO Y ESPESORES.**
  - 1.1 Categorías de Emplazamiento.**
  - 1.2 Espesores.**
    - 1.2.1 Espesores de cálculo.**
    - 1.2.2 Espesores adoptados.**
    - 1.2.3 Zonas especiales.**
- 2. ESTUDIO DE LAS CARGAS EXTERNAS SOBRE LA CONDUCCIÓN.**
  - 2.1 Conclusiones.**

## 1. CATEGORÍAS DE EMPLAZAMIENTO Y ESPESORES.

### 1.1 Categorías de Emplazamiento.

Para la definición de la categoría de Emplazamiento de la conducción se ha tenido en cuenta los requerimientos de la Norma UNE 60302-74, basada en los índices **leh.1** (Índice de Edificios Habitados sobre 1 km) e **leh. 10**, (Índice de Edificios Habitados sobre 10 km)

En la Tabla 1, adjunta se recogen las categorías de emplazamiento para la Red.

Tabla 1. CATEGORÍAS DE EMPLAZAMIENTO					
P.K.	leh.1	leh.10	Categoría Emplazamiento	Longitud equivalente	OBSERVACIONES
0-1	14	1,30	3	3,000	
1-2	13	0,80	3	6,000	
2-3	18	0,30	3	9,000	VÁLVULA y A.R.

### 1.2 Espesores.

#### 1.2.1 Espesores de cálculo.

Los espesores mínimos de la canalización se han calculado de acuerdo con la fórmula incluida en la norma UNE 60309-83 siguiente:

$$e = \frac{P \cdot d}{20 \cdot \sigma_e} \cdot \frac{1}{F \cdot C}$$

en donde:

<b>e</b>	Espesor de cálculo del tubo, en mm.
<b>P</b>	Presión de cálculo, en bar.
<b>d</b>	Diámetro exterior teórico del tubo, en mm
<b><math>\sigma_e</math></b>	Límite elástico mínimo especificado, en N/mm <sup>2</sup>
<b>C</b>	Coficiente de cálculo correspondiente a la categoría de emplazamiento, según la Norma UNE 60.305-83.
<b>F</b>	Factor de eficiencia de la soldadura

En la Tabla 2, aparecen los resultados del cálculo para el diámetro y material utilizado.

Los espesores de cálculo, se comparan contra los espesores mínimos requeridos en la Tabla II de la Norma UNE 60.309. En la Tabla 2, aparecen los dos datos comparados.

### 1.2.2 Espesores adoptados.

Para cada caso, se adopta el espesor más próximo al mínimo requerido. Estos espesores aparecen también en la Tabla 2.

Los espesores a adoptar para cada Categoría de Emplazamiento, diámetro y presión de operación.

**Tabla 2. CÁLCULO DE ESPESORES PARA TUBERIA DE LÍNEA**

<b>LINEA Ø 6"</b>						
<b>Presión (bar)</b>	<b>CATEG. EMPLAZ.</b>	<b>F</b>	<b>Calidad de material</b>	<b>Espesor Calculado</b>	<b>Espesor Mínimo (UNE)</b>	<b>Espesor Adoptado</b>
16	1	0,72	API-5L Gr. B	0,77	3,58	4,00
16	2	0,60	API-5L Gr. B	0,93	3,58	4,00
16	3	0,50	API-5L Gr. B	1,12	3,58	4,00
16	4	0,40	API-5L Gr. B	1,40	3,58	4,00
<b>LINEA Ø 4"</b>						
<b>Presión (bar)</b>	<b>CATEG. EMPLAZ.</b>	<b>F</b>	<b>Calidad de material</b>	<b>Espesor Calculado</b>	<b>Espesor Mínimo (UNE)</b>	<b>Espesor Adoptado</b>
16	1	0,72	API-5L Gr. B	0,53	3,18	4,00
16	2	0,60	API-5L Gr. B	0,63	3,18	4,00
16	3	0,50	API-5L Gr. B	0,75	3,18	4,00
16	4	0,40	API-5L Gr. B	0,95	3,18	4,00

### 1.2.3 Zonas especiales.

A lo largo de la traza de la Red existen zonas en las que en los planos pueden aparecer espesores que corresponden a coeficientes de cálculo menores (espesores mayores) de los que corresponderían a su categoría de emplazamiento. En general, esta variación está originada por condiciones constructivas especiales, como por ejemplo; cruces bajo carreteras, ríos, etc.



## **2. ESTUDIO DE LAS CARGAS EXTERNAS SOBRE LA CONDUCCIÓN.**

Sobre la conducción actúan cargas externas, básicamente originadas por el peso del suelo y por el tráfico. La conducción debe calcularse para soportar dichas cargas.

### **2.1 Conclusiones.**

En la Tabla 3 aparecen los resultados del cálculo realizados para los distintos diámetros, espesores y materiales de la conducción, en la que se puede observar que los espesores seleccionados son suficientes para soportar las cargas consideradas, consistentes en:

- Las cargas provocadas por el peso del terreno tipo:

13,26 kN/m <sup>2</sup>	para la tubería de 4"
13,92 kN/m <sup>2</sup>	para la tubería de 6"

- Las cargas provocadas por el peso de un tren de cargas tipo:

63,96 kN/m <sup>2</sup>	para un tren de cargas ligero (180 kN)
213,18 kN/m <sup>2</sup>	para un tren de cargas pesado (600 kN)

Tabla 3-1 Cálculo de cargas sobre la tubería 6"					
Características de la Tubería.					
Diámetro exterior	mm	168,30			
Calidad	API 5L	Grado Gr.B			
Espesor considerado	mm	4,00			
Cargas del suelo					
Peso específico del terreno	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20			
Recubrimiento de la tubería	H (m)	1			
Ancho de la zanja	B (m)	0,470			
Angulo del talud de tierras	$\rho'$ (°)	20			
Carga debida al terreno	kN/m <sup>2</sup>	13,92			
Cargas del tráfico					
Tren de cargas	ligero	180	pesado	600	kN
Factor de impacto		1,3		1,3	
Carga de tráfico		49,20		163,99	kN/m <sup>2</sup>
Carga debida al tráfico		63,96		213,19	kN/m <sup>2</sup>
Cargas totales					
Carga Total	ligero	77,88	pesado	227,11	kN/m <sup>2</sup>
Momento Flector máximo		0,053		0,153	KN.m
Tensión máxima (z)		1,76		5,14	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión máxima (d)		-1,81		-5,28	kN/cm <sup>2</sup>
Límite de fluencia del acero		413		413	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del acero		241		241	N/mm <sup>2</sup>
Deformación de la tubería		0,12		0,30	cm
Presión interna					
Presión de servicio	P	16		Bar	
Presión interna efectiva	ligero	1,5299	pesado	1,3956	N/mm <sup>2</sup>
Momento Flector máximo		0,0461		0,1360	kN . m
Fuerza Normal Máxima		123,12		113,31	kN
Tensión máxima (z)		1,76		5,14	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión máxima (d)		- 1,81		- 5,28	kN/cm <sup>2</sup>
Cargas combinadas					
Coeft. Seg. F Normal	ligero	1,5	pesado	1,5	
Coeft. Seg Mom. Flector		1,5		1,5	
Tensión por F. Normal		-0,024		-0,069	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión por M. Flector		1,787		5,212	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión combinada con coeften. de seguridad		2,645		7,713	kN/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de seguridad		15,614		5,354	≥ 1

Tabla 3-2 Cálculo de cargas sobre la tubería 4"					
Características de la Tubería.					
Diámetro exterior	mm	114,3			
Calidad	API 5L	Grado Gr.B			
Espesor considerado	mm	4,00			
Cargas del suelo					
Peso específico del terreno	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20			
Recubrimiento de la tubería	H (m)	1			
Ancho de la zanja	B (m)	0,410			
Angulo del talud de tierras	$\rho'$ (°)	20			
Carga debida al terreno	KN/m <sup>2</sup>	13,26			
Cargas del tráfico					
Tren de cargas	ligero	180	pesado	600	KN
Factor de impacto		1,3		1,3	
Carga de tráfico		49,20		163,99	kN/m <sup>2</sup>
Carga debida al tráfico		63,96		213,19	kN/m <sup>2</sup>
Cargas totales					
Carga Total	ligero	77,21	pesado	226,44	kN/m <sup>2</sup>
Momento Flector máximo		0,024		0,069	KN.m
Tensión máxima (z)		0,69		2,04	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión máxima (d)		-0,77		-2,27	kN/cm <sup>2</sup>
Límite de fluencia del acero		413		413	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del acero		241		241	N/mm <sup>2</sup>
Deformación de la tubería		0,04		0,10	cm
Presión interna					
Presión de servicio	P	16		Bar	
Presión interna efectiva	ligero	1,5305	pesado	1,3962	N/mm <sup>2</sup>
Momento Flector máximo		0,0225		0,0663	kN . m
Fuerza Normal Máxima		81,63		75,05	kN
Tensión máxima (z)		0,69		2,04	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión máxima (d)		- 0,77		- 2,27	kN/cm <sup>2</sup>
Cargas combinadas					
Coeffe. Seg. F Normal	ligero	1,5	pesado	1,5	
Coeffe. Seg Mom. Flector		1,5		1,5	
Tensión por F. Normal		-0,040		-0,117	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión por M. Flector		0,734		2,154	kN/cm <sup>2</sup>
Tensión combinada con coeffe. de seguridad		1,042		3,056	kN/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de seguridad		39,637		13,516	≥ 1

## ***ANEJO 4***

### ***ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD***

## **INDICE**

### **1. MEMORIA**

#### **1.1. Introducción**

#### **1.2. Identificación y descripción de la obra**

##### **1.2.1 Situación y descripción de las obras**

#### **1.3. Condiciones del entorno, interferencias y servicios afectados en las instalaciones existentes**

#### **1.4. Programación de los trabajos por fases. Personal estimado para cada una de ellas, coordinación de los mismos**

#### **1.5. Unidades constructivas identificación de riesgos**

#### **1.6. Procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar**

#### **1.7. Servicios sanitarios y comunes**

### **2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

#### **2.1. Disposiciones legales y complementarias**

##### **2.1.2 Principios generales**

##### **2.1.2. Reglamentos o normativa interna de aplicación**

##### **2.1.3. Disposiciones sobre los requisitos específicos**

##### **2.1.4. Comisión de Seguridad y Salud**

#### **2.2. Prescripciones técnicas de utilización y conservación de materiales y equipos preventivos**

##### **2.2.1. Principios generales**

##### **2.2.2. Condiciones de los medios de protección**

##### **2.2.3. Máquinas y equipos de trabajo**

### **3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

## 1. MEMORIA

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este Estudio de Seguridad y Salud realizado para el Proyecto " Ampliación de Red AP.A de Gas Natural hasta la Posición de Ayamonte", es establecer, de acuerdo a sus características constructivas, ubicación y topografía del terreno, durante la ejecución de las obras, las previsiones y directrices básicas y necesarias, respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales. También define y analiza, tanto los riesgos como las medidas correctivas, y se determinan los locales preceptivos de higiene, salud y bienestar de los trabajadores de los diferentes oficios.

Este documento sirve para dar las directrices básicas a las Empresas Contratistas adjudicatarias en el momento de las obras para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones de este Estudio para cada uno de los oficios y unidades que intervienen en la obra. Por ello, los errores u omisiones que pudieran existir en el mismo, nunca podrán ser tomadas por el Contratista a su favor.

Todo ello se realizará con estricto cumplimiento del articulado completo del Real Decreto 1627197, de 24 de Octubre.

Cada Plan de Seguridad y Salud será sometido para su aprobación expresa, antes del inicio de la obra, al Coordinador en materia de Seguridad y Salud, entregándosele después de su aprobación, una copia del mismo que permanecerá en la obra. De igual forma, una copia del mismo se entregará al Delegado de Prevención. Será documento de obligada presentación ante la Autoridad Laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y de los técnicos de los Gabinetes Técnicos Provinciales de Seguridad y Salud para la realización de sus funciones.

Se consideran como puntos de máxima importancia para la Prevención de Riesgos Laborales:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo, de forma que el riesgo durante la duración de la obra sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y el bienestar de los trabajadores, en función del número de éstos.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad durante la ejecución de la obra.

- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera, que en un alto porcentaje es donde se producen los más significativos accidentes.
- Fijar los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- Establecer los Comités de Seguridad y Salud, los cuales deberán supervisar, determinar y velar para que se mantengan en perfectas condiciones las medidas de seguridad.
- El libro de incidencias. El Coordinador en materia de Seguridad y Salud será el responsable del envío de las copias de las notas que se escriban en el Libro de Incidencias a los diferentes destinatarios.

Es responsabilidad del Contratista la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responder solidariamente de las consecuencias que se deriven de la observancia de las medidas previstas con los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren a los segundos imputables.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta de las medidas previstas en los Planes de Seguridad y Salud de la obra y, por supuesto, en todo momento el Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa en la que está integrado.

## **1.2. IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LA OBRA**

### **1.2.1. Situación y descripción de las obras.**

En esta obra se va a realizar un gasoducto que discurre por la provincia de Huelva, cuyas características principales se enumeran a continuación:

- La longitud total de la Red es de 2.932 m.
- La conducción a instalar tiene el siguiente diámetro, en la longitud correspondiente:

<b>CANALIZACIÓN (PRESIÓN)</b>	<b>DIÁMETRO (")</b>	<b>LONGITUD (km)</b>
Red AP.A	6"	2,884
Posición A-9.6 – Ayamonte (16 bar)	4"	48
<b>TOTAL</b>		<b>2,932</b>

- y calidad API-5L-Gr.B.
- La protección contra la corrosión es doble:
  1. Activa, mediante protección catódica
  2. Pasiva, mediante revestimiento de polietileno extruido

- Existirán válvulas de seccionamiento con una separación acorde con la Instrucción Técnica complementaria ITC-MIG 5.2 "Canalizaciones de transporte y distribución de gas en alta presión A" del Ministerio de Industria y Energía.
- El presupuesto estimado para la realización de la obra es de 301.081,88 EUROS.
- El plazo de ejecución se ha estimado en trece semanas.
- El número de trabajadores punta será aproximadamente 13.

