

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**PROTECCIÓN CATÓDICA DE LA  
PLANTA DE BOMBEO DE LÍQUIDOS DE GAS NATURAL  
( PACOBAMBA – AYACUCHO )**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**EDWIN GONZALO DE LA CRUZ HUAYNATES**

**PROMOCIÓN  
1995 - II**

**LIMA – PERÚ  
2006**

**PROTECCIÓN CATÓDICA DE LA  
PLANTA DE BOMBEO DE LÍQUIDOS DE GAS NATURAL  
( PACOBAMBA – AYACUCHO )**

*Dedico este trabajo a:*

*Mis padres y hermanos, a quienes agradezco de manera infinita por su constante  
apoyo y sacrificio incondicional.*

*A los nuevos profesionales, que constituyen nuestro futuro; a quienes les doy a  
conocer lo aprendido de ésta linda profesión con el aporte de ésta experiencia  
inolvidable; vivida a lo largo de mi carrera y sirviendo quizás como un grano de  
arena más que se suma a las múltiples vivencias de nuestros profesionales.*

## **SUMARIO**

El presente trabajo pretende dar a conocer los criterios, sistemas, ventajas, desventajas, procedimientos y mantenimiento de la protección catódica para las Tuberías de Gas Natural (G.N.) y Líquidos de Gas Natural (L.G.N.) de la Estación de Bombeo #4 ( Pump Station #4 – ( PS#4 ) ) del Proyecto CAMISEA; ubicado en la localidad de Pacobamba del departamento de Ayacucho.

Existen un total de cuatro (04) Estaciones de Bombeo de Líquidos de Gas Natural y dos (02) Estaciones Reductoras de Presión (P.R.S) en todo el recorrido de las tuberías de LG.N. Así también una Estación de Control de Presión (P.C.S) en todo el trayecto de la línea de G.N.

## ÍNDICE

### PRÓLOGO

### CAPÍTULO I

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

1.1 Introducción	3
1.2 Términos y Conceptos Fundamentales	8
1.2.1 Protección Catódica	8
1.2.2 Como Funciona la Protección Catódica	8

### CAPÍTULO II

#### SISTEMAS DE PROTECCIÓN CATÓDICA Y COMPONENTES

2.1 Sistemas de Corriente Impresa	10
2.2 Sistemas Anodos de Sacrificio ó Galvánicos	14
2.3 Selección del Sistema de Protección Catódica	17

### CAPÍTULO III

#### TECNICAS DE MEDICIÓN APLICADOS A LA PROTECCIÓN CATÓDICA

3.1 Potencial del Medio	19
3.2 Cupones de Prueba	19
3.3 Cambio de Potencial	20
3.4 Selección de la Técnica de Medición de la Protección Catódica	20

**CAPÍTULO IV****INSPECCION DE CAMPO Y MANTENIMIENTO**

4.1 Consideraciones Antes de la Medición de la Protección Catódica	21
4.2 Inspección General de una Instalación de Protección Catódica	22
4.3 Mecanismo de Interferencia de Corrientes de Corrosión	23
4.4 Mantenimiento y Registros del Mantenimiento	24
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>28</b>

**ANEXOS****BIBLIOGRAFÍA**

## PRÓLOGO

Desde principios del siglo XVIII, ya se conocían en Gran Bretaña los primeros casos de corrosión en las estructuras metálicas de los barcos y yates; pero su origen era aún desconocido así como su control. Las experiencias vividas por los navegantes y oficiales navales de aquel entonces, por tratar de proteger sus embarcaciones de madera y estructura de metal del ataque de los gusanos, hicieron que emplearan por seguridad planchas de cobre que resultó un éxito total. Pero tiempo después cuando inspeccionaron sus instalaciones, quedaron impresionados al descubrir el alto grado de deterioro que presentaba el timón de hierro y los bulones de fijación a tal punto, que una de ellas se había soltado y perdido. Es decir el cobre tenía la habilidad de atacar y destruir al hierro cuando estos dos metales estaban sumergidos en agua de mar. Los dos metales creaban en ese medio líquido salino un par galvánico.

Así pues, en 1824 se atribuye al Inglés Davy la paternidad del descubrimiento de la protección catódica, ya que para proteger la envoltura de cobre de los buques de guerra británicos utilizó, por vez primera, bloques de zinc, con lo que se inició lo que se conoce en la actualidad como protección catódica.

El presente trabajo se divide en los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se da a conocer la descripción del Sistema de Transporte de L.G.N. y G.N. CAMISEA, adicionalmente una descripción de la Estación de Bombeo #4 (PS#4) y de términos y conceptos fundamentales de Protección Catódica.

El capítulo II se refiere al Sistema de Protección Catódica y sus Componentes. Así también se da a conocer las ventajas y limitaciones de los sistemas de Protección Catódica.

El capítulo III se trata de las Técnicas de Medición Aplicados a la Protección Catódica.

El Capítulo IV se refiere a la Inspección de Campo y Mantenimiento. Así también de la información que debe registrarse cuando se efectúa un mantenimiento de un sistema de protección catódica.

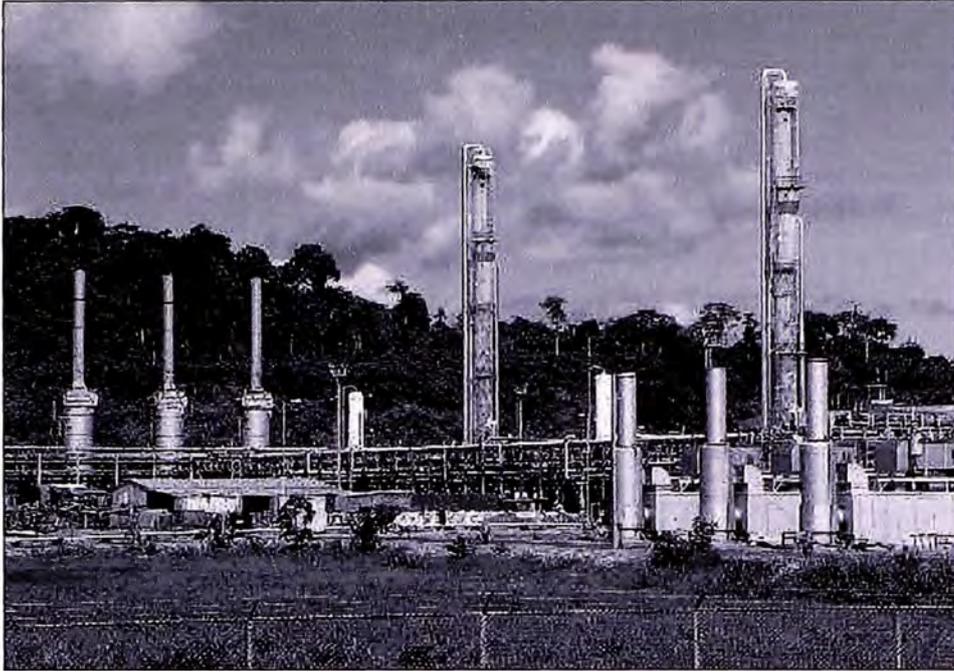
# **CAPÍTULO I**

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA**

### **1.1. Introducción**

Hoy en día el Megaproyecto Gas de Camisea es una realidad esperada por muchos años por todos los peruanos y será un significativo aporte en cuanto a ingresos económicos se refiere para el país, mejorando el P.B.I., aliviando los precios de la energía y reduciendo la contaminación ambiental de las industrias y de la generación de energía eléctrica, haciendo que éstas reemplacen la utilización de los petróleos residuales y del diesel por gas natural.

La magnitud de este megaproyecto abarca las tres (03) regiones del Perú que son : costa, sierra y selva. El sistema de transporte empieza en Malvinas, departamento de Cusco, Perú, en la cuenca del Amazonas y atraviesa los Andes hasta las orillas del Océano Pacífico. Ver foto N°1.1



**Foto N°1.1 PLANTA MALVINAS**

El SISTEMA DE TRANSPORTE LGN Y GAS NATURAL CAMISEA, consiste de una tubería de Gas Natural (G.N.) y una tubería paralela de Líquidos de Gas Natural (L.G.N.). Ver Figura N°1.1 y foto N°1.2.

El sistema de transporte de Gas Natural (GN), consiste de 714.9 km de tuberías (con rangos de diámetro de 18" a 32") y una estación de control de presión.

El sistema de transporte de Líquidos de Gas Natural (LGN), consiste de 548.7 km de tuberías (con rangos de diámetro de 10" a 14") con cuatro estaciones de bombeo y dos estaciones reductoras de presión.

El sistema de Distribución de GN se inicia en el City Gate - Lurín y termina en Ventanilla, consistiendo de 80 km de tuberías tendidos en Lima.

El sistema de transporte esta diseñado para operar las 24 horas del día todo el año y ambos sistemas de GN y LGN serán capaces de mantener una disponibilidad mínima del 99 %.

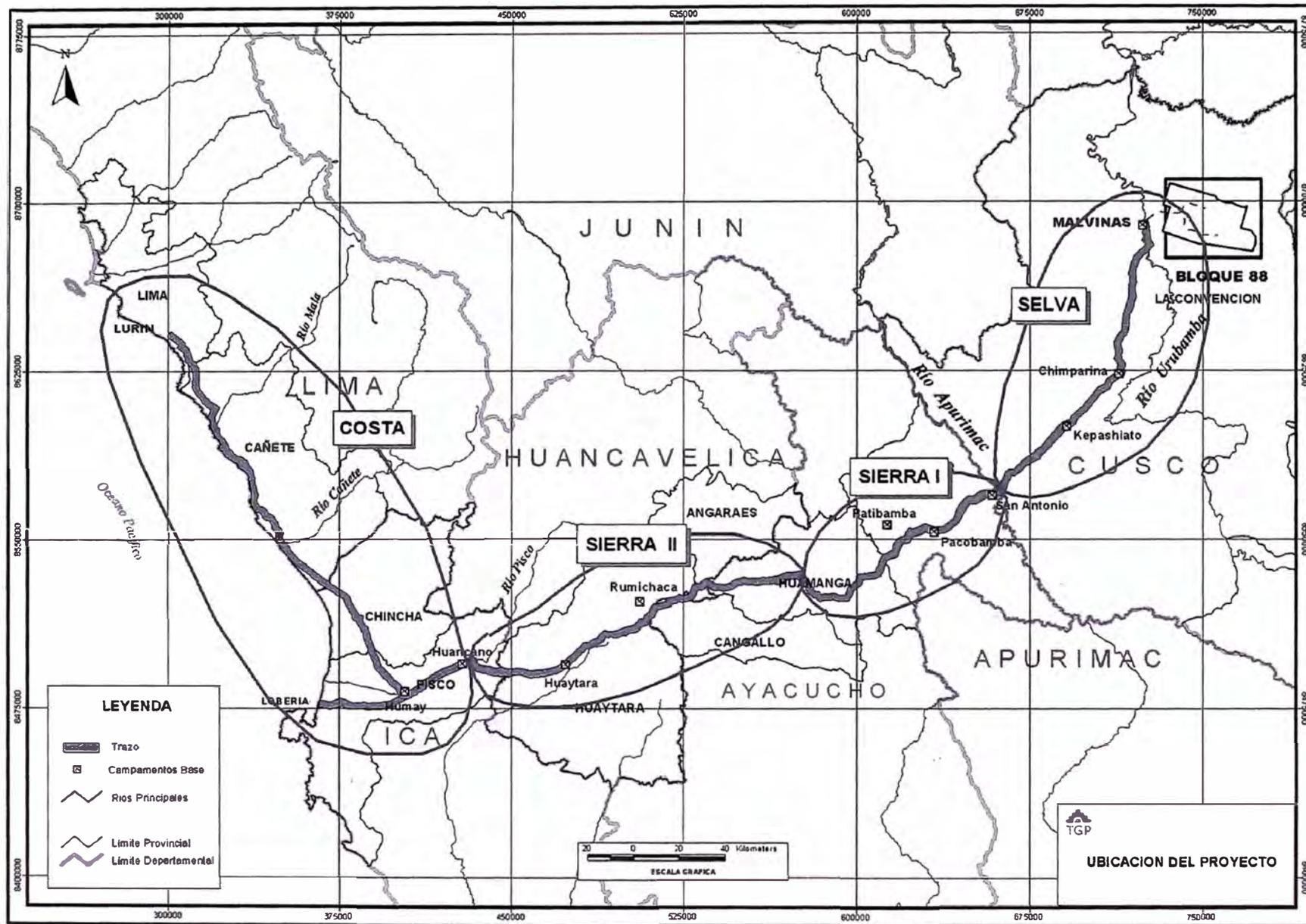


Figura N°1.1: Ubicación del Proyecto



**Foto N°1.2 TRANSPORTE DE LGN Y GN CAMISEA**

La inversión total asciende a la fecha a 1600 millones de dólares. El megaproyecto consta de tres etapas: explotación del campo, transporte del gas y distribución del combustible en Lima.

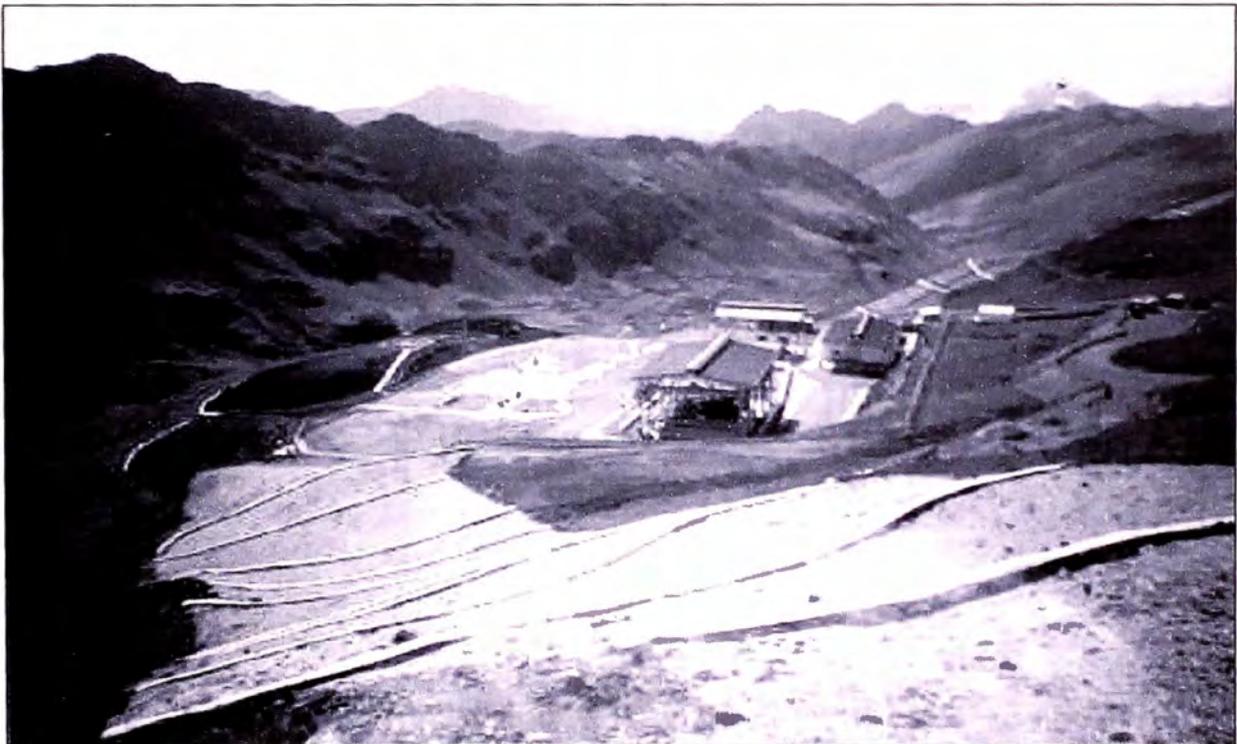
El megaproyecto fue desarrollado considerando todas las Normas y Códigos de construcción y seguridad para sistemas de transporte por tuberías de gas e hidrocarburos líquidos. Se utilizó la más alta tecnología de punta, acompañada de la experiencia profesional de ingenieros de diversos países del mundo.

Los dos (02) sistemas de transporte de GN y LGN cuentan con sistemas de protección satelital utilizando cables de fibra óptica así como supervisión a través de un sistema SCADA y un sistema de protección catódica a lo largo de toda la línea de GN y LGN.

La **Estación de Bombeo #4 (PS#4)**, se encuentra a una altitud de 4105 m.s.n.m.; en la localidad de Pacobamaba del Departamento de Ayacucho. Esta Estación se encuentra a

mayor altura en comparación con las otras tres (03) restantes, y ha sido la que mayores dificultades presentó para su montaje, debido a las condiciones climatológicas y del terreno. Ver foto N°1.3.

La temperatura ambiente de día llega hasta los 15°C y de noche hasta los -5°C. El suelo es básicamente rocoso con una capa de 30cm de tierra de cultivo que sobresale. Así también existen numerosos abismos llegando incluso hasta los 500m de profundidad.



**Foto N°1.3 ESTACIÓN DE BOMBEO #4 (PS#4)**

Las dos (02) líneas de LGN y GN salen de la PS#1 (Planta Malvinas), que es el lugar donde se inicia la explotación y producción del recurso natural. Hacia las estaciones PS#2, PS#3 y PS#4 las dos líneas llegan y salen.

Ambas líneas de LGN y GN cuentan con Protección Catódica a lo largo de toda su trayectoria. Para la línea de LGN la trayectoria es desde la PS#1(Planta Malvinas) hasta la Playa Lobería (Pisco), que consiste de unos 548.7 km de tuberías; y para la línea de GN la trayectoria es desde la PS#1 hasta el City Gate en Lurín, que consiste de unos 714.9 km de tuberías.

## **1.2. Términos y Conceptos Fundamentales**

### **1.2.1. Protección Catódica**

Es la reducción o eliminación de la corrosión, al hacer de un metal un cátodo por medio de una corriente impresa o la adhesión a un ánodo galvánico (por lo general magnesio, aluminio o zinc).

Las estructuras que están experimentando la corrosión tendrán tanto las áreas catódicas como las anódicas (aquellas áreas donde la corrosión está ocurriendo). Entonces sucede, que si las áreas anódicas se pueden convertir a áreas catódicas, toda la estructura se convertirá en un cátodo y se eliminará la corrosión.

### **1.2.2. Como Funciona la Protección Catódica**

Ahora discutamos como la aplicación de la corriente eléctrica directa a una estructura de metal corroída puede causar que llegue a ser completamente catódica y no se corra.

1. La Corriente directa fluye desde la fuente a las áreas anódicas luego hacia las áreas catódicas a través del electrolito atravesando la tubería para completar el circuito en la fuente.
2. La corrosión ocurre en las áreas anódicas, en los puntos donde la corriente abandona el metal y se interna en el electrolito (suelo).

3. Donde la corriente llega al metal desde el medio electrolítico (suelo), es decir en la tubería (áreas catódicas), no hay corrosión.
4. Al aplicar protección catódica a la estructura, el objetivo es forzar toda la superficie expuesta al medio electrolítico para que sea catódica. Cuando se ha logrado esta condición, toda la superficie expuesta de la estructura llega a ser un cátodo, y la corrosión cesa.
  - a. La corriente de protección catódica debe fluir en el medio electrolítico desde una conexión en el suelo formada por electrodos (por lo general llamada cama) establecida para el propósito. Por definición, el consumo del material de dichos electrodos es la corrosión que debe ocurrir en dichos puntos y no en la tubería protegida.
  - b. La corrosión no es eliminada por la protección catódica, pero se la transfiere de la estructura que va a ser protegida a las locaciones de los electrodos conocidas como las camas, que se diseñan para descargar la corriente de la protección catódica por un período razonablemente largo, y cuando estos se consuman, deben ser reemplazados sin interrupción de la función normal de la estructura bajo protección.

## **CAPÍTULO II**

### **SISTEMAS DE PROTECCIÓN CATÓDICA Y COMPONENTES**

Existen dos clases de sistemas de protección catódica:

1. Por Corriente Impresa
2. Por Anodos de Sacrificio ó por Principio Galvánico

Estos pueden utilizarse solos, o combinados.

#### **2.1. Sistemas de Corriente Impresa**

Con un sistema de corriente impresa, los ánodos de cama enterrada son dependientes de una fuente de energía eléctrica. Una fuente externa o de corriente directa se conecta (o es impresa) entre la estructura que se va a proteger y los ánodos de cama enterrada.

##### **2.1.1. Rectificador**

Un rectificador es un aparato que está provisto con energía de una fuente externa (líneas del sistema de utilidad eléctrico), convirtiendo la corriente alterna a una corriente directa de bajo voltaje por medio de un transformador de reducción y un puente rectificador.

Las celdas solares, las baterías de motores generadores, termoelectrónicos y otras fuentes también pueden encontrarse.

Una precaución que se debe tener en cuenta: Nunca conecte la terminal positiva de una fuente de poder de corriente impresa a la estructura que se va a proteger.

**Ver Anexo A:** Instalación de Base de Concreto Para Protección Catódica

**Ver Anexo B:** Instalación del Rectificador de Protección Catódica – PS#4

**Ver Anexo C:** Instalación de Junction Box – PS#4

### 2.1.2. Anodos del Sistema de Corriente Impresa:

La cama enterrada de ánodos que es forzada a descargar corriente se oxidará. Es importante suministrar los materiales anódicos que se consumen a tasas relativamente bajas y así permitir diseñar las camas enterradas que pueden descargar grandes cantidades de corriente y aún cuentan con una expectativa larga de vida.

Se utilizan varios materiales para los ánodos de corriente impresa. Mientras que la tubería vieja de acero, la barra, la vara u otros materiales de hierro o acero similares pueden utilizarse, estos materiales se consumen a una velocidad aproximada de 20 libras ( 9.07 kg ) por amperio por año ( un amperio flotante por un año ). Esto significa que una cantidad relativamente grande de material se necesita para lograr la vida de una operación deseada para una instalación, y sólo puede justificarse cuando está disponible como chatarra a bajo costo.

**Tabla N° 2.1: PRINCIPALES COMPONENTES DE LA CAMA ANODICA – PS#4**

ITEM	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Anodo de Titanio 1" x 60"	Und	7	Con 6m. de Cable N°8 AWG, Aislamiento HMWPE, enterrado
2	Relleno Carbón	Kg	16,391	Resistividad < 50 Ωcm
3	Kit de junta	Und	11	Para aplicaciones directamente enterrados
4	Perno de junta	Und	11	De Cobre ó similar
5	Poste Señalizador de Cable Enterrado	Und	13	Ø 6" PVC, Altura 0,3m. tapa impresa con la palabra "CABLE"
6	Poste Señalizador de Cama Anódica	Und	2	Ø 6" PVC, Altura 0,6m. tapa impresa con la palabra "CAMA"
7	Cable desde el Rectificador hacia los Anodos de Titanio	m	440	Cable N°2 AWG, Aislamiento HMWPE, color negro, enterrado
8	Cinta de Señalización de Cable	m	405	Color amarillo, enterrado

**NOTAS:**

1. Los postes de señalización del cable enterrado, serán instalados cada 50m. y en cada cambio de dirección.
2. Los postes de señalización de la cama anódica, serán instalados al inicio y al final de la cama.