### **1.3. CONDICIONES DEL ENTORNO. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES**

La obra consta pues de una obra civil, consistente en la apertura de pista de trabajo, la realización de una zanja en la que se instala la tubería, tapado de la zanja y la posterior restitución de los terrenos; y de un montaje mecánico de la conducción, con su posterior puesta en zanja. Finalmente se realizan las pruebas hidráulicas de resistencia y estanqueidad establecidas por la ITC MIG 5.2. del Ministerio de Industria y Energía.

A lo largo del recorrido de la conducción se cruzan tanto accidentes naturales (ríos, barrancos, arroyos, montes, etc.) como servicios públicos aéreos y enterrados (carreteras, conducciones de agua, cables telefónicos, etc.) en los que se aplican protecciones adicionales.

### **1.4. PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS POR FASES. PERSONAL ESTIMADO PARA CADA FASE. COORDINACION**

El número de trabajadores se estima que será de aproximadamente 13, trabajando según las especialidades siguientes:

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>
Obra Civil	4
Mecánica y Soldadura	5
Electricidad	1
Inspección	1
Radiografía y END	1
Oficina Técnica	1



### 1.5. UNIDADES CONSTRUCTIVAS. IDENTIFICACION DE RIESGOS

Se va a realizar el gasoducto que comprende las siguientes operaciones:

- Replanteo sobre el terreno
- Apertura de pista
- Excavación de zanja
- Transporte y alineación de tubos
- Curvado del tubo
- Soldadura de línea
- Trabajos con materiales radiactivos
- Revestimiento de las embocaduras
- Puesta en zanja de la línea
- Tapado de la zanja
- Unión de tramos

**Los riesgos existentes en situaciones puntuales, relacionados son:**

- Trabajos de obra civil
- Trabajos eléctricos
- Trabajos mecánicos en posiciones y válvulas

#### **REPLANTEO SOBRE TERRENO**

En esta actividad lo que se va a hacer es señalar los vértices del trazado y delimitar la pista de trabajo para la ejecución de las obras.

Los instrumentos a utilizar son cinta métrica, estación total, estacas y maza.

#### **Riesgos existentes**

- De circulación, atropellos
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Heridas con la flora
- Picaduras de insectos
- Insolaciones, quemaduras por el sol
- Golpes con la maza
- Electrocutación en cercanías de líneas de alta

#### **Medidas preventivas**

- Se recomienda tener los vehículos en perfectas condiciones de uso
- Uso de chalecos reflectantes
- Mirar donde se pisa, en bordes de taludes apoyarse lo menos posible
- Tomar medidas contra picaduras y quemaduras a base de cremas
- Ir siempre un mínimo de 2 personas

- A la hora de clavar las estacas, precaución con darse golpes en las extremidades.

### **APERTURA DE PISTA**

Esta actividad consiste en hacer una plataforma de trabajo, para que los distintos equipos que van a realizar el gasoducto, puedan ejecutar sus labores.

En esta actividad se pueden encontrar distintos trabajos según el tipo de terrenos.

<b>TIPO DE TERRENO</b>	<b>TRABAJO</b>
Terreno llano	pequeño movimiento de tierras
Terreno montañoso	desprendimientos de piedras
Terreno arbolado	se añaden riesgos de cortes con motosierra y golpes contra troncos

Además de lo anterior, el paso por ríos, el cruce con carreteras, con líneas eléctricas y, en general, los puntos singulares condicionan los riesgos y las medidas preventivas a adoptar, según se indicara más adelante.

#### **Riesgos existentes**

- Los debidos a movimiento de maquinaria
- Los debidos a mantenimiento de maquinaria
- Choques
- Atropellos por vehículos y maquinaria móvil
- Atrapamientos y golpes con partes móviles de las máquinas
- Vuelcos
- Quemaduras
- Caídas de materiales: rocas
- Caídas al mismo o distinto nivel
- Electrocutión por interferencia con líneas eléctricas
- Desplome de muros de edificios colindantes
- Corrimientos de taludes

#### **Medidas preventivas**

- Se recomienda tener los vehículos y maquinaria en perfectas condiciones de uso
- Estudio de los movimientos, y realización de una programación
- Se procurará que no existan trabajadores en el radio de acción de las máquinas, ni se situarán trabajadores bajo cargas suspendidas.
- Existirá una señalización adecuada en la obra
- Se colocaran además vallas de contención y tiras de balizamiento en los cambios de nivel, además de topes para maquinaria si esta debe de trabajar de espaldas al hueco.
- Las reparaciones de maquinaria se realizarán por técnicos competentes y cuando se compruebe que no existen riegos de atrapamientos ni quemaduras.

- Se efectuará un estudio del terreno y se tendrá en cuenta la evacuación de aguas pluviales, para que estas no puedan alterar el estado de los taludes.
- Si se excava en corte vertical se tendrá en cuenta:
  - Las características del terreno
  - Las cargas que van a concurrir por encima
  - La altura de la excavación no sea superior a 1,5 m por encima de la máquina.
  - En todos los casos la profundidad de excavaciones no deberá superar la altura máxima admisible contemplada en la NTE.
- Si se excava en corte taluzado.
  - Se eliminará el agua de los taludes, se pondrá vigilancia especial a las excavaciones después de lluvias, nieve o hielo, antes de comenzar el saneo de la cabeza de la excavación se comprobará que no haya nadie en el nivel inferior.
- Los accesos a la zanja se realizarán por medio de escaleras, que sobresalgan 1 m de la cabeza de la excavación tendrán un ángulo entre 80 y 65 ° y estarán ancladas en su parte superior.
- Ante la presencia de líneas eléctricas aéreas se establecerán medidas complementarias:
  - La distancia del punto más próximo de la máquina al eje del cable en líneas de media tensión no será inferior a 5 m en horizontal y 3 m en vertical
  - La distancia del punto más próximo de la máquina al eje del cable en líneas de alta tensión no será inferior a 5 metros en horizontal y 4 en vertical.
  - Cuando exista posibilidad de contacto con máquina o su parte móvil a la línea de tensión se colocará un gálibo de limitación de altura.
- En los trabajos nocturnos si los hubiese deberá haber iluminación suficiente según se indica a continuación:
  - En lugares de paso      20 Lux
  - En zonas de trabajo      100 Lux
  - Cuadros eléctricos      200 Lux
- En zonas donde debido al trasiego de maquinaria se levante polvo se regará para evitarlo.

### **EXCAVACION DE ZANJA**

Es el conjunto de actividades que son necesarias para la construcción de una zanja para ubicar una o varias tuberías, normalmente se ejecutan con máquinas, a una profundidad suficiente, para que la generatriz superior del tubo vaya enterrada 1 m.

#### **Riesgos existentes**

- Aplastamientos: corrimientos de tierras
- Caídas al mismo o a distinto nivel
- Caídas de materiales sueltos
- Golpes o aprisionamientos con partes móviles de máquinas
- Atropellos y colisiones

- Vuelcos de maquinaria
- Accidentes producidos por interferencias con servicios: agua, gas, líneas eléctricas
- Accidentes y enfermedades originados por el polvo

#### **Medidas preventivas**

- Se realizará un estudio de la estabilidad del terreno, el ángulo de inclinación del talud y un estudio de cargas estáticas y dinámicas
- El acopio de tierras se hará separado del borde de la zanja, la distancia suficiente para no cargar la pared de la zanja y para evitar la caída del material en el interior de la misma
- Las paredes laterales de la zanja que ofrecen riesgos de desprendimiento o corrimiento se taluzarán o se entibarán según la NTE ADZ.
- Se prohibirán los trabajos cerca de postes, cuya estabilidad no esté garantizada.
- Deben eliminarse las raíces de árboles y arbustos que hubieran podido quedar
- Se mantendrá una distancia de seguridad mínima dependiendo del peso de las máquinas y el tipo de tierras.
- En caso de presencia de agua en la zanja se procederá a su achique en prevención del desmoronamiento de la zanja
- El personal que acompaña a la zanjadora o retroexcavadora se situará fuera del alcance de la misma, midiendo la profundidad de la zanja desde fuera y alejado del borde.
- En el caso de utilizarse jaulas estas serán introducidas en las zanjas por medio de grúas apropiadas, tendrá medios seguros de acceso y salida, la vía de huida estará libre de obstáculos, los accesos a zanjas y pozos cuando la profundidad sea mayor a 1,20 m dispondrá de escaleras cada 15 m.
- Siempre que se realicen trabajos de limpieza en el exterior de la zanja se tendrá la certeza que no haya nadie trabajando en el interior de la misma.
- Cuando se llegue a alguna intersección se dejará sin abrir hasta que se haya señalizado convenientemente.

#### **TRANSPORTE Y ALINEACION DE TUBOS**

Conjunto de actividades que se producen para el montaje de una conducción de tuberías rígidas.

Para estos trabajos se necesitan grúas móviles con la ayuda de personal para guiar algunos de los movimientos que se producen.

#### **Riesgos existentes**

- Vuelco de grúas móviles y máquinas
- Atropellos por grúas móviles
- Golpes contra partes móviles
- Golpes contra tubos y objetos
- Deslizamiento de tubos en pendiente o lateral
- Caída de objetos

- Aplastamiento por tubos
- Lumbalgia, sobre esfuerzos
- Contacto con líneas eléctricas
- Maniobras de los equipos
- Entradas y salidas de camiones a obra

**Medidas Preventivas**

- Los tubos vendrán en camión atados en dos puntos inicio y final si estos sobrepasasen la longitud del camión se señalizaría según el código de circulación.
- La descarga de tubos se hará de uno en uno. Tanto los operarios encargados de la descarga como el gruista deberán estar informados de los riesgos a los que se exponen y las medidas preventivas que han de tomar, así como de los equipos de protección individual que deben llevar.
- El personal de descarga deberá estar equipado con casco, guantes, calzado de seguridad si hubiese polvo con gafas de protección.
- Se evitarán los movimientos bruscos para que no se produzcan golpes debidos a la inercia
- La carga se elevará verticalmente, estará cogida por dos eslingas adecuadas, con balancín, el manejo de cargas se efectuará por medio de cables, cuerdas ó pértigas, no permanecerá ningún trabajador debajo de cargas suspendidas, todos los trabajadores permanecerán fuera del radio de acción de la grúa, si el gruista necesita indicaciones estas se las dará solamente un operario.
- Cuando la carga que deba levantarse, se realice por medio de 2 ó más grúas, será imprescindible un estudio previo de la operación por personal cualificado, el cual habrá explicado previamente a los gruistas la operación a realizar.
- Los puntos para el apoyo de la tubería se colocarán de manera que los tubos no puedan moverse ni rodar. Los puntos deberán estar ordenados de manera que eviten tropiezos, se seguirán las normas de levantamiento de cargas.
- Se mantendrá la distancia de seguridad a líneas eléctricas, deberá haber avisos de la existencia de líneas eléctricas y marcos que eviten el posible accidente.
- Las máquinas deberán estar al día de sus seguros y revisiones
- Deberá estudiarse con precaución la salida y entrada a la obra, colocando las correspondientes medidas de protección.
- El desplazamiento con cargas suspendidas sólo se realizará en casos que fuera imprescindible, se tendrá en cuenta, poner la pluma en dirección al desplazamiento usar la pluma más corta posible, mantener la carga lo más baja posible, guiar la carga por medio de cuerdas, llevar recogidos los gatos y evitar paradas y arranques repentinos.

### **CURVADO DEL TUBO**

Los tubos se curvan en frío empleando una máquina llamada curvadora, la cual curva el tubo de forma que no pierde su sección inicial. Para manejar la tubería se utilizará la maquinaria de elevación adecuada (Side boom, grúa, etc.)

#### **Riesgos existentes**

Los riesgos que aparecen son los mismos que los de la alineación en tubos.

#### **Medidas preventivas**

Se han descrito anteriormente en la alineación de tubos.

### **SOLDADURA DE LINEA**

Es la unión de tuberías para un gasoducto u oleoducto por medio de soldaduras por arco eléctrico, existen máquinas especiales, grúas o máquinas similares. Los cortes de tubería se realizarán por oxicorte.

Se recoge con el medio de elevación, un tubo de la pista y se acerca a la línea de soldadura, donde se emboca y ajusta con el anterior ayudándose con un acoplador dejándolo preparado par soldar.

#### **Riesgos existentes**

- Irritaciones en ojos
- Proyecciones en los ojos y cuerpos producidos por esmerilar y salpicaduras de material
- Atmósferas tóxicas o irritantes
- Atmósferas anaerobias, falta de oxígeno
- Afecciones a la piel
- Contaminación acústica
- Golpes contra objetos
- Aprisionamientos
- Aplastamiento por tubos
- Lesiones en manos
- Caídas a distinto nivel
- Radiación de soldadura
- Electrocución
- Incendios
- Posturales
- Almacenamiento y manipulación de productos peligrosos.

#### **Medidas preventivas**

- Todo el personal usará protección ocular incluidas las visitas
- Para manejar la radial o amoladora se usará doble protección ocular : gafa de seguridad y pantalla facial antiimpactos
- Al ajustar boca con boca los tubos, el personal debe tener apartadas las manos

- El personal usará los equipos de protección individual como guantes, cascos y botas de seguridad.
- Las cargas nunca sobrepasarán la capacidad de la máquina, estas se deben manejar por medio de estrobos cuerda etc, los movimientos de estas nunca llevarán trayectorias oblicuas, los movimientos de cargas se realizarán suavemente para que no existan basculaciones debidas a la inercia.
- Antes de iniciar la soldadura se deberá verificar la puesta a tierra de la máquina de soldar, y de la propia tubería, deberán tomarse las precauciones correspondientes para soldar a cielo abierto en casos de lluvias o nieve. El esmerilador puede producir chispas que incendien el campo por tanto siempre se trabajará con un extintor cerca
- Los soldadores deberán llevar, careta, mandiles y polainas para evitar quemaduras.
- Los grupos electrógenos deberán tener cuadro de conexiones con interruptor diferencial y conexiones estancas a la intemperie
- No se usarán mangueras eléctricas picadas, ni cables con el aislante roto o desgarrado.
- Extintores en obra adecuados para los distintos tipos de fuego que se puedan producir.