**Ver Plano CP-DWG-D-026.**

Protección Catódica Típica Horizontal por Corriente Impresa e Instalación del Anodo de Titanio.

3. Ventajas de los Sistemas por Corriente Impresa:
  - a. Puede diseñarse para un rango amplio de voltaje y corriente.
  - b. La salida de amperios por año disponible de una sola instalación anódica.
  - c. Las grandes áreas pueden protegerse por una sola instalación.
  - d. Voltaje variable y salida de corriente.
  - e. Puede aplicarse en medio ambientes de alta resistividad.
  - f. Es efectiva en proteger estructuras no recubiertas o pobremente recubiertas.
  - g. Bajo costo de amperio por año.

4. Limitaciones de los Sistemas por Corriente Impresa:
  - a. Puede causar interferencia catódica.
  - b. Pueden estar sujetos a fallas de la fuente de poder y el vandalismo
  - c. Requieren inspección periódica y mantenimiento.
  - d. Requieren una fuente de poder externa.
  - e. Impone costos de mantenimiento mensuales.
  
5. La Sobreprotección puede ocasionar:
  - a. Daño del recubrimiento de la tubería protegida
  - b. Fragilización por hidrógeno del metal protegido.
  - c. Obstrucción del gas
  
6. Tipos de Recursos Disponibles:
  - a. Rectificador
  - b. Generador eólico a base de viento
  - c. Celda fotovoltaica solar ( foto – voltaje )
  - d. Juego de Generador de Motor
  
7. Tres tipos de Rectificadores:
  - a. Estándar ( no regulado )
  - b. Corriente Constante
  - c. Potencial constante
  
8. Ventajas de los Sistemas de la Cama Anódica Profunda:
  - a. Se requiere menos derecho de vía para la instalación de la cama anódica

- b. Baja probabilidad de interferencia
  - c. Posible baja resistencia de la cama anódica
  - d. Menos susceptibilidad al daño de la excavación
  - e. Mejor distribución de la corriente
  - f. La resistencia de la cama enterrada es menos susceptible a las variaciones del clima.
9. Sistema Anódico de Cama Profunda Reemplazable:  
El ánodo es reemplazado de la siguiente manera:
- a. Fluyendo y bombeando hacia fuera el relleno (backfill)
  - b. Removiendo y reemplazando el ánodo antiguo.
10. Limitaciones de los Sistemas de la Cama Anódica Profunda:
- a. Dificultad para reparar
  - b. Puede ser difícil calcular la resistencia de la cama anódica antes de la Instalación.
  - c. No es aplicable donde las capas de roca seca existen debajo de la superficie.

## **2.2. Sistemas Anodos de Sacrificio ó Galvánicos**

El término galvánico por lo general se refiere a un contacto de metal disímil que resulta en un potencial electrofórico.

Un ánodo es un miembro corroído en una combinación de metal disímil. Un ánodo “galvánico” ( también llamado “de sacrificio” ) se puede describir como un metal que

tendrá una diferencia de voltaje con respecto a la estructura corroída y descargará la corriente que fluirá a través del ambiente a la estructura.

Los ánodos galvánicos son corroídos a cambio de la estructura protegida, suministrando la protección a la estructura.

Requerimientos para que un metal sea un material anódico práctico:

El potencial entre el ánodo y la estructura corroída debe ser suficiente para superar las celdas ánodo-cátodo en la estructura corroída.

El material del ánodo debe tener energía eléctrica suficiente para permitir una vida larga razonable con una cantidad práctica de material de ánodo.

Los ánodos deben tener buena eficiencia, lo que significa que un alto porcentaje del contenido de la energía eléctrica del ánodo debe estar disponible para una salida de corriente de la protección catódica útil. Los rangos de eficiencia varían.

Los materiales adecuados para utilizarlos como ánodos galvánicos incluyen aluminio, magnesio, y zinc. Estas muestras señalan algunos ánodos galvánicos típicos.

Los materiales anódicos se funden en muchos pesos y formas para encontrar los requerimientos del diseño de protección catódica.

**Ver Anexo D:** Procedimiento para Protección Catódica Temporal

**Ver Anexo E:** Instalación Anodos de Magnesio – PS#4

**Ver Anexo F:** Prueba Medición de Potencial

**2.2.1. Principios de Operación del Sistema Galvánico:**

Son utilizados donde:

- a. Se requieren incrementos pequeños de la Corriente requerida
- b. Se requiere reforzar el uso de la corriente impresa
- c. Requerimientos de localización y espacio

**2.2.2. Ventajas de los Sistemas de Anodos Galvánicos:**

- a. No se requiere fuente externa de energía
- b. Facilidad de instalación
- c. Interferencia catódica mínima
- d. Se pueden adicionar inmediatamente Anodos
- e. Mantenimiento mínimo
- f. Distribución uniforme de la corriente
- g. Costos mínimos de las instalaciones en el derecho de vía o en la servidumbre
- h. Uso eficiente de la corriente protectora.

**2.2.3. Limitaciones de los Sistemas de Anodos Galvánicos:**

- a. Potencial de manejo limitado o pequeño
- b. Salida de corriente baja/limitada, alcance limitado
- c. Estructuras con recubrimiento en mal estado requieren muchos ánodos
- d. Pueden ser poco efectivos en ambientes altamente Resistivos
- e. Costos más altos por unidad amperio que la corriente impresa.

## 2.2.4. Clases de Materiales Anodos Galvánicos:

**Tabla N° 2.2: Materiales**

TIPOS DE ANODOS	POTENCIAL DE CORROSION CON Cu-CuSO4	EFICIENCIA (%)	Gradiente de Consumo (Lb/amp año)
Zinc (alta pureza) <sup>1</sup>	-1.10	90	26.2
Zinc (amperio alto) <sup>2</sup>	-1.10	95	24.8
Magnesio (estándar)	-1.55	50	17.5
Magnesio (potencial alto)	-1.75	50	17.5
Al - Zn - Hg <sup>3</sup>	-1.10	95	6.8
Al - Zn - Hg <sup>3</sup>	-1.15	85	7.6

<sup>1</sup> Para temperaturas sobre los 140°F (60°C); por lo general se utiliza en suelo y agua fresca.

<sup>2</sup> Para temperaturas bajo los 140°F (60°C); por lo general se utiliza en agua de mar.

<sup>3</sup> Por lo general se utiliza en aguas con alto contenido de cloro como el agua de mar.

## 2.3. Selección del Sistema de Protección Catódica

El diseño de una protección catódica se determina por la selección de materiales de construcción para la estructura, tipo de fundición y tamaño de la estructura.

Los factores adicionales que influyen en el diseño de la protección catódica incluirán:

Cohesión eléctrica de las juntas mecánicas o conexión puente

Aislamiento eléctrico de las estructuras externas.

**Ver Anexo G:** Procedimiento de Instalación CADWELD

1. Diseño de la Cama – Generalidades:

- a. Resistividad del Suelo
- b. Otras estructuras subterráneas
- c. Instalaciones en el derecho de vía

2. Sistema de Corriente Impresa:

- a. Anodo Vertical
- b. Anodo Horizontal
- c. Selección del Rectificador
- d. Entrada AC
- e. Salida DC
- f. Enfriamiento
- g. Montaje
- h. Elemento rectificador
- 1. Temperatura Máxima de Operación
- j. Equipo de Protección
- k. Instrumentos
- l. Circuitos de Control

## **CAPÍTULO III**

### **TECNICAS DE MEDICIÓN APLICADOS A LA PROTECCIÓN CATÓDICA**

Se pueden utilizar varias técnicas para determinar el grado según el cuál una estructura supuestamente bajo protección catódica está de hecho protegida contra la corrosión, incluyendo:

#### **3.1. Potencial del Medio**

Las mediciones de potenciales son medios comunes para determinar si hay protección. La base para esto es que si la corriente está fluyendo en una estructura protegida, debe haber un cambio en el potencial de la estructura con respecto al suelo. Esto es porque el flujo actual causa un cambio de potencial, que es la combinación del voltaje que sale a través de la Resistencia entre la estructura protegida y el medio electrolítico (suelo).

Los electrodos de referencia pueden ser utilizados para medir potencial al ambiente.

#### **3.2. Cupones de Prueba**

Evidencia de que la protección catódica está funcionando se puede obtener al utilizar cupones del mismo metal como el de la estructura protegida. Estos se pesan con cuidado,

con anticipación, luego se conectan eléctricamente a la estructura protegida. Los cupones deben colocarse donde puedan recibir la misma exposición a la corriente de protección catódica como la estructura; luego, después de un tiempo de exposición conocido, estos pueden ser removidas y pesados.

### **3.3. Cambio de Potencial**

El cambio en el potencial que existe cuando se aplica la corriente y cuando no se aplica, se utiliza como una indicación del grado de protección catódica.

**Ver Anexo H:** Conexiones en Estación Prueba de Potencial

**Ver Anexo I:** Ensayo de Cables del Lado de la Tubería

### **3.4. Selección de la Técnica de Medición de la Protección Catódica**

La técnica de medición utilizada fue la del potencial del medio

## **CAPÍTULO IV**

### **INSPECCION DE CAMPO Y MANTENIMIENTO**

#### **4.1. Consideraciones Antes de la Medición de la Protección Catódica**

1. Antes de empezar:
  - a. Material de la estructura
  - b. La estructura esta pintada
  - c. Registro Pérdida de Corriente
  - d. Dimensiones de la estructura
  - e. Dimensiones del recubrimiento
  - f. Ubicación de los puntos de prueba
  - g. Uniones mecánicas o Soldaduras
  - h. Ubicación de las juntas aisladas
  - i. Mapas
  - j. Ubicación de otras estructuras
  - k. Ubicación de posibles fuentes de corriente viejas
  - l. Proximidad a altas líneas de voltaje
  - m. Temperatura de la estructura

2. Métodos de Inspección:
  - a. Inspección del Potencial
  - b. Inspección de la Línea de Corriente
  - c. Medida de la resistencia del suelo
  - d. Determinar la Acidez / alcalinidad
  - e. Corrosión Bacterial:
    - Bacteria Sulfatoreductora
    - Despolarización de las áreas catódicas
    - Incremento de los requerimientos de corriente
  - f. Requerimientos Actuales
  - g. Exámenes Bellhole ( Holiday)
  - h. Condiciones de la Corriente Vieja
  - i. Instrumentos de Registro
  - j. Medidas de la Corriente Electrolítica

#### **4.2. Inspección General de una Instalación de Protección Catódica**

1. Área de Superficie y Geometría:

La corriente requerida para la protección catódica es directamente proporcional al área de superficie de la estructura que se va a proteger.
2. PH del electrolito:

La corriente requerida para la protección catódica por lo general es mayor en ácidos vs ambientes básicos o neutrales.

3. **Requerimientos de Temperatura:**

El aumento de la temperatura tiene un efecto despolarizador debido a la tasa aumentada de la difusión de las especies reducibles a los lugares catódicos.

4. **Oxidantes:**

El oxígeno u otros oxidantes incrementan los requerimientos de corrientes de protección como resultado de aplastar la inclinación de la polarización catódica.

5. **Movimiento del Electrolito:**

El aumento en el movimiento relativo entre el electrolito y la estructura resulta en un aumento en los requerimientos de corriente.

- a. Estimaciones de la información de prueba
- b. Información publicada

**4.3. Mecanismo de Interferencia de Corrientes de Corrosión**

1. **Interferencia**

- a. Tiene una fuente externa al área afectada
- b. Por lo general se recoge del electrolito (suelo próximo) de una fuente DC que no está ligado eléctricamente a la estructura afectada.
- c. La severidad de la corrosión de una corriente de interferencia depende de:

La separación y camino de las estructuras

La ubicación de la fuente de corriente

La magnitud y densidad de corriente

El recubrimiento de la estructura protegida

Las juntas mecánicas conductoras

2. Fuentes de Corrientes de Interferencia:
  - a. Constante
  - b. Fluctuante
  
3. Técnicas Específicas para la Resolución de Problemas de Interferencia
  - a. Ajuste de la salida de corriente de los sistemas de interferencia
  - b. Reubicación de las camas enterradas
  - c. Reubicación de la estructura protegida
  - d. Accesorios aislantes
  - e. Recubrimientos
  - f. Protección catódica
  - g. Uniones metálicas

#### **4.4. Mantenimiento y Registros del Mantenimiento**

Mantenimiento:

1. Inspecciones periódicas:
  - a. Del potencial
  - b. De las fuentes de poder DC
  - c. De la Resistencia de dispersión de las camas enterradas
  - d. De la salida de corriente de los ánodos galvánicos
  - e. De las juntas, supresores de luz, chispas y verificación del aterramiento

2. Recubrimientos:
  - a. Inspección y reparación cuando la estructura no está cubierta
  - b. Registros de ejecución
  - c. Extracción especial si se requiere
  
3. El rectificador de la corriente impresa y el mantenimiento de las camas enterradas:
  - a. Inspección periódica
  - b. Prevención contra reparación
  
4. Aspectos de la inspección del rectificador y problemas de apagado
  - a. Conexiones cargadas de corriente
  - b. Resistencia al contacto
  - c. Metros
  - d. Reemplazo de cables con los aisladores dañados
  - e. Rectificador positivo y cargas negativas conectadas invertidas
  - f. Rectificador defectuoso de pila
  - g. Cable roto mecánicamente
  - h. Corrosión del cable
  - i. Contacto metálico de carga positiva
  - j. Entrada apagada

Cuando la fuente de poder es interrumpida, la corriente desciende a cero.

La estructura regresa a su potencial de corrosión natural.

5. Dispositivos de protección
6. Aspectos de la inspección de corriente impresa de las camas enterradas:
  - a. Fugas en el cable o el ánodo
  - b. Pruebas potenciales
  - c. Pruebas de resistencia
  - d. Escape adecuado
  - e. Nueva zanja que cruza la cama enterrada
7. Mantenimiento del ánodo galvánico:
  - a. Cable principal
  - b. Conexiones
  - c. Salida de corriente
8. Mantenimiento del punto de prueba:
  - a. Cubrimientos de caja, tornillos y empaques
  - b. Reemplazo de los cables dañados
  - c. Conexiones principales a la estructura

## Requerimientos de Regulación

1. Poliductos
2. Tanques de almacenamiento enterrados
3. Almacenamiento de sobrantes peligrosos
4. Agencias de regulación
  - a. Nacional
  - b. Estatal
  - c. Local

## Registro de Mantenimiento

### Propósito:

El propósito de los registros del control de corrosión es documentar en una forma clara, concisa y trabajable, la información pertinente al diseño, instalación, mantenimiento y efectividad de las medidas del control de corrosión.

La información que debe registrarse es de acuerdo a lo siguiente:

1. Necesidad de un control de corrosión
2. Diseño de la estructura
3. Diseño de las instalaciones de control de corrosión
4. Registros de las inspecciones, pruebas y lecturas mensuales de los rectificadores
5. Mantenimiento

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. Respetar y hacer cumplir los programas de mantenimiento e inspecciones periódicas establecidas.
2. El tipo de protección catódica puede ser bien por una combinación del sistema de corriente impresa y del sistema de anodos galvánicos ó por separado.
3. Para un buen diseño de protección catódica es necesario conocer la magnitud de la estructura a proteger y las características del material utilizado.

### **RECOMENDACIONES**

1. Actualizar los formatos de mantenimiento e inspecciones periódicas con la finalidad de mejorar las actividades realizadas.
2. Mantener los carteles de aviso de protección catódica en perfectas condiciones, en los puntos donde se encuentren los postes de potencial; sobre todo aquellos que se encuentren ubicados cerca de la población y a varios kilómetros de la estación de bombeo.

3. Realizar inspecciones periódicas de los postes de potencial alejados de la estación debido a acciones de vandalismo.
4. Toda excavación dentro de las instalaciones de bombeo debe realizarse con el cruce respectivo de planos de obras civiles, planos de obras eléctricas, planos de protección catódica y planos de tuberías con la finalidad de evitar dañar alguna protección o material instalado.

# **ANEXO A**

**Instalación Base de Concreto para Protección Catódica en Estaciones de Bombeo**

# **INSTALACIÓN BASE DE CONCRETO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA EN ESTACIONES DE BOMBEO**

## **INDICE**

1.	GENERALIDADES	32
2.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	33
3.	MATERIALES	36
3.1	DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO	37
4.	RESULTADOS	37
5.	RECURSOS	37
5.1.	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	37
5.2.	PERSONAL	38
6.	SEGURIDAD	38
7.	PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	40
8.	FORMATO DE INSTALACIÓN	41



## **1 GENERALIDADES**

Las Obras Civiles que se ejecutan para el levantamiento de la base para elementos de la Protección Catódica en Estaciones de Bombeo, forman parte integrante de la Instalación del Rectificador, Junction Box y Unidad de Monitoreo de la Protección Catódica del Proyecto "CAMISEA NATURAL GAS AND NGL TRANSPORTATION SYSTEM."

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Corresponde a la construcción de una base de concreto armado de 3.7 m. x 1.4 m por 0.55 m. para Rectificadores (para el montaje conjunto del Rectificador, la Junction Box y la Unidad de Monitoreo). Se montan las conexiones conduit y/o condulets necesarias para realizar la instalación del Rectificador/Termo generador, la Caja de Unión y la Unidad de Monitoreo, parte del Sistema de Protección Catódica de la Línea. Ver plano CP-DWG-D-035.

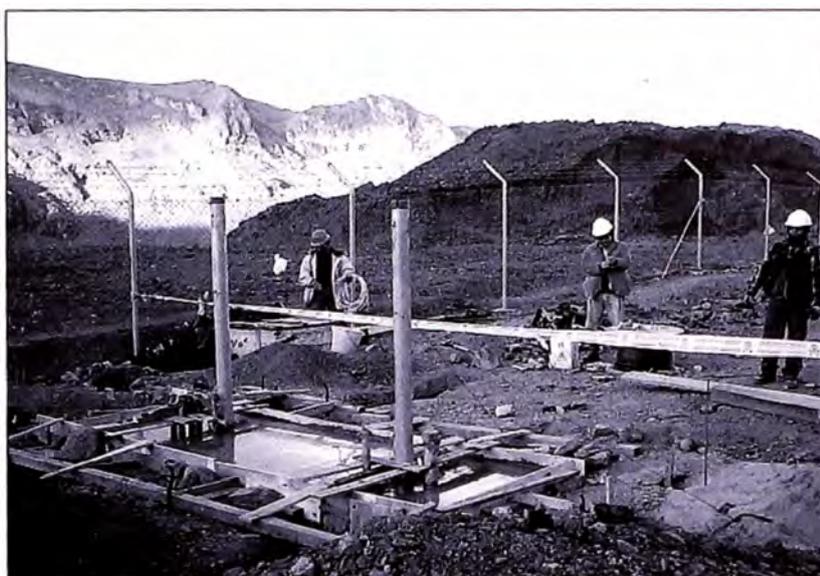
Los trabajos cuentan con las siguientes características:

- a. Verificación de la ubicación según los planos, procediendo luego al trazado y estacado de la misma.
- b. Excavación manual de las bases.
- c. Relleno y compactado, preparando el terreno para colocar el solado de 5 cm.
- d. Luego del fraguado del solado se coloca la armadura de refuerzo y las conexiones conduit necesarias para el cableado de la Protección Catódica
- e. Colocados los refuerzos y conexiones se procede a confeccionar el encofrado o formaleta perimetral de las bases.
- f. Listo el encofrado se procede al llenado de concreto de  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  (3000 PSI) según el diseño de mezcla proporcionado por TGP, tomándose las muestras del concreto utilizado.  
Ver numeral 3.1.
- g. Se realiza el retiro de las formaletas o encofrado.

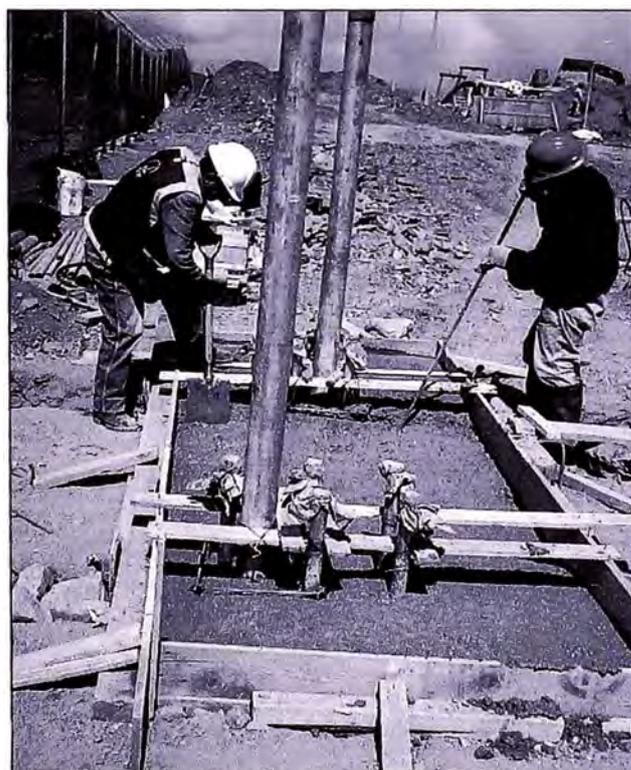
- h. Luego se realizan las excavaciones conexas a las bases, para realizar la colocación de cables hacia las tuberías y las camas de ánodos.
- i. Se realiza también la colocación de la tubería flexible unidos con la tubería conduit a través de los accesorios especificados.
- j. Alcanzados los niveles especificados se procede a la colocación de los cables, previa conformación de una cama arena o tierra cernida.
- k. Tendidos los cables se vuelve a colocar arena sobre los cables, para colocar posteriormente baldosas prefabricadas de concreto de 5 cm. en las excavaciones dentro de las Estaciones de Bombeo.
- l. Luego se rellena con material propio las zanjas dentro de las Estaciones, hasta el nivel de terreno natural, compactándose por capas con plancha compactadora
- m. El tendido de cables en las excavaciones realizadas fuera de las estaciones son protegidos con tierra cernida, y luego rellenos con material propio.
- n. Luego de las obras de la cama anódica se procede a realizar el cableado a través de las conexiones conduit empotradas en las bases de concreto, utilizando para esto una cinta de cableado metálica.
- o. Se realiza el montaje del Rectificador, colocándolo en la columna metálica empotrada en el concreto, y fijada con pernos de anclaje respectivos. Para el Termo generador se hace el montaje de la base metálica y luego se monta el equipo.
- p. Se realiza el montaje de la Junction Box, colocándolo en la columna metálica empotrada en el concreto, y fijada con pernos de anclaje respectivos; igualmente se fija la Distribution Box en la base metálica del

generador. Las conexiones de los diferentes cables (desde las tuberías y desde la fuente DC) se hacen en la puesta en marcha.

A continuación mostraremos algunas fotografías de la construcción de la base de concreto para el Rectificador, Junction Box y Unidad de Monitoreo.



**ENCOFRADO DE LA BASE**



**LLENADO DE LA BASE**

### 3. MATERIALES

Los materiales que se emplean en la construcción de las bases son conformes con las presentes especificaciones.

En general, todos los materiales estarán sujetos a la aprobación del personal encargado por parte del contratante ( TGP ), los que se describen a continuación.

Ver Tabla N°1.

MATERIALES USADOS EN ESTACIONES				
ORDEN	DESCRIPCIÓN	UND.	PROPORCIONADO	
			A CONTRATISTA	POR CONTRATANTE
1	Cemento Portland tipo I	Bolsas		28
2	Arena gruesa	M3		1,5
3	Piedra chancada	M3		2,3
4	Madera para encofrado			
	Tablas de 1"x8"x10"	Und.		6
	Cuartones de 3"x3"x15"	Und.		2
5	Clavos	Kg.		1
6	Alambre de amarre N° 16	Kg.		5
7	Acero corrugado de 5/8"	Kg.		52,42
8	Acero corrugado de 1/2"	Kg.		6
9	Acero corrugado de 3/8"	Kg.		8
10	Curvas conduit de 1 1/2"	Und.	8	
11	Curvas conduit de 3"	Und.	1	
12	Uniones universales de 1 1/2"	Und.	5	
13	Niples de 3"x1"	Und.	2	
14	Uniones simple de 3"	Und.	2	
15	Tubos galvanizado de 4"x2,5m	Und.	2	
16	Cintas de Seguridad	Rollo	1	
17	Tubos flexible conduit de 1 1/2"	MI	5	

**Tabla N°1.** Materiales usados en estaciones

### 3.1 DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO

El diseño de mezcla para el concreto fue proporcionado por TGP, el cual se detalla a continuación.

Ver Tabla N°2

<b>MIX 21 Mpa</b>		
<b>COMPONENTES DE LA MEZCLA</b>	<b>PESO Kg/m3</b>	<b>COMENTARIOS</b>
Cemento	400	
Agua	184	
Arena	640	
Roca	1060	
W/C	0,46	
% de Aire	4%	
<b>Total</b>	<b>2299,91</b>	

**Tabla N°2.** Diseño de Mezcla Concreto 21 Mpa

## 4. RESULTADOS

Mostrados al llenar el formato de liberación de estructuras de concreto (Punto N°8).

## 5. RECURSOS

- Un vehículo 4x4
- Un Ingeniero Civil

### 5.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los principales equipos y herramientas empleados son:

- a. Mezcladora de concreto
- b. Vibradora de aguja o manual

- c. Equipo manual de excavación o Retroexcavadora
- d. Carretillas
- e. Barretas
- f. Combas o porras
- g. Cinceles
- h. Nivel de mano

## **5.2 PERSONAL**

Los trabajos serán dirigidos por un supervisor de la contratista. Este estará a cargo de la construcción de la base y del cableado necesario.

Para el trabajo de movimiento de tierras se emplea preferiblemente personal obrero de la zona, moviéndolos entre los PS en función a las necesidades de personal, empleando un promedio de 9 ayudantes.

## **6. SEGURIDAD.**

Antes del comienzo de las actividades, el capataz informará correctamente a los trabajadores sobre los riesgos potenciales de los trabajos descritos en este procedimiento, analizando el AST (Análisis Seguro de Trabajo).

Este documento denominado AST, debe ser llenado por los propios trabajadores quienes deberán indicar el trabajo ó la actividad que van a realizar, describiendo paso a paso dicha tarea, asociándole un riesgo a cada paso y que medidas se deben tomar para evitar cada



## **7. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

Las siguientes reglas generales deben ser acogidas por todo el personal del contratista:

- Las áreas de trabajo deben estar limpias siempre.
- La basura será dispuesta solamente en las áreas previstas para tal propósito.
- Los ríos no serán utilizados para la disposición de la basura, del suelo o de los restos orgánicos.
- Los animales no serán alimentados, ni serán perturbados.
- La pesca, la caza y el llevar de armas de fuego están completamente prohibidos.
- Se debe tener cuidado especial, con respecto al uso de aceites para evitar derramamientos. Si ocurre cualquier derramamiento, se utilizara una manta absorbente.

## 8. FORMATO DE INSTALACIÓN

 <b>TECHINT</b>		LISTA DE CONTROL					Informe N°
		LIBERACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO					
SISTEMA DE TRANSPORTE DE NGL Y GAS NATURAL CAMISEA							
FORMATO							
Código:				TIPO DE CONCRETO (F'c):			
ELEMENTO ID:				VOLUMEN ESTIMADO (m3):			
CANTIDAD:							
ACTIVIDAD	REF		FECHA	INSP. OK		OBSERVACIONES	
	Sub-contr.	T		T	C		
Control Topog.	Ubicación de Ejes						
	Elevación:						
Juntas	Limpieza:						
	Epoxico:						
Preparación de asiento	Sub Base (Densidad):						
	Solado:						
Armaduras	Cantidad, Espac, Diam.:						
	Recubrimiento:						
	Alineación de Barras:						
	Armaduras aseguradas:						
	Estribos y separadores:						
Limpieza:							
Formwork	Estanqueidad:						
	Alineamiento y niveles:						
	Dimensiones:						
	Acabados y desmoldantes:						
	Apuntalamiento, cierres:						
Limpieza:							
Elementos incorporados	Insertos:						
	Tuberías empotradas, conduits:						
	Pernos de Anclaje:						
Vaciado	Equipos operativos:						
	Vibradores y reglas:						
Documento de Referencia:							
OBSERVACIONES:			CROQUIS:				
Referencias			Verificación de documentación completada			Pasado a base de datos <input type="checkbox"/>	
TECHINT	I=Inspección	T=Testigo	Firma	TECHINT	TGP		
CLIENTE	M=Monitoreo	V=Verific.	Fecha	____/____/____	____/____/____		
=No Aplicable							

# **ANEXO B**

Instalación del Rectificador de Protección Catódica

# **INSTALACIÓN DEL RECTIFICADOR DE PROTECCIÓN CATÓDICA**

## **INDICE**

1. OBJETIVO	44
2. DOCUMENTO DE REFERENCIA	44
3. ALCANCE	44
4. TEORIA	44
5. INSTALACIÓN	45
5.1 EQUIPAMIENTO	45
5.2 DESCARGA Y MONTAJE	46
5.3 CHEQUEOS PRELIMINARES	47
5.4 CONEXIÓN	47
5.5 APLICACIÓN DE CARGA	48
6. PRUEBAS	49
7. RESULTADOS	49
8. EQUIPO	50
9. MATERIALES	50
10. RECURSOS	50
11. SEGURIDAD	50
12. PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL	51
13. FORMATO DE INSTALACIÓN	53

## **1. OBJETIVO**

Llevar acabo la Instalación de un Rectificador para el sistema de Protección Catódica

## **2. DOCUMENTO DE REFERENCIA**

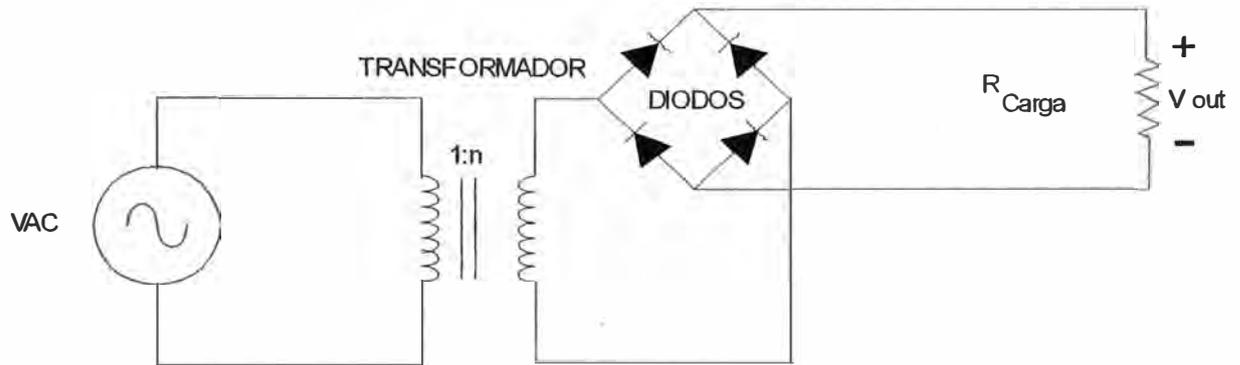
CP-DWG-D-024      Plano de Instalación del Rectificador de Protección  
Catódica.

## **3. ALCANCE**

Este documento aplica solamente para la Instalación de un Rectificador para uso como fuente de voltaje de Protección Catódica.

## **4. TEORIA**

Un Rectificador consiste de dos dispositivos básicos: Un transformador para convertir el voltaje de entrada alterna a un voltaje más bajo AC necesitado para la protección catódica; y un dispositivo rectificador para convertir el voltaje bajo de AC a DC. El voltaje de ajuste es proveído por el rectificador y de esa manera la corriente de salida DC puede ser ajustado a cualquier valor así como también puede ser requerido para proveer un adecuado potencial de protección sobre la estructura de la tubería.



**Figura 1.** Arreglo Básico de un Rectificador

## 5. INSTALACIÓN

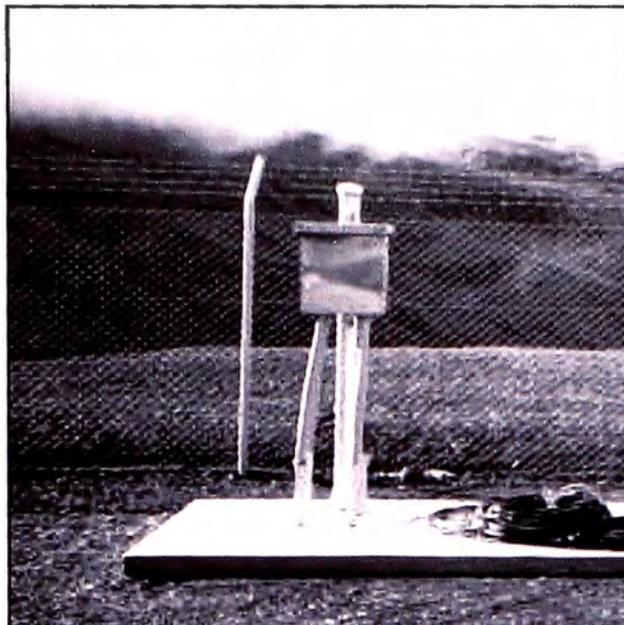
### 5.1 Equipo

Después de la recepción del equipo, chequear que la unidad esté en buenas condiciones.

Cuando sea necesario, contactarse con el agente de ventas.

El suministro consiste de:

1. Un rectificador de potencia de **50 VDC 10 A DC**, con suministro de:
  - cubierta exterior
  - poste de montaje
  - 25 pasos para regulación de voltaje
  - 2 tomacorrientes de potencia 220 V AC
2. Manual de instalación y operación
3. Documento de garantía



**Foto 1.** Rectificador de Estación de Bombeo #4 – Pacobamba

## **5.2 Desembalaje y Montaje**

- a. Remover el embalaje y tenerlo en caso de necesitarse un transporte a futuro.
- b. Para remover la unidad desde la base de madera, remover los clavos. Evitar cualquier impacto cuando sea trasladado.
- c. Antes de trasladar el rectificador, chequear y reajustar cualquier tornillo el cuál puede haber venido suelto durante el transporte. Se recomienda que al levantar el RECTIFICADOR sea efectuado por dos o más personas. La parte superior e inferior de la cubierta deberán ser usados como puntos de izamiento.
- d. El RECTIFICADOR debe ser montado sobre una base firme y estable. El RECTIFICADOR deberá ser montado a una altura suficiente para prevenir inundaciones directas o nevadas pesadas de interferencia con el flujo de refrigeración.

### 5.3 Chequeos preliminares

**La conexión debe ser llevada a cabo de acuerdo con las normas de seguridad.**

**Para asegurarse una correcta operación de la unidad, se deberá seguir las siguientes recomendaciones:**

- a. La entrada de potencia tiene que ser 480 V AC. Un total de tres conductores son entregados: Línea 1 , Línea 2 y tierra.
- b. La tierra de la instalación y las protecciones contra contactos indirectos deben estar de acuerdo con las normas de seguridad en corriente.

### 5.4 Conexión

- a. Verificar que el interruptor de alimentación de energía esté en la posición Off.
- b. Verificar que el interruptor del Rectificador esté en la posición Off.
- c. Verificar que la energía de entrada en las líneas estén balanceadas.
- d. Realizar la conexión de la energía AC hacia la entrada del rectificador.
- e. Conectar el cable de tierra hacia el chasis del rectificador.
- f. Mover los taps hacia las salidas más bajas.

- g. Energizar la unidad.
- h. Verificar la operación de la instrumentación: Horómetro, Voltímetro, Amperímetro.
- i. Chequear las lecturas de la instrumentación con un multímetro.
- j. Chequear que la VAC de los tomacorrientes de potencia estén en 220 VAC.
- k. Chequear a circuito abierto las V DC salida en ambas posiciones.
- l. Si es posible imprimir la onda de salida V DC. Verificar la rectificación completa de la onda.

### **5.5 Aplicación de Carga**

El RECTIFICADOR deberá ahora estar operando en el nivel de potencia correcta. Antes de aplicar la carga del usuario, hay que asegurarse que todas las conexiones de los cables estén fuertes.

- a. Verificar que el interruptor de alimentación de energía esté en la posición Off.
- b. Verificar que el interruptor del Rectificador esté en la posición Off.
- c. Mover los taps hacia las salidas más bajas.

- d. Conectar los cables de la carga del usuario hacia los terminales del rectificador, positivo (+) Cama y Negativo (-) Estructura.
- e. Energizar la unidad.
- f. Verificar la operación de la instrumentación: Horómetro, Voltímetro, Amperímetro.
- g. Chequear las lecturas de la instrumentación con un multímetro.

**El rectificador entregará energía a la unidad de monitoreo via un tomacorriente de potencia.**

## **6. PRUEBAS**

La correcta instalación del RECTIFICADOR deberá ser establecida con el sistema de registro ó formato desarrollado.

Un sistema de registro adecuado está localizado en el punto 13 - **Formato de Instalación**. Es recomendado que este registro sea usado para monitorear el desarrollo del sistema cada vez que el lugar sea visitado. Esta información es valiosa para referencias futuras.

## **7. RESULTADOS**

Rellenar el formato de Instalación

## 8. EQUIPO

- Voltímetro
- Amperímetro
- Caja de Herramientas

## 9. MATERIALES

- Rectificador 50V 10A
- **Ver Plano CP-DWG-D-024 ( Pag 1/ 2 y 2 / 2 )**

## 10. RECURSOS

- Equipos de comunicación (radio)
- Un Vehículo 4 x 4
- Un Ingeniero Electricista especializado
- Un Ingeniero de Corrosión

## 11. SEGURIDAD

- Precaución:** Voltaje de peligro dentro del suministro de potencia del rectificador.
- Desconectar la unidad desde la principal antes de chequear los componentes internos.
- Prevenir el agua, líquidos en general y/o objetos extraños hacia el equipo.
- La instalación debe solamente ser llevado a cabo por personal entrenado.

Antes de empezar las actividades, el supervisor deberá informar a los trabajadores acerca de los riesgos potenciales involucrados en las tareas descritas en este procedimiento, analizar el AST (Análisis Seguro de Trabajo).

Todo el personal usará los correspondientes elementos de seguridad, al menos:

1. Casco.
2. Botas con punta de acero.
3. Guantes antideslizantes.
4. Lentes de Seguridad.

Todo el personal involucrado en estas actividades, deberá conocer el plan de contingencia. Estas operaciones deberán ser conducidas de acuerdo con los procedimientos de seguridad general.

## **12. PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL**

Las siguientes reglas generales deberán ser llevadas acabo por el personal constructor:

1. Las áreas de trabajo deberán estar siempre limpias.
2. Los desechos deberán estar dispuestos en las áreas autorizadas para tal intención.
3. Los ríos no deberán ser usados para la disposición de los desechos sólidos y orgánicos.

4. Los animales no deberán ser alimentados ni molestados.
5. Pescar, cazar y la posesión de armas de fuego están completamente prohibidos.
6. Especial cuidado es debido al uso de combustibles para evitar derrames. Si ello sucede, mantas absorbentes serán usadas.

Es obligatorio para todo el personal cumplir con las medidas establecidas de Protección Medioambiental.

## 13. FORMATO DE INSTALACIÓN

## INSTALACIÓN DE RECTIFICADOR

**FORMATO CP**

**DIA MES**

Fecha:     /     / 2003

### 1. Información del Lugar

Nombre de localización			
Localización Absoluta	+	RECTIFICADOR #	

### 2. Información Inicial

#### A. DATOS DE LA UNIDAD

PROPIETARIO	NOMBRE	LOCALIZACIÓN	PROVEEDOR	SERIE	MODELO	

REFRIGERACIÓN	CAPACIDAD A.C.		CAPACIDAD D.C.		SHUNT	AUTOMATICO
	V (V)	I (A)	V (V)	I (A)	(A/mV)	
DIL ___ AIR ___					___ / ___	Y ___ N ___

#### B. DATOS DE OPERACIÓN

FUNCIONAMIENTO		A.C.		D.C.		
KW-H	HOURS	V (V)	I (A)	V (V)	shunt (mV)	I (A)

POTENCIAL DE TUBERIA 1 ( " )		P.T 2 ( " )		P.T 3 ( " )		TAPS
ON (mV)	OFF (mV)	ON (mV)	OFF (mV)	ON	OFF	G/F

				(mV)	(mV)	G __ ; F __
--	--	--	--	------	------	-------------

RESIST. A TIERRA (Ohm)	RESIST. ANODOS (Ohm)	IMPRESIÓN DE ONDA #		FOTOGRAFIA #	
		V OUT	POTENCIAL		

**3. COMENTARIOS**

---



---



---



---

Responsable: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

# **ANEXO C**

Instalación de Junction Box

# INSTALACIÓN DE JUNCTION BOX

## INDICE

1.	OBJETIVO	57
2.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	57
3.	ALCANCE	57
4.	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	58
5.	INSTALACIÓN	58
5.1	JUNCTION BOX	58
6.	RESULTADOS	59
7.	RECURSOS	59
7.1	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	59
7.2	PERSONAL	59
8.	SEGURIDAD	60
9.	PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL	61
10.	FORMATO DE INSTALACIÓN	62

## 1 OBJETIVO

Realizar el montaje de: Junction Box y los diferentes accesorios que hacen parte de la ruta del cableado.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

CP – DWG – D – 024      Plano de Instalación del rectificador de Protección  
Catódica

CP – DWG – D – 020      Plano Detalles de Fabricación de la Junction Box

## 3. ALCANCE

Este documento aplica para la Junction Box a instalar en Estaciones de Bombeo (donde existe Rectificador). **Ver Plano CP-DWG-D-024.** ( Pag. 1/2 y 2/2 ).

Además se dan indicaciones sobre las conexiones de Condulets, tuberías flexibles y otros elementos menores.

Así también para detalles de fabricación de la Junction Box,

**Ver Plano CP–DWG–D–020.**

#### 4. DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS

La Junction Box es un elemento que permite el reparto de la corriente que viene de la fuente de energía (Rectificador ó Termo generador) hacia cada una de las tuberías de transporte NG y NGL.

#### 5. INSTALACIÓN

##### 5.1 JUNCTION BOX

Para instalaciones en Estaciones de Bombeo se procede a:

- a. Verificar del sitio de instalación según plano constructivo del sitio.
- b. Verificar el tipo de Junction Box a instalar según el sitio (Reóstato Sencillo o Doble).
- c. Verificar la posición según planos de montaje CP-DWG-D-024.
- d. Anclar con los pernos de sujeción en el mástil por medio del canal en U del que dispone la caja en la parte posterior (un perno en la parte superior y uno en la inferior). Verificar la firmeza del anclaje.
- e. Verificar que la salida de corriente del Rectificador o Termo generador se encuentre apagada.
- f. Una vez anclada y alineada correctamente, identificar los cables de **entrada** según los planos CP-DWG-D-024.
- g- Conectar los cables en las respectivas borneras. Para facilitar la manipulación y conexión en las borneras, es posible hacer una reducción del tamaño del conductor mediante un empalme cable a cable con un conector tubular a presión.
- h. Etiquetar los cables de entrada a la Junction Box.
- i. Realizar la conexión a la malla de la puesta a tierra.

- j. Realizar el ajuste y montaje de las tuberías flexibles mediante los conectores que vienen tanto del conduit rígido como de la caja.
- k. Energizar la fuente de corriente y verificar normalidad de funcionamiento del circuito.

## **6. RESULTADOS**

Formato de Instalación de la Junction Box. – De acuerdo al punto 10.

## **7. RECURSOS**

- Un vehículo 4x4
- Un Ingeniero Electrónico

### **7.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

- Junction Box
- Voltímetro
- Herramienta menor
- Kit para empalme de cables

### **7.2 PERSONAL**

Los trabajos serán dirigidos por un supervisor de la contratista. Este estará a cargo del montaje y del cableado necesario.

## 8. SEGURIDAD

**Atención:** El montaje se realiza manipulando elementos cuyos voltajes y corrientes son peligrosos. Se deben desconectar o apagar los circuitos antes de realizar el montaje. Se debe evitar que líquidos u objetos extraños ingresen en las cajas.

Antes del comienzo de las actividades, el capataz informará correctamente a los trabajadores sobre los riesgos potenciales de los trabajos descritos en este procedimiento, analizando el AST (Análisis Seguro de Trabajo).

Todo el personal usará los elementos de protección correspondientes, por lo menos:

- Casco.
  
- Botas con puntera de acero.
  
- Guantes antideslizantes.
  
- Gafas de seguridad.

Toda la gente implicada en estas actividades, deberá conocer del plan de contingencia. Estas operaciones serán realizadas de acuerdo con los procedimientos Generales de seguridad.

## 9. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Las siguientes reglas generales deben ser acogidas por todo el personal de la contratista:

- Las áreas de trabajo deben estar limpias siempre.
- La basura será dispuesta solamente en las áreas previstas para tal propósito.
- Los ríos no serán utilizados para la disposición de la basura, del suelo o de los restos orgánicos.
- Los animales no serán alimentados, ni serán perturbados.
- La pesca, la caza y el llevar de armas de fuego están completamente prohibidos.
- Se debe tener cuidado especial, con respecto al uso de aceites para evitar derramamientos. Si ocurre cualquier derramamiento, se utilizara una manta absorbente.