#### **TRABAJOS CON FUENTES DE RADIACION.**

Son los trabajos para la comprobación de la calidad de las soldaduras efectuadas. Se determina mediante aparatos generadores de rayos X o mediante isótopos radiactivos, generalmente Iridio 192.

##### **Riesgos existentes**

- Radiaciones ionizantes
- Para equipos de isótopos radiactivos: rotura de la manguera o desenganche del portafuentes

##### **Medidas preventivas**

- El transporte de equipos a la obra se realizará en contenedores homologados, con certificado CE.
- Los equipos de gammagrafía o rayos X dispondrán de la Autorización de Puesta en Marcha del Ministerio de Industria y Energía.
- El almacenamiento se realizará en los contenedores previstos para ello de tal forma que la radiación emitida será inferior a 0,25 m R/h.
- La zona de trabajo se señalizará hasta zonas donde la radiación será menor a 0,25 m R/h, se tomará una muestra antes y después de la realización del trabajo.
- Todos los profesionales de gammagrafía o RX deberán llevar un dosímetro y no podrán trabajar sin él, estos dosímetros deberán estar numerados e identificados, dispondrán de una señal acústica y lectura digital, lo que permitirá al operador a saber la dosis recibida en cada jornada de trabajo y lo anotará en la ficha correspondiente.
- Las medidas preventivas deberán venir explicadas convenientemente en el plan de seguridad de la contrata.

### **REVESTIMIENTO DE LAS EMBOCADURAS**

Se trata de revestir la zona de soldadura con un plástico termo-retractil o con cinta plástica. Para evitar que quede el acero al descubierto y evitar así los efectos de la corrosión.

#### **Riesgos existentes**

- Proyecciones de partículas tanto del uso de radial como por el chorreo
- Riesgos de silicosis por el uso de arena de sílice en el chorreado
- Ruido
- Quemaduras
- Atropellos colisiones, vuelcos y falsas maniobras
- Golpes por objetos
- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel
- Caídas de columnas de tubos debido a dilataciones y contracciones.
- Manejo de productos químicos: disolventes, pintura, pegamentos, etc.

#### **Medidas preventivas**

- Las radiales deben tener colocadas las carcasas de protección
- Se usarán todos los equipos de protección necesarios, guantes, gafas, botas, casco, etc
- El tajo debe de estar dotado de extintores
- Las botellas de gas se transportarán en vehículos abiertos, se tendrá especial atención a que las mangueras de gas estén en buen estado.
- Los cables y conexiones eléctricas deben estar en buen estado y ser adecuados para trabajo en la intemperie.
- Para el chorreado arena, el operario se protegerá con una máscara que le cubra la cara y le proporcione aire limpio, está prohibido quitarse en el trabajo o al final de este la máscara, además se usarán ropas y elementos de trabajo apropiados.
- Se parará el tráfico cuando se esté trabajando en el chorreado para evitar roturas de lunas. Preferentemente se usaran boquillas con control remoto.

### **PUESTA EN ZANJA DE LA LINEA**

Es el conjunto de operaciones para colocar un tramo de tubería en la zanja. Los trabajos son: Limpieza de la zanja de los posibles bolos y piedras en arista que pudieran entorpecer la alineación y el recubrimiento de la tubería, preparación de la cama de 10 o 20 cm según el diámetro del tubo e izado y apoyo del tubo en la zanja.

#### **Riesgos existentes**

- Caídas en zanja de bolos y piedras al interior
- Desmoronamiento de la zanja
- Riesgos derivados de los trabajos de reparación e inspección del revestimiento
- Riesgo de quemaduras y cortes durante los trabajos de reparación del revestimiento
- Heridas en ojos durante el parcheado
- Riesgo de incendio por las antorchas de gas



- Desprendimiento de las paredes laterales en zanja
- Caídas de máquinas a distinto nivel
- Atropellos y colisiones de maquinaria
- Deterioro de maquinaria y herramientas (cables, bulones, eslingas)
- En pendientes existe el riesgo de falta de sujeción de la columna en el sentido de caída de la pendiente, debido a que la columna tiende a girar y volcar las máquinas.
- Golpes y atrapamientos entre las columnas de tubos, maquinaria y zanja
- Caída de objetos
- Caída al mismo y a distinto nivel
- Riesgos derivados de condiciones meteorológicas adversas
- Electrocución en cercanías de líneas de alta tensión

#### **Medidas preventivas**

- El detector de fallos en el revestimiento, tarado en un laboratorio oficial, se usará de acuerdo a las instrucciones de uso y medidas de seguridad dados por el fabricante, el personal usará guantes, el cable de tierra estará colocado y no se tocará la pértiga hasta no desconectar el equipo, para pasar el detector se debe esperar a que el tubo esté inmovilizado.
- El personal del equipo de reparaciones en el revestimiento deberá usar protección ocular y guantes.
- Las botellas de gas se mantendrán de pie y sujetas por medio de un carrito. Las mangueras deben estar en buen estado, sustituyendo las agrietadas o caducadas. Los manómetros estarán en buen estado.
- Durante la fase de tendido, deberán emplearse elementos de elevación y sujeción adecuados (diábolos, bandas) que estarán en perfecto estado de uso, así como el número y distanciamiento de los medios.
- Se prestará especial atención a los tramos en pendiente que deberán llevar además más maquinaria y se producirán movimientos de toda la columna hacia el punto más bajo.
- Se mantendrá la distancia de seguridad al borde la zanja.
- El personal de a pie se mantendrá alejado de las máquinas, alejado del tubo, y de la zanja, cuando su presencia no sea necesaria.
- Antes de levantar la carga se comprobará que el personal de a pie se ha retirado y que la punta de la pluma está en la vertical del tubo.
- Las máquinas respetarán las distancias con líneas eléctricas.
- Sólo estarán sobre las máquinas los maquinistas, al terminar la jornada se dejarán las máquinas retiradas de las zonas que no puedan ser inundadas.
- Se usarán escaleras portátiles para acceder a la zanja, éstas deben sobrepasar 1 m de la cabeza del talud e irán enganchadas en su parte superior.

### **TAPADO DE ZANJA**

Una vez hecha la puesta en zanja se hace el pretapado de la conducción hasta unos 20 cm por encima del tubo.

El material para el pretapado no debe producir daños al revestimiento, en caso contrario se usará tierras de aprobación.

Dentro de la zanja se colocará el tubo portacable así como la banda de señalización.

El tapado de la zanja se realiza con material de la propia excavación.

#### **Riesgos existentes**

- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras, de la maquinaria.
- Caída de máquinas y vehículos a la zanja, golpes y atrapamiento de la maquinaria.
- Interferencias con conducciones enterradas y aéreas.
- Caída de personas y objetos al mismo o distinto nivel
- Sobreesfuerzos, heridas.
- Ruido por la maquinaria
- Inundación o desprendimiento de una máquina
- Problemas de circulación interna por caminos en mal estado
- Riesgos a terceros derivados de la intromisión incontrolada.

#### **Medidas preventivas**

- Antes de entrar en la zanja se inspeccionará con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno. Las paredes laterales de la zanja que ofrezcan riesgo de desprendimiento o desmoronamiento se sanearán, dejando el talud necesario.
- En caso de presencia de agua en la zanja, (alto nivel freático, fuertes lluvias etc) se procederá al achique.
- Se usarán escaleras portátiles sin empalmes, para acceder al fondo de la zanja estas deberán estar atadas en su punto más alto, sobresaldrá 1 metro del borde de zanja. Se colocará una cada 15 m de zanja.
- El personal que deba acercarse al borde la zanja lo hará con la debida precaución.
- Se mantendrá la distancia de seguridad respecto a líneas eléctricas.
- Se harán revisiones mecánicas y engrases con la debida periodicidad requerida para cada máquina.

### **UNIÓN DE TRAMOS DE LINEAS**

El trabajo consiste en unir las líneas o tramos ya soldados entre sí. Las uniones se hacen generalmente en el fondo de la zanja, en las sobre-excavaciones llamadas pozos de soldadura.

#### **Riesgos existentes**

- Caídas de personal, objetos y maquinaria.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes por objetos

- Atrapamientos entre los tubos y las paredes laterales de la zanja en trabajos realizados en fondo de zanja
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria
- Radiaciones de soldadura
- Inhalación de vapores metálicos
- Quemaduras y contactos eléctricos
- Interferencia con conductores enterrados y aéreos
- Proyección de partículas y heridas en los ojos por cuerpos extraños
- Cortes con la radial
- Riesgo de incendio por partículas incandescentes.

#### **Medidas preventivas**

- En la zona de la costura habrá una sobre-excavación por debajo del tubo, para permitir los trabajos de soldadura.
- Los fosos para las uniones deberán tener un sobre ancho. De este modo se crean zonas seguras donde trabajar durante las operaciones de soldadura
- Los ayudantes y el resto del personal evitarán mirar al arco de la soldadura
- Todo el personal usará gafas de seguridad
- Para manejar la radial, se usará doble protección ocular: gafa de seguridad y pantalla facial antiimpactos.
- Los grupos estarán conectados a tierra.
- Los grupos electrógenos deberán tener cuadro de conexiones con disyuntor diferencial y conexiones estancas a la intemperie.
- No se usarán mangueras eléctricas picadas o deterioradas.
- Se evitará soldar en días de lluvia, en caso de hacerlo se protegerá de la intemperie al soldador.
- Los sopletes llevarán válvulas antirretorno.

#### **PRUEBAS DE PRESION-ESTANQUEIDAD EN LAS TUBERIAS**

En esta operación se comprueba que el gasoducto es estable y no existen fugas, llenándolo de agua y sometiéndolo a una presión superior a la de servicio, no debiendo existir fugas.

Existen dos sistemas, neumático e hidráulico. El más usado es el hidráulico.

Para el secado de la tubería se usan unos pistones que recorren el tubo, para evacuar y secar la tubería.

#### **Riesgos existentes**

- Explosión de mangueras con agua/aire.
- Caídas al mismo y a distinto nivel durante el control de las tuberías.
- Golpes, por el movimiento de las mangueras de salida de agua/aire.
- Riegos por posibles fugas de agua
- Riesgos a la salida de pistones, esponjas, etc.

- Inundación o desprendimiento de una máquina al dejar las zonas inundables
- Riesgos derivados de las tuberías y objetos a presión
- Problemas de circulación interna debido a embarramientos

#### **Medidas preventivas**

- El responsable de las pruebas comprobará todos los elementos de la conducción incluidos cabeza y colas de prueba debiendo tener las características mecánicas necesarias.
- Se tomarán precauciones para evitar sobrepresiones por aumentos de temperatura.
- En pruebas de alta presión se balizará la zona afectada, colocando en caso necesario señales indicativas de prohibido el paso, pruebas de alta presión, debiendo reducir el número de personas al mínimo imprescindible.
- Antes de la operación de llenado se habrá previsto un lugar de evacuación de aguas no pudiendo producir daños a terceros.
- Se fijarán y lastrarán las mangueras de evacuación para evitar que, por cualquier aumento de presión, culebreen pudiendo producir daños.
- Se balizará la zona de llegada de los pistones que estarán suficientemente protegidos mediante cámaras de recepción diseñadas al efecto.
- Todos los equipos, motores compresores y calderines deberán estar provistos de medidas eléctricas y manométricas, y llevarán una placa visible indicando la presión máxima de trabajo a que pueden estar sometidos.
- Se dispondrá de un teléfono móvil o radio para poder seguir las instrucciones y saber las contingencias que pudieran producirse
- La tubería se pondrá en carga y se aumentará la presión gradualmente, muy especialmente cuando la prueba sea neumática.

#### **RIESGOS EXISTENTES EN SITUACIONES PUNTUALES**

Se consideran situaciones puntuales aquellas que se producen en cruces de ríos, carreteras, ferrocarriles, canales, líneas de A.T.

Estas situaciones puntuales se pueden ejecutar de diversas maneras, (excavación por penetración, a cielo abierto) o cualquier manera propuesta por la ingeniería.

#### **Riesgos existentes**

- Deslizamiento de tierras y/o rocas incluso del propio caballón de la excavación.
- En trabajos en fondo de zanja, el desmoronamiento, de paredes laterales caída de bolos y piedras al exterior.
- Desprendimiento de tierras y rocas por sobrecarga en los bordes de excavación.
- Alud de tierras y bolos por alteraciones de la estabilidad rocosa
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria y vehículos, retenciones de tráfico y accidentes de circulación.
- Inundaciones, caída de la bayoneta soldada, arrastre por crecida de ríos
- Caída de materiales y personas a distinto nivel

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída y vuelco de maquinaria.
- Ruido, polvo, sobreesfuerzos, quemaduras, proyecciones
- Riesgos producidos por la pequeña maquinaria.

#### **Medidas preventivas**

- Se balizará la zona del emplazamiento con objeto de evitar caídas de los trabajadores como los viandantes, o se desviara el tráfico con la debida señalización.
- Antes del inicio del trabajo se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimiento de terreno.
- Se eliminarán los bolos que posiblemente pudieran desprenderse
- Se prohíbe trabajar cerca de un poste eléctrico si su estabilidad no está garantizada.
- Siempre y cuando se deba de atravesar o trabajar cerca de una línea con tensión se señalizará correctamente colocando carteles indicativos y se balizará poniendo medidas para que sea imposible el contacto eléctrico.
- En el momento de bajar los materiales al fondo de la excavación mediante el equipo de elevación, estarán exclusivamente, los operarios necesarios para la operación de descarga y posicionamiento, la maniobra será dirigida por un solo operario.
- Para dirigir piezas de gran tamaño se utilizarán cuerdas guías sujetas a los extremos de la pieza.
- Está totalmente prohibido el llevar personal sobre maquinaria, que no esté preparada para ello.
- Los grupos de protección deberán estar limpios y ordenados.
- Los cables y protecciones eléctricas deben estar en buen estado. Los soldadores llevarán gafas de seguridad debajo de la pantalla.
- Las radiales llevarán carcasa de protección completas, se usarán discos acordes a las revoluciones de la máquina.

#### **TRABAJOS VARIOS OBRA CIVIL**

Se refiere este apartado a trabajos en arquetas, hormigonado de algunos tramos, pequeños muros de contención de tierras, posiciones, restitución de vallas, cercas etc...