## 10. FORMATO DE INSTALACIÓN

 <b>TECHINT</b>	<b>LISTA DE CONTROL</b>					<b>Informe N°</b>	
	<b>TABLEROS ELÉCTRICOS DE CONTROL - GABINETE</b>						
<b>SISTEMA DE TRANSPORTE DE NGL Y GAS NATURAL CAMISEA</b>							
<b>FORMATO</b>							
<b>Identificación:</b>			<b>Unidad/Sistema:</b>				
N°	Descripción	Ref		Fecha	Insp. O.K.		Observaciones
		T	C		T	C	
1	Inspección visual (puertas, identificación)						
2	Ubicación según plano						
3	Liberación de fundaciones						
4	Anclaje, alineación, nivelación y verticalidad						
5	Control de equipamiento						
6	Control de PAT						
7	Verificación de cableado interno						
8	Prueba de aislación						
9	Control de ajuste de conexiones/bornes						
10	Verificación funcional (secuencia de maniobras, señalización, alarmas)						
11	Identificación de cables y borneras						
12	Montaje de componentes menores removidos para su transporte						
<b>Documento de referencia:</b>							
<b>Notas:</b>							
<b>Referencias</b>			<b>Verificación de documentación completada</b>			<b>Pasado a base datos</b>	
T=TECHINT	I=Inspección	T=Testigo	Firma	<b>TECHINT</b>	<b>TGP</b>	<input type="checkbox"/>	
C=CLIENTE	M=Monitoreo	V=Verific.	Fecha	____/____/____	____/____/____		
NA=No Aplicable							

# **ANEXO D**

Procedimiento Para Protección Catódica Temporaria

# **PROCEDIMIENTO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA TEMPORARIA**

## **INDICE**

1. OBJETIVO	65
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	65
3. ALCANCE	65
4. CONCEPTOS TEÓRICOS	65
5. PROCEDIMIENTO	66
6. EQUIPAMIENTO Y MATERIALES	67
7. SEGURIDAD	68
8. PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL	68
9. FORMATO DE INSTALACIÓN	70

## 1. OBJETIVO

Generar un procedimiento para la instalación de los ánodos de Magnesio, que ofrezca una protección catódica temporaria para las tuberías de NG y NGL del proyecto Camisea.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NACE RP0169-96 Control de Corrosión Externa en sistemas subterráneos ó tuberías metálicas sumergidas.

NACE TM04-97-2002 Técnicas de medición relacionado a criterio de protección catódica en sistemas subterráneos ó tuberías metálicas sumergidas.

## 3. ALCANCE

Determinar el procedimiento para resolver toda la protección catódica temporaria de la instalación, para el Proyecto Gas de Camisea.

## 4. CONCEPTOS TEÓRICOS

Es establecido que valores de polarización con potenciales superiores a 1.100 V CSE causa deterioro en las chaquetas de unión catódica, de ahí que el potencial de polarización requerido es como máximo de 1100 mV CU/CuSO<sub>4</sub>.

De acuerdo con las pruebas de campo previas desarrolladas, éste nivel de polarización es obtenido en campo considerando una caída IR de aproximadamente 500 mV, sin embargo

éste valor es variable porque ello depende de la Resistividad del suelo, resistencia de la chaqueta y proximidad de los ánodos.

El ánodo a usar será un ánodo de magnesio de 4 libras con 20 kg de Backfill, bentonita y yeso al 75% y 25% respectivamente.

## **5. PROCEDIMIENTO**

El siguiente procedimiento debe ser aplicado:

- 5.1. Profundidad de la instalación: El ánodo será instalado a una profundidad de 70 cm del nivel del piso, cubierto por 50 cm de tierra natural en posición horizontal.
- 5.2. Conexión: La conexión del cable del ánodo y el cable existente son hechos con cables en paralelo. Cada tubería usó dos cables de cobre de 4 mm<sup>2</sup> con cubierta de 0,6/1 KV. El bulto formado de la unión de los cables en paralelo no son obstruidos.
- 5.3. Almacenamiento de los ánodos: Los ánodos permanecerán en los almacenes del campamento desde donde serán transportados hacia su lugar de instalación.
- 5.4. Poste de Potencial: El poste de potencial será localizado en el centro de las dos líneas y los cables de la tubería de NGL serán rojos y los cables de la tubería de NG serán negros, todos de 4 mm<sup>2</sup>. La longitud de los cables para

los ánodos, será de 3,5 mt. de acuerdo a las observaciones en campo. Las mediciones se toman antes del potencial, después de la instalación y más tarde con una frecuencia de tres meses o cuando una actividad de ingeniería y diseño sean hechos en la respectiva zona.

- 5.5. Contar con el formato establecido para registrar el procedimiento, el cuál será llenado completamente.

## **6. EQUIPAMIENTO Y MATERIALES**

Los recursos, equipos y materiales son descritos como sigue:

- Un Vehículo 4x4
- Martillo, cuerdas, clavos
- Pala de mano y tacho de basura
- Cuchilla
- Guantes de limpieza de varilla ( cuero fino )

**Materiales:**

- Un Cuaderno de inspección
- Cinta Scotch # 23 o similar
- Una Pizarra de aviso
- Formato de inspección

## **7. SEGURIDAD**

Antes de iniciar las actividades, el Supervisor informará correctamente a los trabajadores del potencial riesgo dentro de los trabajos descritos en este procedimiento, analizando el AST (Análisis Seguro de Trabajo). Todo el personal usará los elementos correspondientes de protección, al menos:

- Casco
- Botas con punta de acero
- Guantes antideslizantes
- Lentes de seguridad

Todas las personas implicadas en estas actividades, tendrán que conocer el plan de contingencia. Estas operaciones serán conducidas de acuerdo con los procedimientos generales de seguridad.

## **8. PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL**

Las siguientes reglas generales deberán ser llevadas acabo por el personal constructor:

1. Las áreas de trabajo deberán estar siempre limpias.
2. Los desechos deberán estar dispuestos en las áreas autorizadas para tal intención.

3. Los ríos no deberán ser usados para la disposición de los desechos sólidos y orgánicos.
4. Los animales no deberán ser alimentados ni molestados.
5. Pescar, cazar y la posesión de armas de fuego están completamente prohibidos.
6. Especial cuidado es debido al uso de combustibles para evitar derrames. Si ello sucede, mantas absorbentes serán usadas.



# **ANEXO E**

Fotos Instalación Anodos de Magnesio PS#4

## **FOTOS INSTALACION ANODOS DE MAGNESIO PS#4**

### **INDICE**

1. INSTALACION ANODOS DE MAGNESIO – PS#4 73 - 75

## 1. INSTALACIÓN ANODOS DE MAGNESIO – PS#4

**Foto N°1 Cable Soldado a Tubería de LGN**



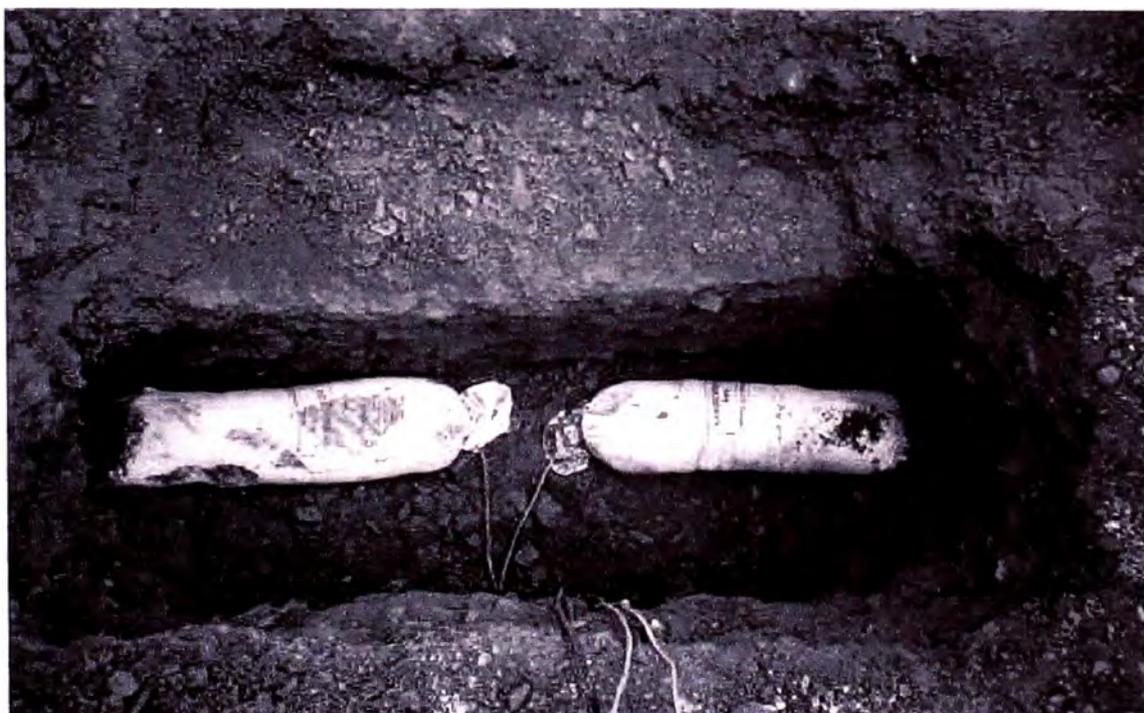
**Foto N°2 Sello Plástico Handy Cap**



**Foto N°3 Instalación Anodos de Magnesio**



**Foto N°4      Cableado Anodos de Magnesio**



**Foto N°5      Tapado Inicial con Arena**



**Foto N°6 Tapado Final con Tierra de Cultivo - Anodos de Magnesio**



# **ANEXO F**

Prueba Medición de Potencial

## **PRUEBA MEDICION DE POTENCIAL**

### **INDICE**

1. OBJETIVO	78
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	78
3. ALCANCE	78
4. TEORIA	79
5. PROCEDIMIENTO	79
6. RESULTADOS	81
7. ANALISIS DE RESULTADOS	82
8. LISTA DE RECURSOS, EQUIPOS Y MATERIALES	82
9. SEGURIDAD	82
10. PROTECCION MEDIO AMBIENTAL	83
11. FORMATO DE MEDICION	84

## 1. OBJETIVO

Medir la Polarización de la Tubería a Tierra – estructura a electrolito – potencial en localizaciones donde un contacto metálico directo con la estructura puede ser hecho.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NACE TM047-97                      Método de prueba Standard. Técnicas de Medición relacionado a criterio de protección catódica en sistemas subterráneos ó tuberías metálicas sumergidas.

NACE 0169-96                      Control de Corrosión Exterior de Sistemas Subterráneos ó Sistemas de Tuberías Metálicas Sumergidas

## 3. ALCANCE

Con este procedimiento el contratista determinará la diferencia de potencial de polarización entre la tubería que lleva gas y el electrodo de referencia habitual.

### 3.1. Frecuencia de Medición

Cada poste de potencial deberá ser probado. Cuando sea posible cada contacto metálico directo con la tubería tales como el City Gate, transiciones de tuberías de aire a tierra y viceversa deberán ser probados.

## 4. TEORÍA

El potencial es una medida de la tendencia de corrosión de una estructura metálica. Termodinámicamente son condiciones en la cuál es más probable a ocurrir en un metal.

Aunque si un metal está en su estado desprotegido ó protegido ello depende de muchos factores, en la industria es aceptado usar el **potencial de polarización** como el criterio principal para la protección. La Polarización se refiere a las caídas de potencial libre IR, y es la suma de potenciales naturales y el cambio producido por la aplicación de la protección Catódica. La norma NACE 0169-96 “ Control de Corrosión Exterior de Sistemas Subterráneos ó Sistemas de Tuberías Metálicas Sumergidas “ lista los criterios y otras consideraciones que indicarán, cuando es usado el uno ó el otro separadamente ó en combinación, si una adecuada Protección Catódica de un sistema de tubería metálica a sido logrado.

## 5. PROCEDIMIENTO

Seleccionar eléctricamente sectores aislados de la tubería a ser estudiado, usualmente zonas entre juntas aisladas. Para cada sector, cada fuente de corriente

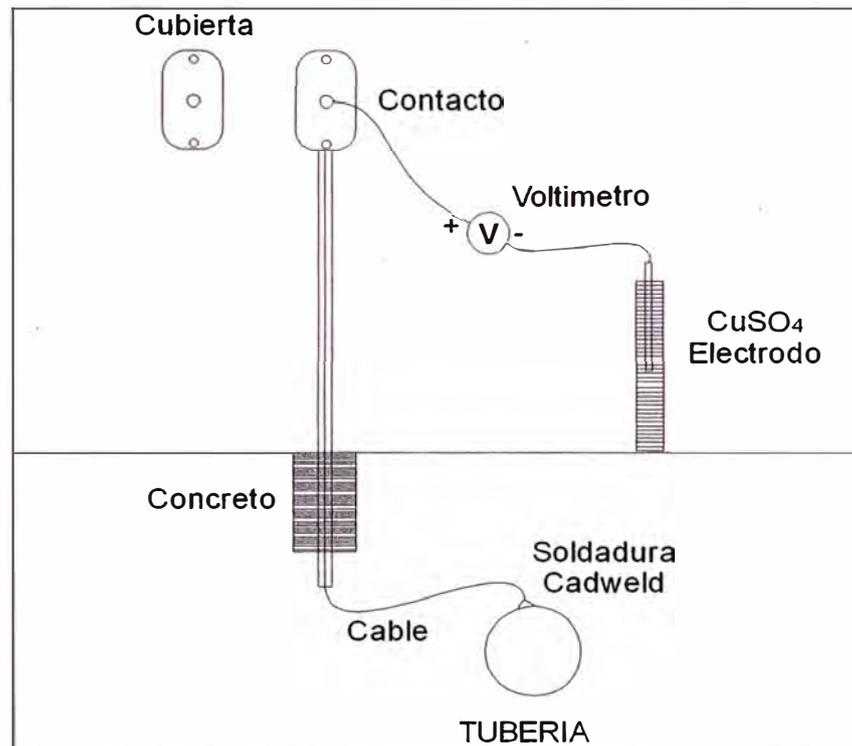
de protección catódica que influye al sistema, debe ser interrumpido sincronizadamente en orden para obtener los potenciales de polarización verdadera y los potenciales libres IR. La interrupción sincronizada debe ser diariamente chequeado vía impresión de la onda. El período On de la onda deberá ser tres (3) veces el período Off, el periodo Off deberá estar entre uno (1) y tres (3) segundos. Registrar la información en el formato preestablecido.

Los dispositivos principales usados para realizar una prueba de medición de potencial son:

- Interruptor de corriente con capacidad de sincronización
- Voltímetro y accesorios con alta impedancia
- Celda de referencia calibrado tales como Cobre Saturado/Sulfato de Cobre. El electrodo debe ser comparado con un electrodo de laboratorio ó maestro y la diferencia en voltajes no deberá exceder los 5 mV.

Una vez que todas las fuentes de corriente hayan sido interrumpidas sincronizadamente, localizar una estación de prueba de potencial ó un sitio de contacto metálico directo. Antes de empezar verificar el voltaje inducido AC y si está por encima de los 15 V AC para el trabajo y reportar la situación a un superior. Si el voltaje AC está por debajo de los 15 V AC entonces se procede a conectar los cables al voltímetro y lo encendemos, seleccionando un rango adecuado del instrumento basado en valores esperados. Colocar la celda de referencia tan cerca como sea posible a la tubería, esta posición está sobre la superficie de la tierra directamente sobre la parte superior de la tubería. Asegurarse de que haya un buen contacto entre el electrodo conectado y el electrolito, humedecer la tierra si es

necesario. Conectar el terminal negativo al electrodo y luego conectar el terminal positivo hacia un cable aislado de la estación de prueba. Registrar las lecturas tomadas On y Off y tener en mente que el período más grande es el valor de potencial On.



**Figura 1.** Esquema Medición de Potencial

## 6. RESULTADOS

Los valores obtenidos son los potenciales de polarización On y Off en el lugar de prueba.

## **7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Cuando el potencial polarizado Off está entre menos de (-)850 mV y (-)1150 mV, entonces la protección es adecuada y si hay evidencia de corrosión inducida microbiológicamente el criterio de protección mínima es (-)950 mV. Los valores son juzgados basados en la norma NACE 0169-96.

## **8. LISTA DE RECURSOS, EQUIPOS Y MATERIALES**

Los recursos, equipos y materiales que este procedimiento requiere son:

- Un Vehículo 4x4
- Un Interruptor de corriente con capacidad de sincronización
- Un Voltímetro con alta impedancia
- Una Celda de referencia calibrada
- Un Cuaderno de inspección
- Formato de medición

## **9. SEGURIDAD**

Antes de iniciar las actividades, el Supervisor informará correctamente a los trabajadores del potencial riesgo dentro de los trabajos descritos en este procedimiento, analizando el AST (Análisis Seguro de Trabajo). Todo el personal usará los elementos correspondientes de protección, al menos:

- Casco
- Botas con punta de acero
- Guantes antideslizantes
- Lentes de seguridad

Todas las personas implicadas en estas actividades, tendrán que conocer el plan de contingencia. Estas operaciones serán conducidas de acuerdo con los procedimientos generales de seguridad

## **10. PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL**

Las siguientes reglas generales deberán ser llevadas acabo por el personal constructor:

1. Las áreas de trabajo deberán estar siempre limpias.
2. Los desechos deberán estar dispuestos en las áreas autorizadas para tal intención.
3. Los ríos no deberán ser usados para la disposición de los desechos sólidos y orgánicos.
4. Los animales no deberán ser alimentados ni molestados.
5. Pescar, cazar y la posesión de armas de fuego están completamente prohibidos.
6. Especial cuidado es debido al uso de combustibles para evitar derrames. Si ello sucede, mantas absorbentes serán usadas.

## 11. FORMATO DE MEDICIÓN

PRUEBA MEDICIÓN DE POTENCIAL				
FORMATO CP				
DIA MES		CICLO (mS)		IMPRESIÓN ONDA
FECHA: ___ / ___ 2003		On ___ Off ___		Buena ___ Mala ___
ITEM	LOCALIZACIÓN	POTENCIAL (-mV)		COMENTARIOS
	(Km)	On	Off	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

# **ANEXO G**

Procedimiento de Instalación Cadweld

# PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN CADWELD

## INDICE

1.	OBJETIVO	87
2.	NORMAS	87
3.	ALCANCE	87
4.	TEORÍA	88
5.	PROCEDIMIENTO	88
6.	PRUBA DE LA UNIÓN	91
7.	EQUIPO	92
8.	MATERIALES	92
9.	RECURSOS	92
10.	SEGURIDAD	93
11.	PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL	93
	Documento de Referencia N°1	95
	Dibujo Poste de Potencial con Cama Anodica en junta Monolítica	99

## 1. OBJETIVO

Ejecutar en el terreno la junta ó unión eléctrica y mecánica de dos cuerpos de metal usando termo-soldadura.

## 2. NORMAS

ANSI / ASME B31.8-1992 Sistemas de transmisión y distribución de gas en tuberías

A-7D 5/97 ISSUE Guía para las conexiones eléctricas CADWELD del Instalador e inspector

A-9E 10/97 ISSUE Recomendaciones a contratistas para el uso de productos CADWELD

CA-1A 3/95 ISSUE Conexiones de Protección Catódica de productos CADWELD

## 3. ALCANCE

El procedimiento aplica solamente para:

- Cable Negativo del rectificador hacia las uniones de la tubería
- Cable hacia las uniones de la tubería para junta eléctrica
- Cable desnudo hacia las uniones de Varillas de Cu para las puestas a tierra.

## 4. TEORÍA

Siempre es necesitado llevar a cabo conexiones entre cuerpos metálicos. En el punto de drenaje de un sistema de Protección Catódica, el terminal negativo debe ser unido con la estructura a ser protegida, cuando son secciones aisladas de tuberías algunas veces es necesitado hacer uniones ó juntas eléctricas entre tales secciones para proteger catódicamente a lo largo de toda la tubería.

La Termo-soldadura es un proceso de ejecución de conexión eléctrica entre cobre con cobre ó cobre con acero en la cual ninguna energía externa es requerida. La reducción de óxido de cobre granular por el aluminio produce cobre fundido que después de solidificado une los elementos de interés, ver Figura 1.



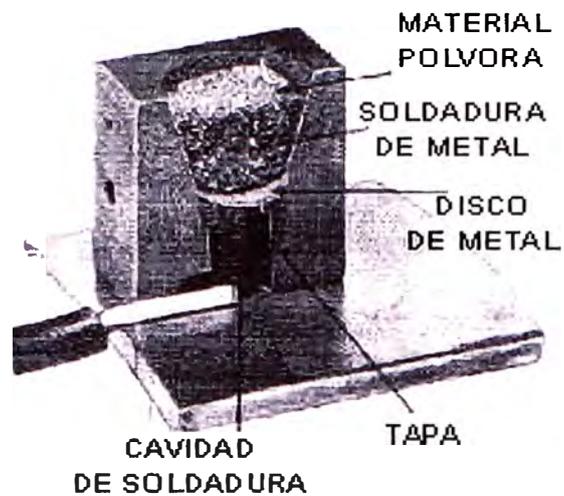
**Figura 1.** Conexión Soldada entre dos cables y superficie

## 5. PROCEDIMIENTO

### 5.1 Cable N° 4 AWG ó menor para Tubería

- a. Seleccionar el molde apropiado.
- b. Limpiar el área de tubería en el cuál el cable será soldado.

- Dejar la superficie libre de suciedad, polvo y humedad.
- c. Quitar un área de chaqueta de tubería de aproximadamente 8x8 cm.
  - d. Limpiar la superficie expuesta con cepillo de metal. Lijar la superficie de la tubería hasta obtener metal brillante.
  - e. Quitar tres a cuatro centímetros de aislamiento de cable en la punta. Secar y limpiar el cable expuesto y moldear.
  - f. Introducir el conductor dentro de la cavidad del cable del molde usado. Ver Figura 2.
  - g. Fijar el cable y molde sobre la superficie de la tubería de metal expuesta.
  - h. Poner el disco de metal ó cono metálico dentro del molde. Ver Figura 2.
  - i. Verter los 15 gramos de soldadura de metal en polvo. Ninguna carga pesada es usada sobre la parte superior del disco de metal. Ver Figura 2. Dispersar material pólvora de acción rápida sobre la soldadura de metal y dirigirlo hacia el borde del molde donde se encuentra una ranura o cavidad para poder encenderlo. Ambos, la soldadura de metal y el material pólvora de acción rápida vienen en el mismo sobre.
  - j. Cerrar la cubierta del molde e iniciar la ignición con fósforo ó encendedor. Ser cuidadoso y no respirar los gases producidos por la ignición.
  - k. Después de solidificado el metal levantar el molde. Quitar las escorias y restos de soldadura del molde.



**Figura 2.** Arreglo de Soldadura

Para detalles de reparación de la chaqueta de la tubería y aislamiento del cable, Ver Documento de Referencia N°1, adjuntado.

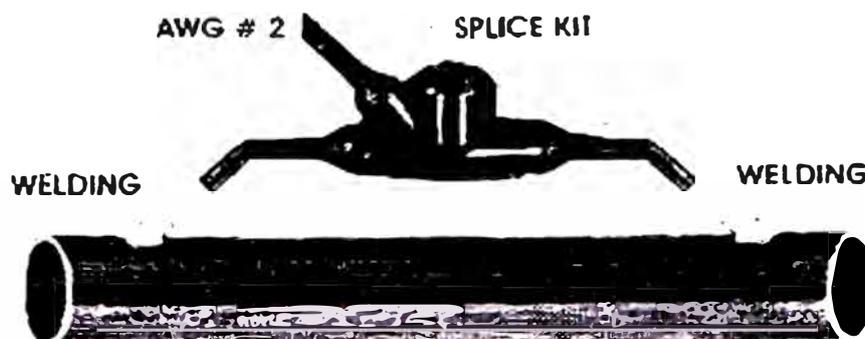
## **5.2. Cable N° 2 AWG ó mayores para Tubería**

Realizar el procedimiento 5.1, con carga de soldadura de metal de 15 gramos; y si una buena soldadura no es posible ver el punto 6 y llevar a cabo lo siguiente:

- a. Cortar 50 cm de cable AWG # 4. Este cable servirá para conectar eléctricamente el cable más grande hacia la tubería.
- b. Soldar cada extremo de cable AWG # 4 siguiendo los pasos establecidos en la sección 5.1. La separación de soldadura deberá ser al menos 30 cm uno de otro.
- c. Conectar el cable N°4 AWG hacia el cable más grande. En este caso

el cable más grande actúa como la derivación.