#### **Riesgos existentes**

- Aplastamientos
- Corrimientos de tierras, fallos de encofrados
- Lumbalgia
- Golpes contra objetos
- Vuelcos de máquinas
- Atrapamiento de manos en manipulación de cierres.
- Caída de objetos
- Caída al mismo y distinto nivel

- Proyección de esquirlas y salpicaduras de los materiales
- Electrocutación
- Accidentes con maquinaria manual
- Hundimiento, rotura o reventón de encofrados
- Atropellos colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria y vehículos
- Dermatitis por contacto con el cemento
- Sobreesfuerzos
- Golpes y atrapamientos al colocar el encofrado del fondo
- Contacto eléctrico indirecto y directo

#### **Medidas preventivas**

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo para poder detectar las posibles grietas o movimiento del terreno.
- Se eliminarán los bolos de los frentes de excavación que puedan desprenderse, cuidando que en el momento de quitarlos no haya nadie trabajando.
- El personal de a pie permanecerá alejado del radio de acción de las máquinas
- Se revisará que los medios elevadores serán los adecuados para levantar las cargas, eslingas, correas, útiles específicos, etc.
- En las maniobras complicadas el jefe de tajo junto con el responsable de la seguridad estudiarán y controlarán la maniobra.
- Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 cm y dispondrán de barandillas a los dos lados de 1 m de altura con barra intermedia y rodapié.
- Se extremarán las precauciones al acercar camiones hormigonera cerca del borde las excavaciones, se revisarán los medios auxiliares necesarios para el vertido de hormigón y se revisará el buen estado de las entibaciones si las hubiese.

#### **TRABAJOS ELECTRICOS**

Son los trabajos varios que se realizan en las obras de gasoductos. En el montaje de posiciones, instalaciones de puesta a tierra, etc.

#### **Riesgos existentes**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Sobre esfuerzos
- Contacto directo con la electricidad
- Contacto indirecto con la electricidad
- Accidentes por movimientos bruscos tras el contacto con la electricidad.

#### **Medidas preventivas**

- El personal estará formado, para evitar montajes incorrectos.
- Se aplicará un método de trabajo específico.
- Los trabajos se realizaran sin tensión en líneas eléctricas.

- Se abrirán los aparatos de seccionamiento bloqueándolos en posición de apertura colocándose un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos sin comprobar que no existe peligro alguno.
- Cuando se trabaje con tensión habrá que prever además del posible contacto eléctrico la posibilidad de que se produzca un arco eléctrico.
- Se deberá poner a tierra todos las posibles fuentes de tensión incluida la baja.
- Los operarios deberán trabajar con los equipos de seguridad casco, gafas inactínicas, calzado aislante, ropa ignífuga, guantes aislantes, alfombras o banquetas aislantes, comprobadores de tensión, herramientas aislantes homologadas, material de señalización.
- La iluminación de los tajos no será inferior 100 lux, medidos a 2 metros del suelo.
- La última conexión a efectuar será la que va desde el cuadro general a la red de la compañía suministradora.

#### **MONTAJE MECANICO EN POSICIONES Y VALVULAS**

Dentro de las posiciones siempre se tienen que hacer distintos trabajos de soldadura, posicionar válvulas, trampas y comprobación de estanqueidad y presión, etc.

##### **Riesgos existentes**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas al vacío
- Atrapamientos (entre engranajes, transmisiones, etc)
- Pisada de materiales
- Quemaduras
- Cortes
- Sobreesfuerzos
- Dermatitis por contacto con fibras
- Equipos de elevación de carga
- Explosiones
- Atmósfera no respirables

##### **Medidas preventivas**

- Se preparará la zona de acopio de equipos para evitar hundimientos y vuelcos.
- Los equipos de gran tamaño se izarán con ayuda de balancines indeformables mediante el gancho de una grúa.
- Las cargas se manejarán mediante cuerdas y nunca con el cuerpo o manos.
- El transporte de los equipos en horizontal se efectuará utilizando rodillos y trácteles, atados a un punto capaz de resistir golpe de la carga.

- En ningún caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza superara los 90 V en corriente alterna y los 150 V en corriente continua.
- Se tendrá presente que en lugares cerrados si existe concentración de gases y polvo hay riesgo de explosión, en este caso no se debe soldar hasta que se haya saneado el local. Antes de entrar a trabajar se comprobará la atmósfera del recinto con un explorímetro adecuado.

## **1.6. PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS TECNICOS Y MEDIOS AUXILIARES A UTILIZAR**

Este punto pretende considerar los criterios de trabajo, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar según aplique en los siguientes ámbitos.

### **INSTALACION ELECTRICA**

Para la instalación eléctrica de las casetas de obra se instalarán grupos electrógenos, que también servirán para dar servicio al resto de actividades en la obra.

Se instalará un cuadro general que tendrá una protección de 300 mA y cuadros secundarios con una protección de 30 mA.

Para abastecer de electricidad a los trabajos del gasoductos a pie de tajo, la cuadrilla que lo necesite llevará un generador de electricidad, que deberá ponerse a tierra antes de su puesta en marcha. Todas las conexiones se realizarán con clavijas.

### **INSTALACION CONTRA INCENDIOS**

En las casetas de obra existirá al menos un extintor cerca del almacén y otro en las oficinas. Existirán extintores en todos los vehículos que transporten material inflamable.

Todos los extintores tendrán un certificado que acredite han sido revisados periódicamente.

### **VALLADO DE OBRA**

El vallado de obra se realizará en todas las situaciones donde exista el riesgo de caída a diferente altura.

El vallado de la obra se realizará en los cruces con carreteras caminos, pasos de tren y en las zonas urbanas.

Las vallas serán del tipo más conveniente según el caso y estarán colocadas de tal manera que guarden una distancia de seguridad, con respecto a la zanja.

### **SEÑALIZACION**

Se señalizará en la parcela donde se ubiquen las oficinas de obras así como en el punto de inicio del gasoducto los carteles indicativos, donde se reflejará la obra que se va a ejecutar, el promotor, el constructor, la dirección facultativa, el plazo de ejecución y el presupuesto.



Se señalizará a terceros convenientemente de los riesgos por la presencia de obras, con carteles indicativos que se adecuarán a lo dispuesto en el R.D. 485197.

### **MAQUINAS Y EQUIPOS**

Todos los vehículos, máquinas y equipos deberán haber pasado las revisiones pertinentes y/o I.T.V., y además deberán tener al corriente de pago sus seguros mínimos.

El conductor del vehículo o la persona a cargo de la máquina deberá acreditarlo mediante un carné donde se le faculte para el manejo de la misma.

Las máquinas deberán llevar el Marcado C.E. o en su defecto una declaración de conformidad.

## **1.7. SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES**

### **BOTIQUINES**

Los botiquines en obra serán los necesarios, debiendo haber uno central fijo siempre en las oficinas de obra. Existirán además botiquines móviles en los vehículos de obra, debiendo tener dichos vehículos la posibilidad de abatir los asientos para transporte de heridos, en posición tumbada horizontal estirada.

Todos los botiquines dispondrán en la tapa por la parte interior, una pegatina donde se reflejen los teléfonos de urgencia y la forma de llegar al centro asistencial más cercano.

Además en todos los vehículos existirá junto al botiquín un plan de actuación a seguir en caso de accidente.

Los botiquines serán revisados semanalmente, reabastecidos tan pronto falte algún elemento, haya caducado o se haya deteriorado.

### **ASISTENCIA A ACCIDENTADOS**

Para los primeros auxilios a accidentados se utilizará el servicio médico indicado en el botiquín, la camilla de socorro y mantas correspondientes instaladas en el local adecuado.

Existirá en obra personal cualificado para poder prestar los primeros auxilios, como pequeñas curas, respiración boca a boca, masaje cardiovascular, etc.

### **INSTALACIONES HIGIENICAS Y DE BIENESTAR**

En función del personal se dispondrá de lo siguiente:

- Vestuarios con taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua caliente y fría por cada diez trabajadores, así como un W.C. por cada veinticinco trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

Para la limpieza periódica de éstos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

### **TABLON DE ANUNCIOS**

En las casetas de obra deberá existir un tablón donde se deberá informar del emplazamiento de los diferentes centros médicos (casas de socorro, ambulatorios, hospitales, etc.) a donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. En este tablón deberá quedar en un sitio bien visible una lista de teléfonos de los servicios de urgencia, teléfonos, bomberos etc.

### **RECONOCIMIENTO MEDICO**

Con carácter previo a su incorporación al trabajo, el personal deberá haber pasado un reconocimiento médico, en el que se le declare apto para el trabajo a desarrollar.

### **FORMACIÓN**

En el momento de su ingreso en la obra, todo el personal, recibirá instrucciones adecuadas sobre el trabajo a realizar y los riesgos que pudiera entrañar, así como las normas de comportamiento que deban cumplir:

- Plan de Seguridad y Salud de la Obra
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ordenanza General de Trabajo en Vidrio y Cerámica.
- Reglamento Servicios Médicos de Empresa.

Deberán impartirse cursillos de socorrismo y primeros auxilios a las personas más cualificadas de cada uno de los tajos.

Antes del comienzo de nuevos trabajos específicos, se instruirá a las personas que en ellos intervengan sobre los riesgos con que se van a encontrar y modo de evitarlos.

El jefe de obra, Técnico de Seguridad y encargados, deberán acreditar su formación mínima en prevención de Riesgos Laborales equivalente al nivel básico, conforme con el RD 30/1997 sobre el Reglamento de los Servicios de Prevención.

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

### **2.1. DISPOSICIONES LEGALES Y COMPLEMENTARIAS**

#### **2.1.1. Principios generales**

Son de obligado cumplimiento en la ejecución de la presente Obra, las disposiciones sobre Seguridad, Salud y Medicina del Trabajo en la Construcción, así como las encaminadas a la prevención de las enfermedades profesionales, contenidas en:

- Real Decreto 16271/1997 de 24 de octubre de 1997.
- Estatuto de los trabajadores
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión (O.M. 20109173) (B.O.E. 09110173)
- Aparatos elevadores para obras (O.M. 28106/88) (B.O.E. 717/88) MIE-AEM2
- Reglamento de seguridad en las máquinas (R.D. 1.49511.986) (B.O.E. 21107/86)
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción
- Código de circulación
- Disposiciones mínimas de señalización (R.D. 485/1997, de 14 de abril).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los Centros de Trabajo RD 48611997 de 14.4.97
- Ley 3111995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. n° 269 de 10.11.95).
- Ley 2111992 de 16 de Julio, de Industria (B.O.E. 23.7.92).
- Definición y condiciones de comercialización de equipos de protección individual (R.D. 140711992)
- Utilización de medios de protección personal (R.D. 773197, B.O.E. 12106197)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas (RD 48711997 de 14 4.97)
- Reglamento de los servicios de prevención de riesgos laborales (RD. 39/97, de 17 de enero)

Y demás disposiciones oficiales existentes relativas a la Seguridad, Salud y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra, o se promulguen durante la ejecución de las obras.

#### **2.1.2. Reglamentos o normativa interna de aplicación**

Siempre que se trabaje para esta Propiedad el Contratista tendrá en cuenta los preceptos en materia de prevención de Riesgos Laborales existente.

El Contratista está obligado a realizar un Plan previo de Seguridad en la oferta y un Plan de Seguridad una vez se le han adjudicado las obras, estos planes previos y de seguridad deberán contener como mínimo los siguientes conceptos:

- Estudio de Seguridad y Salud en Proyectos (NMR-226)
- Infracciones y Sanciones en obras (NMR-374 B)
- Criterios de Seguridad Contratación de Proyectos (NMR-220)
- Norma general para Acciones de Seguridad en la ejecución de obras (SCOR-NG-09)
- Comunicación e Investigación de Accidentes e Incidentes (NRM-228)
- Definición Clasificación y Control Estadístico de los Accidentes de Trabajo (COASIHQ)
- Instrucción de Seguridad N° 9 Trabajos en Áreas Reservadas
- Instrucción de Seguridad N° 10 Trabajos en las Proximidades de los gasoductos y sus Instalaciones anexas
- Norma General para utilización de instalaciones eléctricas profesionales (SCOR-NG-10)
- El Plan de Seguridad además deberá desarrollar un análisis de los riesgos evaluándolos, donde se describirán los medios de prevención de los riesgos inevitables. Se definirá un plan de inspecciones a seguir para conocer y controlar las posibles incidencias.

Esta documentación deberá ser presentada al Coordinador de Seguridad de la Obra siempre antes de 15 días del comienzo de las obras.

### **2.1.3. Disposiciones sobre los requisitos específicos**

La Propiedad tiene una normativa interna que los contratistas deberán contemplar y asumir. Esta normativa es para los proyectos de unidades de proceso y proyectos de obras lineales donde define una serie de conceptos como son:

#### **Documentación imprescindible**

- Formación.
- Seguros de responsabilidad civil.
- Subcontratación.
- Certificados médicos.

#### **Organización de la Seguridad en obra**

- Comité de Seguridad y Salud
- Reuniones Periódicas de Seguridad Y Salud

- Organización de la Seguridad de la ingeniería
- Organización de la Seguridad de las Contratas
- Reuniones de Seguimiento
- Formación en Materia de Seguridad
- Servicios higiénicos y oficinas del contratista
- Instalaciones medicas
- Investigación de accidentes e incidentes. Estadística de seguridad.

#### 2.1.4 Comisión de Seguridad

La Coordinación sobre el cumplimiento de las normas y medidas de prevención de Seguridad y Salud Laboral aquí planteadas, recaerá sobre el Coordinador de Seguridad que estará integrado en la Dirección Facultativa. Las empresas adjudicatarias de las obras, a través del personal destinado a tal fin, Técnico de Seguridad, Delegado de Prevención, serán responsables del cumplimiento de todas las actuaciones y medidas de prevención establecidas en su Plan de Seguridad, así como las dictadas por el Comité de Coordinación de Seguridad del cual formarán parte, apareciendo en el Libro de Incidencias todas las inobservancias que se produzcan.

En esta obra se llevarán obligatoriamente los índices siguientes

##### 1) *INDICE DE FRECUENCIA*

*Definición. n° de siniestros con baja por cada millón de horas trabajadas.*

$$\text{Cálculo I.F.} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ accidentes con baja} \times 10^6}{\text{n}^{\circ} \text{ horas trabajadas}}$$

##### 2) *INDICE DE GRAVEDAD*

*Definición. n° de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.*

$$\text{Cálculo I.G.} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de jornadas perdidas por accidentes con baja} \times 10^3}{\text{n}^{\circ} \text{ horas trabajadas}}$$

## **2.2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE UTILIZACION Y CONSERVACION DE MATERIALES Y EQUIPOS PREVENTIVOS**

### **2.2.1. Principios generales.**

El área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos.

Si el trabajo se realiza sin interrupción de circulación, debe estar perfectamente balizado y protegido.

Si la extracción de los productos de excavación se hace con grúas, éstas deben llevar elementos de seguridad contra la caída de los mismos.

Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente, del orden de 100 Lux en las zonas de trabajo y de 20 Lux en el resto. En los trabajos de mayor definición, se emplearán lámparas portátiles. Caso de hacerse los trabajos sin interrupción de circulación, tendrá sumo cuidado de emplear luz que no afecte a las señales del FFCC / Carreteras ni a las propias de la obra.

Las medidas de protección de zonas o puntos peligrosos serán, entre otras, las siguientes:

- Barandillas y vallas para la protección y limitación de zonas peligrosas. Tendrán una altura de, al menos, 90 cm y estarán construidas de tubos o redondos metálicos de rigidez suficiente.
- Señales. Todas las señales deberán tener las dimensiones y colores reglamentados por los Ministerios y Organismos correspondientes
- Los cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Las plataformas de trabajo tendrán, como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
- Las escaleras de mano deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Las plataformas voladas tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.
- Para la ejecución de la cubierta se colocará en su borde una plataforma volada, capaz de retener la posible caída de personas y materiales.

Se prohibirá el uso de la maquinaria por personal distinto a los operadores designados. Se establecerán los plazos máximos de revisión y los elementos de seguridad del equipo.

Antes de realizar cualquier operación se comprobará el estado del terreno a que tengan que acceder las máquinas, para evitar los accidentes debidos a hundimiento o bloqueo de ruedas.

Las velocidades de palas y camiones estarán en consonancia con el peso y características de la carga que transportan, teniendo especial cuidado en elementos de gran volumen y en rampas de tierra o con fuertes pendientes.

En todas las máquinas con motores de explosión existirán unos carteles muy visibles prohibiendo fumar y permanecer en radio de acción de la máquina.

Los vehículos se estacionarán con las ruedas acunadas o apoyándose en las zapatas hidráulicas. Los conductores no abandonarán la maquinaria sin parar el motor y dejarla suficientemente bloqueada y llevarán, en todo momento, casco, ropa adecuada y botas antideslizantes.

Antes de instalar las grúas, se comprobará el estado de todos sus elementos de seguridad, indicando en un cartel la carga máxima. Llevará un interruptor general seccionador en carga, de entrada al cuadro, de corte onnipolar, protección diferencial, o bien, interruptores diferenciales particulares por salida.

Las salidas llevarán interruptores magnetotérmicos, seccionadores con fusibles, o simplemente fusibles.

La sensibilidad de los interruptores de alumbrado será de 30 mA y de 300 mA para los de fuerza.

Los fusibles serán de cartucho y/o cuchilla.

Todos los elementos de cuadros eléctricos estarán debidamente calibrados.

Deberán llevar puesta a tierra, de conformidad con el Reglamento de Baja Tensión, con conductor de protección y pica o placa.

No deberán ser manipulados sus mandos ni mecanismos por personas no autorizadas.

Se prohibirá el uso de conductores eléctricos desnudos, y cuando se realicen empalmes se utilizarán conectadores, clavijas y tomas de corriente normalizados.

Los conductores no se dejarán por el suelo, sino suspendidos o enterrados y señalizados, debiendo ser de sección y características adecuadas.

La máquina quedará anclada con acoplamientos metálicos a puntos suficientemente seguros, no permitiéndose el uso de pesos para tal fin. El mantenimiento se hará siempre a máquina parada por personal autorizado.

Las vallas autónomas de limitación y protección tendrán, como mínimo, 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos.

Para evitar el peligro de vuelco, ningún vehículo irá sobrecargado, especialmente los dedicados al movimiento de tierras y todos los que han de circular por caminos sinuosos.

Para su mejor control, deben llevar bien visibles placas donde se especifiquen la tara y la carga máxima, el peso máximo por eje y la presión sobre el terreno de la maquinaria que se mueve sobre cadenas.

Todos los vehículos de motor llevarán correctamente los dispositivos de frenado, para lo que se harán revisiones muy frecuentes. También deben llevar frenos servidos los vehículos remolcados.

El Contratista adjudicatario de la obra deberá disponer de suficiente cantidad de todos los útiles y prendas de seguridad y de los repuestos necesarios. Por ser el adjudicatario de la obra, debe responsabilizarse de que los subcontratistas dispongan, también, de estos elementos y, en su caso, suplir las deficiencias que pudiera haber.

La iluminación de emergencia funcionará automáticamente, en el caso de producirse una avería en la iluminación instalada para el desarrollo normal de los trabajos.

### **2.2.2. Condiciones de los medios de protección**

#### **Protecciones colectivas**

##### ***Andamios***

Deben disponerse los andamios de forma que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

Hasta 3 m de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos. Por encima de 3 m y hasta 6, máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Todos los tablones que forman la andamiada deberán estar sujetos a las borriquetas por lías y no deben volar más de 0,20 m.



La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Se prohibirá apoyar los andamios en tabiques o pilastras recién hechas o en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

El tipo de andamios será homologado por la autoridad laboral.

***Normas de actuación durante los trabajos***

El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea el estrictamente necesario.

El acopio que sea obligado mantener encima del andamio estará debidamente ordenado.

Se prohibirá amasar mortero encima del andamio, manteniéndose éste en todo momento limpio de mortero.

***Revisiones***

Diariamente, antes de iniciar el trabajo en los andamios, se revisará su estabilidad así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.

***Prescripciones para la Corriente Eléctrica de Baja Tensión***

No hay que olvidar que está demostrado estadísticamente que el mayor número de accidentes eléctricos se producen por la corriente alterna de baja tensión. Por ello, los operarios se protegerán de la corriente de baja tensión por todos los medios que siguen:

No acercándose a ningún elemento con baja tensión, manteniéndose a una distancia de 0,50 m, si no es con las protecciones adecuadas, gafas de protección, casco, guantes aislantes y herramientas precisamente protegidas para trabajar a baja tensión. Si se sospechase que el elemento está bajo alta tensión, mientras el Contratista adjudicatario averigua, oficial y exactamente, la tensión a que está sometido, se obligará con señalización adecuada a los operarios y las herramientas por ellos utilizadas, a mantenerse a una distancia no menor de 4 m.

En caso de que durante la ejecución de la obra se interfiriera con una línea aérea de baja tensión y no se pudiera retirar ésta, se montarán los correspondientes pórticos de protección, manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 0,50 m.

Las protecciones contra contactos indirectos se conseguirán combinando adecuadamente las Instrucciones Técnicas Complementarias MI-BT 039, 021 y 044 del

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (Esta última citada se corresponde con la Norma UNE 20383-75).

Se combinan, en suma, la toma de tierra de todas las masas posibles con los interruptores diferenciales, de tal manera que en el ambiente exterior de la obra, posiblemente húmedo en ocasiones, ninguna masa tome nunca una tensión igual o superior a 24 V.

La tierra se obtiene mediante una o más picas de acero recubierto de cobre, de diámetro mínimo 14 mm y longitud mínima 2 m. Caso de varias picas, la distancia entre ellas será, como mínimo, vez y media su longitud y siempre sus cabezas quedarán 50 cm por debajo del suelo. Si son varias, estarán unidas en paralelo. El conductor será cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección. La toma de tierra así obtenida tendrá una resistencia inferior a los 20 Ohmios. Se conectará a las tomas de tierra de todos los cuadros generales de obra de baja tensión. Todas las masas posibles deberán quedar conectadas a tierra.

Todas las salidas de alumbrado de los cuadros generales de obra de baja tensión, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad y todas las salidas de fuerza de dichos cuadros estarán dotadas con un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad.

La toma de tierra se volverá a medir en la época más seca del año.

### ***Iluminación con Lámparas Portátiles***

El empleo de lámparas portátiles estará restringido a lo absolutamente indispensable, adoptándose en su uso y en la instalación medidas de seguridad basadas en:

Utilización de dispositivos de protección contra contactos indirectos y contra cortocircuitos.

Se evitará que la carga total por circuito exceda del valor nominal permitido.

Los cables serán de tipo flexible y no se permitirá, en caso de dejar fijas las lámparas, que penden directamente de su cable de alimentación, debiéndose utilizar un sistema de fijación adecuado.

Las lámparas portátiles móviles deberán ser de construcción robusta y estar dotadas de mangos o asas adecuados, guardas eficaces y portalámparas que impidan que se aflojen

por si solas, y los cables estarán sujetos de modo que no produzcan esfuerzos en las bornas.

Las luminarias del tipo portátil, se protegerán contra daños mecánicos, instalándolos en puntos adecuados no accesibles directamente al personal.

No será permitido que, tanto en la lámpara como en el cable de alimentación, existan puntos en tensión a los que se acceda directamente, ya sea por defecto en la concepción o por el uso, debiéndose reparar o modificar hasta conseguir que todo el conjunto quede perfectamente aislado.

#### ***Máquinas Herramientas Portátiles***

Serán utilizadas por personal cualificado y estarán provistas de cables de doble aislamiento.

La tensión de alimentación a las mismas nunca será superior a 250 V.

Los cables de alimentación estarán protegidos para no sufrir deterioros por roces o torsiones.

Se evitará el uso de cables largos, instalando enchufes en puntos próximos al puesto de trabajo.

En zonas húmedas o mojadas, se prestará especial atención y cuidado en el manejo de las máquinas, cables pelados, conexiones correctas, hilos sueltos, calzado o guantes adecuados, utilización de tensiones inferiores, etc.

#### ***Prescripciones de Extintores***

Los extintores de incendio, emplazados en la obra, estarán fabricados con acero de alta embutibilidad y alta soldabilidad. Se encontrarán bien acabados y terminados, sin rebabas, de tal manera que su manipulación nunca suponga un riesgo en sí misma.

Los extintores estarán esmaltados en color rojo, llevarán soporte para su anclaje y dotados con manómetro. La simple observación de la presión del manómetro permitirá comprobar el estado de su carga. Se revisarán periódicamente y, como máximo, cada 6 meses.

El recipiente del extintor cumplirá el Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 12441/1979 del 4 de Abril de 1979 (B.O.E. del 29 de Mayo de 1979) e ITC MIE-AP-5.

Los extintores estarán visiblemente localizados en lugares donde tengan fácil acceso y estén en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se instalarán en lugares de paso normal de personas, manteniendo un área libre de obstáculos alrededor del aparato.

Los extintores estarán a la vista. En los puntos donde su visibilidad quede obstaculizada se implantará una señal que indique su localización.

Los extintores portátiles se emplazarán sobre paramento vertical a una altura de 1,20 m, medida desde el suelo a la base del extintor.

Para su mayor versatilidad y evitar dilaciones por titubeos, todos los extintores serán portátiles, de polvo polivalente y de 12 kg de capacidad de carga. Uno de ellos, se instalará en el interior de la obra y, precisamente, cerca de la puerta principal de entrada y salida.

Si existiese instalación de alta tensión, para el caso que ella fuera el origen de un siniestro, se emplazará cerca de la instalación con alta tensión un extintor. Este será precisamente de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, de 5 kg de capacidad de carga.

#### **Protecciones individuales**

Todas las prendas de protección individual de los operarios o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

#### ***Dispondrán del marcado CE***

En la obra se dispondrá en todo momento de los correspondientes certificados EPI de todos los elementos de protección personal, según la Orden Ministerial de 16 de Mayo 1994 (B.O.E. del 1 de Junio 1994).

En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a las prestaciones respectivas que se les pide, para lo que se pedirá al fabricante informe de los ensayos realizados.

Cuando por circunstancias del trabajo, se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, por ejemplo un accidente, será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

Toda prenda o equipo de protección individual, y todo elemento de protección colectiva, estará adecuadamente concebido y suficientemente acabado para que su uso nunca represente un riesgo o daño en sí mismo.

Se considerará imprescindible durante la ejecución de los distintos trabajos el uso de los útiles de protección indicados en el apartado 1.5. de la Memoria y cuyas prescripciones se exponen seguidamente.

Los equipos de Protección Individual, protecciones personales, (E.P.I.), se atenderán a las Normas adoptadas en el ámbito de la Directiva 89/1686/CEE "EPI", R.D. 1407/1992 20 noviembre, BOE 28.12.92 y Resolución del M.I.E. 25 abril 1996, BOE 28.05.96.

### **2.2.3. Máquinas y equipos de trabajo.**

#### **Condiciones generales**

Las medidas de prevención partirán de una organización de seguridad en la que el Plan de Seguridad y Salud realizado por el Contratista será el instrumento eficaz para que su seguimiento permita obtener los niveles adecuados de protección ante los diferentes riesgos de la obra.

Para ello es necesario que dicho plan sea ampliamente conocido, asegurándose el Jefe de Obra y/o el Responsable de Seguridad del Contratista que su implantación es efectiva, tanto con el personal propio como con el de los diferentes subcontratistas. Para ello será necesario que cada uno de los Encargados de los diferentes tajos de la obra realicen las operaciones de su puesta en práctica, verificación y seguimiento.

Las líneas generales de la acción preventiva serán las siguientes:

- Normativa de prevención dirigida y entregada a los operarios de las máquinas y herramientas para su aplicación en todo su funcionamiento.
- Cuidar del cumplimiento de la normativa vigente en el:
- Manejo de máquinas y herramientas
- Movimiento de materiales y cargas
- Utilización de los medios auxiliares
- Mantenimiento de los medios auxiliares y las herramientas en buen estado de conservación
- Disposición y ordenamiento del tráfico de vehículos y de accesos y pasos para los trabajadores
- Señalización de la obra en su generalidad y de acuerdo con la normativa vigente
- Protección de huecos en general para evitar caída de objetos
- Protecciones de fachadas evitando la caída de objetos ó personas
- Orden y limpieza en toda la obra
- Delimitación de las zonas de trabajo y cercado si es necesario a la prevención
- Medidas específicas:

- En excavaciones, vallado de la excavación, saneo de bordes de excavación, taluzamiento en rampa y protección lateral de la misma
  - En la elevación de la estructura y construcción de la cubierta, coordinación de los trabajos con la colocación de las protecciones colectivas, protección de huecos en general, entrada y salida de materiales en cada planta con medios adecuados.
  - En la albañilería, trabajar únicamente con andamios normalizados y que cumplan la normativa oficial y local.
- Disponer para cada máquina y vehículo de todas sus autorizaciones, permisos y revisiones actualizadas.