Ver figura 3.



**Figura 3.** Arreglo de soldadura para cable 2 AWG ó mayores

Para detalles de reparación de la chaqueta de la tubería y aislamiento del cable, Ver Documento de Referencia N°1, adjuntado.

### **5.3 Uniones de varillas de cobre con cable desnudo**

Usar el procedimiento descrito en el punto 5.1 pero esta vez el molde debe ser apropiado para el cable a la varilla – tierra – conexiones.

## **6. PRUEBA DE LA UNIÓN**

El conductor no debe ser expuesto dentro del área a soldar. La altura de la soldadura efectuada debe estar por encima del conductor pero no muy grande. El color de la soldadura después de cepillado la conexión es dorado a bronce, color

plateado también es normal. La superficie de la soldadura deberá ser razonablemente lisa y libre de depósitos de escoria. La superficie deberá estar básicamente libre de porosidad. La superficie debe soportar un martilleo transversal.

## **7. EQUIPO**

- Moldes
- Cepillo metálico
- Cuchilla
- Caja de herramienta

## **8. MATERIALES**

- Papel de lija
- Soldadura de metal (15g)
- Disco metálico
- Cerillos
- Handy Cap, para la reparación de la chaqueta de la tubería y aislamiento del cable.

## **9. RECURSOS**

- Un Vehículo 4x4
- Un Ingeniero Electricista

- Un Ingeniero de Corrosión
- Un Ayudante

## **10. SEGURIDAD**

Antes de empezar las actividades, el supervisor deberá informar a los trabajadores acerca de los riesgos potenciales involucrados en las tareas descritas en este procedimiento, analizando el AST (Análisis Seguro de Trabajo).

Todo el personal usará los correspondientes elementos de seguridad, al menos:

1. Casco
2. Botas con punta de acero
3. Guantes antideslizantes
4. Lentes de seguridad

## **11. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

Las siguientes reglas generales deben ser acogidas por todo el personal de la contratista:

- Las áreas de trabajo deben estar limpias siempre.
- La basura será dispuesta solamente en las áreas previstas para tal propósito.
- Los ríos no serán utilizados para la disposición de la basura, del suelo o de los restos orgánicos.
- Los animales no serán alimentados, ni serán perturbados.

- La pesca, la caza y el llevar armas de fuego están completamente prohibidos.
- Se debe tener cuidado especial, con respecto al uso de aceites para evitar derramamientos. Si ocurre cualquier derramamiento, se utilizará una manta absorbente.

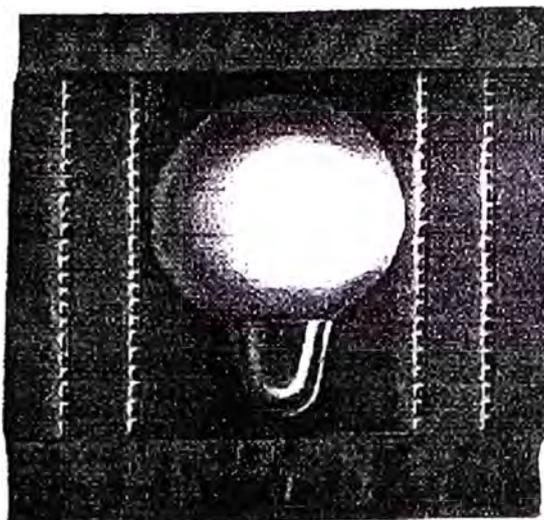
Es obligatorio para todo el personal cumplir con las medidas establecidas para la protección del medio ambiente.

## **DOCUMENTO DE REFERENCIA N°1**

### **Reparación de la chaqueta de la tubería y aislamiento del cable en el punto de soldadura utilizando el sello plástico Handy Cap**

El **ROYSTON HANDY CAP** es un elemento prefabricado diseñado para protección catódica de tuberías y tanques principalmente. Se aplica en el punto de soldadura entre el cable del ánodo y la tubería presionando firmemente hasta que quede bien fijado. Se formará un sello de aislamiento eléctrico altamente resistente en dicho punto.

A continuación se muestra una fotografía del **HANDY CAP**:

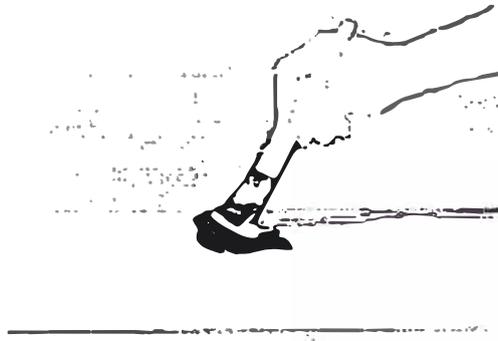


- **Uso**

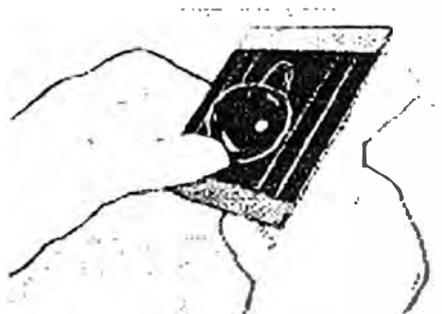
ROYSTON HANDY CAP es fácilmente aplicado y económico. Puede ser usado en todos los cables de ánodos y en pruebas en áreas con cables soldados. Es especialmente útil para soldaduras en molinos que cuentan con tuberías enchaquetadas, donde solamente una pequeña parte de la chaqueta ha de ser removida para permitir la instalación de las conexiones térmicas a tierra. Es ideal para uso en situaciones con acceso limitado, porque ello puede ser manipulado fácilmente.

- **Procedimiento de Aplicación**

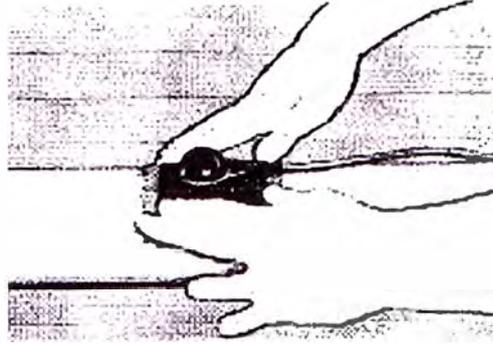
**Paso1.** Limpiar todo el barro, suciedad, grasa, aceite y otros contaminantes de la superficie del metal. Aplicar una capa de Royston ROYBOND 747 PRIMER y dejar secar hasta que una apariencia No-brillante aparezca, el cual tomará aproximadamente 5 minutos, dependiendo de la humedad y temperatura.



**Paso 2.** Quitar el papel adhesivo del fondo del ROYSTON HANDY CAP. Posicionar y colocar el Handy Cap sobre el área soldada con la protuberancia menor sobre la dirección del cable.



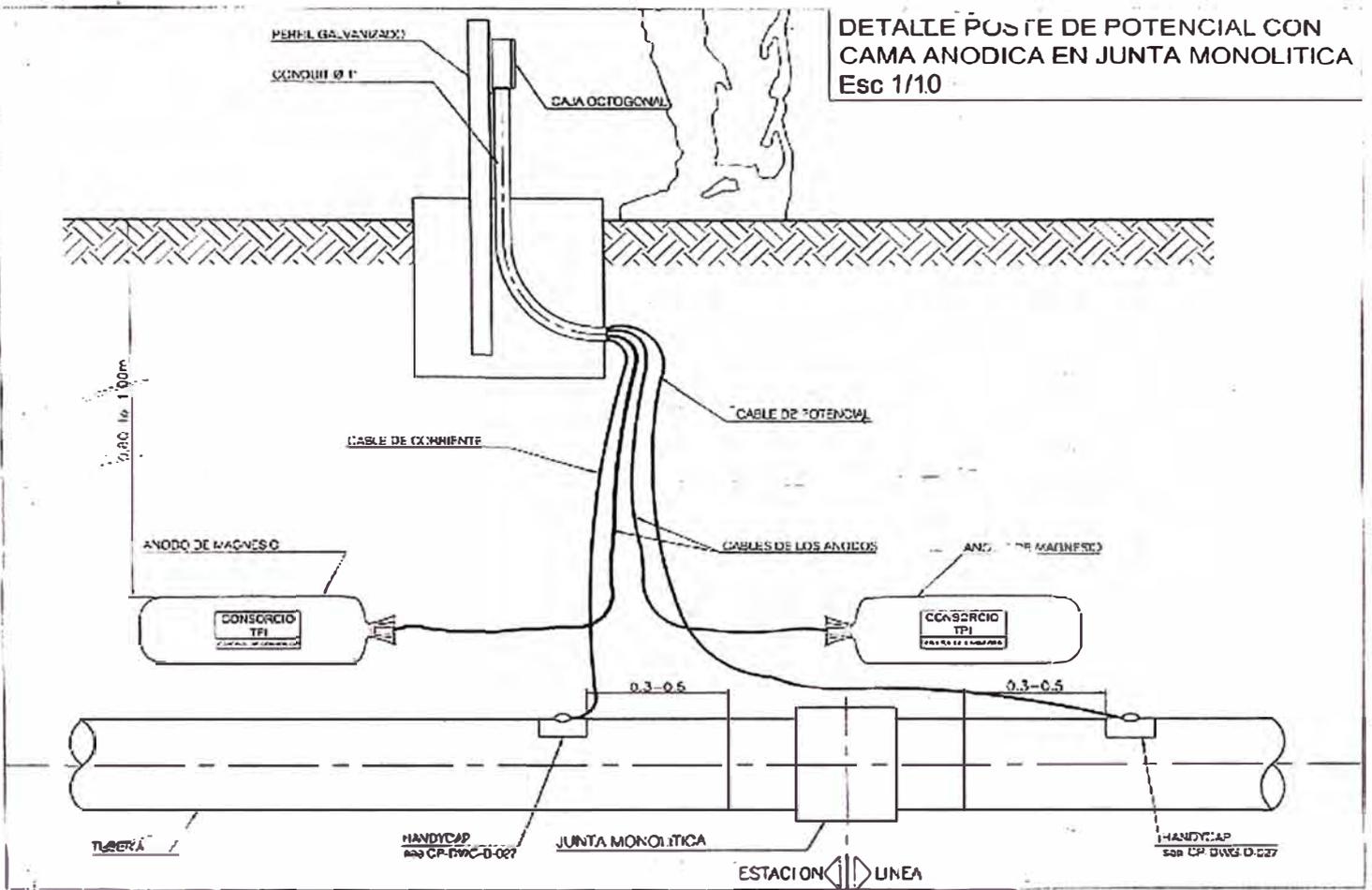
**Paso 3.** Presionar firmemente los alrededores del Handy Cap dentro del área soldada. Ahora levantar el cable guía lejos de la tubería y presionar el jebe negro completamente alrededor y por debajo del cable.



Ninguna otra protección es necesaria cuando ROYSTON HANDY CAP cubra el área metálica entera expuesta. Áreas no cubiertas deberán ser protegidas solamente con la aplicación de cinta ó masilla, tales como ROYSTON BLUE MAX WATER PIPE LINE TAPE CP ó ROYSTON ROSKOTE MASTIC.

- **Propiedades Típicas**

<b>Construcción</b>	Capa plástica moldeada llenado con componente resistente a la corrosión sobre una base de cinta elastomérica	
<b>Dimensiones</b>	Total:	4"x4"
	Hoja plástica	2 1/34"x4"
	Espesor de la hoja:	10 mils
	Bóveda plástica:	1 4/8" diametro, 0,8" altura
	Espesor de la cinta	125 mils
<b>Peso</b>	2,1 +/- 0,2 onzas	
<b>Temperatura de aplicación</b>	-20 a +120 grados F	
<b>Temperatura de servicio</b>	-40 a +185 grados F	
<b>Tiempo de conservación</b>	Al menos un año	



# **ANEXO H**

**Conexiones en Estación Prueba de Potencial**

# CONEXIONES EN ESTACIÓN PRUEBA DE POTENCIAL

## INDICE

1.	OBJETIVO	103
2.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	103
3.	ALCANCE	103
4.	PROCEDIMIENTO	104
5.	RESULTADOS	109
6.	LISTA DE RECURSOS, EQUIPOS Y MATERIALES	109
7.	SEGURIDAD	110
8.	PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL	110
9.	FORMATO DE CONEXIÓN EN POSTE KILOMETRICO	112



**POSTE DE POTENCIAL**

## 1. OBJETIVO

Llevar acabo las conexiones del cable de potencial y los postes de prueba de potencial junto al ánodo de sacrificio hacia la tubería.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NACE TM 0497-2000      Técnicas de Medición relacionado a criterio de protección catódica en sistemas subterráneos ó tuberías metálicas sumergidas.

## 3. ALCANCE

Con este procedimiento los siguientes cables serán colocados en los terminales del tablero de prueba de potencial:

- NG, 2 Cables
- NGL, 2 cables
- Cable Anodo, 1 ó 2 cables.

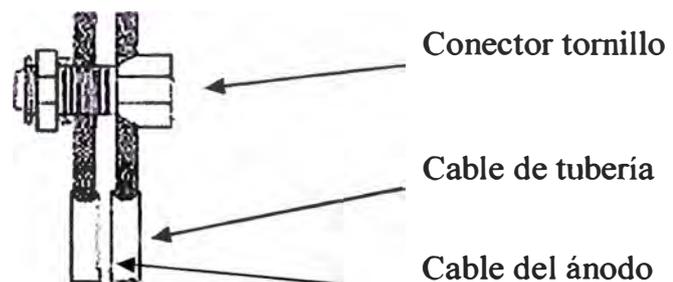
Cuando los ánodos de sacrificio no están presentes, los cables a ser colocados son dos (2) NG y dos (2) cables NGL de medición de potencial.

## 4. PROCEDIMIENTO

El siguiente procedimiento será completamente entendido antes de que el personal de campo intente realizarlo:

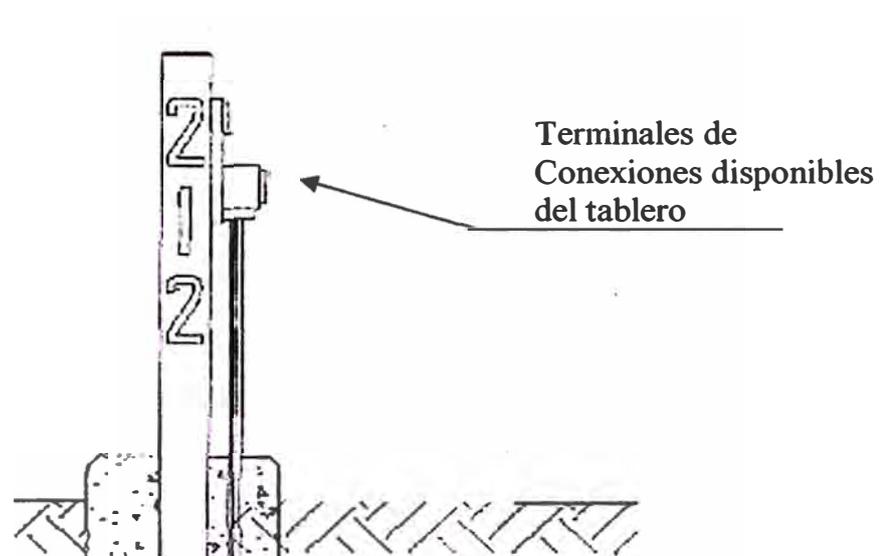
### 4.1 Prueba de poste con ánodo de sacrificio

- a. Localizar los cables a ser probados en los terminales del tablero. Estos cables son (1) el cable del ánodo y los dos (2) cables de la tubería, un total de tres (3) por tubería si se considera el ánodo. Si la protección catódica temporaria ha sido previamente llevado acabo, el cable del ánodo y el cable de potencial están ya unidos como se muestra en la figura 1. Anular el cable del ánodo de la unión al cable de la tubería, quitar las cintas y el tornillo, si es demasiado dificultoso cortar ambos cables cerca de la unión.



**Figura 1. Unión temporaria del cable del ánodo y el cable de la Tubería**

b. Tendido de los cables – usualmente los cables NGL son rojo y siempre el cable del ánodo es negro, presentarlos a través del conduit curvado y sacarlos hacia el terminal del tablero. Ver figura 2.



**Figura 2. Terminal de Prueba de Potencial de la Caja del Tablero**

c. Conectar un terminal a presión. Ver figura 3 para cada uno de los cables como se indica debajo:

- Limpiar con un trapo la suciedad y el polvo del cable
- Pelar un (1) centímetro de aislamiento en cada cable
- Lijar el conductor descubierto
- Hacer una conexión firme entre el conductor descubierto y el terminal con un alicate.



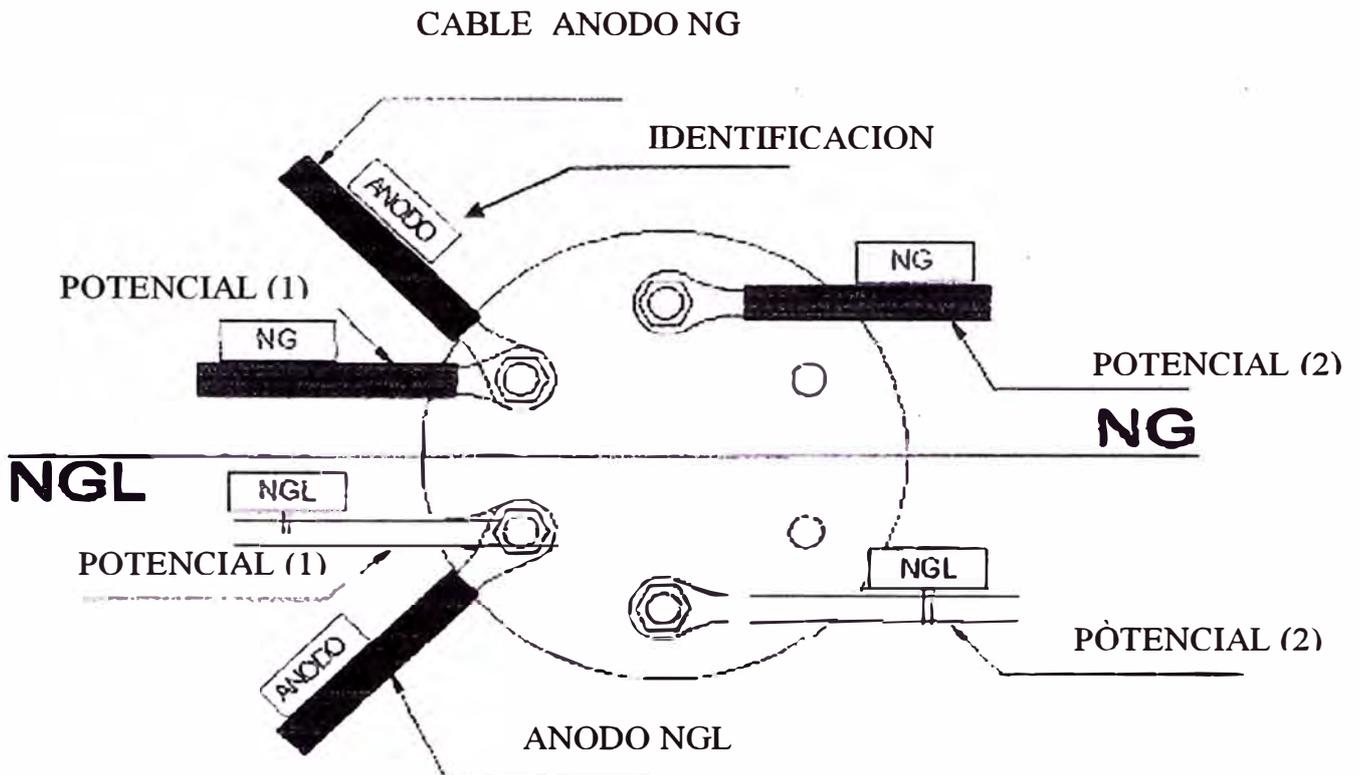
**Figura 3. Terminal y cable para conexión a terminal**

d. De no ser posible identificar claramente cual cable es el cable del ánodo, proceder como sigue:

- Encender un multímetro y seleccionar la opción VDC en el rango de 2 Volts.
- Conectar el terminal negativo (-) hacia un electrodo de Referencia.
- Conectar el terminal positivo (+) del voltímetro a cada uno de los cables de la tubería y leer el valor del potencial.
- El valor más negativo es el cable del ánodo. Los cables de la tubería leen un valor menos negativo.
- Marcar el cable del ánodo usando un marcador de cable y relacionarlo con la palabra “ANODO”. Ver figura 4.
- Marcar los cables de la tubería. Ver figura 4.

e. Seleccionar uno de los cables de potencial y el cable del ánodo. Entonces atornillarlos juntos en uno de los terminales como

se muestra en la figura 4. Atornillar el otro cable de potencial NGL hacia otro de los terminales. Los cables NGL serán colocados en la parte más baja de los terminales del tablero.



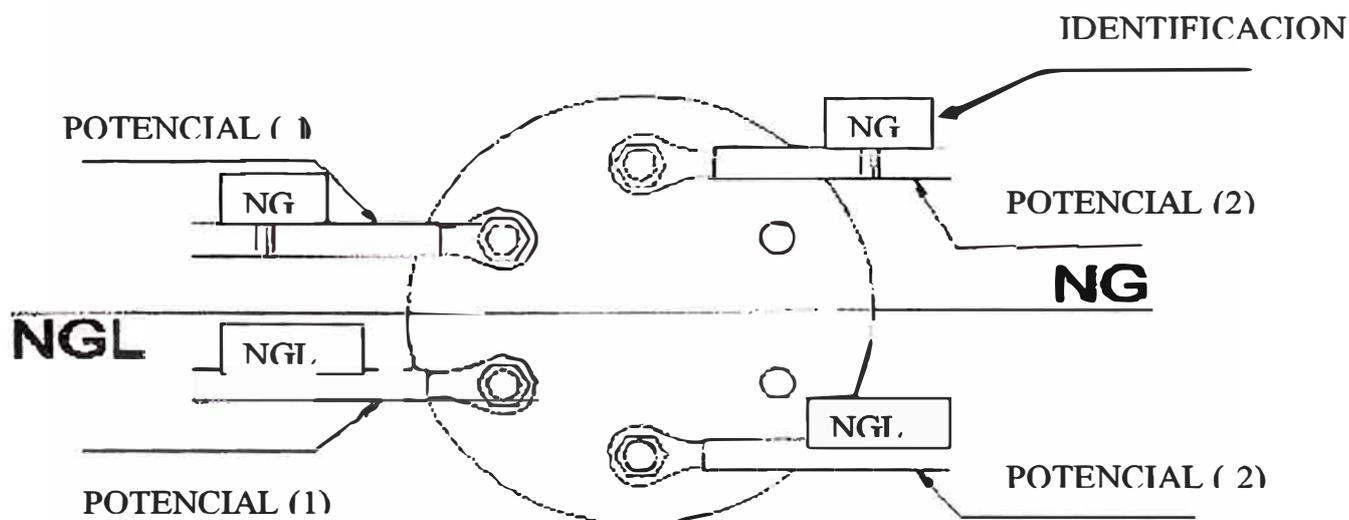
**Figura 4 . Conexión Tubería y Ánodo**

f. Repetir pasos b a e. esta vez para la tubería NG. Los cables NG serán fijados hacia la parte superior de los terminales del tablero.

Ver figura 4.

#### 4.2 Prueba de Estación sin Ánodo

- a. Localizar los cables a ser fijados en los terminales del tablero. Estos cables son dos (2) cables de potencial de la tubería.
- b. Llevar los cables de la tubería NGL , usualmente los cables de potencial NGL son de color rojo; presentarlos a través del conduit curvado y llevarlos hacia los terminales del tablero.
- c. Conectar un terminal a presión para cada uno de los cables
- d. Atornillar cada cable de la tubería en los terminales como se muestra en la figura 5. Los cables NGL serán colocados en la parte más baja de los terminales del tablero.



**Figura 5. Conexión de Cables de la Tubería**

- e. Repetir pasos b a d. esta vez para la tubería NG. Los cables NG serán fijados hacia la parte superior de los terminales del tablero. Ver figura 5.
- f. Marcar los cables de la tubería. Ver figura 5.

## **5. RESULTADOS**

Leer el potencial On de las tuberías como sigue:

- a. Encender un multímetro y seleccionar la opción VDC en el rango de 2 Volts.
- b. Conectar el terminal negativo (-) hacia un electrodo de referencia.
- c. Conectar el terminal positivo (+) del voltímetro a cada uno de los cables de la tubería y leer el valor del potencial.
- d. Llenar el formato respectivo. Ver Punto 9.
- e. Reportar cualquier lectura más positiva que -850mV.

## **6. LISTA DE RECURSOS, EQUIPOS Y MATERIALES**

Los recursos, equipos y materiales que éste procedimiento requiere son:

- Vehículo
- Voltímetro
- Alicates
- Conectores a presión
- Papel lija
- Celda de referencia calibrada
- Marcador de cable
- Cuaderno de notas

## **7. SEGURIDAD**

Antes de iniciar las actividades, el Supervisor informará correctamente a los trabajadores del potencial riesgo dentro de los trabajos descritos en este procedimiento, analizando el AST (Análisis Seguro de Trabajo ). Todo el personal usará los elementos correspondientes de protección, al menos:

- Casco
- Botas con punta de acero
- Guantes antideslizantes
- Lentes de seguridad

Todas las personas implicadas en estas actividades, tendrán que conocer el plan de contingencia. Estas operaciones serán conducidas de acuerdo con los procedimientos generales de seguridad

## **8. PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL**

Las siguientes reglas generales deberán ser llevadas acabo por el personal constructor:

1. Las áreas de trabajo deberán estar siempre limpias.
2. Los desechos deberán estar dispuestos en las áreas autorizadas para tal intención.

3. Los ríos no deberán ser usados para la disposición de los desechos sólidos y orgánicos.
4. Los animales no deberán ser alimentados ni molestados.
5. Pescar, cazar y la posesión de armas de fuego están completamente prohibidos.
6. Especial cuidado es debido al uso de combustibles para evitar derrames. Si ello sucede, mantas absorbentes serán usadas.



# **ANEXO I**

**Ensayo de Cables del Lado de la Tubería**

## **ENSAYO DE CABLES DEL LADO DE LA TUBERÍA**

### **INDICE**

1.	OBJETIVO	115
2.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	115
3.	ALCANCE	115
4.	PROTOCOLO DE PRUEBAS	115
5.	RESULTADOS	116
6.	RECURSO	117
7.	SEGURIDAD	117
8.	PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL	119
9.	FORMATO ENSAYO DE CABLES DEL LADO DE LA TUBERÍA	120

## **1. OBJETIVO**

Realizar pruebas de continuidad a los cables soldados a las Tuberías.

## **2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

- Diagrama de cableado de la Junction Box de la Protección Catódica
- Instalación del Rectificador de Protección Catódica

## **3. ALCANCE**

Este documento aplica para los cables soldados a las tuberías NG y NGL.

## **4. PROTOCOLO DE PRUEBAS**

### **4.1 Cables soldados a la tubería**

Con el fin de probar la continuidad de los cables se debe realizar lo siguiente:

- a. Ubicación de la Junction Box según plano.
- b. Verificar que la salida de corriente del Rectificador, se encuentre apagada.
- c. Ubicar los terminales de los cables en la Junction Box (Cable Negativo y Cable Potencial).
- d. Verificar la existencia de los cables conectados a las tuberías (Cable Negativo, Cable Potencial).

- e. Unir un terminal del multímetro al cable negativo y otro al cable de potencial y verificar continuidad.
- f. Unir un terminal del multímetro al cable negativo y otro al cable de potencial y medir la resistencia.
- g. Energizar la fuente de corriente.

#### **4.2 Cable del electrodo**

Con el fin de probar el buen estado del cable del electrodo se debe:

- a. Comprobar el estado de los cables.
- b. Ubicación de la Junction Box según plano.
- c. Ubicar los terminales de los cables en la Junction Box (Cable Potencial y cable del electrodo).
- d. Verificar la existencia de los cables conectados a las tuberías (Cable Potencial y cable del electrodo).
- e. Unir el terminal positivo del multímetro al cable de potencial, el negativo al electrodo y medir la diferencia de potencial. Un valor negativo entre -0.2 y -2 V es indicativo del correcto funcionamiento de la celda de referencia y por tanto del cable.

### **5. RESULTADOS**

Mostrados en el Formato de Ensayo de Cables del Lado de la Tubería.

## 6. RECURSOS

- Una Movilidad 4x4
- Un Ingeniero Electricista

### 6.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Voltímetro
- Cables de conexionado
- Herramienta menor

### 6.2 PERSONAL

Los trabajos serán dirigidos por un supervisor de la contratista.

El supervisor y el personal técnico deberán tener claro el procedimiento a seguir.

## 7. SEGURIDAD

**Atención:** La inspección se realiza manipulando elementos cuyos voltajes y corrientes son peligrosos.



Toda la gente implicada en estas actividades, deberá conocer del plan de contingencia. Estas operaciones serán realizadas de acuerdo con los procedimientos generales de seguridad.

## **8. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

Las siguientes reglas generales deben ser acogidas por todo el personal contratista:

- Las áreas de trabajo deben estar limpias siempre.
- La basura será dispuesta solamente en las áreas previstas para tal propósito.
- Los ríos no serán utilizados para la disposición de la basura, del suelo o de los restos orgánicos.
- Los animales no serán alimentados, ni serán perturbados.
- La pesca, la caza y el llevar de armas de fuego están completamente prohibidos.
- Se debe tener cuidado especial, con respecto al uso de aceites para evitar derramamientos. Si ocurre cualquier derramamiento, se utilizara una manta absorbente.
- Se debe tener cuidado especial, con respecto al manejo y manipuleo de combustibles. En el caso de un derrame, se deberá controlar con una brigada y equipo especializado.

## 9. FORMATO ENSAYO DE CABLES DEL LADO DE LA TUBERÍA

## ENSAYO DE CABLES DEL LADO DE LA TUBERÍA

<b>FORMATO</b>		<b>REPORTE #</b> _____	<b>CONTRATISTA</b> CONTROL DE CORROSION	
<b>SITIO:</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>ELEMENTO ID:</b>		<b>REPORTE N°</b>		
<b>PLANO:</b>		<b>AREA:</b> PROTECCIÓN CATÓDICA		
	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TPI</b>	<b>FECHA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	A. Ubicación de cables: Potencial y Negativo de NG			
	B. Verificación continuidad entre cables NG			
	C. Valor de resistencia entre cables NG			_____ (miliOhm)
2	A. Ubicación de cables: Potencial y Negativo de NGL			
	B. Verificación continuidad entre cables NGL			
	C. Valor de resistencia entre cables NGL			_____ (miliOhm)
3	A. Ubicación de cables: Potencial y Electrodo de NG			
	B. Valor de potencial NG			_____ (V)
4	A. Ubicación de cables: Potencial y Electrodo de NGL			
	B. Valor de potencial NGL			_____ (V)
<b>OBSERVACIONES FINALES:</b>				
<b>FIRMA:</b> _____				
<b>APROBADO</b>				
<b>CONTRATISTA</b>		<b>TECHINT</b>		<b>TGP</b>
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:
FECHA:		FECHA:		FECHA:

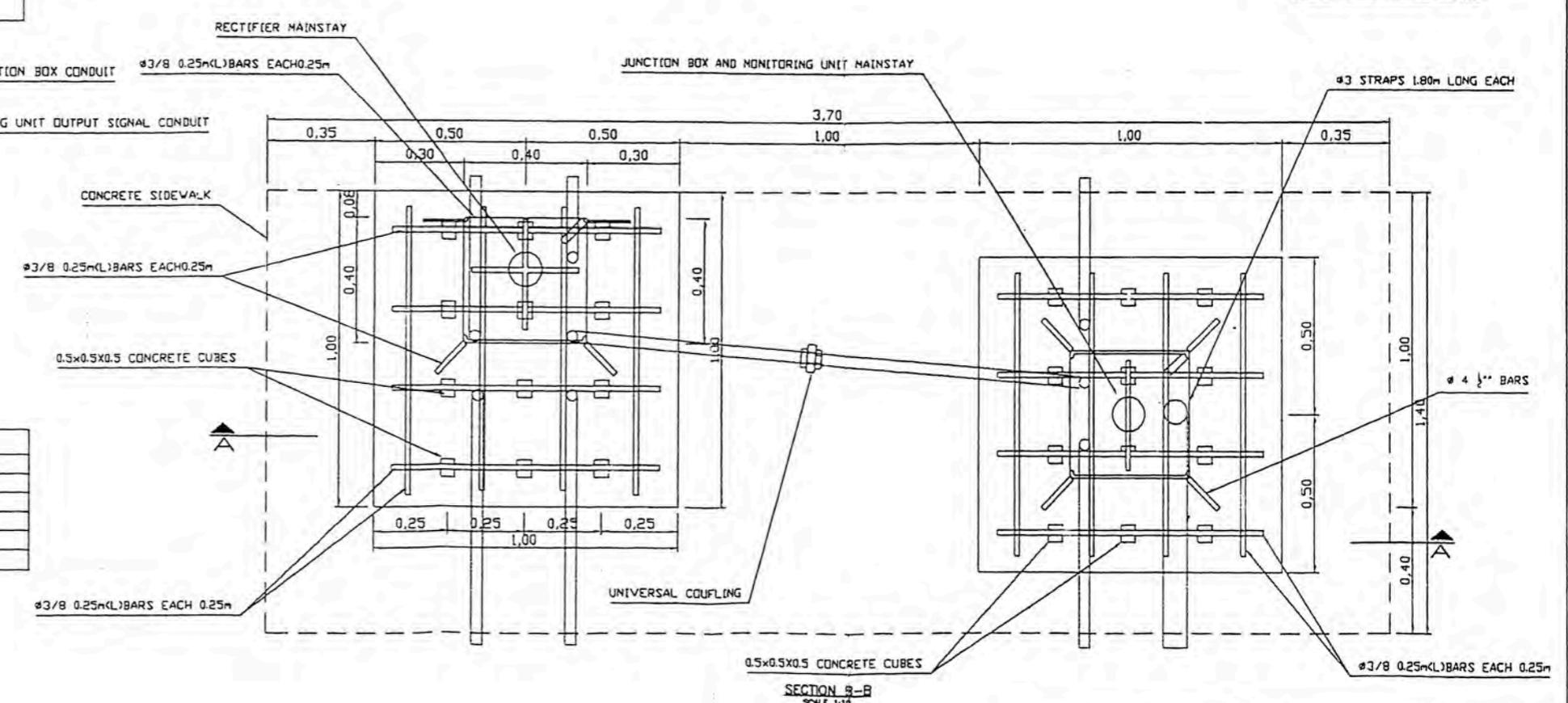
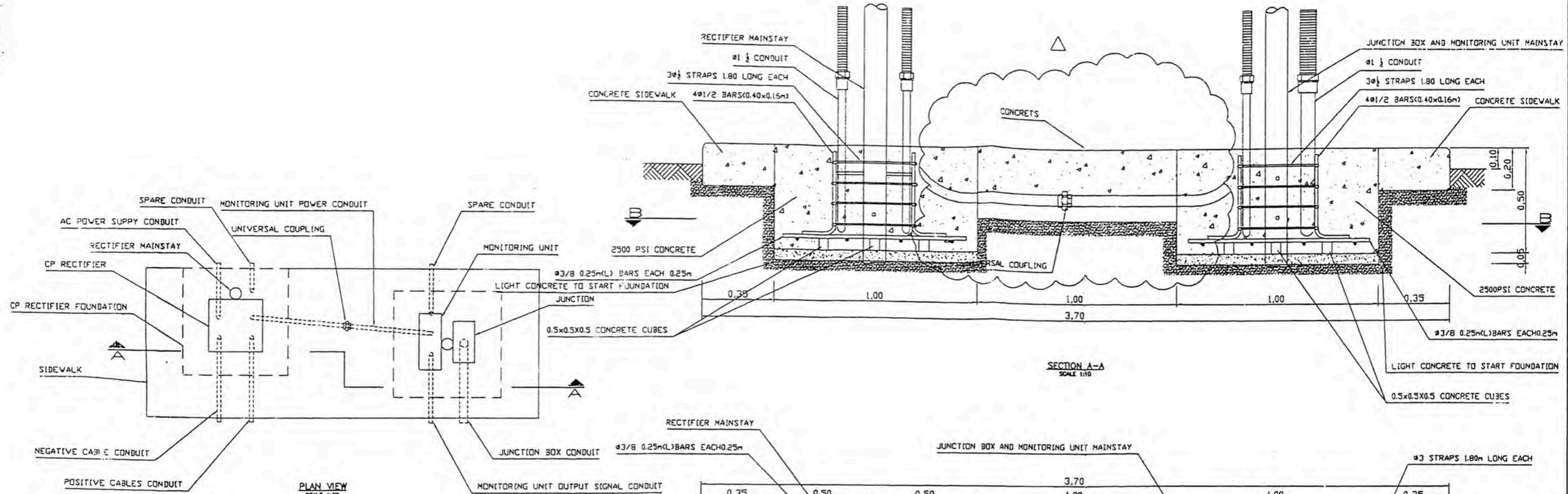


TABLE 1. MAIN COMPONENTS

ITEM	NAME	QTY	DESCRIPTION
1	Concrete	2m <sup>3</sup>	2500 PSI Prmbed Concrete
2	# 1/2" Iron Bars	8	7.7' spaced, L1=0.4m, L2=0.15m
3	# 3/8" Iron Bars	16	L = 0.25m
4	# 1/4" Iron Bars	8	L = 1.8m banded for foundation straps
5	Concrete Cubes	24	0.05x0.05x0.05

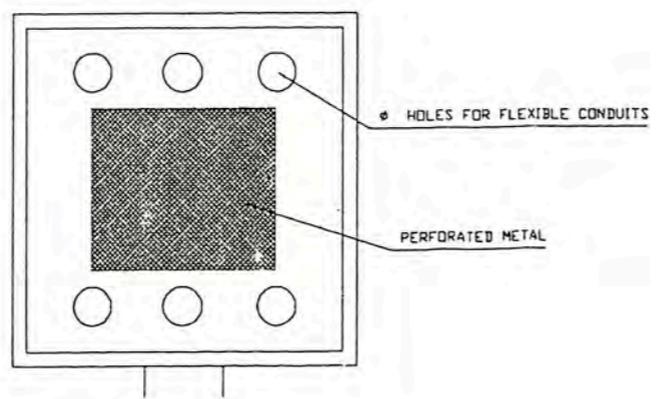
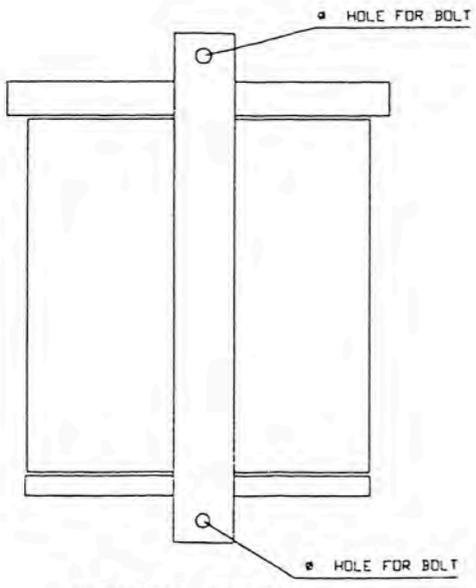
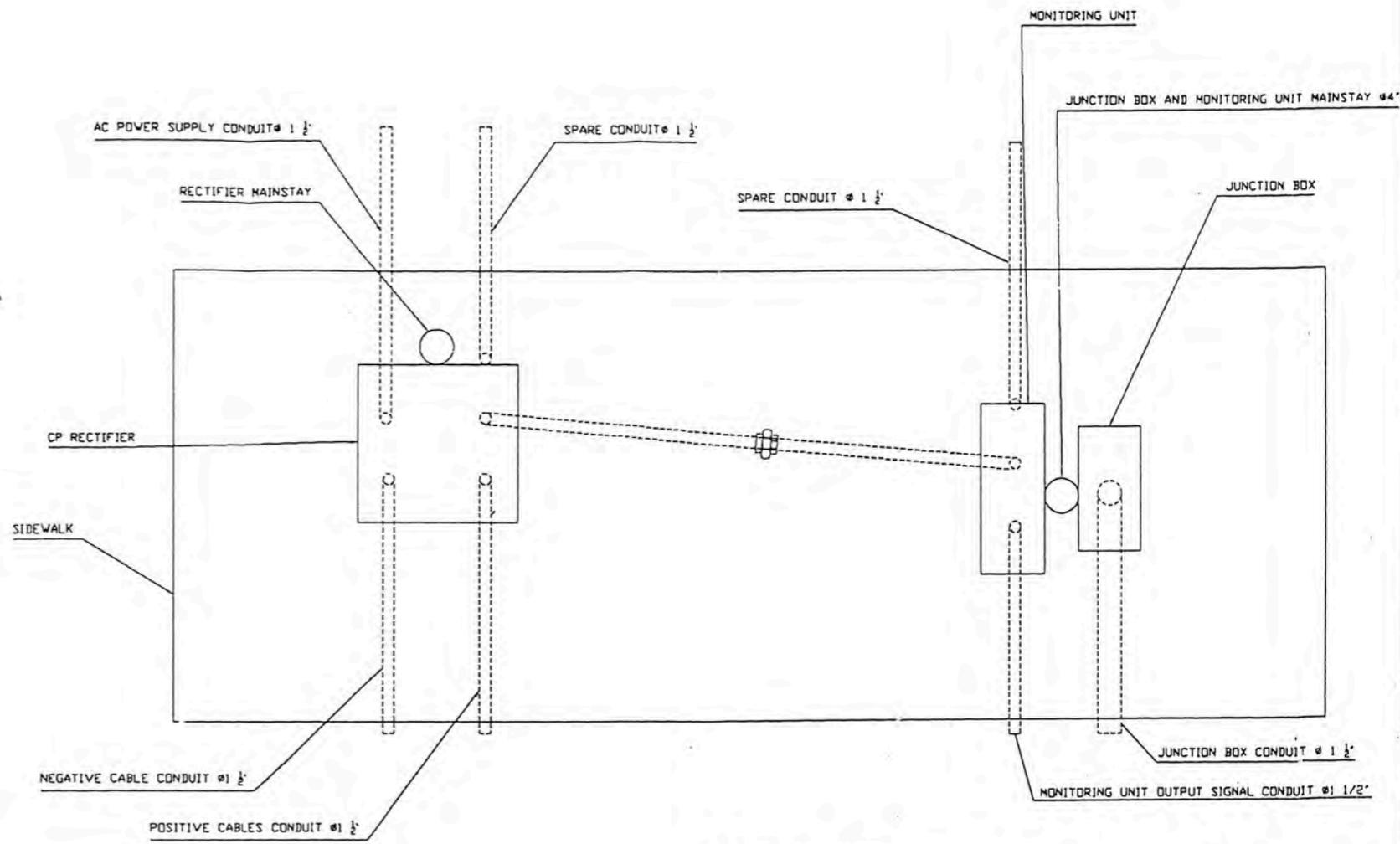
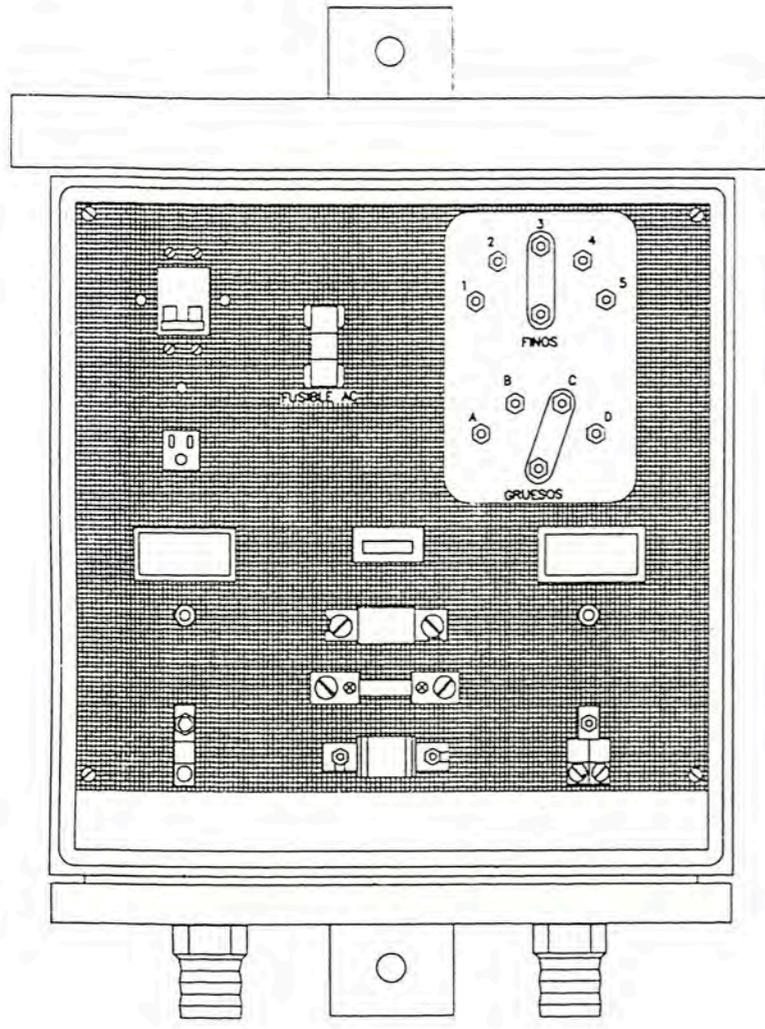
NOTES

- ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
- IRON FOR REINFORCEMENT 50,000PSI.
- CONDUITS SHOULD BE DISTRIBUTED IN THE FOUNDATION ACCORDING TO IRON BARS DISTRIBUTION AND MINIMAL SEPARATIONS INDICATED CP-DWG-0-019.

REFERENCE DRAWINGS

DESCRIPTION	NO.
CP JUNCTION BOX AND MONITORING UNIT INSTALLATION DETAILS	CP - DWG-0-019
CP RECTIFIER INSTALLATION	CP - DWG-0-024

ISSUED FOR APPROVAL	DATE	SCALE	PREP	CHKD	APPROV
<b>TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU</b> CAMISA NATURAL GAS AND NGL TRANSPORTATION SYSTEM CONTRACTOR <b>CATHODIC PROTECTION</b> FOUNDATION DETAILS FOR RECTIFIER, MONITORING UNIT AND JUNCTION BOX AT PUMPING STATIONS					



CP-DWG-0-019

NOTES

- 1.- ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
- 2.- IRON FOR REINFORCEMENT 60,000PSI.
- 3.- CONDUITS SHOULD BE DISTRIBUTED IN THE FOUNDATION ACCORDING TO

REFERENCE DRAWINGS	
CP JUNCTION BOX AND MONITORING UNIT INSTALLATION DET/LS	CP - DWG-0-019
CP RECTIFIER INSTALLATION	CP - DWG-0-024

REV.	DESCRIPTION	DATE	PROJ.	DRW.	CHECK.	APPROV.
△						
△	GENERAL UPDATE	25/08/03	CSV	JMA	JCP	
△	ISSUED FOR CONSTRUCTION	30/05/03	CSV	JMA	JCP	
△	ISSUED FOR APPROVAL	07/04/03	CSV	JMA	JCP	

**TGP** TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU  
CAMISEA NATURAL GAS AND NGL TRANSPORTATION SYSTEM

CONTRACTOR

CATHODIC PROTECTION  
RECTIFIER INSTALLATION

CP-DWG-D-024

Pag 2 of 2

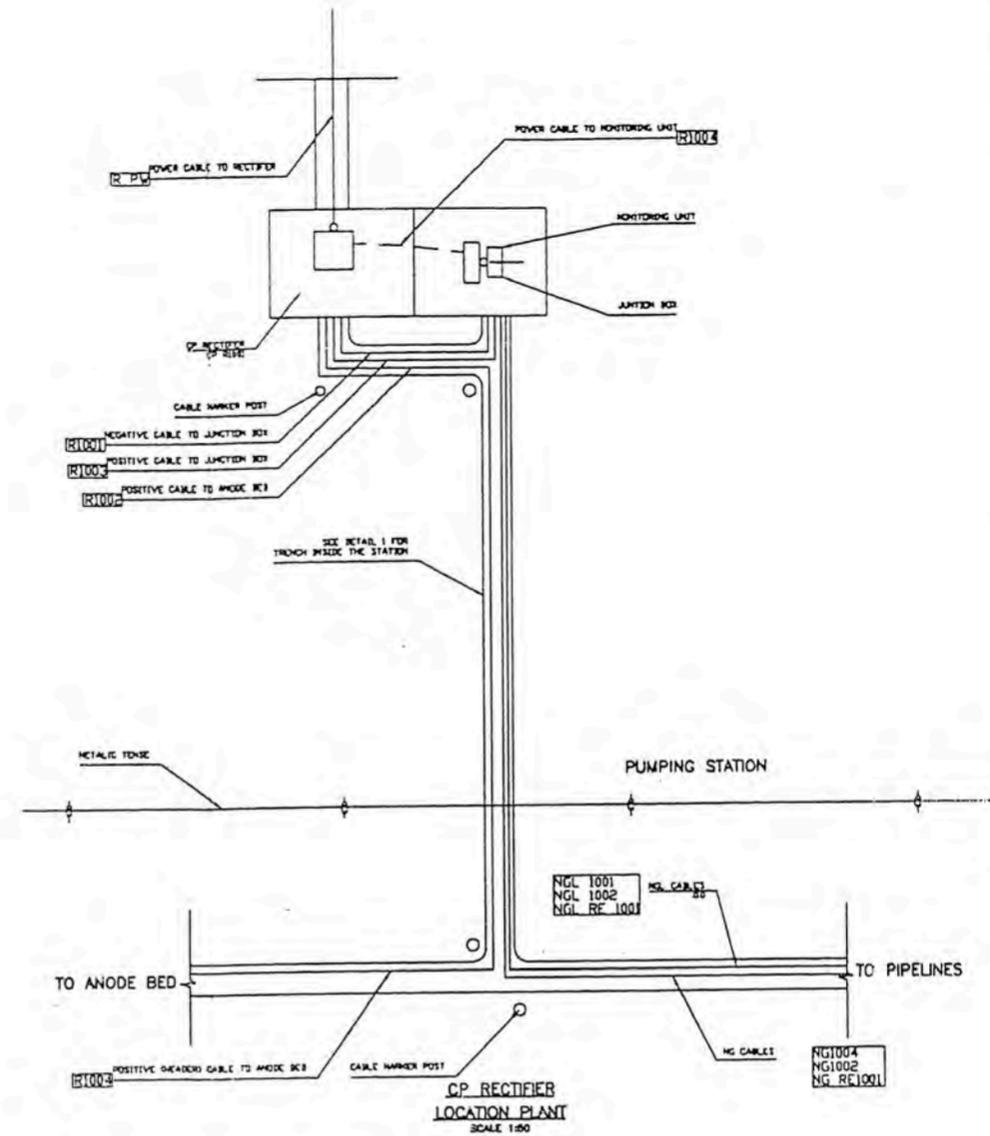
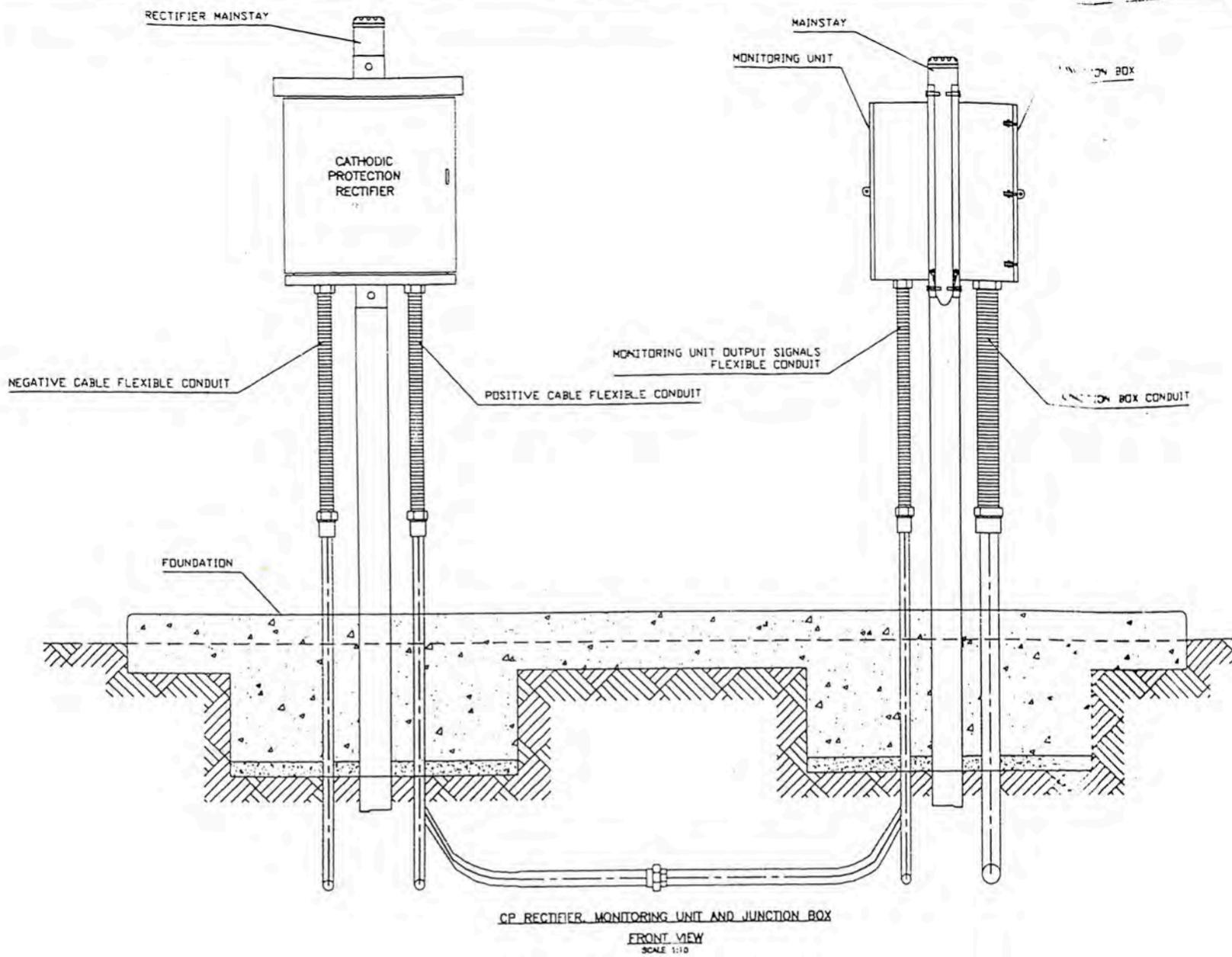


TABLE 1. MAIN COMPONENTS

ITEM	NAME	QTY	DESCRIPTION
1	Rectifier	1	30V/10A Enclosure 304SS-1/16" Nump. 3R SEE CP-DOC-007
2	Junction Box	1	304SS-1/16" 0.35x0.55x0.20(L.H.W)
3	Monitoring Unit	1	304SS-1/16" 0.35x0.55x0.21(L.H.W)
4	Mainstay	2	Galvanized Pipe #4'2.5m(L)
5	Curved Conduit for input/output cables	8	Galvanized Conduit #1 1/2" 0.9m(L) r=0.30,0.6m(L2)
6	Curved Conduit for input/output cables	1	Galvanized Conduit #3" 0.9m(L) r=0.20,0.6m(L2)
7	Flexible Conduit and Gland Ends	7	Steel #1 1/2", 1m(L)
8	Flexible Conduit and Gland Ends	1	Steel #3", 1m(L)
9	Bolt, Washer and Nut	4	Steel #3/8"x6"(L)

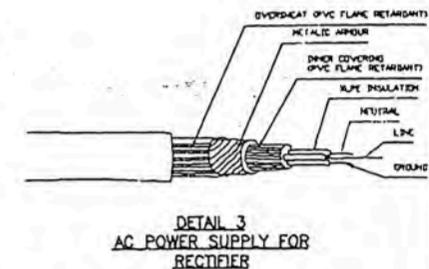
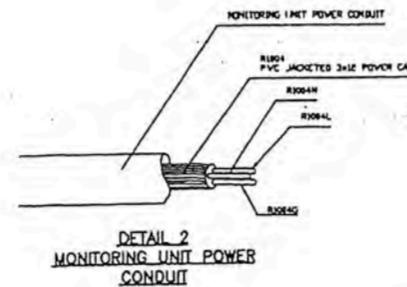
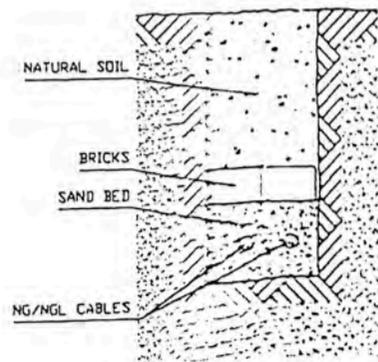


TABLE 2. WIRING

CODE	NAME	INSULATION	AWG	COLOR	BURIED	LENGTH(m)
R1001	Negative Cable to Junction Box	HVMPE	2	BLACK	N	15
R1002	Positive Cable to Anode Bed	HVMPE	2	BLACK	N	SEE CP-DWG 0-002
R1003	Positive Cable to Junction Box	HVMPE	10/2	BLACK	Y	15
R1004	Power Cable to Monitoring Unit (L.H.W)	PVC	3x12x15mm(COATED)	BLACK JACKET (OVERHEAT CONDUIT)	Y	15

REFERENCE DRAWINGS

CP JUNCTION BOX AND MONITORING UNIT INSTALLATION DETAILS	CP - DWG-0-019
CP RECTIFIER INSTALLATION	CP - DWG-0-024

CP-DWG-0-019.

NOTES

- ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
- IRON FOR REINFORCEMENT 60,000PSI.
- CONDUITS SHOULD BE DISTRIBUTED IN THE FOUNDATION ACCORDING TO IRON BARS DISTRIBUTION AND MINIMAL SEPARATIONS INDICATED.

REV./REV.	DESCRIPTION	DATE	PROJ.	DRWN.	CHECK.	APPROV.
△	GENERAL UPDATE	25/08/03	CSV	JMA	JCP	
△	ISSUED FOR CONSTRUCTION	30/05/03	CSV	JMA	JCP	
△	ISSUED FOR APPROVAL	07/04/03	CSV	JMA	JCP	

**TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU**  
 CAMISEA NATURAL GAS AND NGL TRANSPORTATION SYSTEM  
 CONTRACTOR  
 CATHODIC PROTECTION RECTIFIER INSTALLATION

Pag 1 of 2

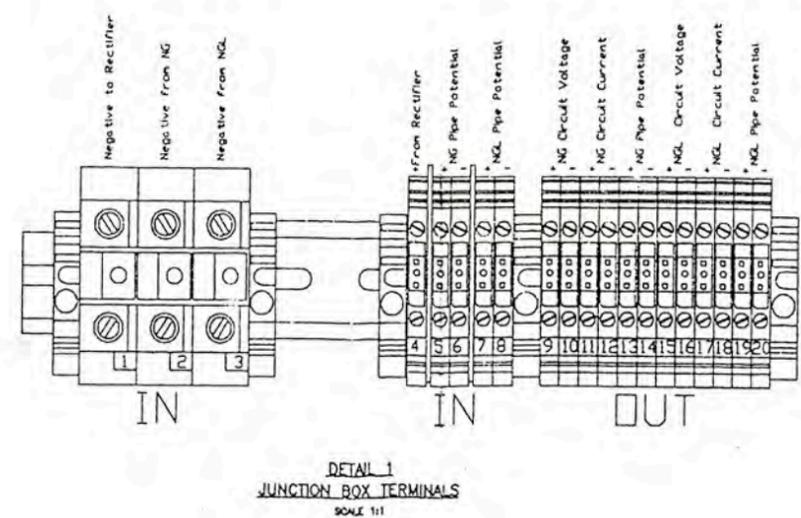
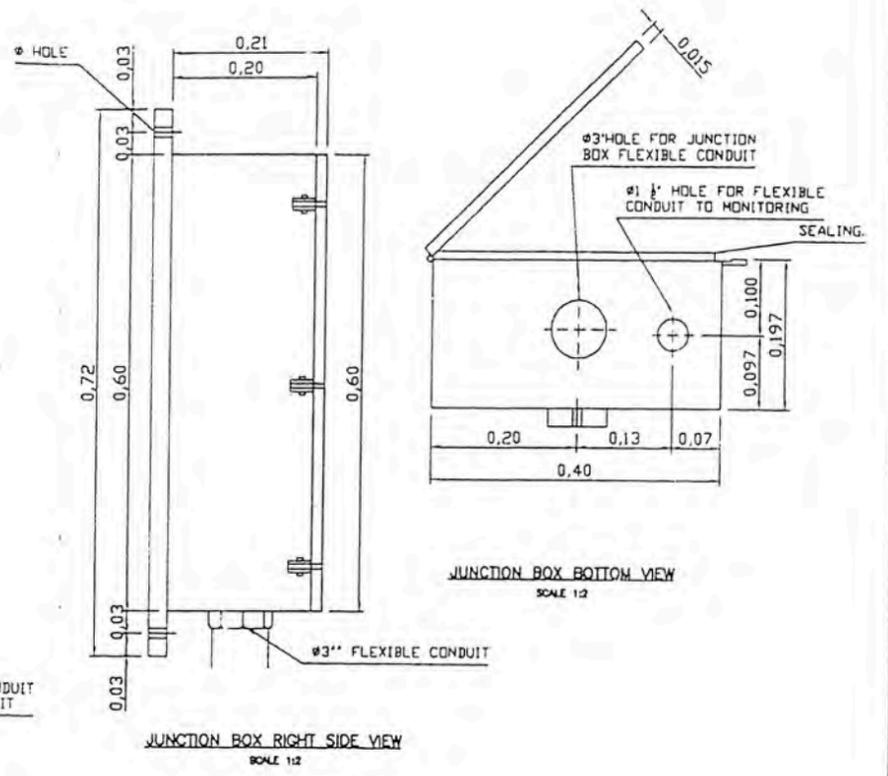
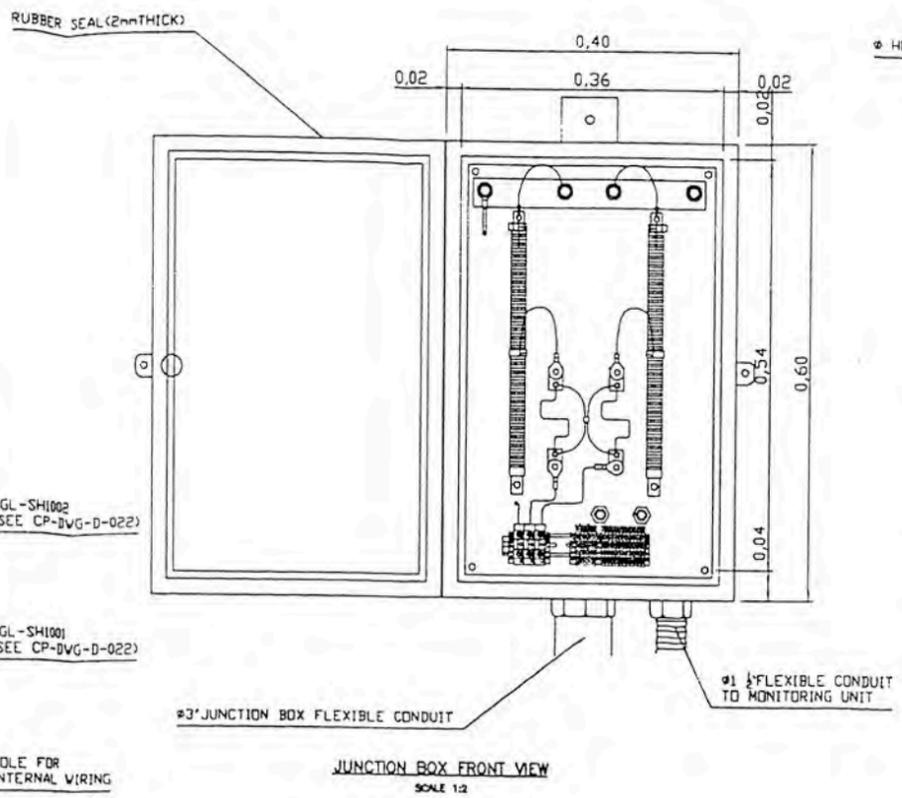
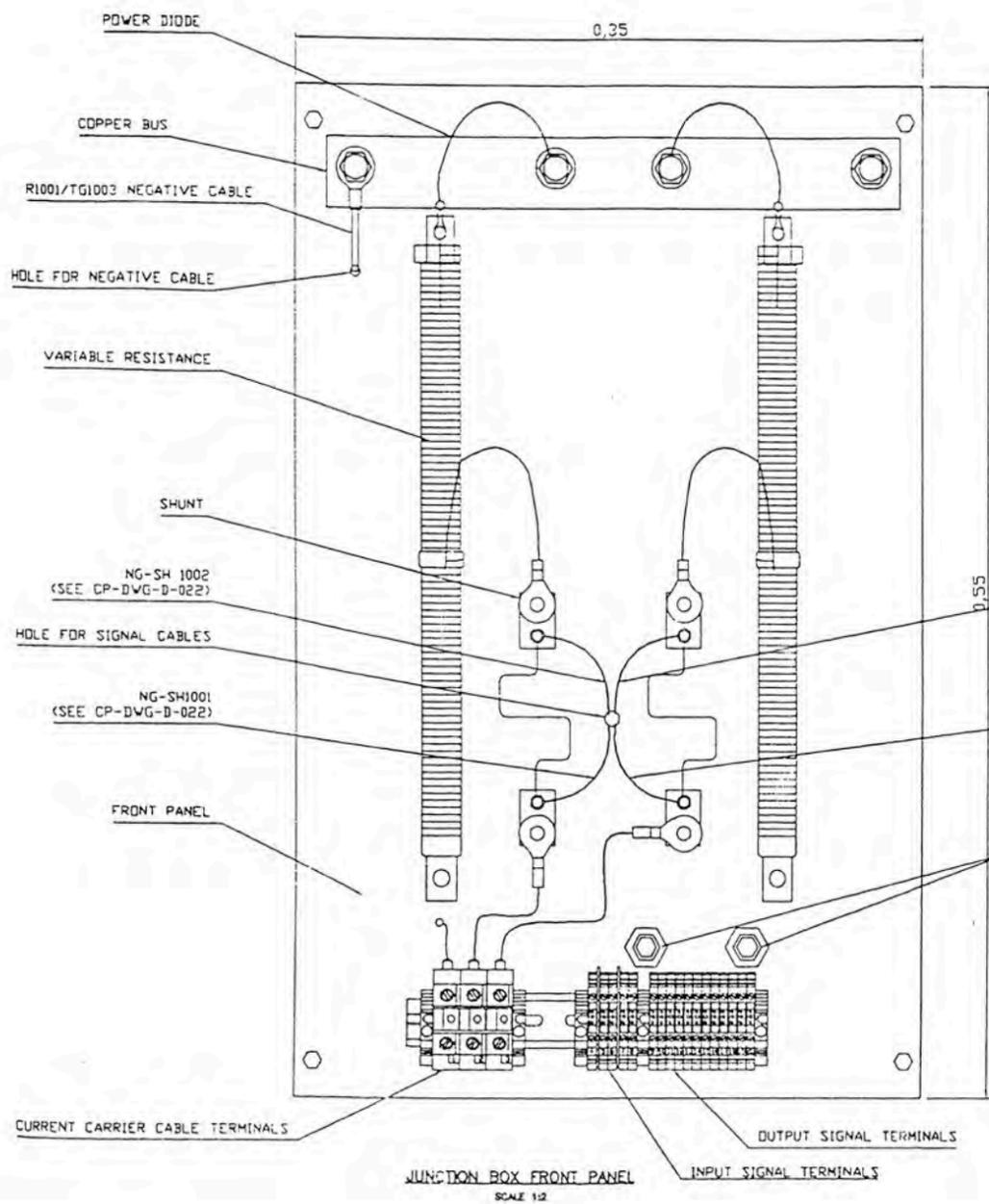


TABLE 1. MAIN COMPONENTS

ITEM	NAME	QTY	DESCRIPTION
1	Junction Box Enclosure	1	X2555-1/16" 0.40x0.50x0.21(L,H,W) IP25
2	Current Carrier Terminals	3	16x66x51mm(L,H,W) AWG (22-10)
3	Signal Terminals	17	6x60x47mm(L,H,W) AWG (22-10)
4	Shunt	2	0.1 Ohm(1A/100mV)-6A
5	Variable Resistance	2	0-100ohm-300W,0.32m(L)x30cm/O-1000ohm-300W,0.32m(L)x30cm(see note 2)
6	Power Diode	2	Direct Type 75A-1200V
7	Copper Bus(Plate)	1	-
8	Front Panel	1	Coated Steel 0.36x0.49x0.004(L,H,W)

CP-DWG-0-019.

NOTES

- ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
- IRON FOR REINFORCEMENT 60,000PSI.
- CONDUITS SHOULD BE DISTRIBUTED IN THE FOUNDATION ACCORDING TO IRON BARS DISTRIBUTION AND MINIMAL SEPARATIONS INDICATED

REFERENCE DRAWINGS

CP JUNCTION BOX WIRING DIAGRAM	CP - DWG-0-022
CP MONITORING UNIT WIRING DIAGRAM	CP - DWG-0-023
CP RECTIFIER INSTALLATION	CP - DWG-0-024
CP THERMOELECTRIC GENERATOR INSTALLATION	CP - DWG-0-025
CP FOUNDATION FOR RECTIFIER MONITORING UNIT AND JUNCTION BOX AT PS	CP - DWG-0-035
CP FOUNDATION FOR MONITORING UNIT AND JUNCTION BOX AT THERMOGENERATORS	CP - DWG-0-036

REV.	DESCRIPTION	DATE	PROJ.	ENGR.	CHECK.	APPROV.
1	ISSUED FOR CONSTRUCTION/GENERAL UPDATE	05/11/03	CSV	JMA	JCP	
2	GENERAL UPDATE	27/08/03	CSV	JMA	JCP	
3	ISSUED FOR CONSTRUCTION/CHANGES INDICATED	06/05/03	CSV	JMA	JCP	
4	ISSUED FOR APPROVAL	24/02/03	JCP	JMA	JCP	



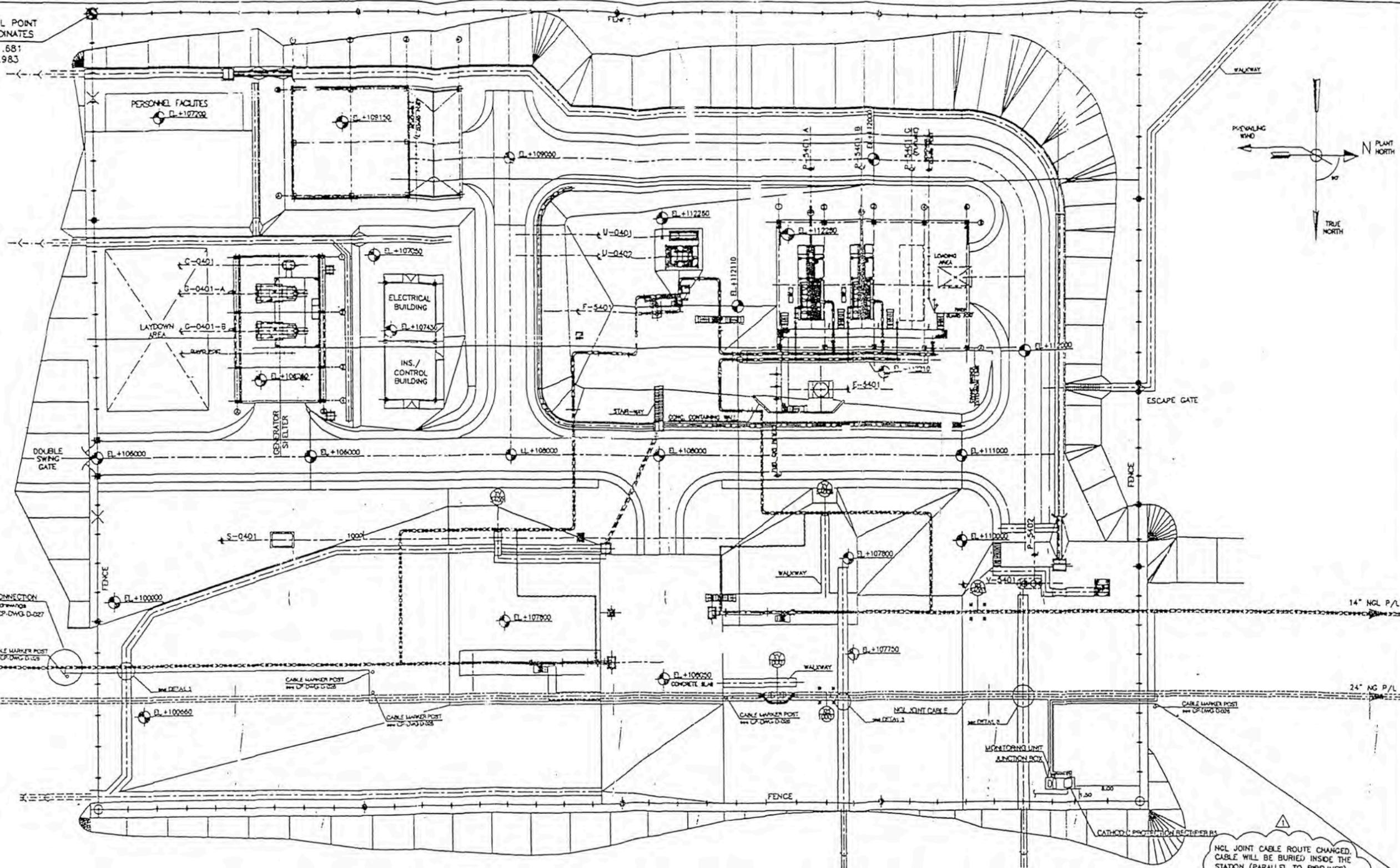
TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU  
CAMISEA NATURAL GAS AND NGL TRANSPORTATION SYSTEM

CONTRACTOR

CATHODIC PROTECTION  
JUNCTION BOX  
MANUFACTURING DETAILS

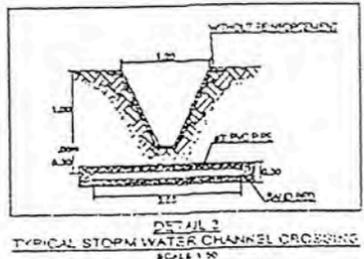
CP-DWG-D-020

SITE CONTROL POINT  
 U.T.M. COORDINATES  
 N. 8,555,331.681  
 E. 630,181.983



NGL JOINT CABLE ROUTE CHANGED. CABLE WILL BE BURIED INSIDE THE STATION (PARALLEL TO PIPELINES). RECTIFIER JUNCTION BOX AND MONITORING UNIT LOCATION CHANGED ACCORDING TO TCP INDICATIONS

NGL JOINT CABLE CONNECTION AT PUMP STATION #4  
 SCALE 1:200



- NOTES
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
  2. MARKER POSTS TO BE INSTALLED TO THE RIGHT SIDE OF THE CABLE ROUTE FROM RECTIFIER TO ANODE BED AND FROM RECTIFIER TO PIPELINES.
  3. ANODE BED POSITION CAN BE MODIFIED BASED ON LOCAL CONDITIONS ONLY IF MINIMAL SEPARATION BETWEEN PIPES AND ANODES (80m) IS KEPT.
  4. 2,341 KG. COKE BACKFILL PER ANODE (APPROX. 103 BAGS OF 50 LBS PER ANODE).
  5. CONNECTION NEEDED FOR NGL PIPELINE ELECTRICAL CONNECTION.
  6. THE ONLY CONNECTION THAT APPLIES IS FOR CASE 1, NO. 1000.
  7. THIS END OF THE CABLE TO BE JOINED AT THE DOUBLE NGL

REFERENCE DRAWINGS	
CP RECTIFIER INSTALLATION	CP-DWG-0-024
CP TYPICAL HORIZONTAL IMPRESSED CURRENT ANODE INSTALLATION	CP-DWG-0-026
CP PIPELINE SIDE CABLES AND ELECTRODE INSTALLATION DETAILS	CP-DWG-0-027
PUMPING STATION #4 CABLE ROUTING	2794-E-IC-04001
PUMPING STATION #4 FINAL GRADING	2794-C-GE-54001
PUMPING STATION #4 CLASSIFICATION OF LOCATIONS	2764-E-GE-04001
NGL PUMP STATION #4 PLOT PLAN	2794-P-P-54001

NO.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHECK	APPROVE
1	GENERAL UPDATE	13/10/03	COV	JMA	JCP
2	ISSUED FOR CONSTRUCTION	13/09/03	COV	JMA	JCP
3	JOINT CABLE ROUTE CHANGED	09/07/03	COV	JMA	JCP
4	ISSUED FOR APPROVAL	28/05/03	COV	JMA	JCP

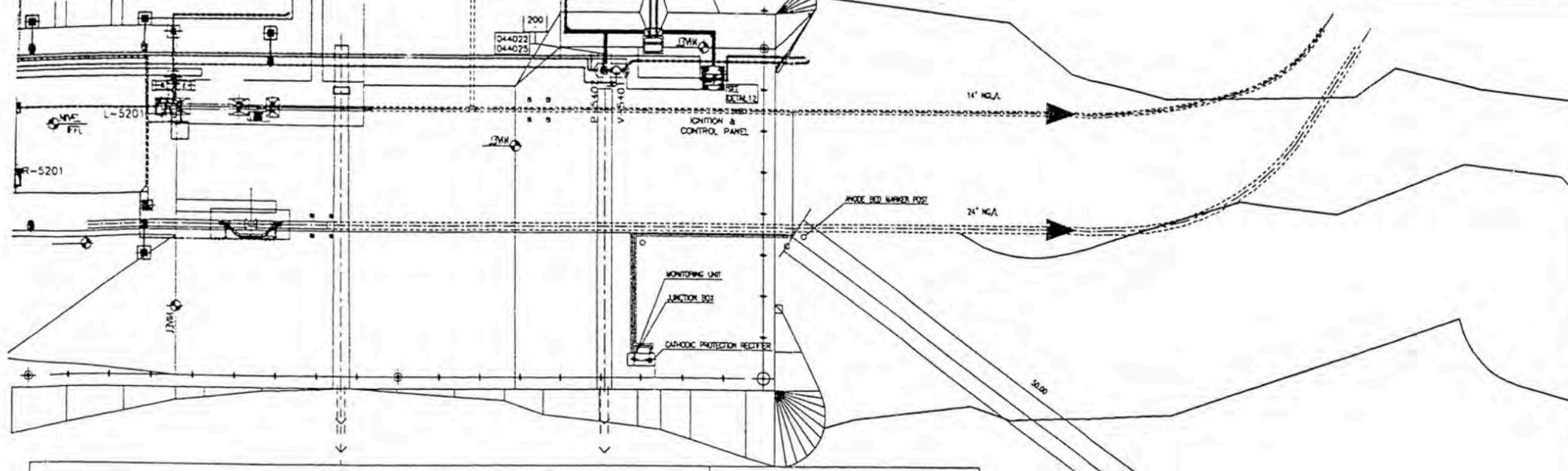
TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU  
 CAMISEA NATURAL GAS AND NGL TRANSPORTATION SYSTEM

CONSORCIO

CATHODIC PROTECTION  
 RECTIFIER 5 INSTALLATION AT  
 PUMPING STATION #4

CP-DWG-0-007

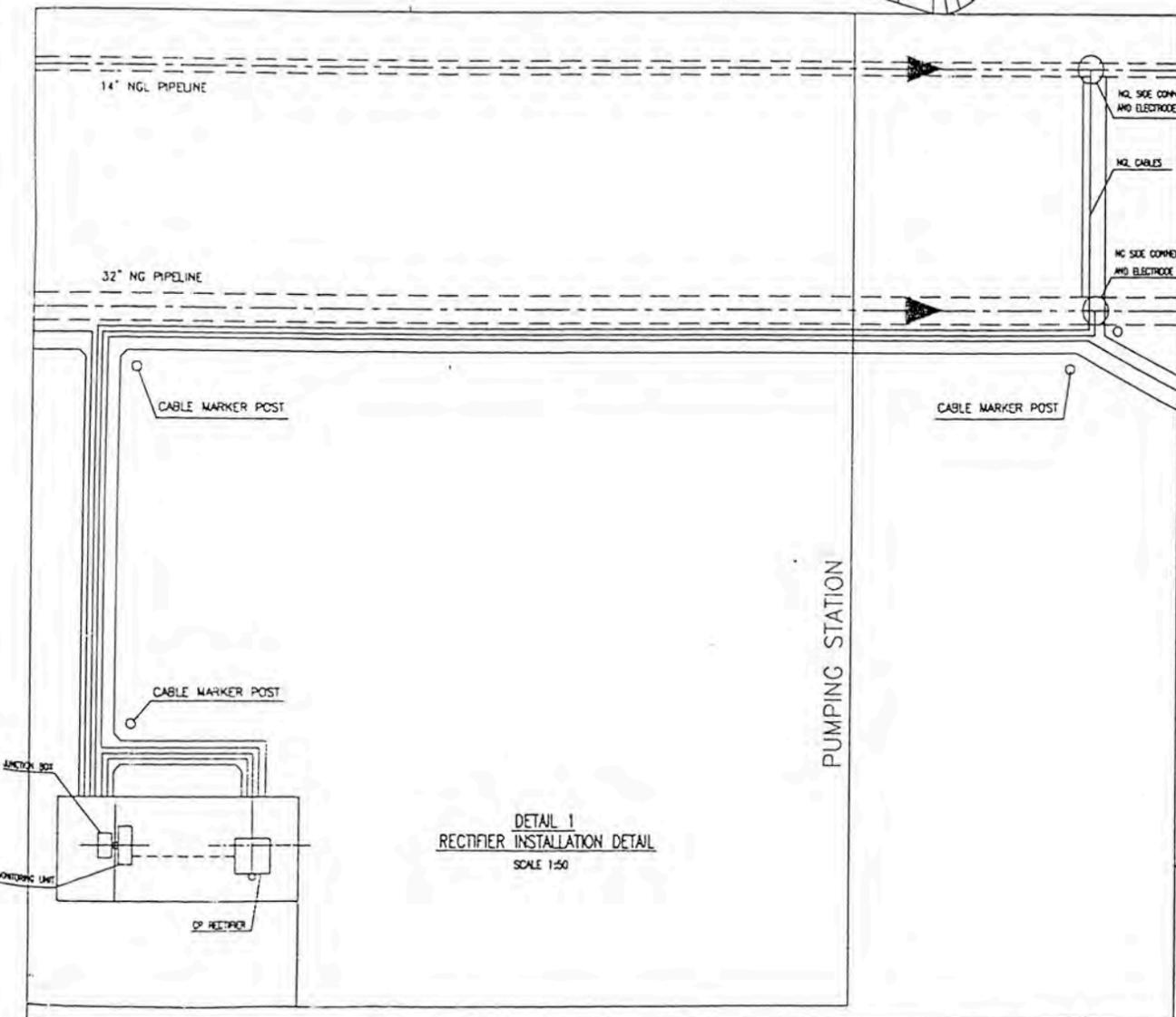
Page 2 OF 2



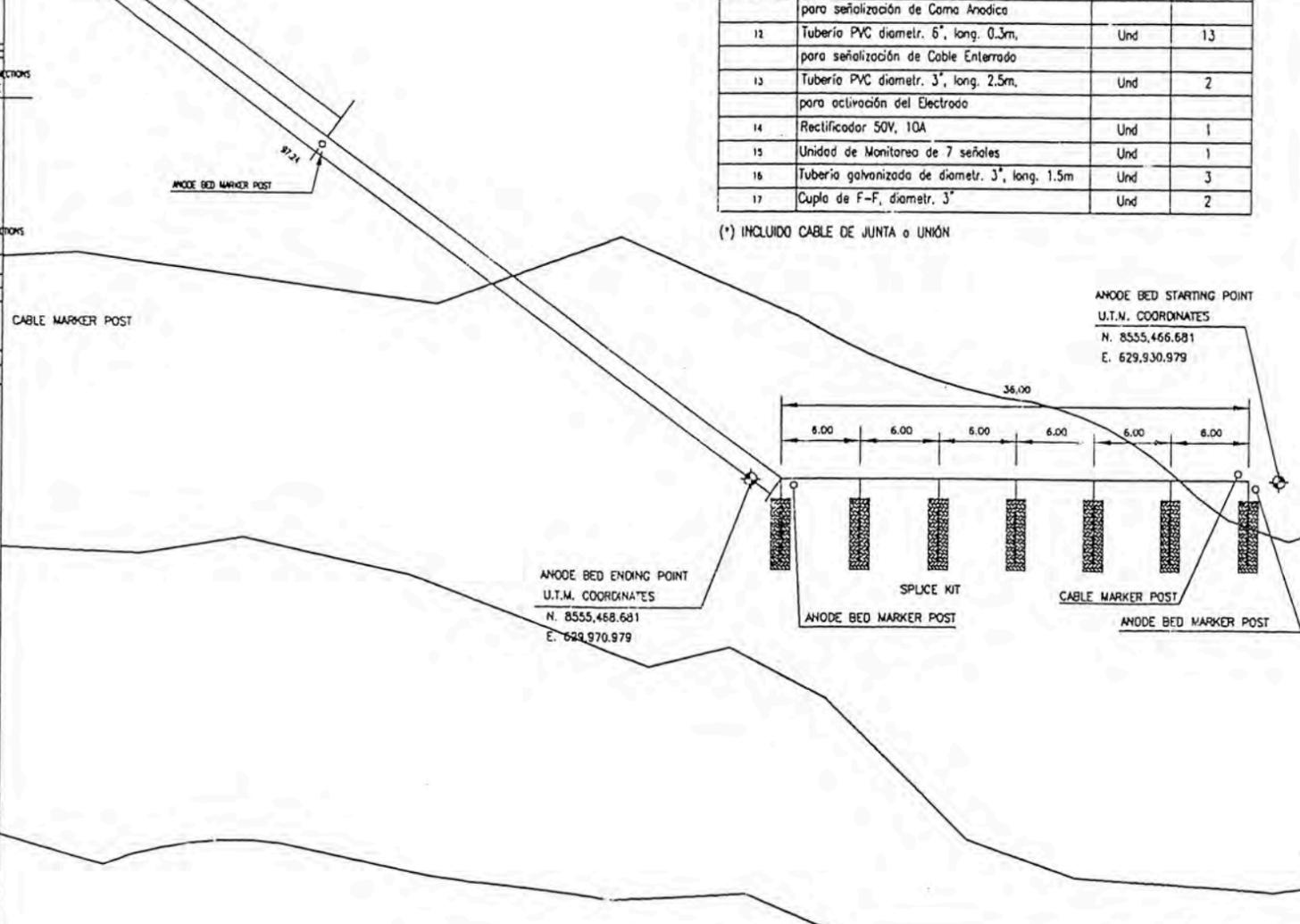
Materiales Principales de Protección Catódica

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
1	Anodo de Titanio 1" x 6"	Und	7
2	Relleno Carbón	Kg	16 391
3	Kil de Junta	Und	11
4	Perno de Junta	Und	11
5	Soldadura Codweld CA15	Und	10
6	Hondy Cap	Und	10
7	Electrodo de Referencia Cu/CuSO4	Und	2
8	Cable AWG N°2, HMWPE	m	440
9	Cable AWG N°10, HMWPE	m	70
10	Cinta de Advertencia de Cable Enterrado	m	405
11	Tubería PVC diámetr. 6", long. 0.6m, para señalización de Cama Anódica	Und	2
12	Tubería PVC diámetr. 6", long. 0.3m, para señalización de Cable Enterrado	Und	13
13	Tubería PVC diámetr. 3", long. 2.5m, para activación del Electrodo	Und	2
14	Rectificador 50V, 10A	Und	1
15	Unidad de Monitoreo de 7 señales	Und	1
16	Tubería galvanizada de diámetr. 3", long. 1.5m	Und	3
17	Cupla de F-F, diámetr. 3"	Und	2

(\*) INCLUIDO CABLE DE JUNTA o UNIÓN



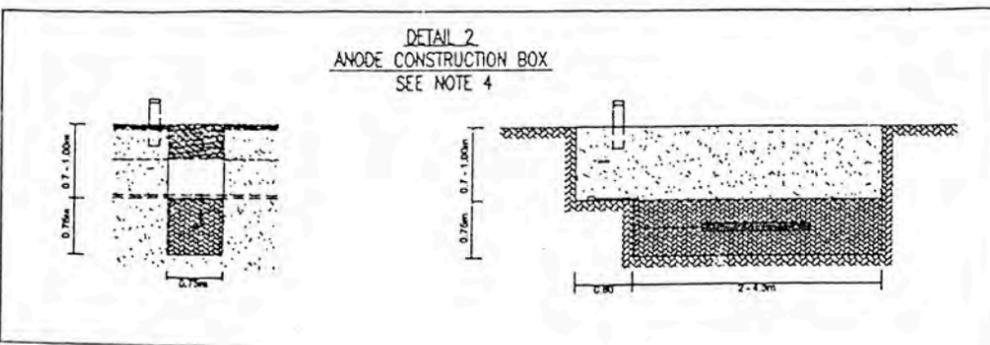
DETAIL 1  
RECTIFIER INSTALLATION DETAIL  
SCALE 1:50



ANODE BED ENDING POINT  
U.T.M. COORDINATES  
N. 8555,468.681  
E. 629,970.979

ANODE BED STARTING POINT  
U.T.M. COORDINATES  
N. 8555,466.681  
E. 629,930.979

DETAIL 2  
ANODE CONSTRUCTION BOX  
SEE NOTE 4



- NOTES
- 1.- ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
  - 2.- MARKER POST TO BE INSTALLED TO THE RIGHT SIDE OF CABLE ROUTE FROM RECTIFIER TO ANODE BED AND FROM RECTIFIER TO PIPELINES
  - 3.- ANODE BED POSITION CAN BE MODIFIED BASED ON LOCAL CONDITIONS ONLY IF MINIMAL SEPARATION BETWEEN PIPES AND ANODES IS MAINTAINED
  - 4.- 23x11 HG CODE BACKFILL FOR ANODE (APPROX. 100 BAGS OF 50 LBS PER ANODE)
  - 5.- CONNECTION NEEDED FOR NGL PIPELINE ELECTRICAL CONTY

REFERENCE DRAWINGS

CP RECTIFIER INSTALLATION	CP - DWG - D - 024
CP TYPICAL HORIZONTAL IMPERVED CURRENT ANODE INSTALLATION	CP - DWG - D - 026
CP PIPELINE SIDE CABLES AND ELECTRODE INSTALLATION DETAILS	CP - DWG - D - 027
PUMPING STATION #4 CABLE ROUTING	8794 - E - IC - 0400
PUMPING STATION #4 FINAL GRADING	2794 - C - CE - 34001

ISSUED FOR CONSTRUCTION	13/09/03	CSV	JMA	JCP
JOINT CABLE ROUTE CHANGED	09/07/03	CSV	JMA	JCP
ISSUED FOR APPROVAL	28/05/03	CSV	JMA	JCP

**TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU**  
 CAMISEA NATURAL GAS AND NGL TRANSPORTATION SYSTEM

CONTRACTOR

CATHODIC PROTECTION  
RECTIFIER INSTALLATION AT PUMPING STATION #4

CP-DWG-D-007

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Avila Mendoza, Javier. “Mas Alla de la Herrumbre, II. La Lucha Contra la Corrosión” Ed. Fondo de Cultura Económica, 2003 .
2. Gonzalez Fernández, José A.. “Control de la Corrosión” Ed. Nuevas Tendencias, 1989.
3. Feliu , S; Andrade, M.C. “Corrosión y Protección Metálicas”,1981.