### **Condiciones de los equipos de trabajo móviles**

#### ***Pala Cargadora y Retroexcavadora***

Su transporte a obra se realizará mediante camión. Además de su empleo para la carga de tierras extraídas por la retroexcavadora sobre camión, se utilizará como elemento complementario de excavación.

#### **Prevención de riesgos**

Los posibles accidentes debidos al atropello de personas, se subsanarán tomando las siguientes medidas:

- Revisión y comprobación periódica de las señalizaciones ópticas y acústicas de la máquina.
- Limitaciones de la presencia de personas que operan en la zona de trabajo, limitando y señalizando dicha zona.
- Prohibición total de utilizar la pala como medio de transporte y elevación de personas.
- Prohibición de abandonar la máquina o estacionarla indebidamente en rampas y pendientes.
- El personal de obra se encontrará fuera del radio de acción de la maquina.

Para la prevención de los riesgos provenientes de las operaciones realizadas con la máquina, tomaremos las siguientes medidas:

- Se impedirá el trabajo de la máquina en aquellas zonas de desniveles o pendientes excesivas o en las que el terreno no garantice unas perfectas condiciones de trabajo.
- Prohibición de circular a velocidad excesiva o por zonas no previstas para su uso.

- Informar al conductor de la existencia de otras máquinas que puedan interferir en sus maniobras.
- Se evitará cargar con exceso el cucharón, así como los movimientos bruscos del mismo.

### ***Camión Basculante***

Su empleo estará restringido para el transporte cargas, elementos constructivos o maquinaria, nunca para el transporte de personas.

### **Prevención de riesgos**

- Revisión periódica de frenos y neumáticos.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Respetar todas las normas del código de circulación.
- Si los camiones tuvieran que detenerse en alguna rampa, estarán frenados y perfectamente calzados.
- Las maniobras las dirigirá un operario ajeno al camión.

### ***Sierra Circular***

Su uso está destinado al corte de diferentes piezas que participan en obra. En función del material a cortar se emplearán dos tipos de disco:

- a) El de sierra para corte de madera.
- b) El de carborundum para tronzar el material cerámico, metálico, etc.

### **Prevención de riesgos**

- Deberán llevar una carcasa de protección y resguardo que impida los atrapamientos por los órganos móviles.
- Cables y conexiones adecuados y en buen estado.
- Llevará toma de tierra y debe estar incluida en el mismo cable de alimentación.
- Los dientes del disco deben de controlarse para que se produzca una fuerza de atracción hacia el disco.
- Deberá existir un interruptor cerca de la zona de mando.
- La zona de trabajo deberá estar limpia de aserrín y virutas para evitar incendios.
- Las maderas que se utilicen deberán estar desprovistas de clavos.

- Trabajar con el disco abrasivo, preferentemente en húmedo o con instalación de extracción de polvo. Utilizar, si es preciso, prendas de protección personal (adaptador facial y filtro mecánico).

### **Grúas**

Es la máquina destinada a la elevación y descarga de material pudiendo ser esta fija, móvil, autogrúa etc.

#### ***Medidas a adoptar para su utilización:***

- Perfecta visibilidad en todas las operaciones.
- No colocarse bajo cargas suspendidas.
- Respetar las instrucciones de funcionamiento.
- La persona encargada del funcionamiento de la autogrúa deberá conocer las características y prestaciones de la misma.
- Diariamente, antes de empezar a trabajar con ella, se vigilará el funcionamiento y conservación de todos sus mecanismos de maniobra y rigidez.
- Seguir en todo momento las instrucciones de operación, montaje y mantenimiento del fabricante del equipo.



### **3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

## RED AP.A POSICIÓN A-9.6 - AYAMONTE

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Nº orden	Concepto	Nº unidades	Precio ud.	Importe €
1	Ud. casco de seguridad con arnés de adaptación.	10	6	60
2	Ud. pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza.	4	50	200
3	Ud. pantalla de seguridad para protección contra partículas, con	1	13	13
4	Ud. gafa contra impactos, incoloras.	5	11	55
5	Ud. gafa de seguridad para oxicorte.	0	11	0
6	Ud. semi-máscara respiración antipolvo 1 filtro.	4	24	96
7	Ud. filtro para mascarilla antipolvo.	8	10	80
8	Ud. casco protector auditivo.	3	33	99
9	Ud. mono o buzo de trabajo de poliéster-algodón.	13	20	260
10	Ud. traje impermeable de trabajo.	10	22	220
11	Ud. mandil de cuero para soldador.	2	30	60
12	Par. guantes de uso general.	10	13	130
13	Par. polainas para soldador.	2	15	30
14	Par. guantes para soldador.	2	18	36
15	Par. guantes aislantes 10.000V.	0	35	0
16	Par. guantes dieléctricos B.T.	3	35	105
17	Par. botas de agua con puntera de seguridad.	10	25	250
18	Par. botas de seguridad con puntera de metal.	9	35	315
19	Par. botas aislantes para electricista hasta 5.000 V.	2	60	120
20	Ud. cinturón de seguridad de sujeción	2	60	120
21	Ud. cinturón de seguridad de suspensión, 1 punto de amarre.	0	70	0
22	Ud. dispositivo anticaídas T. horizontal para trabajos en pendiente con amarre fijo.	1	29	29
23	Ud. faja protección lumbar.	9	40	360
24	Ud. cinturón para herramientas.	10	20	200
				<b>2.838,00 €</b>

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Nº orden	Concepto	Nº unidades	Precio ud.	Importe €
1	Ud. señal triangular de tráfico, de L=70 cm., normalizada, con soporte metálico e incluida la colocación y desmontaje.	1	40	40
2	Ud. señal cuadrada de tráfico, de 60x60 cm., normalizada con soporte metálico e incluida la colocación y desmontaje.	1	40	40
3	Ud. señal circular de tráfico, de D=60 cm., normalizada con soporte metálico e incluida la colocación y desmontaje.		40	0
4	Ud. señal Stop de tráfico, octogonal de D=60 cm., normalizada con soporte metálico e incluida la colocación y desmontaje.	1	60	60
5	Ud. señal de tráfico pintada sobre bolsa de plástico, montada sobre bastidor metálico e incluida la colocación y desmontaje.	0	30	0
6	Ud. panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico e incluida la colocación y montaje.	0	30	0
7	Ud. placa señalización riesgo en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente e incluida la colocación y desmontaje.	1	20	20
8	Ud. chaleco de obras reflectante.	10	30	300
9	M. cinta balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico de 8 cm., incluidos colocación y desmontaje	65	10	650
10	M. banderola señalización colgante bicolor rojo/blanco, reflectante, de plástico sobre soportes existentes, Incluidos colocación y desmontaje.	65	10	650
11	Ud. boya destellante amarilla con célula fotoeléctrica y pilas, incluida la colocación y desmontaje.	0	40	0
12	Ud. baliza luminosa intermitente.	2	40	80
13	Ud. cono balizamiento reflectante irrompible de D=50 cm.	4	25	100
14	H. camión de riego, incluido conductor	20	35	700
15	H. mano de obra señalista	20	22	440
16	H. mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	29	35	1015
17	Ud. topes para camión en excavaciones, zonas de acopio, tablero, etc.	2	25	50
18	M. barandilla protección lateral zanjas, formado por tabloncillos de madera, incluido colocación y desmontaje.	0	30	0
19	M. alquiler valla enrejados galvanizada, incluido colocación y desmontaje.	10	25	250
20	Ud. valla contención de peatones, metálica, color amarillo, incluido colocación desmontaje.	20	40	800
21	M. línea horizontal de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad, con cuerda para dispositivo anticaída.	0	40	0
				<b>5.195,00 €</b>

**PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Nº orden	Concepto	Nº unidades	Precio ud.	Importe €
1	Ud. Interruptor diferencial de media sensibilidad (300m A)	1	110,00	110,00
2	Ud. extintor de polvo ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6Kg. de agente extintor, con manómetro, incluso colocación y soporte.	1	100	100
3	Ud. extintor de polvo ABC polivalente antibrasa de eficacia 43A/233B, de 9Kg. de agente extintor, con manómetro, incluso colocación y soporte.	2	110	220
4	Ud. extintor de nieve carbónica CO2 de eficacia 89B de 5Kg. de agente extintor, modelo NC-5-P incluso colocación y soporte.	2	70	140
				<b>570,00 €</b>

**INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

Nº orden	Concepto	Nº unidades	Precio ud.	Importe €
1	Ud. recipiente para recogida de basuras.	1	25	25
2	Ud. mes de alquiler de barracón para vestuarios.	3,25	140	455
3	Ud. taquilla metálica individual con llave.	7	40	280
4	Ud. banco de madera con capacidad para 5 personas.	2	35	70
5	Ud. radiador infrarrojos.	2	60	120
6	Ud. mes alquiler de barracón para aseos.	3,25	140	455
7	Ud. mes alquiler de barracón para comedor.	3,25	140	455
8	H. mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal.	15	16	240
9	Ud. acometida de agua para aseos y energía eléctrica para vestuarios y aseos, totalmente <i>terminados y en servicio</i> .	1	120	120
10	Calentador 100 l.	1	120	120
11	Calienta comidas.	1	90	90
				<b>2.430,00 €</b>

**MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

Nº orden	Concepto	Nº unidades	Precio ud.	Importe €
1	Ud. botiquín manual en obra.	1	90,5	90,5
2	Ud. reposición material sanitario durante el transcurso de la obra.	2	40	80
3	Ud. Reconocimiento médico obligatorio	13	19,00	247,00
				<b>417,50 €</b>

**FORMACIÓN Y REUNIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

Nº orden	Concepto	Nº unidades	Precio ud.	Importe €
1	Ud. Mensual de Comité de Seguridad y Salud (solamente en el caso de que el convenio colectivo provincial así lo disponga para este número de trabajadores).	3,25	110,00	357,50
2	Hora. Formación en Seguridad y Salud	10	11,00	110,00
3	Hora. Técnico en seguimiento de Seguridad y Salud.	15	15,00	225,00
				<b>692,50 €</b>

**RESUMEN**

---

PROTECCIONES INDIVIDUALES	2.838,00 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	5.195,00 €
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	570,00 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	2.430,00 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	417,50 €
FORMACIÓN Y REUNIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	692,50 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>12.143,00 €</b>

***ANEJO 5***  
***MEMORIA DE CÁLCULO.***

## **INDICE**

- 1. CÁLCULO DE CARGAS SOBRE LA TUBERÍA DE 4"**
  - 1.1 Tren ligero de cargas.
  - 1.2 Tren pesado de cargas.
- 2. CÁLCULO DE CARGAS SOBRE LA TUBERÍA DE 6"**
  - 2.1 Tren ligero de cargas.
  - 2.2 Tren pesado de cargas.

## 1.- CÁLCULO DE CARGAS SOBRE LA TUBERÍA DE 4"

### 1.1.- TREN LIGERO DE CARGAS

#### Características de la tubería:

Diámetro Nominal: 106,3 mm

Material: API 5L Gr. B

Diámetro exterior(da): 0,1143 m

Espesor de la pared(s): 0,004 m

Diámetro interior(di):  $da - 2 \cdot s = 0,1063$  m

Radio medio(Rm):  $(da + di) / 4 = 0,05515$  m

Radio interior(Ri):  $di / 2 = 0,05315$  m

#### Cargas del suelo:

Peso específico del terreno( $\gamma$ ): 20 kN/m<sup>3</sup>

Recubrimiento de la tubería(H): 1 m

Ancho de zanja(B): 0,410 m

Ángulo de talud de tierras( $\rho'$ ): 20 °

Coeficiente reductor de cargas(K1): 1

Carga debida al terreno(q1):

$$A = \frac{1 - e^{-\left(\frac{H \cdot \gamma \cdot \rho'}{B}\right)}}{\frac{H}{B} \cdot \gamma \cdot \rho'}$$

$$q_1 = A \cdot \gamma \cdot H = 13,2565178 \approx 13,26 \text{ kN/m}^2$$

#### Cargas del tráfico:

Tren de cargas(Q): 180 kN

Factor de impacto( $\psi$ ):

$$\psi = 1 + \frac{0,3}{H} = 1,3$$



Carga de tráfico(Pv):

$$\cos(\varphi) = \frac{H}{\sqrt{H^2 + r^2}}, \quad r = 0,5 \text{ m}$$

$$P_v = \frac{3 \cdot Q}{2\pi \cdot H^2} \cdot \cos^5(\varphi) = 49,197027 \simeq 49,20 \text{ kN/m}^2$$

Carga debida al tráfico(q2):

$$q_2 = P_v \cdot \psi = 63,9561351 \simeq 63,96 \text{ kN/m}^2$$

**Cargas totales:**

Carga total(q):

$$q = q_1 + q_2 = 77,2126529 \simeq 77,21 \text{ kN/m}^2$$

Coefficiente de empuje(k<sub>0</sub>): 0,5

Momento Flector Máximo(M<sub>f</sub>):

$$M_f = 0,5 \cdot \frac{(1 - k_0)}{(2 + k_0)} \cdot q \cdot R_m^2 = 0,0234844 \simeq 0,024 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fuerza Normal(N<sub>f</sub>):

$$N_f = \frac{-(1 + 2 \cdot k_0)}{2 + k_0} \cdot q \cdot R_m = -3,40662225 \simeq -3,41 \text{ kN}$$

Tensión Máxima z(S<sub>maxz</sub>):

$$S_{maxz} = \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{-(1 + 2 \cdot k_0)}{2 + k_0} \cdot q \cdot \frac{R_m}{s} + \frac{(1 + k_0)}{2 + k_0} \cdot \frac{R_m^2}{s^2} \cdot q \right) \simeq 0,69 \text{ kN/cm}^2$$

Tensión Máxima d(S<sub>maxd</sub>):

$$S_{maxd} = q \cdot \frac{R_m}{s} - 3 \cdot \frac{(1 - k_0)}{(2 + k_0)} \cdot \frac{R_m^2}{s^2} \cdot q \simeq -0,77 \text{ kN/cm}^2$$

Límite de fluencia del acero(S<sub>mate</sub>): 413 N/mm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad del acero(E<sub>r</sub>): 241 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente de Poisson(Psi): 0,3

Deformación de la tubería( $\delta$ ):

$$\delta = 2 \cdot (1 - \text{Psi}^2) \cdot \frac{(1 + k_0)}{(2 + k_0)} \cdot \frac{R_m^3}{s^3} \cdot \frac{q}{Er} \simeq 0,04 \text{ cm}$$

**Presión Interna:**

Presión de servicio(P): 16 bar

Presión interna efectiva(p1):

$$p1 = P - \frac{3}{2} \cdot \frac{(1 + k_0)}{(2 + k_0)} \cdot q \simeq 1,5305 \text{ N/mm}^2$$

Coeficiente de Rankine(Lam\_a):

$$\text{Lam}_a = \tan^2\left(45 - \frac{\rho'}{2}\right) = 0,490290597 \simeq 0,49$$

Factor compensación de la deformación(Flam):

$$\text{Flam} = \frac{(1 + \text{Lam}_a)}{(1 - k_0)} \cdot \frac{(2 + k_0)}{(2 + \text{Lam}_a)} = 1,023393423 \simeq 1,023$$

Presión residual(Pk):

$$P_k = \frac{Er}{4 \cdot (1 - \text{Psi}^2)} \cdot \frac{s^3}{R_m^3} = 25,26149696 \simeq 25,26 \text{ N/mm}^2$$

Constante  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{0,712}{\text{Flam}} \cdot \frac{p1}{P_k} = 0,0421516 \simeq 0,04$$

Momento Flector Máximo(Mfp):

$$M_{fp} = M_f \cdot \frac{1}{1 + \alpha} = 0,022534535 \simeq 0,0225 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fuerza Normal Máxima(Nfp):

$$N_{fp} = N_f + P \cdot R_i = 81,63 \text{ kN}$$

Tensión Máxima z(Smaxzp): 0,69 kN/cm<sup>2</sup>

Tensión Máxima d(Smaxdp): -0,77 kN/cm<sup>2</sup>

**Cargas Combinadas:**

Coeficiente de seguridad F. Normal( $S_n$ ): 1,5

Coeficiente de seguridad M. Flector( $S_b$ ): 1,5

Tensión por F. Normal(NF):

$$NF = \frac{1}{2} \cdot (S_{\max zp} + S_{\max dp}) = -0,039788283 \simeq -0,040 \text{ kN/cm}^2$$

Tensión por M. Flector(MW):

$$MW = \frac{1}{2} \cdot (S_{\max zp} - S_{\max dp}) = 0,734419851 \simeq 0,734 \text{ kN/cm}^2$$

Tensión combinada con coeficientes de seguridad( $\sigma$ ):

$$\sigma = NF \cdot S_n + MW \cdot S_b = 1,041947351 \simeq 1,042 \text{ kN/cm}^2$$

Coeficiente de Seguridad(S):

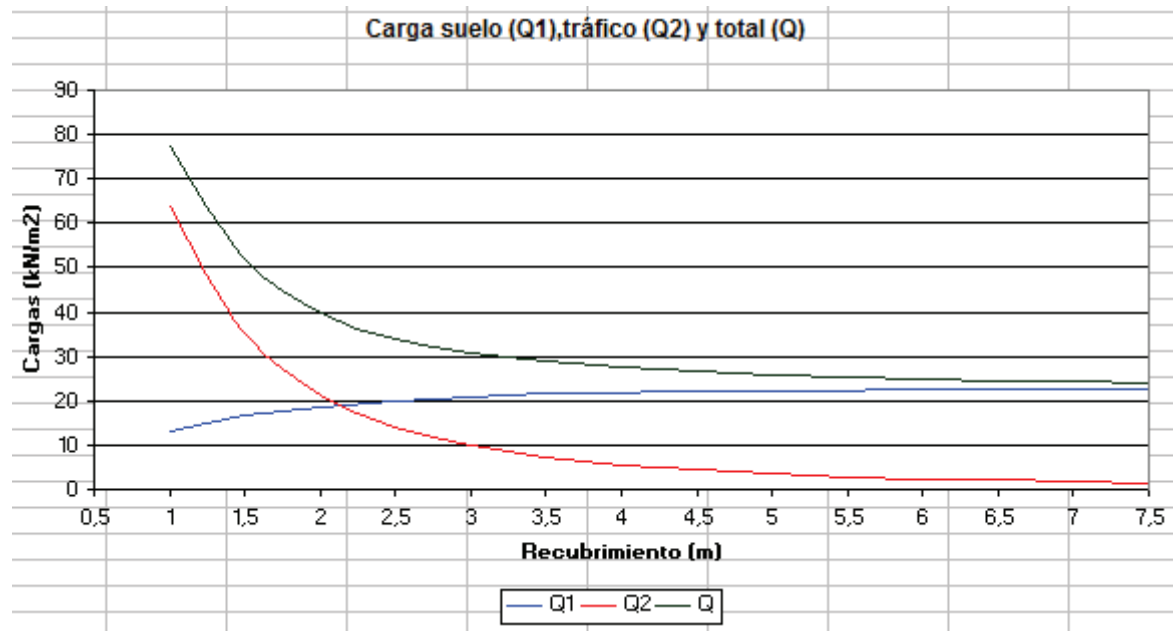
$$S = \frac{S_{\text{mate}}}{\sigma} = 39,63731945 \geq 1 \Rightarrow \text{Espesor válido}$$

**VARIACIÓN DE LOS VALORES DE CARGA SEGÚN RECUBRIMIENTO DE LA TUBERÍA**

Tabla de valores de carga según profundidades:

H (m)	Q1 (kN/m <sup>2</sup> )	Q2 (kN/m <sup>2</sup> )	Q (kN/m <sup>2</sup> )
1	13,26	63,96	77,22
1,5	16,58	35,22	51,80
2	18,71	21,23	39,94
2,5	20,08	13,96	34,04
3	20,96	9,81	30,77
3,5	21,52	7,24	28,76
4	21,88	5,55	27,43
4,5	22,11	4,39	26,50
5	22,26	3,55	25,81
5,5	22,36	2,94	25,30
6	22,42	2,46	24,88
6,5	22,46	2,10	24,56
7	22,48	1,81	24,29
7,5	22,50	1,57	24,07

Gráfica de valores de carga según profundidades:



## 1.2.- TREN PESADO DE CARGAS

### Características de la tubería:

Diámetro Nominal: 106,3 mm

Material: API 5L Gr. B

Diámetro exterior( $d_a$ ): 0,1143 m

Espesor de la pared( $s$ ): 0,004 m

Diámetro interior( $d_i$ ):  $d_a - 2*s = 0,1063$  m

Radio medio( $R_m$ ):  $(d_a + d_i) / 4 = 0,05515$  m

Radio interior( $R_i$ ):  $d_i / 2 = 0,05315$  m

### Cargas del suelo:

Peso específico del terreno( $\gamma$ ): 20 kN/m<sup>3</sup>

Recubrimiento de la tubería( $H$ ): 1 m

Ancho de zanja( $B$ ): 0,410 m

Ángulo de talud de tierras( $\rho'$ ): 20 °

Coeficiente reductor de cargas( $K_1$ ): 0,83822272

Carga debida al terreno( $q_1$ ): 13,2565178  $\approx$  13,26 kN/m<sup>2</sup>

### Cargas del tráfico:

Tren de cargas( $Q$ ): 600 kN

Factor de impacto( $\psi$ ): 1,3

Carga de tráfico( $P_v$ ): 163,99009  $\approx$  163,99 kN/m<sup>2</sup>

Carga debida al tráfico( $q_2$ ): 213,187117  $\approx$  213,19 kN/m<sup>2</sup>

### Cargas totales:

Carga total( $q$ ): 226,4436348  $\approx$  226,44 kN/m<sup>2</sup>

Coeficiente de empuje( $k_0$ ): 0,5

Momento Flector Máximo( $M_f$ ): 0,068873341  $\approx$  0,0689 kN·m

Fuerza Normal( $N_f$ ): -9,99069317  $\approx$  -9,99 kN

Tensión Máxima z( $S_{maxz}$ ): 2,03716478  $\approx$  2,04 kN/cm<sup>2</sup>

Tensión Máxima d( $S_{maxd}$ ): -2,27054113  $\approx$  -2,27 kN/cm<sup>2</sup>

Límite de fluencia del acero( $S_{mate}$ ): 413 N/mm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad del acero( $E_r$ ):  $241 \text{ N/mm}^2$

Coeficiente de Poisson( $\Psi$ ): 0,3

Deformación de la tubería( $\delta$ ):  $0,102872379 \approx 0,10 \text{ cm}$

**Presión Interna:**

Presión de servicio( $P$ ): 16 bar

Presión interna efectiva( $p_1$ ):  $1,396200729 \approx 1,3962 \text{ N/mm}^2$

Coeficiente de Rankine( $Lam\_a$ ):  $0,490290597 \approx 0,49$

Factor compensación de la deformación( $Flam$ ):  $1,023393423 \approx 1,023$

Presión residual( $P_k$ ):  $25,26149696 \approx 25,26 \text{ N/mm}^2$

Constante  $\alpha$ :  $0,038452639 \approx 0,04$

Momento Flector Máximo( $M_{fp}$ ):  $0,066323045 \approx 0,0663 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Fuerza Normal Máxima( $N_{fp}$ ): 75,05 kN

Tensión Máxima z( $S_{maxzp}$ ):  $2,04 \text{ kN/cm}^2$

Tensión Máxima d( $S_{maxdp}$ ):  $-2,27 \text{ kN/cm}^2$

**Cargas Combinadas:**

Coeficiente de seguridad F. Normal( $S_n$ ): 1,5

Coeficiente de seguridad M. Flector( $S_b$ ): 1,5

Tensión por F. Normal( $NF$ ):  $-0,116688174 \approx -0,117 \text{ kN/cm}^2$

Tensión por M. Flector( $MW$ ):  $2,153852953 \approx 2,154 \text{ kN/cm}^2$

Tensión combinada con coeficientes de seguridad( $\sigma$ ):  $3,055747168 \approx 3,056 \text{ kN/cm}^2$

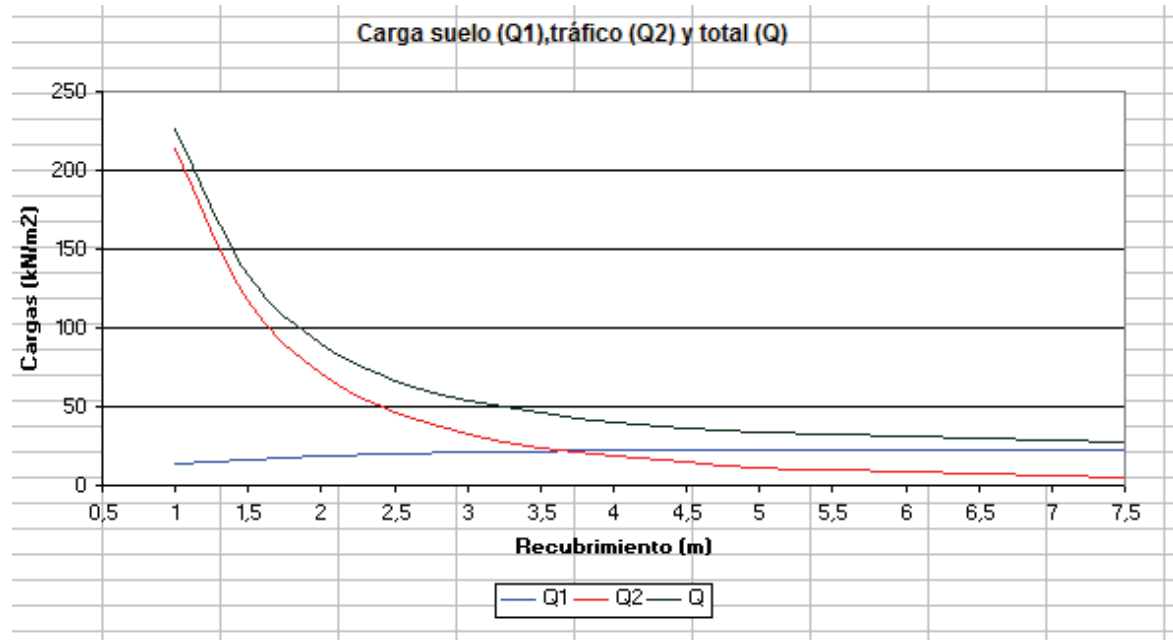
Coeficiente de Seguridad( $S$ ):  $13,51551608 \geq 1 \rightarrow$  **Espesor válido**

**VARIACIÓN DE LOS VALORES DE CARGA SEGÚN RECUBRIMIENTO DE LA TUBERÍA**

Tabla de valores de carga según profundidades:

H (m)	Q1 (kN/m <sup>2</sup> )	Q2 (kN/m <sup>2</sup> )	Q (kN/m <sup>2</sup> )
1	13,26	213,19	226,45
1,5	16,58	117,41	133,99
2	18,71	70,78	89,49
2,5	20,08	46,54	66,62
3	20,96	32,70	53,66
3,5	21,52	24,14	45,66
4	21,88	18,52	40,40
4,5	22,11	14,63	36,74
5	22,26	11,85	34,11
5,5	22,36	9,78	32,14
6	22,42	8,21	30,63
6,5	22,46	6,99	29,45
7	22,48	6,02	28,50
7,5	22,50	5,24	27,74

Gráfica de valores de carga según profundidades:



## 2.- CÁLCULO DE CARGAS SOBRE LA TUBERÍA DE 6"

### 2.1.- TREN LIGERO DE CARGAS

#### Características de la tubería:

Diámetro Nominal: 160,3 mm

Material: API 5L Gr. B

Diámetro exterior(da): 0,1683 m

Espesor de la pared(s): 0,004 m

Diámetro interior(di):  $da - 2 \cdot s = 0,1603$  m

Radio medio(Rm):  $(da + di) / 4 = 0,08215$  m

Radio interior(Ri):  $di / 2 = 0,08015$  m

#### Cargas del suelo:

Peso específico del terreno( $\gamma$ ): 20 kN/m<sup>3</sup>

Recubrimiento de la tubería(H): 1 m

Ancho de zanja(B): 0,470 m

Ángulo de talud de tierras( $\rho'$ ): 20 °

Coeficiente reductor de cargas(K1): 1

Carga debida al terreno( $q_1$ ):

$$A = \frac{1 - e^{-\left(\frac{H \cdot \tan \rho'}{B}\right)}}{\frac{H}{B} \cdot \tan \rho'}$$

$$q_1 = A \cdot \gamma \cdot H = 13,92093482 \approx 13,92 \text{ kN/m}^2$$

#### Cargas del tráfico:

Tren de cargas(Q): 180 kN

Factor de impacto( $\psi$ ):

$$\psi = 1 + \frac{0,3}{H} = 1,3$$



Carga de tráfico(Pv):

$$\cos(\varphi) = \frac{H}{\sqrt{H^2 + r^2}}, \quad r = 0,5 \text{ m}$$

$$P_v = \frac{3 \cdot Q}{2\pi \cdot H^2} \cdot \cos^5(\varphi) = 49,197027 \simeq 49,20 \text{ kN/m}^2$$

Carga debida al tráfico(q2):

$$q_2 = P_v \cdot \psi = 63,9561351 \simeq 63,96 \text{ kN/m}^2$$

**Cargas totales:**

Carga total(q):

$$q = q_1 + q_2 = 77,87706992 \simeq 77,88 \text{ kN/m}^2$$

Coefficiente de empuje(k<sub>0</sub>): 0,5

Momento Flector Máximo(M<sub>f</sub>):

$$M_f = 0,5 \cdot \frac{(1 - k_0)}{(2 + k_0)} \cdot q \cdot R_m^2 = 0,052556295 \simeq 0,053 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fuerza Normal(N<sub>f</sub>):

$$N_f = \frac{-(1 + 2 \cdot k_0)}{(2 + k_0)} \cdot q \cdot R_m = -5,11808104 \simeq -5,12 \text{ kN}$$

Tensión Máxima z(S<sub>maxz</sub>):

$$S_{\max z} = \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{-(1 + 2 \cdot k_0)}{2 + k_0} \cdot q \cdot \frac{R_m}{s} + \frac{(1 + k_0)}{2 + k_0} \cdot \frac{R_m^2}{s^2} \cdot q \right) \simeq 1,76 \text{ kN/cm}^2$$

Tensión Máxima d(S<sub>maxd</sub>):

$$S_{\max d} = q \cdot \frac{R_m}{s} - 3 \cdot \frac{(1 - k_0)}{(2 + k_0)} \cdot \frac{R_m^2}{s^2} \cdot q \simeq -1,81 \text{ kN/cm}^2$$

Límite de fluencia del acero(S<sub>mate</sub>): 413 N/mm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad del acero(E<sub>r</sub>): 241 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente de Poisson(Psi): 0,3

Deformación de la tubería( $\delta$ ):

$$\delta = 2 \cdot (1 - \text{Psi}^2) \cdot \frac{(1 - k_0)}{(2 + k_0)} \cdot \frac{R_m^3}{s^3} \cdot \frac{q}{E_r} \simeq 0,12 \text{ cm}$$

**Presión Interna:**

Presión de servicio(P): 16 bar

Presión interna efectiva( $p_1$ ):

$$p_1 = P - \frac{3}{2} \cdot \frac{(1 + k_0)}{(2 + k_0)} \cdot q \simeq 1,5299 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente de Rankine(Lam\_a):

$$\text{Lam}_a = \tan^2\left(45 - \frac{\rho'}{2}\right) = 0,490290597 \simeq 0,49$$

Factor compensación de la deformación(Flam):

$$\text{Flam} = \frac{(1 + \text{Lam}_a)}{(1 - k_0)} \cdot \frac{(2 + k_0)}{(2 + \text{Lam}_a)} = 1,023393423 \simeq 1,023$$

Presión residual( $P_k$ ):

$$P_k = \frac{E_r}{4 \cdot (1 - \text{Psi}^2)} \cdot \frac{s^3}{R_m^3} = 7,643159622 \simeq 7,64 \text{ N/mm}^2$$

Constante  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{0,712}{\text{Flam}} \cdot \frac{p_1}{P_k} = 0,13926132 \simeq 0,14$$

Momento Flector Máximo( $M_{fp}$ ):

$$M_{fp} = M_f \cdot \frac{1}{1 + \alpha} = 0,046131905 \simeq 0,0461 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fuerza Normal Máxima( $N_{fp}$ ):

$$N_{fp} = N_f + P \cdot R_i = 123,12 \text{ kN}$$

Tensión Máxima z( $S_{maxzp}$ ): 1,76 kN/cm<sup>2</sup>

Tensión Máxima d( $S_{maxdp}$ ): -1,81 kN/cm<sup>2</sup>

**Cargas Combinadas:**

Coeficiente de seguridad F. Normal( $S_n$ ): 1,5

Coeficiente de seguridad M. Flector( $S_b$ ): 1,5

Tensión por F. Normal(NF):

$$NF = \frac{1}{2} \cdot (S_{\max zp} + S_{\max dp}) = -0,02379108 \simeq -0,024 \text{ kN/cm}^2$$

Tensión por M. Flector(MW):

$$MW = \frac{1}{2} \cdot (S_{\max zp} - S_{\max dp}) = 1,787129937 \simeq 1,787 \text{ kN/cm}^2$$

Tensión combinada con coeficientes de seguridad( $\sigma$ ):

$$\sigma = NF \cdot S_n + MW \cdot S_b = 2,645008285 \simeq 2,645 \text{ kN/cm}^2$$

Coeficiente de Seguridad(S):

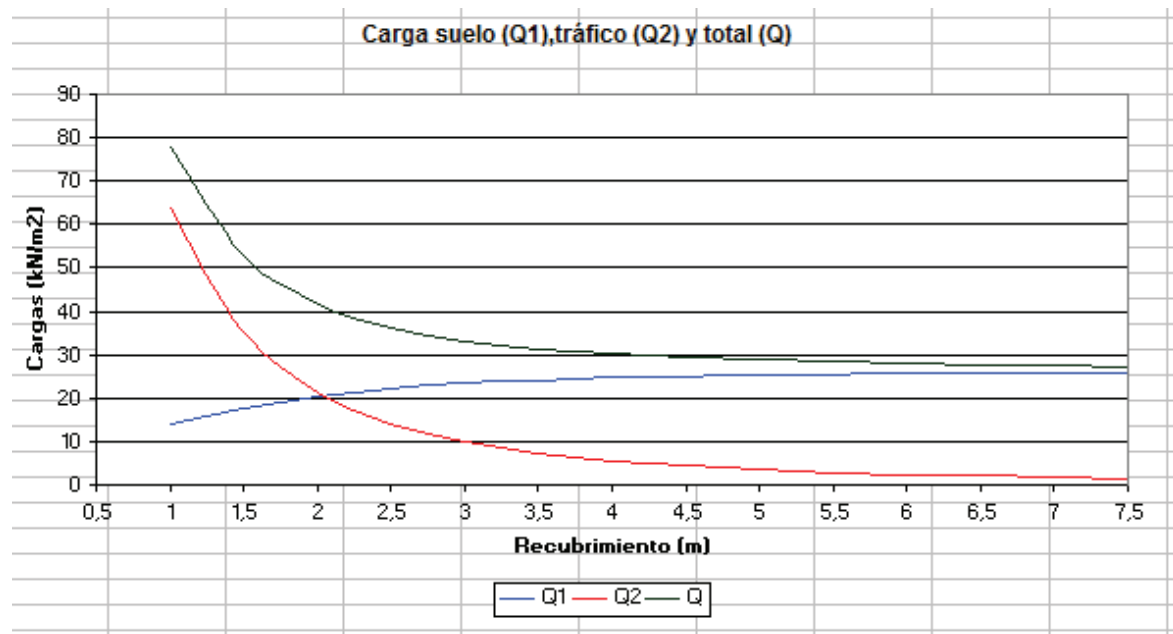
$$S = \frac{S_{\text{mate}}}{\sigma} = 15,61431782 \geq 1 \Rightarrow \text{Espesor válido}$$

**VARIACIÓN DE LOS VALORES DE CARGA SEGÚN RECUBRIMIENTO DE LA TUBERÍA**

Tabla de valores de carga según profundidades:

H (m)	Q1 (kN/m <sup>2</sup> )	Q2 (kN/m <sup>2</sup> )	Q (kN/m <sup>2</sup> )
1	13,92	63,96	77,88
1,5	17,74	35,22	52,96
2	20,34	21,23	41,57
2,5	22,10	13,96	36,06
3	23,30	9,81	33,11
3,5	24,11	7,24	31,35
4	24,66	5,55	30,21
4,5	25,03	4,39	29,42
5	25,29	3,55	28,84
5,5	25,46	2,94	28,40
6	25,58	2,46	28,04
6,5	25,66	2,10	27,76
7	25,71	1,81	27,52
7,5	25,75	1,57	27,32

Gráfica de valores de carga según profundidades:



## 2.2.- TREN PESADO DE CARGAS

### Características de la tubería:

Diámetro Nominal: 160,3 mm

Material: API 5L Gr. B

Diámetro exterior( $d_a$ ): 0,1683 m

Espesor de la pared( $s$ ): 0,004 m

Diámetro interior( $d_i$ ):  $d_a - 2*s = 0,1603$  m

Radio medio( $R_m$ ):  $(d_a + d_i) / 4 = 0,08215$  m

Radio interior( $R_i$ ):  $d_i / 2 = 0,08015$  m

### Cargas del suelo:

Peso específico del terreno( $\gamma$ ): 20 kN/m<sup>3</sup>

Recubrimiento de la tubería( $H$ ): 1 m

Ancho de zanja( $B$ ): 0,470 m

Ángulo de talud de tierras( $\rho'$ ): 20 °

Coeficiente reductor de cargas( $K_1$ ): 0,83822272

Carga debida al terreno( $q_1$ ): 13,92093482  $\approx$  13,92 kN/m<sup>2</sup>

### Cargas del tráfico:

Tren de cargas( $Q$ ): 600 kN

Factor de impacto( $\psi$ ): 1,3

Carga de tráfico( $P_v$ ): 163,99009  $\approx$  163,99 kN/m<sup>2</sup>

Carga debida al tráfico( $q_2$ ): 213,187117  $\approx$  213,19 kN/m<sup>2</sup>

### Cargas totales:

Carga total( $q$ ): 227,1080518  $\approx$  227,11 kN/m<sup>2</sup>

Coeficiente de empuje( $k_0$ ): 0,5

Momento Flector Máximo( $M_f$ ): 0,153266651  $\approx$  0,1533 kN-m

Fuerza Normal( $N_f$ ): -14,9255412  $\approx$  -14,93 kN

Tensión Máxima z( $S_{maxz}$ ): 5,14231535  $\approx$  5,14 kN/cm<sup>2</sup>

Tensión Máxima d( $S_{maxd}$ ): -5,28107625  $\approx$  -5,28 kN/cm<sup>2</sup>

Límite de fluencia del acero( $S_{mate}$ ): 413 N/mm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad del acero( $E_r$ ): 241 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente de Poisson( $\Psi$ ): 0,3

Deformación de la tubería( $\delta$ ): 0,297138962  $\approx$  0,30 cm

**Presión Interna:**

Presión de servicio( $P$ ): 16 bar

Presión interna efectiva( $p_1$ ): 1,395602753  $\approx$  1,3956 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente de Rankine( $Lam\_a$ ): 0,490290597  $\approx$  0,49

Factor compensación de la deformación( $Flam$ ): 1,023393423  $\approx$  1,023

Presión residual( $P_k$ ): 7,643159622  $\approx$  7,64 N/mm<sup>2</sup>

Constante  $\alpha$ : 0,127035839  $\approx$  0,13

Momento Flector Máximo( $M_{fp}$ ): 0,135990929  $\approx$  0,1360 kN·m

Fuerza Normal Máxima( $N_{fp}$ ): 113,31 kN

Tensión Máxima z( $S_{maxzp}$ ): 5,14 kN/cm<sup>2</sup>

Tensión Máxima d( $S_{maxdp}$ ): -5,28 kN/cm<sup>2</sup>

**Cargas Combinadas:**

Coefficiente de seguridad F. Normal( $S_n$ ): 1,5

Coefficiente de seguridad M. Flector( $S_b$ ): 1,5

Tensión por F. Normal( $NF$ ): -0,069380445  $\approx$  -0,069 kN/cm<sup>2</sup>

Tensión por M. Flector( $MW$ ): 5,2116958  $\approx$  5,212 kN/cm<sup>2</sup>

Tensión combinada con coeficientes de seguridad( $\sigma$ ): 7,713473032  $\approx$  7,713 kN/cm<sup>2</sup>

Coefficiente de Seguridad( $S$ ): 5,354267763  $\geq$  1  $\rightarrow$  **Espesor válido**

**VARIACIÓN DE LOS VALORES DE CARGA SEGÚN RECUBRIMIENTO DE LA TUBERÍA**

Tabla de valores de carga según profundidades:

H (m)	Q1 (kN/m <sup>2</sup> )	Q2 (kN/m <sup>2</sup> )	Q (kN/m <sup>2</sup> )
1	13,92	213,19	227,11
1,5	17,74	117,41	135,15
2	20,34	70,78	91,12
2,5	22,10	46,54	68,64
3	23,30	32,70	56,00
3,5	24,11	24,14	48,25
4	24,66	18,52	43,18
4,5	25,03	14,63	39,66
5	25,29	11,85	37,14
5,5	25,46	9,78	35,24
6	25,58	8,21	33,79
6,5	25,66	6,99	32,65
7	25,71	6,02	31,73
7,5	25,75	5,24	30,99

Gráfica de valores de carga según profundidades:

