

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
PROYECTO DEL GASOCENTRO DE GAS NATURAL VEHICULAR
EN EL SERVICENTRO LIMA**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JORGE RICHARD TEVES DÍAZ

PROMOCIÓN 1985-II

LIMA –PERÚ

2010

**EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
PROYECTO DEL GASOCENTRO DE GAS NATURAL VEHICULAR
EN EL SERVICENTRO LIMA**

Este trabajo esta dedicado a mis
padres como testimonio de mi
eterno agradecimiento por su
perseverancia a mi persona.

SUMARIO

El sector transporte en el Perú utiliza una gran cantidad de combustible fósil, principalmente petróleo diesel y gasolina. En los últimos años se ha observado un proceso de conversión de unidades que utilizan gasolina hacia el uso del Gas licuado de petróleo; además con la llegada del Gas de Camisea a Lima, también se ha observado un proceso de conversión de unidades que utilizan gasolina hacia el uso del Gas Natural Vehicular (comprimido), dado que el parque automotor de vehículos particulares de carburación a Gas natural vehicular se esta incrementando considerablemente en los últimos años se hace necesario construir Gasocentros de GNV para satisfacer así la demanda creciente de este combustible. Es de esta manera, que en el presente informe se detalla las Instalaciones Eléctricas dentro de una construcción de un Gaseocentro de Gas Vehicular. El informe describe el Proyecto y ejecución de las instalaciones eléctricas para dotar de Energía a la Estación de servicio de Gas natural Vehicular (GNV) Servicentro Lima, comprende:

- El diseño y ejecución de la línea de 10 000 voltios desde el punto de dotación de Energía dado por la Concesionaria EDELNOR, en Media tensión mediante un punto de medición a la intemperie (P.M.I.) instalado por la concesionaria de energía eléctrica, en 10 kV (red primaria) y la distribución en 460/230 voltios (red secundaria) mediante un transformador de tres devanados. Se considero en el diseño una futura carga de reserva.
- La distribución eléctrica desde la Subestación aérea biposte (tablero de barras) que a su vez distribuye la energía al tablero TGNV220 en tensión de 230 voltios, al equipo de la Unidad de energía ininterrumpida (UPS) para el sistema estabilizado y al tablero del motocompresor de GNV en 460/230 voltios, desde estos últimos se distribuye hacia los diferentes equipos de control y fuerza y a las redes del patio de maniobras. Los circuitos comprendidos son de alumbrado, fuerza, control y data. Además de la implementación de los sistemas de protección del Gasocentro: Pulsadores de emergencia, tablero detector de gas, protección catódica de las tuberías metálicas que transportan el gas de la compresora a los dispensadores de despacho.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DEL GASOCENTRO	
1.1 Alcances de la ejecución del proyecto del Gasocentro.	2
1.1.1 Generalidades.	2
1.1.2 Ubicación y entorno.	2
1.1.3 Reglamentos y códigos.	3
1.2 Descripción del sistema eléctrico del Gasocentro de Gas Natural Vehicular.	4
1.2.1 Descripción General.	4
1.2.2 Propósitos y fines de operación.	4
1.2.3 Red de media tensión y Subestación aérea biposte.	5
1.2.4 Conexión a tierra de los equipos.	6
1.2.5 Máxima Demanda de potencia del Gasocentro.	6
1.2.6 Bases de cálculo considerados en la red de media tensión y Subestación.	7
1.2.7 Descripción del Sistema eléctrico dentro del Gasocentro.	8
1.2.8 Descripción del compresor y el sistema mecánico.	11
1.3 Cálculo de cargas eléctricas del Gasocentro de Gas natural.	15
1.4 Sistema de puesta a tierra.	15
1.5 Protección catódica.	16
1.6 Banco de condensadores.	17

1.7	Paneles de señalización.	17
1.8	Planos de instalaciones eléctricas.	18
1.9	Remodelaciones eléctricas en el edificio.	18

CAPÍTULO II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

2.1	Generalidades.	19
2.2	Ductos y accesorios.	19
2.2.1	Tubería eléctrica PVC pesado.	19
2.2.2	Curva eléctrica PVC pesado.	20
2.2.3	Uniones eléctricas o coplas.	20
2.2.4	Pegamento.	20
2.2.5	Tuberías conduit.	20
2.2.6	Sellos eléctricos.	20
2.3	Conductores.	21
2.3.1	Cables.	21
2.3.2	Instalación de conductores.	21
2.4	Tableros eléctricos.	21
2.5	Interruptores termo magnéticos de los tableros.	22
2.6	Sistema de puesta a tierra.	23
2.6.1	Materiales utilizado en la confección de pozos a tierra.	23
2.6.2	Procedimiento utilizado en la confección de los pozos a tierra.	23
2.6.3	Equipos y accesorios utilizados para la medición de los pozos a tierra.	24
2.6.4	Procedimiento utilizado para la medición de los pozos a tierra...	24
2.7	Pulsadores de emergencia.	25

2.8	Sistema de detección de gas.	26
2.8.1	Tablero detector de gas Fidegas.	26
2.8.2	Sonda detector de gas.	27
2.9	Sistema de protección catódica.	28
2.9.1	Códigos, estándares y documentos aplicables.	28
2.9.2	Protección a la corrosión.	28
2.9.3	Instalación típica de ánodos de magnesio.	28
2.9.4	Ánodos de sacrificio.	29
2.10	Banco de condensadores.	29
2.10.1	Generalidades.	29
2.10.2	Condiciones de diseño y operación.	30
2.10.3	Descripción del equipo del banco de condensadores.	30
2.11	Luminarias a prueba de explosión.	31
2.12	Caja a prueba de explosión en equipos POS.	32
2.12.1	Zona de trabajo.	32
2.12.2	Características.	32
2.13	Tomacorriente antiexplosión.	32
2.14	Red de media tensión y Subestación eléctrica.	33
2.14.1	Cable de energía.	33
2.14.2	Cintas señalizadoras.	33
2.14.3	Terminales para cable seco.	34
2.14.4	Tuberías eléctricas.	34
2.14.5	Zanja (10 kV)	34
2.14.6	Equipos de seguridad y maniobra.	35

2.14.7	Postes.	36
2.14.8	Cruceta de concreto armado vibrado.	37
2.14.9	Travesaño o palomilla.	37
2.14.10	Losa soporte de transformador.	37
2.14.11	Aisladores y accesorios.	37
2.14.12	Espigas para aisladores tipo pin.	38
2.14.13	Elementos para puesta a tierra.	39
2.14.14	Equipos de seccionamiento y protección.	39
	Seccionadores-fusibles (CUT OUT).	
2.14.16	Fusible expulsión tipo "K".	40
2.14.17	Transformador de potencia.	40

CAPÍTULO III

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1	Generalidades.	42
3.2	Cálculos referentes a la Subestación.	42
3.2.1	Potencia instalada de las máquinas eléctricas.	42
3.2.2	Determinación de la potencia de diseño del Transformador.	43
3.2.3	Selección de la potencia del transformador.	43
3.2.4	Cálculo de cable en media tensión por caída de tensión.	44
3.2.5	Cálculo del cable en media tensión por capacidad de corriente.	45
3.2.6	Elección de los terminales auto contraíbles.	47
3.2.7	Cálculo de la capacidad del fusible.	47
3.2.8	Análisis de corto circuito.	48
3.2.9	Determinación de la potencia de cortocircuito en la Subestación.	48

3.2.10	Cálculo de cables en baja tensión por caída de tensión.	49
3.2.11	Cálculo de resistencia de pozo a tierra.	50
3.3	Sistema de protección catódica.	51
3.3.1	Generalidades.	51
3.3.2	Antecedentes.	51
3.3.3	Normas de ingeniería aplicables al proyecto.	52
3.3.4	Fundamentos de protección catódica.	52
3.3.5	Técnicas de prevención.	52
3.3.6	Función de la protección catódica.	53
3.3.7	La protección catódica con ánodos galvánicos.	54
3.3.8	Características del electrolito.	55
3.3.9	La resistividad.	55
3.3.10	Ph del electrolito.	55
3.3.11	Potencial red—Ox.	56
3.3.12	Diseño del sistema propuesto.	56
	CONCLUSIONES.	60
	ANEXOS	61
	BIBLIOGRAFÍA	81

PRÓLOGO

En el presente informe se realiza la descripción de las Instalaciones Eléctricas dentro de una construcción de un Gasocentro de Gas Vehicular. El informe describe los parámetros, reglamentos, lineamientos, procedimientos y demás pautas para la realización del Proyecto y ejecución de las instalaciones eléctricas para dotar de energía a la estación de servicio de Gas Natural Vehicular (GNV) Servicentro Lima, comprende:

- En el capítulo I se denota los parámetros de diseño, que se tomaron en cuenta para el diseño y ejecución de la línea de 10 000 voltios desde el punto de dotación de energía dado por la concesionaria EDELNOR, en media tensión mediante un punto de medición a la intemperie (P.M.I.) instalado por la concesionaria de energía eléctrica, en 10 kV (red primaria) y la distribución en 460/230 voltios (red secundaria) mediante un transformador de tres devanados. también se realiza una descripción de la distribución eléctrica desde la Subestación aérea biposte (tablero de barras) que distribuye la energía al tablero TGNV220 en tensión de 230 voltios, al equipo de la Unidad de energía ininterrumpida (UPS) para el sistema estabilizado y al tablero del motocompresor de GNV en 460/230 voltios, desde estos últimos se distribuye hacia los diferentes equipos de control y fuerza y a las redes del patio de maniobras. Los circuitos comprendidos son de alumbrado, fuerza, control y data. Además de la implementación de los sistemas de protección del Gasocentro: pulsadores de emergencia, tablero detector de gas, protección catódica de las tuberías metálicas.

En el capítulo II se da en detalle las especificaciones técnicas que han cumplido equipos y materiales para su uso dentro de la obra.

En el capítulo III se detalla los cálculos justificativos que se a relizado para dimensionar equipos y materiales para su uso dentro de la obra.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DEL GASOCENTRO

1.1 Alcances de la ejecución del proyecto del Gasocentro

1.1.1 Generalidades

El parque automotor de vehículos particulares de carburación a Gas Natural Vehicular se ha incrementado considerablemente en los últimos años por lo que se hace necesario construir Gasocentros de Gas Natural Vehicular (GNV) para satisfacer así la demanda creciente de este combustible, además de brindar servicios conexos. Es de esta manera, que la empresa Servicentro Lima S.A. ha realizado la construcción de un Gasocentro del Sistema de GNV en su actual Estación de Servicio "LIMA". Mediante la ejecución de este proyecto se contribuye a mejorar las condiciones de vida del sector mediante la creación de nuevos puestos de trabajo y el mejoramiento de los servicios públicos.

En la Estación Servicentro Lima se ha construido un sistema de servicio de despacho de Gas Natural Vehicular, con un compresor de gas natural marca Galileo de procedencia Argentina, que alimenta a tres dispensadores, cada uno con dos mangueras para el despacho de gas natural. Debido a que para realizar el almacenaje en los cilindros de las unidades vehiculares se necesita una presión alta alrededor de 250 bares es necesario utilizar un compresor de potencia de 260 kilowatt, se ha requerido para la acometida para minorizar costos y utilizar una tarifa óptima que sea de una tensión en 10 000 volt, en el presente informe se describe desde donde se ha realizado el reparto de energía en tensiones de 460 voltios y de 230 voltios. La energía eléctrica se suministra para los diferentes circuitos del Gasocentro, los circuitos comprendidos son de alumbrado, tomacorrientes, fuerza y data, el esquema del Gasocentro se denota en la fig.1.1

1.1.2 Ubicación y entorno

La Estación Servicentro Lima, se encuentra ubicada sobre un terreno ubicado en la Av. Lima N° 3 100, esquina con la Av. Pacasmayo, Distrito de San Martín de Porres, Provincia y Departamento de Lima. Tiene en frente a las avenidas Lima y Pacasmayo como al Jirón Camaná. La actividad que realiza es compatible con el uso del suelo.

Las coordenadas UTM de la ubicación de la Estación de servicios son las siguientes: E = 275 800, N = 8 669 750. La Estación de Servicio ocupa un área de 537.72 m².

Los nuevos puntos donde se pudieran producir gases se ubicaron a una distancia mayor de 50 metros hacia cualquier centro educativo, mercado, hospital, clínica, iglesia, cine, teatro, zonas militares, comisarías, establecimientos penitenciarios, lugares de espectáculos públicos, etc. Cumpliendo con el Art. N° 1 del Decreto Supremo 050-2007 E.M.I., en la cual se resuelve que: "...Las distancias de los Establecimientos de venta al público de GNV a estaciones y Subestaciones eléctricas, a centros de afluencia masiva de público y a establecimiento de venta de combustibles se exigirá las distancias mínimas siguientes:.....c) Cincuenta metros del límite de propiedad de instituciones educativas, mercados supermercados establecimiento de salud con internamiento, templos, iglesias, cines, teatros, ...". Además existen a menos de 100 metros de la estación dos hidrantes contra incendios para eventuales contingencias.

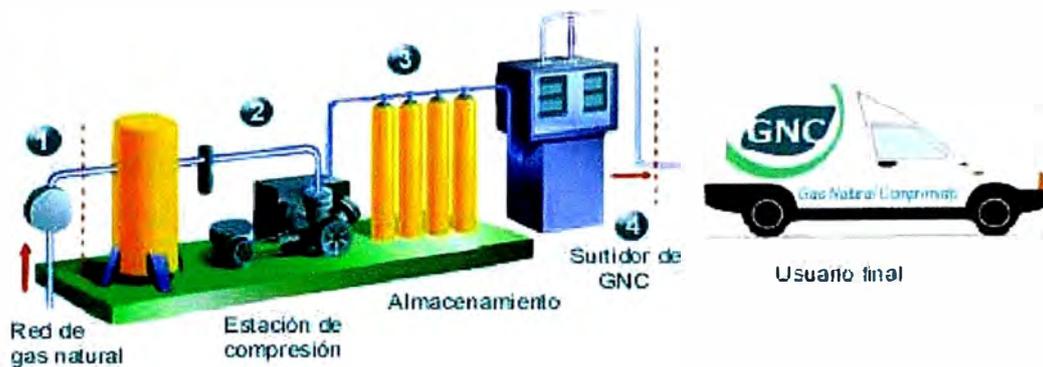


Fig.1.1 Esquema del Gasocentro

1.1.3 Reglamentos y códigos

Se han tenido en cuenta las normas establecidas por:

- El Código Nacional de Electricidad normas de suministro y de utilización.
- Las normas de la Asociación nacional de protección contra el fuego (NFPA) de los Estados Unidos de Norteamérica, NFPA 70, artículos 500 y 501, IAP.CA 4.05, IEC 79.10.
- Ley de concesiones eléctricas
- Las normas IRAM. IPA. IEC 79-0 y 79-11 son considerados para la selección de equipos. Las estaciones de servicio y expendio de combustibles son lugares de alto peligro de incendio y explosión por las concentraciones de gases y líquidos volátiles, por tanto se definen zonas de seguridad donde los equipos e instalaciones eléctricas cumplen las recomendaciones del Código Nacional de Electricidad normas de suministro

y de utilización.

1.2 Descripción del sistema eléctrico del Gasocentro de Gas Natural Vehicular

1.2.1 Descripción General

Debido a que el Gas Natural es un combustible menos perjudicial para el medio ambiente por sus bajas emisiones de contaminantes en comparación con los combustibles líquidos, Servicentro Lima S.A. ha implementado un gasocentro vehicular para la comercialización masiva y su respectiva utilización en vehículos automotores, convirtiéndose en una de las empresas que instala dispensadores de GNV en la ciudad de Lima; contribuyendo por un lado a minimizar las emisiones de contaminantes atmosféricos, que actualmente provienen principalmente del parque automotor y por otro obteniendo un beneficio económico que justificaría dicha inversión. En el informe se describe las Instalaciones Eléctricas que se han realizado para dotar de energía al gasocentro de gas natural en la estación de servicio Lima.

1.2.2 Propósitos y fines de operación

El establecimiento de venta de Gas Natural Vehicular (GNV), tiene como finalidad las operaciones que se describen a continuación:

a) Recepción

El Gas Natural (GN), es captado desde el gasoducto fuera de la línea de límite municipal, desde una cámara de Servicio (CS) con válvula de servicio (VS) adecuada. A partir de esta instalación externa, el gas ingresa al predio mediante una tubería de baja presión de acero al carbono de diámetro de 1" cédula -40, con una presión de 9 bares, constituyendo la Instalación interna de captación, hasta el equipo de Compresión.

b) Compresión

Se realiza mediante un compresor de tipo paquetizado de procedencia Argentina marca Galileo que se instaló para elevar la presión de entrada del gas hasta 250 bares y entregar bajo esa presión a las baterías de tanques de almacenamiento dentro del compresor.

c) Almacenamiento

El compresor Galileo cuenta con una batería de tanques para el almacenamiento del gas comprimido, la cual tiene todos los elementos técnicos y de seguridad que establezcan las normas técnicas vigentes.

d) Venta

El despacho y venta de GNV se efectúa a través de los dispensadores instalados en una isla de expendio, la que se a construido en el patio de maniobras de la estación de servicio, con circulación de los vehículos a estas islas compatible con la del resto de la estación, de modo que la actividad se realice en forma segura y ordenada. El

abastecimiento a los dispensadores se realiza mediante tubería de alta presión (250 bares.) diseñada y especificada de acuerdo a la normativa nacional e internacional aplicable.

1.2.3 Red de media tensión y Subestación aérea biposte

a) Alcances

Comprende:

- Red de media tensión trifásica en 10 kV instalación subterránea, desde un puesto de medición a la intemperie P.M.I., a 22 metros de la S.A.B. 12554 ubicado en el Jirón A. de Elizalde, que a su vez se halla a 135 metros de la Estación de Servicio Lima.
- Subestación aérea biposte de relación de transformación en 10 / 0,23-0,46 kV se halla ubicada dentro de la propiedad, respetando los límites requeridos por el Código Nacional de Electricidad normas de suministro y de utilización.

b) Descripción de la Red de media tensión y Subestación aérea biposte.

• Red de media Tensión

Sistema	Trifásico de tres hilos
Tensión	10 kilovoltios.
Frecuencia	60 Hertz.
Instalación	Subterránea con cable seco de 3-1x35 mm ² tipo N2XSY embutidos en tres tubos de PVC pesado de 80 mm de diámetro cuyo recorrido y detalles de instalación se describe en el plano IE-05, cada uno separados 100 mm uno del otro en forma horizontal .El recorrido del cable y detalles de la instalación se muestra en el mismo plano.

• Subestación aérea biposte

La Subestación aérea biposte está constituida por:

- 02 Postes de concreto armado centrifugado de 13 metros de altura.
- 02 media loza de concreto armado vibrado de 1,10 metros de ancho para soporte del transformador.
- 01 palomilla de concreto armado vibrado de 2,20 metros para el alojamiento de los seccionadores de protección.
- 03 seccionadores fusible unipolar aéreo de 22,9 kV, 100 A.
- 02 crucetas ó ménsulas de concreto armado centrifugado.
- 06 aisladores clase 55-5.
- Tuberías de PVC pesada para protección de los cables de energía de salida al tablero de barras.
- Ferretería de soporte diversa.

- Contiene un transformador de potencia de relación de transformación de 10/0,23-0,46 kV, con potencia total aparente de de 400 kVA compartido : 280 kVA (80%) en el lado de 0,46 kV y 20 kVA (20%) en el lado de 0,23 kV, 60 Hertz, impedancia de cortocircuito de 4%, máximo nivel de ruido de 55 decibelios, el transformador fue diseñado y construido para soportar los efectos térmicos y dinámicos de un cortocircuito cumpliendo con las exigencias indicadas en la norma IEC 60076-5, además cumple con la norma ANSI C57.12.22-1993 y ANSI C57.12.24-2000. La Subestación aérea biposte (S.A.B.) se diseño para un traslado de carga existente a futuro. Para poder cumplir con lo establecido en las diferentes normas que rigen para el diseño de las EE.SS. y Gasocentros, la Subestación aérea biposte, se ha ubicado convenientemente y en un lugar que minimiza el peligro de riesgo, dentro de la EE.SS. Gasocentro "LIMA". Bibliografía normativa utilizada para la ubicación de la Subestación aérea biposte con transformador para el Gasocentro:

Se a basado en el Art. N° 1 del Decreto Supremo 050-2007 E.M.I. , en la cual se resuelve que: "...Las distancias de los establecimientos de venta al Público de GNV a Estaciones y Subestaciones Eléctricas, a centros de afluencia masiva de público y a establecimiento de venta de combustibles se exigirá las distancias mínimas siguientes:.....b) Siete metros con sesenta centímetros (7,60) desde la proyección horizontal de las Subestaciones eléctricas o transformadores eléctricos aéreas hacia donde se pueden producir emanaciones de gases."

Sustento para GNV para el presente proyecto los puntos de emanaciones de GNV se encuentran a una distancia superior a los 7,60 m, de los puntos de emanación de las islas de GNV (dispensadores de GNV) y por tal motivo se ha planteado la instalación de una Subestación aérea biposte con transformador, además esta Subestación se instaló a nivel de patio de maniobras a una distancia de 14,80 m del punto de emanación mas cercano, en este caso del dispensador 3 de la isla N° 1 de GNV.

1.2.4 Conexión a tierra de los equipos.

Se construyó dos pozos a tierra uno de ellos es para la conexión de la ferretería eléctrica utilizada, las partes metálicas sin tensión, así mismo la conexión de la carcasa del transformador, en baja tensión y el otro pozo a tierra para la conexión de lo mismo pero de los elementos en media tensión, los pozos a tierra cumplen con la condición de que la medición de la resistencia eléctrica es menor 10 ohmios para el pozo de media tensión y de 20 ohmios para la de baja tensión.

1.2.5 Máxima demanda de potencia del Gasocentro.

Para el cálculo de la Máxima demanda se consideró las cargas ó potencias identificadas en las placas de las máquinas, para cualquier ampliación ó modificación de

las cargas se dejó reserva. El cuadro de carga se ha efectuado de acuerdo al Código Nacional de Electricidad normas de suministro y de utilización.

TABLA Nº 1.1 Cuadro de Cargas en 460 voltios

Descripción	Potencia instalada (kW)	Factor de demanda	Máxima demanda (kW)
Compresor Galileo (200 kW x 1,3 Arranque)	260,00	0,90	234,00
Ventilador del Compresor Galileo.	20,00	0,90	18,00
Reserva.	10,00	1,00	10,00
TOTAL	290,00		262,00

Carga instalada total en 460 voltios : 290,00 Kilowatt

Máxima demanda total en 460 voltios : 262,00 Kilowatt

TABLA Nº 1.2 Cuadro de Cargas en 220 voltios

Descripción	Potencia Instalada (kW)	Factor de demanda	Máxima Demanda (kW)
Alumbrado y tomacorrientes :			
Área construida 41,00 x 25 w / m ² .	1,03	1,00	1,03
Área libre 2,25 x 25 w / m	0,01	1,00	0,01
Reflectores alumbrado zona de compresor	0,55	0,50	0,28
Reflectores alumbrado marquesina	2,20	0,50	1,60
Sistema estabilizado	2,00	0,80	1,60
Compresor de aire (5 Hp)	3,73	0,80	2,98
Tótem	1,00	0,50	0,50
Reserva	10,00	1,00	10,00
TOTAL	20,52		17,50

Carga instalada total en 230 voltios : 21 Kilowatt

Máxima demanda total en 230 voltios : 18 Kilowatt

Resumen de máxima demanda:

Máxima demanda nominal total : 280 kW

Máxima demanda en 460 voltios : 262 kW en 460 voltios, 60 Hertz.

Máxima demanda en 230 voltios : 18 kW en 230 voltios, 60 Hertz.

1.2.6 Bases de cálculo considerados en la red de media tensión y Subestación.

El diseño eléctrico se ha efectuado, de conformidad con las prescripciones de la Ley de concesiones eléctricas Nº 25844, Reglamento de la ley de Concesiones D.S. 9-93-EM, del Código Nacional de Electricidad normas de suministro y utilización, el Reglamento nacional de construcciones y la Norma de procedimientos para la

elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución, aprobadas mediante Resolución directoral N° 018-2002-EM/DGE del 26 de Septiembre de 2002.

Parámetros Considerados:

Tensión	:	10 kV.
Caída de tensión Permisible	:	5% (C.N.E.)
Potencia de cortocircuito	:	166 MVA
Actuación de la protección	:	0,02 segundos
Factor de potencia	:	0,85
Demanda máxima	:	280 kW.

1.2.7 Descripción del sistema eléctrico dentro del Gasocentro.

El proyecto de instalaciones eléctricas corresponde a la estación de Servicio de Gas Natural Vehicular GNV Servicentro Lima. Los trabajos consistieron en la implementación de la Subestación aérea biposte con un transformador de dos devanados en el lado secundario, el tendido eléctrico desde la misma al tablero de barras que a su vez distribuye la corriente al tablero de alumbrado proyectado en 230 V, equipo UPS para sistema estabilizado y al tablero del motocompresor de GNV en 460 / 230 V, desde estos últimos se distribuye hacia los diferentes equipos de control y fuerza y a las redes del patio de maniobras. Los circuitos comprendidos son de alumbrado, fuerza, control y data.

a) Alimentadores principales

Se consideró una acometida del transformador al tablero de barras (TB) y desde este Tablero al tablero de alumbrado, equipo UPS y el tablero del compresor ubicados dentro del ambiente de cuarto de tableros. La acometida es trifásica en 460 y 230 voltios, 60 Hz. (zona de BT). mediante cables tipo NYY:

- Cable NYY 3-1x185 mm² para la tensión en 460 voltios.
- Cable NYY 3-1x25 mm² para la tensión en 230 voltios.

b) Tableros eléctricos en el Gasocentro

El Gasocentro GNV cuenta con un tablero de barras TB (desde este punto alimenta a los demás tableros), el TGNV220 (Tablero auxiliar), el cual alimenta los circuitos de iluminación externa del GNV y central de monitoreo, el tablero del motocompresor Galileo TGNV440 (este último comanda íntegramente el sistema de arranque y protección de los motores del compresor Galileo de GNV con sus servicios periféricos), el Tablero Estabilizado TE que alimenta al Tablero de detección de gas, a la consola de interfase GNV y circuitos del dispensador y el Tablero de oficinas que suministra energía eléctrica dentro de las oficinas y tienda.

c) Sistema de Iluminación de techos

Los techos sobre las islas de GNV tienen por norma establecida que indica: " De utilizarse techo que proteja las islas ó zonas adyacentes a las islas, la altura mínima será de cuatro metros con noventa centímetros (4,90) y deberá contar con un sistema de iluminación antiexplosivo." La altura considerada fue de 5,00 metros. Además cuenta con un sistema de iluminación de 08 reflectores con equipo de arranque de 250 watt y lámpara de halogenuro metálico, antiexplosivos de marca Abastelec procedencia Argentina, el suministro de energía a los circuitos de alimentación se realizó desde el tablero TGNV220 hasta las luminarias a prueba de explosión en los techos de marquesina, la salida es en tubería PVC tipo pesado, con sus respectivas curvas, uniones y conductores. Como la llegada al canopy se encuentra en las zonas de riesgo clase I y II, se realizó en estas zonas con tubería conduit de tipo pesado con punta roscada, curvas y uniones conduit. El paso de cables por las tuberías es completamente nítido y su dimensión permite el paso del cableado, la tubería, esta sellada en sus extremos con compuestos sellantes horizontales-verticales que evita el paso de gases, vapores ó llama a través de ellos.

Las luminarias a prueba de explosión son de halogenuro metálico de 250 watt a un nivel de tensión de 220 voltios, para un área clasificada de alto riesgo, a prueba de explosión, clases I y II. El circuito de alimentación al igual que la lámpara fue instalado cumpliendo con Código Nacional de Electricidad normas de suministro y de utilización. Al instalar las luminarias se realizó la conexión en forma que el circuito quedó balanceado, la distribución del circuito de las luminarias instaladas en la marquesina se muestra en la lámina (IE-03). Instalaciones Eléctricas – detalles generales.

d) Sistema de alumbrado y tomacorriente

Se instalaron de tipo adosado ó empotrado, como se especifican en los planos del proyecto, con capacidad para satisfacer demandas de $25 \text{ W} / \text{m}^2$. El TGNV 220 está acondicionado para la alimentación y protección del sistema de iluminación del área del compresor y área del sistema de medición, el tablero alimenta la iluminación de islas de dispensadores., también da energía a un Tablero de oficinas para el suministro eléctrico de iluminación y tomacorrientes de las oficinas. Las Instalaciones eléctricas ubicadas dentro de las zonas clasificadas I y II se rigen por las especificaciones del Código Nacional de Electricidad normas de Suministro y de utilización, la NFPA N° 70, artículos 500 y 501 y las normas IAP.CA 4.05, IEC 79.10 e IRAM que sean de aplicación. En la isla circundante a cada dispensador existe un tomacorriente anti explosivo.

e) Sistema de cargas especiales

Se consideraron circuitos individuales para la alimentación especial para el

equipo UPS y la caja de interfase de comunicación, la cual esta siendo alimentado desde un UPS de 2 500 kVA.

f) Sistema de detección permanente de Gases

Las instalaciones de GNV cuentan con un sistema de detección permanente de fuga de gas conformado por seis detectores de gas gobernados por la unidad de control y monitoreo de gas, estos están ubicados según la lámina IE-04. Estos detectores envían una señal eléctrica proporcional a la concentración de gas existente en la atmósfera circundante a ellos, las cuales son recibidas por dos indicadores digitales que están calibrados al 20% del Límite inferior de explosividad (L.I.E.) para activar una alarma. Al sistema se conecta la sirena que se activa en caso de fuga de gas con su respectivo pulsador de parada de sirena, adicionalmente la central está dotada de mandos relé para activar las electro válvulas de cierre automático en caso de presentarse peligro en la sala de medición, zona de almacenaje e isla.

g) Sistema de control de carga inteligente

Las instalaciones de GNV cuenta con un sistema de control de carga inteligente alimentado desde el equipo UPS por una línea estabilizada, este sistema tiene por finalidad garantizar la seguridad en la operación de carga de GNV y el cumplimiento de las normas respecto a las instalaciones, equipamiento y revisión del equipo necesario para usar GNV en los vehículos. El sistema de control de carga inteligente permite el control de dispensadores de GNV y tener acceso a interfase para comunicación de datos.

Un sistema de control de carga es un sistema de base de datos centralizada que permite brindar información fidedigna a la entidad competente con la finalidad de permitir o no, el despacho de gas natural en los vehículos a través de las estaciones de servicio en función de la siguiente información asociada a un componente dispositivo denominado identificador:

- Datos del vehículo.
- Datos del equipo completo de conversión instalado en el vehículo.
- Conversión en un taller de conversión autorizado por la entidad competente.
- Validación de las revisiones anuales del equipo completo de conversión.
- Validación de las revisiones quinquenales del cilindro de almacenamiento de GNV.

Para homologar un vehículo para que cargue combustible seguirá el siguiente proceso : en el taller donde realizó la conversión , el certificador que fue designado por el ente de fiscalización , verificará que el vehículo fue convertido a GNV en un taller registrado en la entidad competente, que los equipos completos de conversión incluyendo cilindros instalados fueron registrados en el ente competente, que el montaje de los equipos fueron realizados de acuerdo a las Normas técnicas peruanas, cumplidos los

pasos anteriores se procedió a instalar un microchip en el vehículo cerca a la boca de carga de GNV, este microchip tiene almacenado su datos y número de registro y se ingresa al registro de la base de datos del sistema centralizado.

A su vez todas las estaciones de servicios tienen instalado el hardware y software que permite la comunicación de su computadora con los surtidores de GNV y con la base de datos. Cuando llega un vehículo a cargar GNV, la persona que atiende en la isla, conecta tanto el pico de carga como el lector del microchip, para permitir identificar el vehículo de manera que la computadora lo ubica en la base de datos, si el vehículo se encuentra en la base de datos por estar homologado, le permite accionar la válvula para inicio de la carga, caso contrario no le permitirá cargar. Además este sistema provee información necesaria para:

- Permitir la trazabilidad de los componentes del equipo completo de conversión de GNV.
- Elaborar información estadística.
- Proveer información para aplicaciones comerciales.
- Evitar que las unidades robadas se legitimicen.

1.2.8 Descripción del compresor y el sistema mecánico

En este apartado se hace una descripción general de las etapas del sistema mecánico:

a) Recepción

El Gas Natural (GN) es captado desde la red o gasoducto fuera de la línea de Límite municipal, desde la válvula de servicio enterrada (ubicada en la Av. Pacasmayo) A partir de esta instalación externa, el gas ingresa al predio mediante una tubería acero al carbono de Ø3" cedula - 40 con protección contra la corrosión (instalación de cintas Polyken) y enterrada a una profundidad de 1,31 m medidos de la superficie (NPT) del terreno al lomo de la tubería.

b) Bypass de filtración

El tramo del By Pass de Filtración esta constituida por una tubería de acero al carbono de Ø2" cedula - 40, protegida con pintura anticorrosiva con un espesor de 12 micras promedio. El By Pass de filtración cuenta con las siguientes características:

Medidor	: Rotativo
Calibre	: G-65
Qmax	: 100 m ³ /h
Presión de Suministro	: 10 – 19 bares

c) Compresión.

En el presente proyecto se ha instalado un compresor de tipo paquetizado y

cuenta con un muro perimetral de 32,24 m, el compresor está ubicado sobre una loza construida de concreto por encima de 0,10 m sobre el nivel del piso terminado. Asimismo el compresor cumple con las especificaciones aplicables de acuerdo a las normas técnicas:

NTP Norma Técnica Peruana NTP .111.010 del 2003.

NTP.111.019 – 2007.

NAG.E – 403 (99) en todo lo aplicable.

NTP.111.024 - 2006

Las características del compresor instalado son las siguientes:

Marca	: Galileo.
Modelo	: MXS-132-3-1800-12.
Número de etapas	: 03.
Caudal máxima.	: 1 080 N m ³ / h.
Potencia del Motor	: 200 kW.
RPM	: 1 785 rpm.
Presión máxima de alimentación	: 12 bares.
Presión mínima de alimentación	: 06 bares.

El compresor Galileo cuenta internamente con los siguientes componentes del sistema de GNV:

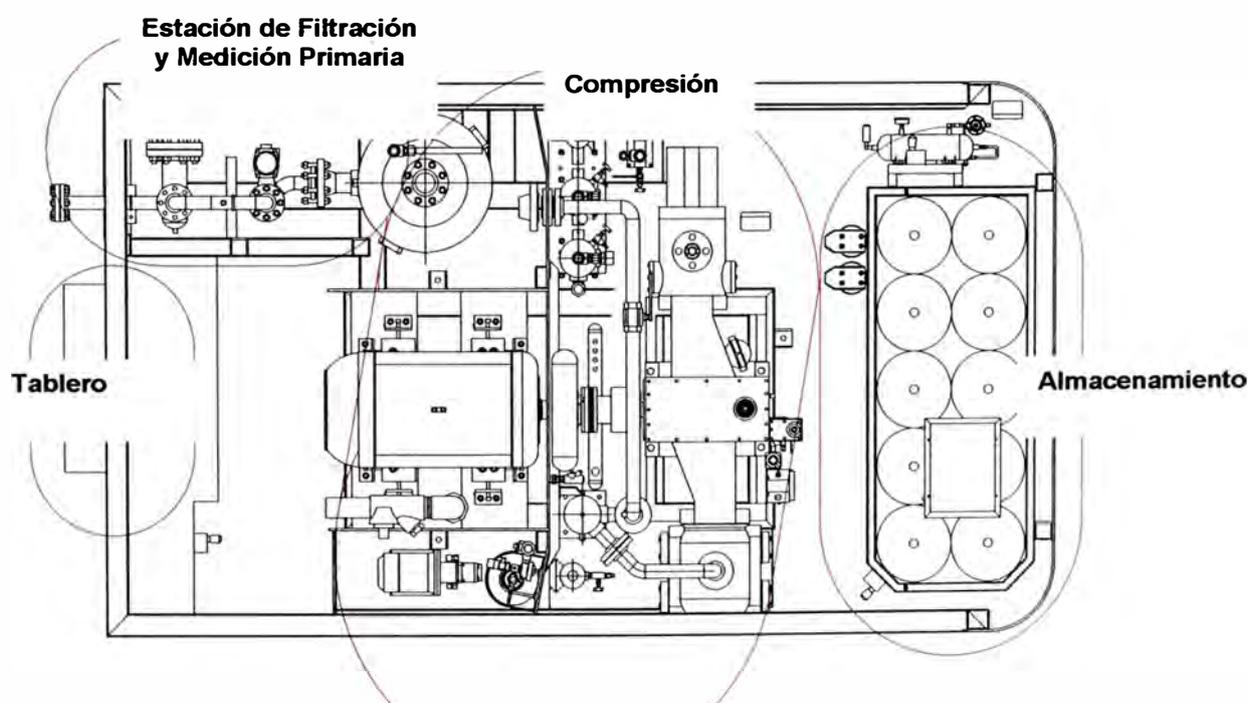


Fig.1.2 Etapas del Microbox Galileo



Fig.1.3 Microbox Galileo (Compresor

d) Estación de filtración y medición primaria

El compresor Galileo tiene incorporado la estación de filtración y medición primaria la cual cumple con lo exigido por la norma técnica NTP.111.019-2007 y las especificaciones de la distribuidora de gas natural en la ciudad de Lima y Callao.

e) Almacenamiento

El compresor Galileo tiene incorporado el sistema de almacenamiento de las siguientes características:

Número de cilindros	:	10
Capacidad de Almacenamiento	:	1 000 L
Norma de fabricación	:	ISO-9809 -1: 1999 (E)
Marca	:	CILBRAS
Material	:	Acero al Cromo – Molibdeno
Presión de trabajo	:	250 bares
Presión de prueba	:	375 bares

f) Unidad de compresión

Compresor alternativo y multi-etapa, a pistón lubricados, refrigerado por aire, conectado a la línea de aspiración, el gas es comprimido en varias etapas con enfriamientos intermedios. La operación del compresor es totalmente automática, en función de la demanda de gas de la estación.

La aspiración y la impulsión del compresor se vinculan a las tuberías de gas internamente en el sistema paquetizado, asimismo el compresor incluye internamente

inter-etapas en recipientes de amortiguación de pulso lo cual absorbe las vibraciones producidas por el carácter pulsatorio del flujo, teniendo como resultado que no se generan vibraciones nocivas al equipo, por lo que tanto la conexión de ingreso al puente de medición así como la salida desde los tanques de almacenamiento hacia los surtidores se hace mediante tubería rígida sin perjuicio para el equipo ni para el sistema de seguridad del mismo.

g) Las redes de alta presión

La red de alta presión lleva Gas Natural comprimido (250 bares) desde el compresor hasta los dispensadores, el compresor alimenta 03 dispensadores. El despacho y venta del Gas Natural Vehicular se efectúa a través de 03 dispensadores. Los dispensadores son alimentados de GNV a través de una tubería de acero cedula - 160 ASTM A53 GB de Ø 1"; de acuerdo a la disposición de la isleta, la tubería ingresa a través de un codo de 90° SW de acero, clase S.6 000 de Ø1". El sistema de tubería se ha unido mediante accesorios del tipo socket weld clase 6 000, y se han soldado con procedimiento de soldadura GTAW, calificado para este tipo de soldadura.

La tubería se ha enterrado con sistemas de protección contra la corrosión de forma activa y pasiva, para la protección pasiva se ha utilizado recubrimiento de polietileno con cinta polyken, con un espesor de 140 micrómetros de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Para la protección activa se han instalado 2 ánodos de sacrificio de magnesio calculado para un tiempo de vida de 20 años. El recubrimiento de la tubería fue inspeccionada mediante holiday test antes de proceder al tapado de la zanja.

Los ensayos no destructivos aplicados han sido realizados de acuerdo a lo que especifica la NTP.111.019.(2007), mediante inspección de tintes penetrantes, en este caso se ha realizado doble inspección la primera luego de realizar la soldadura y la segunda luego de la prueba de hermeticidad. La prueba de hermeticidad se realizó de acuerdo a lo especificado por la norma técnica y con la supervisión de OSINERGMIN, la empresa certificadora Inspectorate, y la supervisión del inspector de gas categoría IG-3 del proyecto.

h) Surtidores De GNV

La estación cuenta con una isla de GNV, 3 dispensadores y esta isla es protegida por el Canopy que cuenta con una área de 139,61 m² con columnas metálicas de 5,00 metros de altura sobre el nivel de piso terminado de concreto, la isla cuenta con un sistema de iluminación a prueba de explosión.

Los dispensadores instalados son de las siguientes características:

Marca : Galileo.

Modelo	: EMB – 15 – 1D-0R00.
Norma Aplicable	: NTP.111.019 (2007) (en todo lo aplicable).
Presión máxima de alimentación:	25 Mpa.
Presión de despacho	: 20 Mpa \pm 2.5.
Etapas de alimentación	: 1.

1.3 Cálculo de cargas eléctricas del Gasocentro de Gas natural

De acuerdo a los cálculos realizados, la estación de servicios - Gasocentro GNV cuenta con las siguientes cargas:

Demanda máxima nominal total	:	280 kW.
Demanda máxima	:	262 kW - en 460 voltios, 60 Hertz.
Demanda máxima	:	18 kW - en 230 voltios, 60 Hertz.

La carga contratada al concesionario tomando un factor de simultaneidad de 0,85 es de 340 kW. Incrementando la carga para que el transformador sea de una potencia normalizada se solicitó la medición de energía en Media tensión mediante un puesto de medición a la intemperie (P.M.I.) instalado por la concesionaria de energía eléctrica, el punto de toma de energía es en 10 kV (Red primaria) y la distribución en 460/230 voltios (red secundaria) mediante un transformador de dos devanados en el secundario. Se consideró en el diseño una futura carga de reserva.

1.4 Sistema de puesta a tierra

Se han realizado 7 pozos a tierra dentro del Gasocentro de GNV que están ubicados en diversos sectores del patio de maniobras:

- Dos pozos a tierra junto a la Subestación aérea biposte, se ha realizado para la descarga de la electricidad estática toda ferretería y partes metálicas sin tensión, la carcasa del transformador, tanto para la baja tensión como para la media tensión.
- Un pozo para los tres dispensadores de la isla 1 de GNV.
- Un pozo a tierra para la descarga de la corriente dinámica del compresor Galileo.
- Un pozo de tierra de cómputo exclusivo para las consolas de mando electrónico.
- Un pozo de tierra para el puente de medición del Compresor Galileo.
- Un pozo de tierra para la protección de los Tableros eléctricos.

La cantidad de pozos se ha ajustado con las mediciones reales en el terreno.

Para la instalación de dichos pozos se usó tierra de chacra cernida y se aplicó dosis de sales químicas para reducir la resistencia eléctrica del terreno. La resistencia eléctrica del pozo a obtener fue entre 5 a 10 Ohmios. Para el diseño se consideró una resistividad media teórica del terreno de 80 Ohm-m.

Se instaló y se conectó todos los materiales para puesta a tierra, incluyendo las estructuras, tableros, equipos, conductos, instrumentos, etc. mediante líneas de tierra, cobre desnudo de 16 mm², 25 mm² y 35 mm² según sea la capacidad del conductor de acometida de mayor sección. Las conexiones a tierra del equipo y estructuras están hechas por medio de conectores a presión de bronce ó cobre con partes metálicas no ferrosas. Las conexiones a tierra de los instrumentos están ubicadas tan cerca de las partes que llevan corriente como sea posible y no a soportes separados bases ó elementos metálicos donde las superficies sucias y pintadas pudiesen ofrecer una resistencia adicional.

Las varillas a tierra son de cobre de 20 mm de diámetro y de 2,40 m de longitud, todas están hincadas en toda su longitud de forma tal, que el extremo superior de la varilla queda a 15 cm por debajo de la superficie del terreno. Todos los elementos metálicos de las bomba de despacho, las canalizaciones metálicas y todas las partes conductivas de los equipos eléctricos, cualquiera que sea su tensión tienen una conexión a tierra en forma permanente teniendo cuidado en asegurar un buen contacto en todas las conexiones.

1.5 Protección catódica

Con la finalidad de proteger las tuberías de GNV de la corrosión se ha proyectado un sistema de protección consistente en ánodos de sacrificio de magnesio; en su principio mas básico, la corrosión es sino el proceso inverso de la metalurgia, por el cual las estructuras metálicas enterradas ó sumergidas tienden a retomar a su estado mineral, es decir, se trata del deterioro de metales y aleaciones por acción química del medio ambiente. El mecanismo que permite desarrollar este fenómeno es la corrosión electroquímica, el cual se puede definir como el proceso de destrucción que se desarrolla por medio de electrolitos (agua de mar, suelo, soluciones acuosas de ácidos, bases, sales, aire atmosférico húmedo, etc.) en contacto con el metal.

La protección catódica actúa como segunda línea de defensa (después del revestimiento) contra la corrosión externa. El objetivo de la protección catódica es la de proteger a la estructura (enterrada y/o sumergida) en los sitios donde haya fallas de revestimientos y su función es inhibir el proceso de corrosión.

Las tuberías de GNV son protegidas mediante ánodos de magnesio, en este caso se estimó 2 ánodo para una longitud aproximada de 15,50 m de tubería. Tras colocar el ánodo se vertió agua en el área circundante a él hasta que quedo totalmente cubierto. Una vez enterrado el ánodo, se colocó una tubería de PVC de 2" para humedecer periódicamente el ánodo. Una vez finalizado la instalación de los ánodos se verifico el potencial de protección el cual fue menor de -0,85 voltios, cuando los ánodos

están en contacto directo con el suelo, se recubren con frecuencia de una capa muy resistente. Esta capa ocasiona un aumento sensible de la resistencia de los ánodos con tendencia a pasivarlos, hasta el punto de hacerlos inoperantes. Para remediar la influencia desfavorable de estos factores sobre el proceso de disolución de los ánodos de sacrificio, se coloca a su alrededor un medio químico artificial. Este medio químico, que podemos llamar "activador", es más conocido en la terminología de la ingeniería de la corrosión por la palabra inglesa "backfill", y debe ejercer tres funciones principales:

- 1) Reducir la resistencia de contacto ánodo-suelo.
- 2) Estabilizar el potencial del ánodo, evitar la polarización y asegurar una fuente segura de corriente.
- 3) Mejorar el rendimiento, disminuyendo la corrosión espontánea y consiguiendo un ataque del ánodo uniforme.

1.6 Banco de condensadores

Debido a que el compresor Galileo, reflectores, dispositivos eléctricos de los dispensadores y otras cargas en su naturaleza eléctrica son de carácter reactivo, este carácter reactivo obliga que junto a la potencia activa (kW) exista una potencia llamada Reactiva (kVAR), las cuales en su conjunto determinen el comportamiento operacional de dichos equipos. La potencia reactiva, la cual no produce un trabajo físico directo en los equipos pero es necesaria para el funcionamiento de los equipos, puede volverse apreciable , y si no se vigila apropiadamente hace disminuir el factor de potencia.

Por definición, el factor de potencia ($\cos \varnothing$) de un dispositivo eléctrico, es igual a la razón entre la potencia activa P (kW) y la potencia aparente S (kVA) y puede variar de 0 a 1. Para el proyecto ejecutado se implementó un banco automático de condensador estático de 75 kVAR, 3 fases 460V/230V, 60Hz, para compensar el factor de potencia de acuerdo a la variación de carga, en 12 pasos de 25 kVAR 3 fases 60 Hz cada uno. La batería de condensadores esta alimentada desde un interruptor de 3x200 A instalado en el Tablero General.

1.7 Paneles de señalización

La instalación cuenta con paneles de señalización de seguridad y zona de peligro, señalización de restricción para entrada de personal no autorizado y manipulación de equipos, además de zona de señalización de riesgos eléctricos en Tableros y zonas en que pueda haber riesgo de inducción eléctrica, también cuenta con extintores en sitios estratégicos y demás equipos de seguridad.

1.8 Planos de instalaciones eléctricas.

Se realizaron 07 planos de las instalaciones eléctricas donde se detallan las distancias mínimas de ubicación de equipos eléctricos, así mismo los detalles de las

instalaciones, los planos realizados son los siguientes:

TABLA N° 1.3 Relación de planos

	Descripción	Lámina
01	Instalaciones Eléctricas – Distribución general.	IE-01
02	Instalaciones Eléctricas – Diagrama unifilar	IE-02
03	Instalaciones Eléctricas - Detalles generales	IE-03
04	Instalaciones Eléctricas – Sistema de seguridad P&D	IE-04
05	Instalaciones Eléctricas - Subestación eléctrica, Red primaria.	IE-05

1.9 Remodelaciones eléctricas en edificio

Se anularon los circuitos de luminarias y tomacorrientes existentes en el área donde fue instalado el Compresor Galileo, ya que se encuentran dentro del área clase 1, zona 1 y 2.

CAPÍTULO II ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

2.1 Generalidades

Los materiales que se usaron fueron nuevos de reconocida calidad, de primer uso y de utilización actual en el mercado nacional e internacional. Cualquier material que llegó malogrado a la obra ó que se malogró durante la ejecución de los trabajos fue reemplazado por otro igual en buen estado. Los materiales fueron guardados en la obra en forma adecuada sobre todo siguiendo las indicaciones dadas por el fabricante o manuales de instalaciones.

Como el Gasocentro es considerado como área clasificadas como lugares de alto peligro de incendio y explosión por las concentraciones de gases y líquidos volátiles, por tanto se definen zonas de seguridad donde los equipos é instalaciones eléctricas se siguieron recomendaciones del Código Nacional Eléctrico normas de suministro y de utilización. Ubicados como se indica en los planos de instalaciones eléctricas, cumpliendo con las especificaciones de la clase 1, División 1 y 2, Grupo D de la NFPA 70. El propósito de estas especificaciones generales fue dar pautas a seguir en cuanto a detalles especiales que surgieron como consecuencia del desarrollo de los planos. Forman parte integrante de estas especificaciones los planos.

2.2 Ductos y accesorios

2.2.1 Tubería PVC pesado

Las tuberías que se emplearon para protección de los alimentadores, circuitos derivados y sistemas auxiliares (teléfono externo, interno, y terminales de computadora) fueron de policloruro de vinilo clase pesada, resistentes al impacto, al aplastamiento y a las deformaciones producidas por el calor en las condiciones normales de servicio y además son resistentes a las bajas temperaturas de fabricación: MATUSITA. El diámetro mínimo es de 20 mm de diámetro (3/4") para teléfonos, cómputo y servicios auxiliares. Para empalmar tubos entre sí, se emplearon uniones a presión. Las tuberías se unieron a las cajas mediante conexiones a caja, se uso pegamento especial recomendado por los fabricantes. Para las instalaciones de las tuberías se realizó un sistema unido mecánicamente de caja a caja ó de accesorio a accesorio, estableciéndose una adecuada continuidad en la red de electroductos. Los electroductos están enteramente

libres de contacto con tuberías de otras instalaciones, siendo la distancia mínima de 0,15 m. Con las de agua caliente. No se aceptó más de dos curvas de 90 grados ó su equivalente entre cajas.

Las tuberías de los alimentadores, se unieron a las cajas de los tableros, de paso ó derivación mediante conectores roscados de plásticos (adaptadores) con tuerca y contratuerca de fierro galvanizado.

2.2.2 Curva PVC pesado

No se permitieron las curvas hechas en obra, y se utilizaron curvas de fábrica de radio estándar de plástico.

2.2.3 Uniones o coplas

La unión entre tubos se realizaron en general por medio de campanas a presión, propia de cada tubo; pero en la unión de tramos de tubos sin campana se usaron coplas plásticas a presión. Para unir las tuberías PVC con las cajas metálicas galvanizadas se utilizaron dos piezas de PVC: Una copla de PVC original de fábrica en donde se embutió la tubería que se conecta a la caja y otra conexión a caja que se instaló en el K.O. de la caja de 90° y se insertó en el otro extremo de la copla anterior.

2.2.4 Pegamento

En todas las uniones a presión se usó pegamento a base de PVC, para garantizar la hermeticidad de la misma.

2.2.5 Tuberías conduit

Los tubos conduit son de acero galvanizado por inmersión en caliente, cumplen y tienen certificación UL 1242 (Electrical Intermediate Metal Conduit – Steel) y ANSI C80-6. Los tubos son roscados según la norma ANSI B1.201 tipo NPT y las roscas fueron protegidas con un protector plástico. Para evitar que los filos cortantes puedan romper ó el aislamiento de los cables eléctricos, los extremos de los tubos fueron desbarbados. Los tubos tienen un largo de 3 m y el diámetro de acuerdo al listado de materiales y fueron suministrados con una copla en uno de sus extremos. Las tuberías conduit están diseñadas para proteger los cables eléctricos en instalaciones industriales y en ambientes corrosivos. Son del tipo IMC (Intermediate Metal Conduit). Las tuberías que se encuentran dentro de las áreas de clasificación I división 0, 1, 2, son del tipo conduit con accesorios conduit a prueba de explosión, en las zonas donde se instalaron enterradas a un metro de llegar al equipo se usó tubería conduit con su adaptador.

2.2.6 Sellos eléctricos

En las conexiones se utilizaron sellos antiexplosivos H-V según los diámetros de las tuberías, son de acero galvanizado por inmersión en caliente. Cumplen y tienen certificación de acuerdo al estándar UL 1242 (Electrical Intermediate Metal conduit –

Steel) y ANSI C80-6. Una vez que se realiza la conexión de los sellos en las entradas y salidas de los circuitos se sella utilizándose el compuesto PSX para la retención y el compuesto PSA para el sellado definitivo.

2.3 Conductores

Todos los conductores son del tipo THW, 600 V, 75°C cableados unipolares de cobre electrolítico, de temple blando, de 99.9% de conductibilidad y sólidos hasta la sección de 6 mm². Inclusive y cableados concéntricos para secciones mayores, aislamiento termoplástico tipo TW, para 600 voltios de tensión nominal y 60 grados centígrados de temperatura de operación. Fabricados según normas ASTM B-3 y B-8 para los conductores y VDE-0250 para el aislamiento.

No se usaron conductores de sección inferior a 2,5 mm². En el caso de los cables que se utilizaron cuyo aislamiento es de color negro se señalaron con cintas de color y se identificaron los circuitos con letras de señalización de circuitos similares a las cintas de señalización 3 M. Las derivaciones a los artefactos de alumbrado fueron realizados con conductor extra flexible (similar al biplastoflex) calibre 2 x 2,5 mm² los empalmes son con manguitos a compresión y aislados con tubos compresibles raychem

2.3.1 Cables

Los cables tipo NYY 1 kV, son conductores de cobre electrolítico blando, sólido o cableado concéntrico, aislados con cloruro de polivinilo (PVC) y protección exterior o individual con una chaqueta de PVC y para una tensión de servicio de 1 000 voltios según normas de fabricación ASTM B-3 y B-8 para los conductores y CEI 20-14 para el aislamiento. Se señalaron identificando con cintas de color según el código de colores indicado.

2.3.2 Instalación de conductores

Los conductores correspondientes a los circuitos secundarios, fueron instalados en los conductos después de haberse terminado el enlucido de las paredes y el cielo raso. No se paso ningún conductor por los electroductos antes de que las juntas hayan sido herméticamente ajustadas y todo el tramo haya sido asegurado en su lugar, a todos los conductores se les dejaron extremos suficientemente largos para las conexiones. Todos los empalmes fueron ejecutados en las cajas de pase y son eléctrica y mecánicamente seguros, protegidas con cinta aislante de jebe y de plástico. Antes de proceder al alambrado, se limpiaron, secaron los tubos y se barnizaron las cajas. Antes de proceder al alambrado, se empleo talco en polvo. No se utilizó grasas o aceites.

2.4 Tableros eléctricos

Los tableros eléctricos están montados en gabinetes tipo modular de planchas de galvanizadas, con la superficie exterior tratada con un revestimiento de pintura

epóxica homeable, para proporcionar una protección eficaz contra la corrosión. El espesor de la capa base fue de 25 micras.

- La aplicación de esmalte (Color elegido en obra), se acepto por el sistema electro aspersion (electrostática), la capa final fue de 45 micras incluida la capa base. El tablero tiene las capas de pintura necesarias para obtener un espesor de pintura de 60 a 80 micras.
- Los tableros tienen una puerta metálica con cerradura y con las bisagras adecuadas para permitir una apertura de 150° como mínimo y tienen burlete de goma autoadhesivo, los elementos se ensamblaron en bandejas extraíbles, las secciones de comando están divididas mecánicamente, mediante tapas divisorias. La carcasa del tablero tiene rejillas de ventilación arriba y abajo.
- La puerta del tablero de los indicadores digitales del sistema de detección de gas cuenta con una ventana de material transparente que permite visualizar el interior del tablero sin necesidad de abrir la puerta.
- Todos los tornillos, pernos, tuercas y arandelas están tratados contra corrosión. Un tratamiento protector semejante se aplico a todas las piezas de acero que no fueron pintadas, a menos que sean partes móviles, en cuyo caso fueron engrasadas de forma conveniente.
- En el cableado interno de los tableros, todos los cables están dotados en sus extremos con terminales de tamaño adecuado, no se permitió conexión directa de los cables a los bornes de los equipos ni a las regletas.
- Las regletas terminales están montadas en lugares accesibles, con suficiente espacio para inspección, mantenimiento.
- Se colocaron etiquetas de designación, en el frente de cada circuito para su adecuada identificación, son de plástico rígido laminado de color negro con letras grabadas en blanco.
- Los extremos de los cables se identificaron por medio de anillos con la designación del cable, de acuerdo con los diagramas de cableado.
- El tablero de comando TGNV460 tiene los siguientes equipos complementarios: Control del banco de capacitores para corrección del factor de potencia, sistema de seguridad incorporado, protección térmica para el motor principal y sistema de enfriamiento, sistema de arranque estrella triángulo.

2.5 Interruptores termo magnético de los tableros

Los interruptores son del tipo automático del tipo termo magnético, diseñados para trabajar en duras condiciones climáticas y de servicio, permitiendo una segura protección y buen aprovechamiento de la sección de la línea. El cuerpo está construido de

un material aislante altamente resistente al calor. Los contactos son de aleación de plata endurecidas que aseguren excelente contacto eléctrico. Estos interruptores son igual a los fabricados por "Telemecanique - France". La capacidad interruptora a la corriente de corto circuito son los siguientes:

Para interruptores de hasta 60 A-----10 kA.

Para interruptores de 70 a 100 A-----20 kA.

Para interruptores de 125 a 400 A-----30 kA.

2.6 Sistema de puesta a tierra

Todas las instalaciones dentro del predio de la estación de GNV como son, estructuras metálicas, columnas de iluminación, tableros eléctricos, motores, máquinas, barreras de seguridad intrínseca, etc., fueron eficientemente conectados a tierra a efectos de eliminar corrientes estáticas u otro tipo de problemas eléctricos.

2.6.1 Materiales utilizados en la confección de pozos a tierra

El sistema está constituido por:

- 01 Varilla de cobre de 20 mm de diámetro de 2,40 m de largo.
- 3 dosis de Thorgel.
- 3 conectores de cobre de 20 mm.
- 3 metros cúbicos de tierra vegetal.
- Buzón de registro del pozo a tierra.
- Cable desnudo de 25 mm² para el helicoidal del pozo.
- Terminal para presión para realizar la conexión.

2.6.2 Procedimiento utilizado en la confección de pozos a tierra.

Se realizó una excavación de 2,5 metros de altura por 1x1 metro de área, teniendo cuidado de posibles derrumbes sobre la excavación. Se preparó la varilla de cobre de 20 mm. con el cable de cobre alrededor de ella conforme al plano, procediéndose a alojarlo dentro de la excavación previo de realizar una cama con la tierra vegetal de 0,10 metros, luego se procedió a realizar el llenado de 1/3 de la excavación mediante la tierra vegetal cernida compactándolo con una madera larga adecuada, a esta altura se realizó la mezcla de la parte A de la dosis Thorgel (azul) con 5 litros de agua limpia, vertiéndola dentro de la excavación igualmente se realizó la mezcla de la dosis B (crema) con 5 litros de agua, procediéndose a verterlo, finalmente se vertió 25 litros de agua para que lo absorva la tierra.

Se siguió llenando la excavación con tierra vegetal, a 2/3 de la altura de excavación se realizó la mezcla de la segunda dosis de Thorgel de manera similar al paso anterior vertiéndolo en forma pareja dentro de la excavación, para luego verter 25 litros de agua limpia dejando que lo asimile la tierra. Finalmente se lleno completamente

la excavación para realizar la aplicación de la tercera dosis Thorgel según lo descrito anteriormente, procediendo a saturar con agua la tierra. Se colocó el buzón pre fabricado a nivel de la altura de piso terminado.

2.6.3 Equipos y accesorios para la medición de los pozos a tierra

- Telurómetro medidor de resistencia marca Kyoritsu Digital 4105-A.
- Cables de enlace.

2.6.4 Procedimiento utilizado para la medición

Se instaló el Telurómetro según el esquema adjunto teniendo cuidado que las jabalinas auxiliares estén en una misma dirección, no haciendo ángulo. Se mojó la tierra alrededor de las jabalinas. Se realizaron tres mediciones para cada pozo a tierra en tres posiciones diferentes considerando la medición del pozo a tierra el promedio de las tres mediciones, los resultados se adjunta en el anexo adjunto. El principio de funcionamiento se basa en el hincado de 4 jabalinas a saber: las 2 extremas para la circulación de una corriente y las 2 centrales para la medición de tensión, de manera que el instrumento directamente indique el valor de resistencia, es decir el cociente entre tensión y corriente. Regularmente se utiliza el método de las 3 jabalinas y para ello el borne E del instrumento se conecta a la jabalina ó punto a medir, mientras que los bornes S y H se conectan a los cables provenientes de 2 jabalinas auxiliares dispuestas alineadas entre sí y a cierta cantidad de metros del instrumento. Después se pone el selector en Re 3 polos y pulsando "START "se lee el valor de resistencia. El instrumento viene en una valija junto a todos sus accesorios

En todos los casos la resistencia del sistema con respecto a tierra es como máximo de 5 ohms. Las uniones se realizaron preferentemente por medio de soldadura tipo cupro aluminotérmica. En los extremos de los chicotes de cable que se conecten a masas de aparatos o estructuras, se utilizan terminales de dentición profunda. Para los diferentes parámetros que se calcularon en el sistema de puesta a tierra, se consideró la Norma VDE 0141. Se toma en cuenta que las tensiones de paso y de contacto no exceden los 125 volt. Para el cálculo de los efectos térmicos causados por una corriente de cortocircuito sobre los elementos del sistema, se consideró un tiempo de duración no inferior a un segundo. Las tomas de tierra se comprobaron con el equipo adecuado para verificar que tienen como máximo una resistencia 5 Ohmios GNV según se indica (Pozo general, estática y dinámica), en el proyecto se estimó una resistividad promedio del terreno de 80 Ohms-m. Para obtener la resistencia estimada se debió aplicar como mínimo tres dosis de Thorgel ó similar por m³. A tierra. Los cables de la red de tierra están enterrados como mínimo a 60 cm. por debajo del nivel del pavimento, haciéndose las salidas de los cables con tubo PVC pesado para protección del mismo., el acabado es

con un metro de tubería conduit y sello antiexplosivo, posteriormente se selló los tubos con los compuestos sellador PSX y PSA.

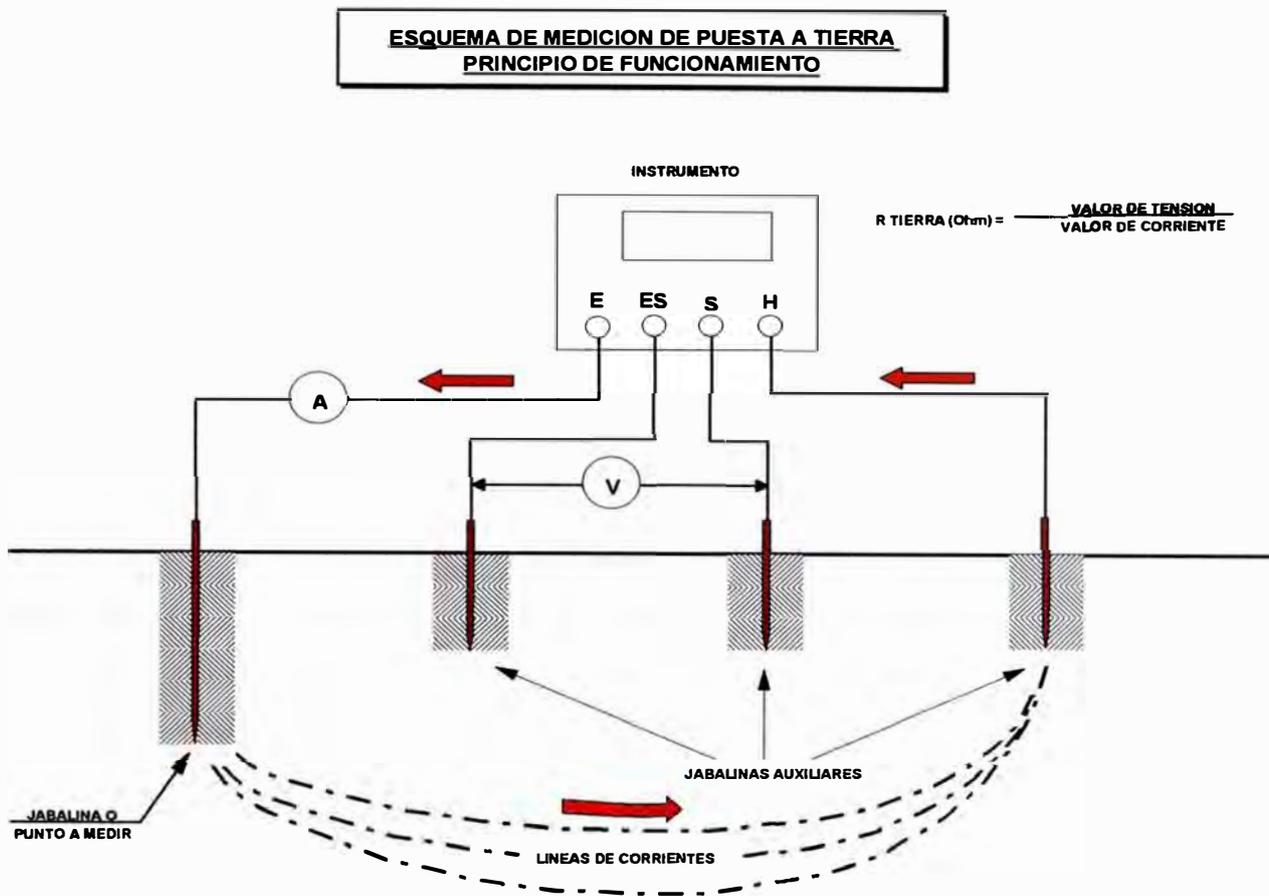


Fig.2.1 Esquema de medición

Las conexiones a los equipos se efectuaron con fijaciones que puedan desconectarse para la comprobación de resistencias. Con este fin los equipos llevan los oportunos tornillos para puesta a tierra. Se utilizó cable de cobre trenzado y desnudo de 35, 25 ó 16 mm. Según corresponda para la conexión con la jabalina, desde este punto partieron las derivaciones que se conectaron a equipos y estructuras.

2.7 Pulsadores de emergencia

A fin de contar con un accionamiento de desconexión instantáneo del suministro eléctrico la instalación de GNV cuenta con 09 pulsadores de parada de emergencia distribuidos en el predio de la estación. Además del paro del compresor, de los surtidores y bloqueo de las válvulas de corte, producirá el corte total de la energía eléctrica, a todo otro equipo o elemento relacionado con las instalaciones de GNV con excepción de la iluminación y sistema de detección. Los pulsadores se ubicaron en los siguientes puntos:

- 02 pulsadores de emergencia en cada dispensador, estos pulsadores vinieron con el dispensador.

- 01 pulsador de emergencia en el frente de la tienda del Servicentro.
- 02 Pulsadores en el microbox del compresor.

Su instalación eléctrica y elementos anexos, se ha ubicado los pulsadores conforme se indica el plano IE-02.

2.8 Sistema de detección de gas

Las instalaciones de GNV cuentan con un sistema de detección permanente de fuga de gas conformado por seis detectores de gas gobernados por la unidad de control y monitoreo de gas. En este caso tanto el tablero como las sondas son de procedencia española marca FIDEGAS. Las especificaciones técnicas de los equipos son:

2.8.1 Tablero central detector de gas Fidegas

Para el sistema de detección de gas en el gasocentro se ha utilizado la central Ref. C / 6 que controla un máximo de seis (6) sondas Ref. S / 6, con una cobertura aproximada de 16 m². Por sonda. La central Ref. C / 6 incorpora en el panel frontal las siguientes señalizaciones mediante leds:

- Señal de funcionamiento (led verde marcado con ON).
- Señal de alarma Memorizada independiente para cada sonda (leds rojos marcados con el nº de cada sonda 1, 2, 3, 4, 5, 6).
- Señal del estado de la salida para la electro válvula (led verde (-) rojo marcado con Salida 1, Salida 2, Salida 3 y Salida 4) cuando el led Verde esta encendido indica que la electro válvula está recibiendo tensión, si el led está apagado indica que la electro válvula no está activada, pasando a activar la(s) alarma(s) óptico – acústica(s).

Esta central está provista de una salida de pre alarma, que se activa al 10 % del L.I.E. (Límite Inferior de Explosión), común a todas las sondas y no hay indicación visual del estado de la salida. Rearme, dispone de dos pulsadores rojos para rearmar el sistema después de una alarma, mantener pulsados hasta que apaguen los led rojos y se enciendan los led de Salida en verde. Si en dos o tres segundos no se apagan los led rojos, significa que la/las sondas siguen detectando gas por encima del 20% LIE ó tenemos una avería en el sistema. Ningún detector de gas sustituye a una correcta instalación y mantenimiento de los aparatos quemadores de gas y debe ser colocado por una persona competente o un instalador autorizado.

Características técnicas

- Alimentación: 230 V, ac 50 - 60Hz. Potencia: 44 VA
- Entrada para seis (6) sondas Ref. S/6 (Para Gas Natural Vehicular)
- Conexión Sonda – Central siempre con manguera apantallada, mínimo de 4 x 0,25 mm².
- Dos salidas dobles programables mediante switches internos por placa

- a. (Salida 1 – 2 y salida 3 – 4)
- b. Salida 1 - 2: 12 V, dc. 230 v, ac.
- c. Salida 3 - 4: 12 V, dc.
- d. 230 V, ac.
- Una salida doble de pre alarma a 230 V, ac. y 12 V, dc, en abiertos y cerrados. protegidos con fusible.
- Salida de Pre alarma: 12 V, dc. 230 V, ac.
- atención: potencia máxima en 12 V, dc, 0,5 A / 6 w (por placa).
- potencia máxima en 230 V, ac, 100 vA (por placa).
- Posibilidad de una batería auxiliar Ref. B-01 de 12 V / 3 A (opcional)
- Una por placa. Autonomía de 30 minutos a plena carga.
- Temperatura de trabajo: (- 5 a 50) °C.
- Humedad y presión de trabajo: (0 a 90) % R.H. y (95 a 110) kPa.
- Grado de protección: IP 43
- Dimensiones: 420 x 285 x 85 mm. Peso: 6 200 g

2.8.2 Sonda detector de gas

Detector de gas 4-20 mA, antideflagrante y para gases explosivos. Es compatible con Eurosondelco, Siemens CC62P (mediante Interfase), Fidegas con entradas estándar 4-20 mA provisto de sensor catalítico.

- Gases disponibles: gas natural, metano, butano, propano, amoníaco, hidrógeno, etileno, hexano, octano, propileno, isobutano, benceno, tolueno.
- Rango de detección: 0% a 100% L.I.E.
- Alimentación: 12 voltios corriente alterna ó 24 voltios corriente continua.
- Consumo: 120 mA 12voltios corriente alterna / 65mA 24voltios corriente alterna.
- Vida útil: 4 años
- Área de cobertura: 15 m².
- Grado de protección I.P. 435
- Código de atmósfera explosiva: EEx d II C T6
- Dimensiones y peso: 170 x 110 x 70mm / 950 g.
- El sistema compuesto por la central Fidegas (CA) + detectores Fidegas S/3-2 está certificado ATEX LOM03ATEX2095.
- Todos los detectores comercializados han sido calibrados en laboratorio y no necesitan ser calibrados en obra.
- Como el gas natural es menos pesado que el aire la colocación del detector de gas es como mínimo a 1,50 metros.

2.9 Sistema de protección catódica.

2.9.1 Códigos estándares y documentos aplicables

Los códigos, estándares de la Industria y los documentos aplicables para el sistema de protección catódica son los siguientes:

- API (Instituto Americano de Petróleo).
- NACE (Asociación nacional de ingenieros de corrosión).

2.9.2 Protección de la corrosión

Para los sistemas que contienen tubos de metal debe de existir un sistema de protección catódica con ánodos de sacrificio los mismos que tienen un plan de mantenimiento del sistema de protección. El plan tiene los siguientes procedimientos:

- Implementar el programa de control de la corrosión. Bajo la dirección de un personal calificado con experiencia en los métodos de control de corrosión en tuberías.
- Asegurar la cubierta aislante de las tuberías y tanques y la unión cadweld (ó soldadura térmica).
- Asegurar la protección catódica a los tubos y tanques.
- Examinar las tuberías que sobresalen del suelo.
- Verificar la efectividad de la protección catódica cada año.
- Llevar libros de las pruebas e inspecciones de la protección catódica.

2.9.3 Instalación típica de ánodos de magnesio

Los ánodos se colocan en la estructura a proteger con distintos procedimientos, pero siempre con ayuda del alma que la atraviesa que suele ser redonda y de acero. Los extremos que sobresalen del alma pueden doblarse ligeramente y soldarse, lo que es el caso más común. Ahora bien, se utilizan también con frecuencia sistemas de grapas o espárragos o simplemente se atornillan. Cuando van enterrados se introducen en una bolsa de tela y son rodeados de una mezcla de componentes de baja resistividad que proporcionan un funcionamiento homogéneo del ánodo. Por medio de un cable se une el alma de acero del ánodo con la estructura que se quiere proteger.

Se da la vuelta al alambre para evitar la tensión en la atadura. Se inserta el conductor en el molde empujando el conductor hasta que pase por el centro de agujero de la cinta. Dejar caer el disco de metal encima del agujero. Remover el poder de inicio del cartucho para taladrar el labio del molde del cartucho invertido. Se debe de cerrar y cubrir el molde, sosteniéndolo se prende el inicio de poder del soldador con el arma del pedernal. Cuando se inicie el fuego, se remueva el arma inmediatamente. Sostenga sobre el orificio del molde hecho por 10 segundos. Remover los restos de la soldadura.

Después de la soldadura todo metal expuesto se envolvió y cubrió con la

protección aislante

2.9.4 Ánodos de sacrificio

Características de los ánodos utilizados:

Peso neto del ánodo	9 Kilogramos.
Capacidad de corriente	1 232 Amperios x hora / kilogramo.
Potencial ánodo	17 voltios.
Factor de utilización	0,85.

i.) Las tuberías de GNV fueron protegidas mediante ánodos de magnesio, en este caso se estimó 2 ánodos para la longitud de tuberías con radios de 1" en GNV. Estos ánodos fueron distribuido equidistante a lo largo del recorrido de la tubería.

ii.) Tras colocar el ánodo se vertió agua en el área circundante a él hasta que quede totalmente cubierto. Una vez enterrado el ánodo, se colocó una tubería de PVC de 2" para humedecer periódicamente el ánodo.

iii.) Una vez finalizado la instalación de los ánodos se verificó el potencial de protección el cual fue de 0,85 voltios.

iv.) Cuando los ánodos están en contacto directo con el suelo, se recubren con frecuencia de una capa muy resistente. Esta capa ocasiona un aumento sensible de la resistencia de los ánodos con tendencia a pasivarlos, hasta el punto de hacerlos inoperantes. Para remediar la influencia desfavorable de estos factores sobre el proceso de disolución de los ánodos de sacrificio, se coloca a su alrededor un medio químico artificial. Este medio químico, que podemos llamar "activador", es más conocido en la terminología de la ingeniería de la corrosión por la palabra inglesa "backfill", y debe ejercer tres funciones principales:

- Reducir la resistencia de contacto ánodo-suelo.
- Estabilizar el potencial del ánodo, evitar la polarización y asegurar una fuente segura de corriente.
- Mejorar el rendimiento, disminuyendo la corrosión espontánea y consiguiendo un ataque del ánodo uniforme.

2.10 Banco de condensadores

Esta especificación técnica cubre el diseño, fabricación y pruebas del equipo de compensación de energía reactiva en 460 voltios perteneciente al equipamiento de la red.

2.10.1 Generalidades.

El proveedor suministró el siguiente equipo completamente probado y listo para ser instalados de acuerdo a la presente especificación. Banco de condensadores de 75 kVAR, operación automática, preparado para 460 voltios, uso interior, equipado con sistema de protección, control automático y base soporte.

2.10.2 Condiciones de diseño y operación

El equipo fue diseñado, construido y probado de acuerdo a las últimas normas y prescripciones aplicables de ITINTEC, IEEE, ANSI y NEMA. Los equipos son para uso interior, servicio continuo, tipo tropical, para operar en una atmósfera altamente húmeda y corrosiva.

2.10.3 Descripción de los equipos

Condensadores: Fueron dimensionados, diseñados y fabricados para operar en un sistema trifásico en baja tensión, a nivel de 460 voltios. Los condensadores consisten de elementos de películas dieléctricas de plástico metalizado, procesado al vacío. Los cuales conforman el electrodo del condensador y están encapsulados en resina termoestable o impregnada por fluido dieléctrico de baja toxicidad y biodegradable. Los elementos así constituidos se agrupan en cajas o tanques de plancha metálica de acero de un espesor mínimo 2 mm, interconectándose para formar una sola unidad compacta trifásica, las cajas o tanques son rellenos con material no inflamable, no tóxico y sellado herméticamente. La conexión interior se realizó mediante terminales que afloran de la caja o tanque a través de bushings sellados con soldadura a la tapa, los bushings son de porcelana y garantizan una máxima protección contra cortocircuitos y pérdidas de fluido dieléctrico. Cada unidad condensadora lleva dos bancos automáticos de condensadores estáticos de 25 kVAR, 3 fases 460/230 voltios, 60Hz, para compensar el factor de potencia de acuerdo a la variación de carga, en 12 pasos de 25 kVAR, 3 fases 60 Hz cada uno. La batería de condensadores será alimentada desde un interruptor de 3 x 200 A, instalado en el Tablero General. Tiene un juego de barras trifásicas que alimenten a 8 condensadores y equipada por los siguientes elementos de control, maniobra y conexión listo para operar:

- Un regulador electrónico del factor de potencia para 12 pasos ó etapas regulable 0,95 inductivo – 1,00 a – 0,95 capacitivo.
- 12 lámparas señalizadores de conexión de los condensadores.
- 8 contactores especiales para condensadores de 30 kVAR 400 V 60Hz con bobina y resistencia de descarga incorporados.
- 8 Interruptores termomagnéticos de 3x50 Amperios, 500 V.
- 8 condensadores de 25 kVAR, 3 fases, 460 V, 60 Hz. con aislamiento regenerable tipo seco, fabricado con papel metalizado no inflamable, provisto de resistencias de descarga.
- Un juego de bornas de entrada trifásico (para 2 cables de 3-1x150mm² tipo THW 600V) y borne de conexión a tierra.
- Cables de conexión para control de tensión y corriente desde el transformador de corriente según normas.
- corriente según normas.

- La estructura metálica del banco de 75 kVAR, 460 V, 3 fases, tiene como dimensiones máximas: Largo = 1.20 m, profundidad = 0.60 m, altura 2,10 m. Los condensadores están ubicados en una estructura metálica debidamente ventilada y un panel donde se ubican los elementos de maniobra y protección.
- Las pérdidas no superan 1w / kVAR terminales, resistencia de descarga de valor fijo y calculado para reducir el voltaje de sus terminales para su correcta operación después de 5 minutos de haberse conectado a la red. Así mismo lleva una terminal para la conexión a tierra de la unidad.

2.11 Luminarias a prueba de explosión

Por disposición de la Norma técnica peruana NTP. 111.019 sobre islas de GNV: " De utilizarse techo para que proteja las islas o zonas adyacentes a las islas la altura mínima será de cuatro metros con noventa centímetros (4,90 m.) y deberá contar con un sistema de iluminación antiexplosivo" además por estar en la zona de área peligrosa 1 clase 2 se tiene que se utilizaron los siguientes equipos de iluminación:

Reflector Pantalla Asimétrica Abastelec Modelo Wg.

Los reflectores de la línea Wg se utilizan en las instalaciones eléctricas en áreas con riesgos de explosiones; para la iluminación de estaciones de servicios, playas de maniobras, y todo otro espacio donde se requiera un importante nivel de iluminación con lámpara de descarga. El equipo auxiliar puede montarse en el interior del mismo o a distancia utilizando cajas anti explosión.

Certificación

- Comisión de investigación científica de la Provincia de Buenos Aires.
- Clase 1 División 1 Grupo D según el artículo N° 500 del NEC.- Exp.2109-60.675/90
N° de Laboratorio: E-1649/91.

Características Constructivas

Materiales

- Cuerpo y marco de fundición de aluminio de bajo contenido de cobre. Opcional: Aluminio libre de cobre.
- Refractor de vidrio templado.
- Sellado de refractor de silicona neutra.
- Bulonería de cierre de acero Dorrtech. Opcional acero inoxidable.
- Reflector asimétrico de aluminio gofrado.
- Soporte de sujeción de fleje de acero de 3/16".

Accesos

- Acceso hembra de ½" NPT o BSP.
- Opcional: Acceso roscado con prensacables antideflagrante.

- Componentes eléctricos.
- Portalámparas anti vibratorio de porcelana casquillo E-40 con contactos de cobre.
- Cables de caucho siliconado para alta temperatura.

Capacidad

- Una lámpara de descarga de 250 watt.

2.12 Caja a prueba de explosión en equipos de POS

2.12.1 Zona de trabajo

Son empleadas para alojar todo tipo de elementos como aparato de control, interruptores, señalizadores, etc. Aptos para áreas clase 1 zona I y II, grupo C y D según NEC art. 500 (UL). Aptos para áreas clasificadas como Ex d II C, EX d II B + H2 T5 y como Ex d II B + H2 T6 según IEC 79 y 79.

2.12.2 Características

Fabricación Standard: En fundición de aluminio con asiento de tapa y caja rectificado, tornillos tipo allen para fijar la tapa, orejas de fijación, tapa abisagrada según el modelo y uso.

Variante: fundición de hierro.

Terminación Standard: pintura martillada color gris.

Variante: recubrimiento Delgaplastic color gris. En caso de hierro galvanizado, hasta el modelo XO-8.

Accesos: sobre pedido, puede proveerse una amplia gama acorde al tamaño de caja.

El espesor de la pared permite efectuarlos en cualquier posición, cumpliendo con lo indicado en las normas.

Terminación Standard: Pintura martillada color gris.

Variante: Recubrimiento Delgaplastic color gris.

Roscado Standard: Según a necesidad.

2.13 Tomacorriente anti explosión

Se utilizó tomacorriente antiexplosivo cerca al recinto del Microbox, de la marca Abastelec de procedencia Argentina con las siguientes especificaciones:

Aplicaciones

Los tomacorrientes de la línea SMI se utilizan en las instalaciones eléctricas en áreas con riesgo de explosiones como llaves de corte simples o de combinación de líneas de iluminación.

Certificaciones

Comisión de Investigación Científicas de la Pontificia. De Buenos Aires.

Clase I división I grupo D – Prot.: 2190-60,322/87. N° Lab. L-745/87

Materiales

Cuerpo y tapa – fundición de aluminio de bajo contenido de cobre.

Opcionales: aluminio libre de cobre – Fundición de hierro.

Accionamiento: Latón y fundición de aluminio de bajo contenido de cobre

Bulonería: Hacer Dorritech

Opcional: Acero Inoxidable

2.14 Red de media tensión y Subestación eléctrica

La red de media tensión y Subestación eléctrica tipo aérea biposte, comprende el suministro de los siguientes materiales:

2.14.1 Cable de energía

Sección	: 1 x 35 mm ² .
Tipo	: N2XSY
Tensión de diseño	: Eo /E = 8,7/15 kV
Tensión nominal trabajo	: 10 kV
Corriente nominal	: 215 A
Corriente corregida	: 129 A
Norma de fabricación	: ITINTEC 370.050, IEC-502

Fabricación

Conductor de cobre rojo suave

Pantalla interna: capa semiconductor

Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)

Pantalla externa

- Capa semiconductor.
- Cinta de cobre
- Cubierta exterior de Policloruro de vinilo (PVC) color rojo

2.14.2 Cintas señalizadoras

Color Rojo

Material	: Polietileno de alta calidad.
Ancho	: 152
Espesor	: 0.10 mm.
Inscripción	: Letras negras que no pierden su color con el tiempo, con la inscripción "PELIGRO DE MUERTE 10 kV."
Elongación	: 250%

La cinta señalizadora de color rojo por ser de uso particular, no llevó la inscripción de EDELNOR. La colocación de la cinta señalizadora se realizó después de colocar una capa de tierra cernida sin piedras y libre de objetos cortantes para lo cual se utilizó una zaranda.

2.14.3 Terminales para cable seco

Los terminales son unipolares, para uso exterior. Están compuestos de elementos aliviadores de esfuerzos eléctricos a base de cintas aislantes y semiconductoras. Se aceptaron, también, elementos prefabricados. Los terminales exteriores están provistos de “campanas” (sheds) de material sintético a prueba de intemperie.

Tensión de servicio	: 10 kV
Para sección	: 35 mm ² .
Uso interior	: Línea de fuga mínima de 300 mm
Tipo	: Termo contraíble con conector para puesta a tierra
Norma de fabricación	: IEEE – Estándar 48

2.14.4 Tuberías eléctricas

De cloruro de Polivinilo tipo pesado (PVC-P) cumplen con las normas ITINTEC NTN 399-006, Propiedades Físicas a 24° C.

Peso específico	: 1,44 kg/dm ³ .
Resistencia a la tracción	: 500 kg/cm ² .
Resistencia a la flexión	: 700/900 kg/cm ² .
Resistencia a la compresión	: 600/700 kg/cm ² .
Diámetro Nominal	: 76,2 mm.
Diámetro externo	: 8 mm.
Espesor	: 2 mm.
Largo	: 3 metros.

2.14.5 Zanja (10 kV)

a) Dimensiones

Profundidad	: 1,00 m.
Ancho	: 0,60 m.

b) Instalación de cable en zanja

Primera capa	: Tierra cementada de 0,05 m.
Cable	: Sobre primera capa
Segunda capa	: Tierra cementada y compactada de 0,25 m.
Ladrillo	: Sobre segunda capa
Tercera capa	: Tierra compactada sin pedrones de 0,20.
Cinta Señalizadora	: Color Rojo sobre tercera capa
Cuarta capa	: Tierra compactada sin pedrones de 0,55 m.
Vereda	: 0,15 m.

La tierra cementada es obtenida con zaranda de cocada de ¼". El detalle de

instalación de los cables se muestra en el plano IE-5.

c) Cruzada

El proyecto contempla una cruzada de vía, en la Av. Lima y dos para la instalación del cable alimentador. Los ductos usados son de concreto vibrado de cuatro vías de 90 mm de diámetro nominal y 1,0 m de longitud.

Dimensiones de la zanja

Profundidad : 1,20 m.

Ancho : 0,60 m.

Instalación de cruzada

Primera capa : Solado de concreto, mezcla 1:8 de 0,05 espesor.

Cruzadas : Sobre primera capa.

Segunda capa : Tierra cernida hasta 0,10 m por encima de la cruzada

Tercera capa : Tierra cernida compactada sin pedrones

Uniones : Selladas con anillo de concreto.

Extremos : Taponeadas con yute y brea.

El ancho de la zanja para las cruzadas es igual al ancho de los ductos que se instale más 0.60 m. Abierta la zanja y apisonado el fondo, se colocaron las reglas de madera necesarias para la construcción de un solado de concreto de 0,60 m de ancho por 0,05 m de espesor. La mezcla de solado de concreto, su proporción fue de 1:4:8 utilizándose piedra no mayor de 3 cm de diámetro. Las uniones entre ductos fueron ejecutadas con una mezcla de mortero de cemento, en proporción 1 de cemento por 3 de arena limpia y granulada. Las uniones de los ductos están ajustadas entre sí y son cubiertas con una banda de lona húmeda de 0,20 m de ancho y de longitud suficiente para sobrepasar la cobertura de cada unión. La tela de lona fue a su vez cubierta con una capa de mortero de cemento de 2 cm. de espesor, sobrepasando los extremos laterales de la banda.

Al ejecutar, el relleno de las zanjas, después de haber colocado los ductos son llenados los costados de ellos y luego apisonarlos, para evitar desplazamientos laterales. Durante la colocación de los ductos se respetaron las siguientes recomendaciones:

- Las zanjas se mantienen secas y sin derrumbes durante la colocación de los ductos.
- Cada ducto fue colocado perfectamente alineado, en el sentido horizontal como vertical.

2.14.6 Equipos de seguridad y maniobra

Casco dieléctrico

Marca 3M con registro ANSI Z89.1 – 2003 Tipo 1 clase EGC.

Botas dieléctricas

Botas para electricistas con planta PVC con dieléctrico 6 kV a temperatura ambiente.

Guantes dieléctricos

Material : Látex puro, tratados para obtener características dieléctricas muy altas.

Clase : III (para 10 kV)

Norma de fabricación : IEC- 60903

Talla : 9 ½.

Pértiga de maniobra

Longitud : 1,80 m. de ocho cuerpos

Nivel de aislamiento : 36 kV

Norma de fabricación: IEC-61235

Placas de señalización

Contenido : "Peligro Riesgo Eléctrico"

Fondo : Color gris oscuro

Letras : Color blanco.

Banco de maniobras con aislamiento para 24 kV.

Revelador de tensión 24 kV

Rango de tensión : De 30 a 121 000 volt corriente continua.

Señal : Audible y luminoso.

2.14.7 Postes

Los postes son de concreto armado centrifugado y cumplen en todo lo que se refiere al proceso de elaboración, requisito de acabado, coeficiente de seguridad, tolerancia, extracción de muestras, métodos de ensayo, etc., con las siguientes Normas:

Norma ITINTEC 341.029 - Norma ITINTEC 341.030

Norma ITINTEC 341.031 - Norma ITINTEC 350.002

Norma ITINTEC 334.009 - Norma ITINTEC 339.027

Los postes utilizados son tronco-cónicos estando comprendida la conicidad entre 15 y 20 mm / metro.

Los postes usados tienen las siguientes características técnicas:

Longitud (m)	13 metros
Diámetro en el vértice (mm.)	180 mm.
Diámetro en la base (mm.)	375 mm.
Carga de rotura en la punta (Kg)	400
Coeficiente de seguridad	2
Garantía de fabricación (años)	10

El acabado exterior terminado de los postes es homogéneo, libre de fisuras,

cangrejeras y excoiaciones. El recubrimiento de las varillas de acero (armadura) tiene 40 mm como mínimo. Los postes fueron untados con cristalflex, con la finalidad de sellar las porosidades que presentara en la superficie y evitar de esta manera la penetración de la humedad que conllevaría a la corrosión de la estructura de fierro.

2.14.8 Cruceta de concreto armado vibrado

Las crucetas utilizadas son embonables para postes de concreto armado vibrado de 1,50 metros. La superficie externa terminada es homogénea y sin fisuras, escoriaciones ni cangrejeras. El recubrimiento de la armadura es de 40 mm. como mínimo de forma tal que no exista la posibilidad de ingreso de humedad y agentes corrosivos.

Las crucetas son:

Denominación	:	Simétrica Z/1,50/300.
Longitud nominal Ln	:	1,50 metros.
Carga de trabajo horizontal (T)	:	300 kilogramos
Carga de trabajo longitudinal (F)	:	300 kilogramos
Carga de trabajo horizontal (V)	:	150 kilogramos.
Coefficiente de seguridad mínimo	:	2
Proceso de fabricación	:	Vibrado
Resistencia a la compresión de concreto	:	280 kg. /m ² .
Peso aproximado	:	75 kg.

2.14.9 Travesaño o palomilla

Es de concreto armado vibrado de 1,10 metros de longitud y tiene una sección 0,10 x 0,10 metro, para embonarse en el poste de 13 metros, que conforman la Subestación aérea biposte. El travesaño soporta un peso de 200 kg con coeficiente de seguridad de 2 sobre su carga de rotura.

2.14.10 Losa soporte de transformador

La losa que va soporta al transformador es de concreto armado vibrado de 1,10 metros de longitud cada una, para embonarse en los postes de la barbotante que conforman la Subestación Aérea Biposte y soporta un peso de 1 000 kg con coeficiente de seguridad de 2 sobre su carga de rotura.

2.14.11 Aisladores y accesorios

Se emplearon aisladores híbridos tipo pedestal. Cada aislador posee una marca clara, legible e indeleble que identifica al fabricante. Los aisladores son diseñados especialmente para operar en zonas de alta contaminación de polvo, neblina y salinidad máxima. Excelente para zonas costeras, desérticas e industriales. Son híbridos tipo

pedestal Ray Bowl – 15 kV, el cual posee un núcleo macizo de cerámica de alta resistencia mecánica, el cual actúa como estructura principal para soportar las fuerzas de fricción y cantiléver. La cubierta polimérica y la geometría optimizada “Doble campana” del Ray Bowl proveen distancia de fuga protegida de la contaminación directa. Además, el polímero de silicona hidrofóbica y nontracking de Raychem evitó la formación de corrientes de fuga, reduce las pérdidas y elimina posibles fallas por contaminación.

Se satisficieron los siguientes valores:

Eléctricas: valor nominal

- Tensión Nominal : 15 kV
- Tensión en seco : 75 kV
- Tensión en húmedo : 50 kV
- Tensión de impulso : 125 kV
- Tensión de radio de interferencia a
- 15 kV, 1 000 Kilohertz. : 10 uV. máx.

Mecánicas:

- Esfuerzos de cantatilive : 12,5 kN
- Impacto al vandalismo : 3 tiros

Dimensiones:

- Distancia de fuga total : 545 mm
- Distancia de fuga protegida mín. : 250 mm
- Distancia de arco : 190 mm
- Peso individual : 3, 1 kg.

2.14.12 Espigas para aisladores tipo pin

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de espigas para aisladores tipo pin que se utilizaron.

Las espigas se instalaron en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar hasta 4 500 metros.
- Humedad relativa entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente entre -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental De escasa a moderada

Los materiales para la fabricación de las espigas son de hierro maleable, dúctil, o acero forjado, de una sola pieza. El roscado en la cabeza de las espigas se hizo utilizando una aleación de plomo de probada calidad. Los materiales a utilizarse son de un grado y calidad tales que garantizaron el cumplimiento de las características mecánicas establecidas en las normas señaladas. Las espigas son galvanizadas en

caliente después de su fabricación y antes del vaciado de la rosca de plomo. Las espigas tienen una superficie suave y libre de rebabas u otras irregularidades.

2.14.13 Elementos para puesta a tierra

La Subestación tiene dos (2) pozos a tierra, uno para equipos y ferretería utilizada en media tensión y otro para equipos y ferretería en baja tensión. Se obtuvo una resistencia de puesta a tierra menor 10 ohmios en la de media tensión y menor de 20 ohmios en la de baja tensión, en los suelos de alta resistividad se procedió al tratamiento electrolítico del terreno circundante al electrodo, mediante el compuesto químico o similar.

Los materiales de cada puesta a tierra son:

- a) Conductor de puesta a tierra: Es de cobre electrolítico de 99.99 % de pureza, conductibilidad 100 % IACS de calibre 16, 25 y a 35 mm².
- b) Electrodo de puesta a tierra: Es de cobre electrolítico de 20 mm. (3/4") de diámetro y 2,4 metros (8') de longitud.
- c) Borne para electrodo de puesta a tierra: El conexionado entre el electrodo de puesta a tierra de 20 mm de diámetro, se realizó con cables de cobre calibre de 16, 25 y a 35 mm²., se utilizaron grampas de bronce de alta conductividad eléctrica y alta resistencia a la corrosión; incluye tuercas y arandelas de presión de bronce silicoso DURIMUM (ASTM B99).
- d) Grampas: Para conectar los elementos derivados, se utilizaron grampas del tipo pemo partido encobrizado.

2.14.14 Equipos de seccionamiento y protección Seccionadores-fusibles (CUT-OUT)

Comprende el suministro del Seccionador fusible tipo CUT-OUT y Fusible tipo "K".

Son unipolares del tipo CUT-OUT, para montaje a la intemperie, el cuerpo aislador es de porcelana vidriada. La posición cerrada de los seccionadores esta asegurada mediante un dispositivo flexible tipo resorte que hace las funciones de enclavamiento mecánico. El conjunto es suficientemente confiable a prueba de aberturas accidentales.

El conjunto permite ser operado por pértiga como seccionador y como elemento fusible. Las grampas terminales de los seccionadores fusibles empleados en la protección del transformador permiten fijar, ajustados mediante pemos, conductor NYY cableado sección 25 mm². Mecánicamente sus aisladores son capaces de soportar una fuerza en voladizo superior a los 300 kilogramos. Vienen provistos de abrazaderas empemadas para su montaje en cruceta de madera y/o concreto vibrado. Las características eléctricas del conjunto seccionador fusible a emplearse en la protección

son las siguientes:

Tensión Nominal	:	27kV.
Intensidad Nominal	:	200 A, 100 A.
Nivel Básico de Aislamiento BIL	:	150 kV.
Tensión Descarga a Baja Frecuencia		
a) En Seco	:	70 kV.
b) Bajo Lluvia	:	60 kV.
Capacidad Interrupción rms		
a) Simétrico	:	7,1 kA.
b) Asimétrico	:	10 kA.
Línea de Fuga	:	432 mm.
Peso	:	9,2 kg.
Tipo Fusible	:	K

2.14.15 Fusible de expulsión tipo “K”.

Portan elementos fusibles ANSI tipo K, dimensionados eléctricamente en función de la potencia del transformador, que protegen en conformidad con la curva respectiva.

Se suministro pértiga adecuada para operar los fusibles suministrados. Son construidas de madera recubierta con maplac, de epoxiglas, plástico laminado a prueba de condensación interior capaz de soportar por cinco minutos una tensión de 75 kV. por pie de longitud.

Los fusibles tienen las siguientes características:

Estructura S.E. : 5 A

2.14.16 Transformador de potencia

El transformador de potencia es trifásico, en baño de aceite, refrigeración natural, tipo exterior. El transformador es fabricado de acuerdo con las Normas ITINTEC 370.002, IEC 76, VDE 0532. para servicio continuo, de las siguientes características:

Trifásico con arrollamiento de cobre y núcleo de hierro laminado en frío en baño de aceite, enfriamiento natural y de las siguientes características:

Potencia nominal	:	400 kVA
Reparto	:	380 kVA – 460 volt / 20 kVA – 230 volt
Norma de fabricación	:	ITINTEC 370, 002 – PUB. IEC-76
Numero de fases	:	3
Frecuencia	:	60 hertz
Altura máxima de trabajo	:	1 000 m.s.n.m
Tensión primaria	:	10 kV
Tensión secundaria	:	0,46/0,23 kV

Regulación : $\pm 2 \times 2,5 \%$
 Grupo de conexión : Dyn5 – yn5
 Prueba de tensión lado A.T.: 28 kV (para 10kV)
 Prueba de tensión lado B.T. : 2,5 kV
 Número de bornes en BT : 6+ Neutro
 Número de bornes en AT : 3+ Neutro

Accesorios:

- Placa de características.
- Conmutador de tomas para operar con el transformador des energizado.
- Conservador de aceite.
- Indicador del nivel de aceite
- Tapón de llenado del aceite.
- Grifo de vaciado y toma de muestras de aceite.
- Pozo termométrico.
- Termómetro sin contactos
- Orejas de izamiento.
- Pernos para puesta a tierra del tanque.
- El nivel de PCB en el aceite del transformador es menor a 2 p.p.m.
- Borne para conexión a tierra.
- Conmutador para la regulación en vacío, sobre la tapa, y con seguro antideslizante.
- Grifo de vaciado de aceite.
- Válvula de llenado y filtrado de aceite.
- Conservador con nivel de aceite.

El protocolo de pruebas se obtuvo en base ha:

- Las pérdidas en el hierro y en el cobre
- Relación de transformación
- Niveles de aislamiento en cada uno de los potenciales de pruebas.
- Rigidez dieléctrica del aceite
- Resistencia de bobinas
- Vacío, polaridad, corto circuito
- Tensión inducida y aplicada
- Doble frecuencia

CAPÍTULO III CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1 Generalidades.

El cálculo realizado de los parámetros para el diseño de materiales, equipos y dispositivos eléctricos se ha realizado tomando las disposiciones de:

- Código Nacional de Electricidad del Perú normas de suministro y utilización.
- La Ley de concesiones eléctricas N° 25844.
- Reglamento de la ley de concesiones D.S. 9-93-EM.
- El Reglamento nacional de construcciones.
- La Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución, aprobadas mediante resolución directoral N° 018-2002-EM/DGE del 26 de Septiembre de 2002.

3.2 Cálculos referentes a la Subestación.

Se realiza el cálculo para dimensionar los diferentes equipos y materiales utilizados en la Subestación aérea biposte

3.2.1 Potencia instalada de las máquinas eléctricas.

$$\text{Potencia instalada (PE)} = \sum W_i$$

$$\sum W_i = 310 \text{ kilowatt.}$$

$\sum W_i$ – Es la sumatoria de todas las potencias nominales de todas las máquinas eléctricas de la planta (ver cuadro de cargas).

TABLA N° 3.1 Cuadro de cargas en 460 voltios

Descripción	Potencia instalada (kW)	Factor de demanda	Máxima demanda (kW)
Compresor Galileo (200 kW x1,3 Arranque).	260,00	0,90	234,00
Ventilador del Compresor Galileo.	20,00	0,90	18,00
Reserva.	10,00	1,00	10,00
TOTAL	290,00		262,00

Carga instalada total en 460 voltios. 290,00 kilowatt

Máxima demanda total en 460 voltios. 262,00 kilowatt

TABLA N° 3.2 Cuadro de cargas en 230 voltios

Descripción	Potencia Instalada (kW)	Factor de Demanda	Máxima Demanda (kW)
Alumbrado y tomacorrientes:			
Área construida 41,00 x 25 w / m ² .	1,03	1,00	1,03
Área libre 2,25 x 25w /m ² .	0,01	1,00	0,01
Reflectores alumbrado zona de compresor	0,55	0,50	0,28
Reflectores alumbrado marquesina	2,20	0,50	1,10
Sistema estabilizado	2,00	0,80	1,60
Compresor de aire (5Hp)	3,73	0,80	2,98
Tótem	1,00	0,50	0,50
Reserva	10,00	1,00	10,00
TOTAL	20,52		17,50

Carga instalada total en 230 voltios : 21 kilowatt

Máxima demanda total en 230 voltios 18 kilowatt

:

Resumen de Máxima demanda:

Máxima demanda nominal total. : 280 kW

Máxima demanda en 460 voltios. : 262 kW en 460 voltios, 60 hertz.

Máxima Demanda en 230 voltios : 18 kW en 230 voltios, 60 hertz.

3.2.2 Determinación de la potencia de diseño del Transformador.

De la potencia un 10 % más por seguridad

$$PI \text{ diseño} = 1,10 \times 280$$

$$PI \text{ diseño} = 308 \text{ kW}$$

3.2.3 Selección de la potencia del transformador

Se tiene que la potencia aparente (S total) del transformador está dada por

$$S \text{ total} = P \text{ Idiseño} / FP \text{ prom}$$

Donde : PI diseño: Potencia de diseño

FP prom : Factor de potencia promedio.

Luego se tiene $S \text{ total} = 308 / 0,85$

$$S \text{ total} = 363 \text{ kVA}$$

Pero, por efectos de normalización del fabricante de transformador se escogió:

$$St = 400 \text{ kVA (Potencia Comercial)}$$

Por indicaciones del proveedor se tuvieron las características Nominales del transformador:

- Potencia : 400 kVA

- Reparto : 380 kVA – 460 voltios / 20 kVA – 230 voltios.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Relación de transformación (Tensiones): 10/0,46-0,23 kV
- Tensión de cortocircuito: 4%
- Regulación en AT: $\pm 2 \times 2,5$ V nominal
- Conexión 460 volt: Dyn5
- Conexión 230 volt: yn5
- Altitud de trabajo: 1 000 m.s.n.m.
- Fabricante DELCROSA

3.2.4 Cálculo de cable en media tensión por caída de tensión.

$$\Delta V = \sqrt{3} I_n * L * (R \cos \phi + x \sin \phi) \quad (3.1)$$

Donde:

- I_n : Corriente nominal
- L : Longitud máxima de la última cola a la S.A.B. en kilómetros.
- $\cos \phi$: Factor de potencia promedio calculado (FP)
- ΔV : Caída de tensión.
- R : Resistencia del cable (ohms/km.)
- x : Reactancia del conductor (ohms/km.)

Datos del proyecto ejecutado

L : 0,135 kilómetros

Del factor de potencia asumida FP: 0,85. Encontrando el ángulo mediante $\text{ArcCos } \phi$ el ángulo es $\phi = 31,79$

Con los datos tomando los valores de la tabla de parámetros eléctricos del cable N2XSY.

TABLA Nº 3.3 Tabla de datos técnicos del cable N2XSY 8,7/15 kV
Parámetro eléctricos

Sección nominal	Resistencia ac		Reactancia inductiva		Ampacidad enterrado (20°C)	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
mm ²	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Amperios	Amperios
25	0,957	0,927	0,3264	0,1713	180	160
35	0,668	0,669	0,2849	0,1627	215	190
50	0,494	0,494	0,2704	0,1513	250	225
70	0,342	0,342	0,2579	0,1426	305	275
95	0,247	0,247	0,2474	0,1365	360	325
120	0,196	0,196	0,2385	0,1305	405	370

Probando valores para las dos primeras secciones:

TABLA N° 3.4 Tabla de resultados de caída de tensión

SECCION mm ²	In (AMPERIOS)	L km	R OHMS	Cos φ	X	Sen φ	Δ V
25	23,12	0,135	0,927	0,85	0,2964	0,527	5,10
35	23,12	0,135	0,668	0,85	0,2964	0,527	3,91

Según el Código Nacional de Electricidad del Perú normas de suministro y utilización la $\Delta V < 5\%$ Voltaje nominal para verificar si el conductor elegido es el óptimo.

De los cálculos realizados se escogerá el cable N2XSY de 35 mm²

$$\Delta V \text{ calculado} < 5 \%$$

3.2.5 Cálculo del cable en media tensión por capacidad de corriente.

Para dimensionar el cable para la línea en 10 kV. Encontramos la corriente nominal utilizar por el sistema que está dado por:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} V} \quad (3.2)$$

Donde:

S: Potencia aparente nominal = 400 kVA

V: Tensión nominal (kV) = 10 kV

Reemplazando se tiene que la corriente nominal es:

$$I_n = 23.12 \text{ A}$$

Para el diseño del cable por norma se toma un factor de seguridad del 25%

$$I_{\text{diseño}} = 1,25 I_n$$

$$I_{\text{diseño}} = 28,90 \text{ A}$$

Se tiene que el cable escogido por caída de tensión el N2XSY de 35 mm² cuyas características son:

TABLA N° 3.5 Tabla Características del cable N2XSY unipolar 8,7/15 kv

SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	DIÁMETROS		PESO KGR./KM	RESISTENCIA AC(A) OHMS / KM	REACTANCIA (A) OHMS/ KM	AMPACIDAD I _{cat}
	CONDUCTOR	EXTERIOR				ENTERRADO
	mm	mm			AMPERIOS	
35	7,4	23,2	832	0,668	0,2849	215

El cable N2XSY va a tener una formación tripolar, tendidos, paralelos con una separación de 10 cm.

Con la corriente del catálogo I_{cat}. aplicamos los factores de corrección

considerados por el Código Nacional de Electricidad del Perú normas de suministro y utilización y evaluamos la corriente de diseño del conductor.

$$I_{\text{conductor}} = I_{\text{cat}} \times F_t \times F_r \times F_p \times F_{p.t} \times F_{t.d}$$

$I_{\text{conductor}}$: Es la corriente que el conductor puede conducir sin problema alguno,

Se tiene las siguientes condiciones de instalación:

- Temperatura ambiente (suelo) : 20 °C
- Temperatura máxima de operación : 80 °C
- Temperatura de emergencia : 90 °C
- Resistividad térmica del terreno : 80°C-cm / w
- Profundidad de instalación : 1 metro.
- Cantidad de cables en una misma zanja : 3 unipolares en paralelo
- Tipo de instalación : Directamente enterrados

Factores de corrección por capacidad.

- I_{cat} . Corriente del catálogo del fabricante
- F_t Factor de corrección relativo a la temperatura del suelo $I = 1$
- F_r Factor de corrección relativo a la resistividad térmica del suelo = 1,11
- F_p Factor de corrección relativo a la proximidad de otros cables tendidos bajo el suelo = 0,73
- $F_{p.t}$ Factor de corrección relativo a la profundidad del tendidos bajo el suelo = 0,95
- $F_{t.d}$ Factor de corrección relativo al tendido de ductos = 0,81

TABLA N° 3.6 Factor de corrección relativo a la temperatura del suelo.

Temperatura -Ambiente en ° C	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Cables de 1 kV NYY	1,14	1,09	1,05	1	0,9	0,9	0,84	0,77	0,75

TABLA N° 3.7 Factor de corrección relativo a la resistividad térmica del suelo para cables unipolares

Sección nominal mm ²	Valor de la resistividad térmica en ° C cm/W								
	50	70	80	100	120	150	200	250	300
De 6 a 500	1,39	1,17	1,11	1	0,92	0,83	0,73	0,65	0,60

TABLA N° 3.8 Factor de corrección relativo a la profundidad de tendido

Profundidad de tendido (cm)	U= 1 000V		
	S menor ó igual a 50 mm ²	70 a 300 mm ²	Mayor 300 mm ²
80	0,97	0,96	0,94
100	0,95	0,94	0,92
120	0,93	0,92	0,87

Reemplazando los valores encontrados se tiene:

$$I_{\text{conductor}} = 215 \times 1 \times 1,11 \times 0,78 \times 0,95 \times 0,81 = 139 \text{ amperios}$$

Como puede observarse la I_{cond} es mucho mayor que la $I_{\text{diseño}}$

$$I_{\text{conductor}} \gg I_{\text{diseño}}$$

Concluyendo que el cable N2XYS 3-1x35 mm² es el correcto.

3.2.6 Elección de los terminales autocontraíbles

Con el cable seleccionado N2XSY de 35 mm² de sección, seleccionamos los terminales autocontraíbles:

QTIII 7692 – S – 4 – C35 marca 3M y/o similar para cable seco unipolar de 15 kV a mayor, conexión exterior.

3.2.7 Cálculo de la capacidad del fusible.

$$I_{\text{diseño Fuse}} = 1,5 I_n$$

$$I_{\text{diseño Fuse}} = 1,5 \times 23,12$$

$$I_{\text{diseño Fuse}} = 34,68$$

TABLA N° 3.9 Cuadro de cálculo del fusible

Tensión Nominal kVoltios	Idiseño Fusible Amperios	Fuse Comercial Amperios	Poder de Ruptura kAmperios	Corriente nominal Amperios
10	34,68	50	63	23,12

En régimen de falla se presenta la corriente de corriente

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} V_n} \quad (3.3)$$

Donde:

P_{cc} : Potencia de corto circuito en MVA.

V_n : Tensión nominal en kV.

La máxima corriente que se presenta durante el cortocircuito se denomina corriente de choque:

$$I_{\text{choque}} = \sqrt{2} \times \tau \times I_{cc} \quad (3.4)$$

Donde

τ depende de la resistencia y de la reactancia inductiva

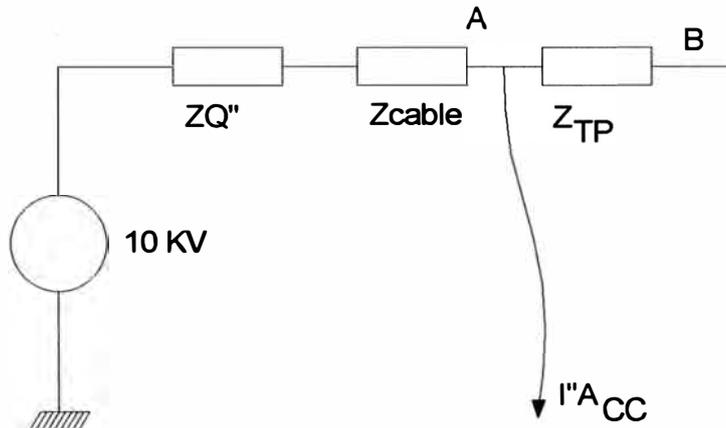
$$\tau = R/x$$

$$\tau = R/x = 0,1193/0,6765$$

$$\tau = 1,62$$

TABLA N° 3.10 Cálculo de la corriente de choque

Tensión	Pcc	Icc	Ichoque
kVoltios	MVA	kAmperios	kAmperios
10	166	9,584	21,96

3.2.8 Análisis del corto circuito.**Fig. N°. 3.1.-** Disposición esquemático de la Línea de 10 000 Volt

Por dato de EDELNOR se tiene $Q = 166$ MVA para 10 kV

Fuente Q: se tiene que la impedancia reactancia va a ser $ZQ'' = 1,1 \times 10^2 / 166 = 0,6627 \Omega$

$$RQ'' = 0,1XQ'' \quad \Rightarrow \quad RQ'' = 0,0659 \Omega$$

$$XQ'' = ZQ'' / 1,005 \quad \Rightarrow \quad XQ'' = 0,6594 \Omega$$

$$ZQ'' = 0,0659 + j0,6594 \Omega$$

$$\text{Cable} = 0,07 (0,668 + j0,2849) \Omega$$

$$Z_{\text{Cable}} = 0,04676 + j0,02 \Omega$$

Analizando en "A":

$$Z_A = ZQ'' + Z_{\text{CABLE}}$$

$$Z_A = 0,1127 + j0,679 \Omega$$

$$Z_A = 0,688 \angle 80,58 \Omega$$

Por lo tanto en "A"

$$I_{cc} = 1,1 \times 10 / \sqrt{3} \times Z_A$$

$$I_{cc} A = 9,23 \text{ kA}$$

Según VDE 0102 – parte 1 – Metodología Utilizada

3.2.9 Determinación de la potencia de cortocircuito en la Sub estación.

Impedancia del sistema:

$$ZQ'' = 0,0659 + j0,6594 \Omega$$

La impedancia del cable seleccionado es:

$$Z_{\text{Cable}} = 0,04676 + j0,02 \Omega$$

La impedancia total hasta las barras de Media tensión, es:

$$Z_A = Z_Q'' + Z_{\text{Cable}}$$

$$Z_A = 0,688 \angle 80,58^\circ$$

Luego la potencia de cortocircuitos en las barras.

$$I_{cc A} = 1,1 \times 10 / \sqrt{3} \times Z_A$$

$$I_{cc A} = 9,23 \text{ KA.}$$

$$P_{cc} = \sqrt{3} \times 10 \times 9,23 = 159,87 \text{ MVA}$$

3.2.10 Cálculo de cables en baja tensión por caída de tensión.

Para encontrar el calibre de los alimentadores de los diferentes equipos del Gasocentro se aplicó la fórmula de caída de tensión:

$$\Delta V = \sqrt{3} I_n L (R \cos \phi + X \sin \phi) \quad (3.1)$$

Se eligió utilizar para el cálculo de los alimentadores cables NYY cuyos parámetros eléctricos son los siguientes:

TABLA N° 3.10 Parámetros eléctricos de cables subterráneos de Baja Tensión

Tipo	Sección mm ²	Número de Fases	R 20° (Ohms/km)	R (Ohms/km)	X (Ohms/km)
NYY	6	3	3,0800	3,8060	0,1640
	10	3	1,8300	2,2620	0,1520
	16	3	1,1500	1,4210	0,1430
	25	3	0,7270	0,8984	0,0896
	35	3	0,5240	0,6480	0,1320
	70	3	0,2680	0,3310	0,1240
	120	3	0,1530	0,1890	0,1190
	185	3	0,0991	0,1220	0,1180
	240	3	0,0754	0,0932	0,0795
	300	3	0,0601	0,0743	0,1160
500	3	0,0259	0,0320	0,1130	

Con los datos y los parámetros eléctricos de los cables se tiene el siguiente cuadro utilizando la fórmula de caída de tensión:

TABLA N° 3.11 Resultados de caída de tensión

TABLA GENERAL DE CONDUCTORES			POTENCIA (kW)	CORRIENTE NOMINAL (AMPERIOS)	CORRIENTE DISEÑO (AMPERIOS)	L (M)	Δv
CIRCUITO	ORÍGEN	DESTINO					
C 01	TRANSFORMADOR	TABLERO DE BARRAS LADO 230v.	18	59,12	73,90	10	0,82
C 02		TABLERO DE BARRAS LADO 460v	330	518,35	647,93	10	1,09

Siendo seleccionados los cables Alimentadores:

TABLA N° 3.12 Cuadro de cables subterráneos de Baja Tensión

TABLA GENERAL DE CONDUCTORES			CABLE UTILIZADO
CIRCUITO	ORIGEN	DESTINO	
C 01	TRANSFORMADOR	Tablero de barras lado 230volt.	CABLE NYY DE 25 mm ²
C 02		Tablero de barras lado 460 volt	CABLE NYY DE 240 mm ²
F1	TABLERO DE BARRAS	Tablero TGNV 220	CABLE NYY DE 25 mm ²
FI		tablero TGNV-460	CABLE NYY DE 185 mm ²

3.2.11 Cálculo de resistencia de pozo a tierra.

De acuerdo a la medición de resistividad hecha al terreno, se obtuvo una resistividad de terreno promedio de 80 Ω-metro. Se ha considerado una resistencia de puesta a tierra entre 25 a 5 ohm, para lo cual se ha utilizado la siguiente expresión:

$$R_t = \frac{R_p}{2\pi \times L} \times \left(\ln \left(\frac{4L}{r} \right) - 1 \right) \quad (3.5)$$

Donde

R_t : Resistencia de la puesta a tierra, en ohm

R_p: Resistividad del terreno en Ω·m = 80 Ω·m

L : Longitud del electrodo, en metros 2,40 m

r : Radio de electrodo, en metros 0,01 m

Reemplazando valores en la fórmula para encontrar la resistencia real sin tratamiento de dosis ThorGel en el caso de que se utilice una jabalina de cobre de 20 mm. de diámetro:

$$R_t = \frac{80}{3 \times 3.1416 \times 2.40} \times \left(\ln \left(\frac{4 \times 2.40}{0.01} \right) - 1 \right)$$

$$R_t = 20,74 > 5.0$$

Teniendo en cuenta que es necesario obtener:

Valores de 5 Ω para:

- Pozo a tierra para la descarga de la corriente dinámica del compresor Galileo.
- Pozo de tierra de cómputo exclusivo para las consolas de mando electrónico.
- Pozo de tierra para el puente de medición del Compresor Galileo.

Valores de 10 Ω para:

- Pozo de tierra para la protección de los Tableros eléctricos
- Pozo de tierra para la protección de media tensión de la Subestación.

Valores de 20 Ω para:

- Pozo de tierra para la protección de baja tensión de la Subestación.

Se trató el terreno con tierra vegetal, mezclada con Thor Gel aplicando aprox. 2 dosis x m³ (ver catálogo del fabricante), logrando una resistividad del terreno de 10 Ω . metro; luego para hallar la resistencia final de la jabalina con el tratamiento de las dosis de Thor gel se tiene la siguiente fórmula donde incluimos la resistividad del terreno tratado en función del radio del pozo.

$$R_t = \frac{R_{pt}}{2\pi \times L} \times \ln\left(\frac{R}{r}\right) + \frac{R_p}{2\pi \times L} \times \ln\left(\frac{2 \times L}{R}\right) \quad (3.6)$$

Donde:

R_t : resistencia de la puesta a tierra en ohm

R_p : Resistividad del terreno en Ω .m = 80 Ω -m

R_{pt} : Resistividad del terreno tratado en Ω -m = 10 Ω -m

R : Radio de pozo de tierra = 0,4m

L : Longitud del electrodo, en metros 2,40 m

r : radio de electrodo, en metros 0,01 m.

Reemplazando datos en la fórmula se tiene que la resistencia que se obtiene es de 4,63 ohmios que es menor teóricamente de las resistencias exigidas.

$$R_t = 2,44 + 2,19 = 4,63 < 5,10, 20 \text{ ohms.}$$

Se adjunta los resultados de las mediciones de los pozos a tierra en el Anexo A del informe.

3.3 Sistema de protección catódica

3.3.1 Generalidades.

El presente documento técnico contiene las especificaciones de diseño y construcción de un sistema de producción catódica por ánodos galvánicos. Estación de Servicios Servicentro Lima S.A. Gasocentro GNV Lima, ubicación: Av. Lima Cuadra 31 Esquina Pacasmayo Y Jirón Camaná Urbanización Perú, distrito San Martín de Porres.

3.3.2 Antecedentes.

La estructura que se va a proteger consta de las siguientes características y/o especificaciones:

- Tubería de Gas natural – alta presión
- Tubería de acero sin costura 1" cedula 160 – Longitud aproximada 25,00 metros.

3.3.3 Normas de ingeniería aplicables al proyecto.

Para el diseño, construcción y evaluación del presente proyecto se aplicaron las siguientes normas y/o estándares de ingeniería internacionales

NACE Standard RP 0102 – 2002 API RP – 651 API RP – 1632

NACE Standard RP 0169 – 2006

DNV - RP- B401 – Cathodic Protection Design

BSI – CP – 1021 – Code of Practice for Cathodic Protection

STI – R892 – Recommended practice for corrosion protection of underground piping networks associated with liquid storage and dispensing systems handbook of cathodic Corrosion Protection - W. Von Baeckmann, W. Prinz, W. Schwenk, control of pipeline corrosion – A.W. Peabody

3.3.4 Fundamentos de protección catódica.

En su principio más básico, la corrosión es sino el proceso inverso de la metalurgia, por el cual las estructuras metálicas enterradas ó sumergidas tienden a retornar a su estado mineral, es decir, se trata del deterioro de metales y aleaciones por acción química del medio ambiente. El mecanismo que permite desarrollar este fenómeno es la Corrosión electroquímica, el cual se puede definir como el proceso de destrucción que se desarrolla por medio de electrólitos (agua de mar, suelo, soluciones acuosas de ácidos, bases, sales, aire atmosférico húmedo, etc.) en contacto con el metal.

3.3.5 Técnicas de prevención.

Las pruebas y técnicas de ingeniería recientes recomiendan una combinación de revestimientos mecánicos y protección catódica como la medida más efectiva para prevenir y controlar los efectos de la corrosión externa sobre los activos metálicos enterrados. En la Fig. 3.2 se muestra el mecanismo de corrosión galvanica en una tubería enterrada.

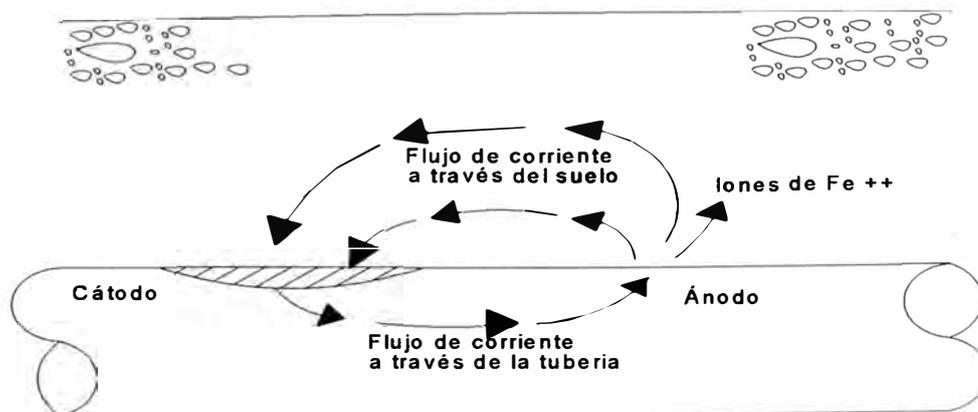


Fig. Nº. 3.2.- Mecanismo de corrosion galvanica en una tubería enterrada Fuente: W. Von Baeckman - KATHODISCHEN KORROSION

3.3.6 Función de la protección catódica...

La protección catódica actúa como segunda línea de defensa (después del revestimiento) contra la corrosión externa. El objetivo de la protección catódica es la de proteger a la estructura (enterrada y/o sumergida) en los sitios donde haya fallas de revestimientos y su función es inhibir el proceso de corrosión.

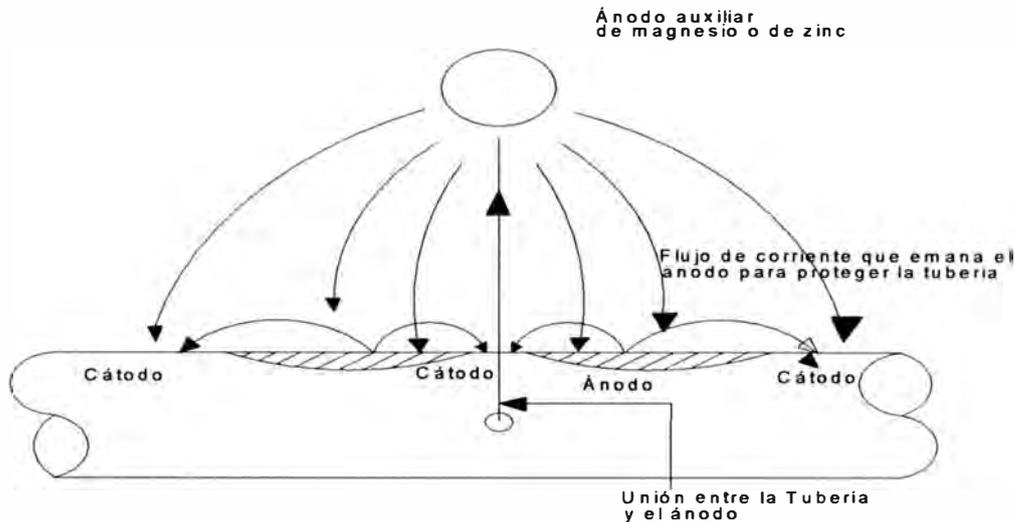


Fig. Nº 3.3.- Diagrama esquemático de funcionamiento de un sistema de protección catódica con ánodos galvánicos en una tubería enterrada.

Fuente: W. Von Baeckman - KATHODISCHEN KORROSION

Desde el punto de vista termodinámico, la protección catódica se basa en la existencia de un potencial y de una zona de inmunidad en el correspondiente diagrama de estabilidad termodinámica o diagrama de potencial – PH, mas conocido como Diagrama de Pourbaix.

El Diagrama de Pourbaix para el sistema Fe-H₂O permite conocer que a potenciales más positivos que -0,6V (con respecto al electrodo de hidrógeno) y PH menor que 9, los iones ferrosos son la sustancia estable, por lo que el hierro deberá corroerse en estas condiciones (iones Fe²⁺)

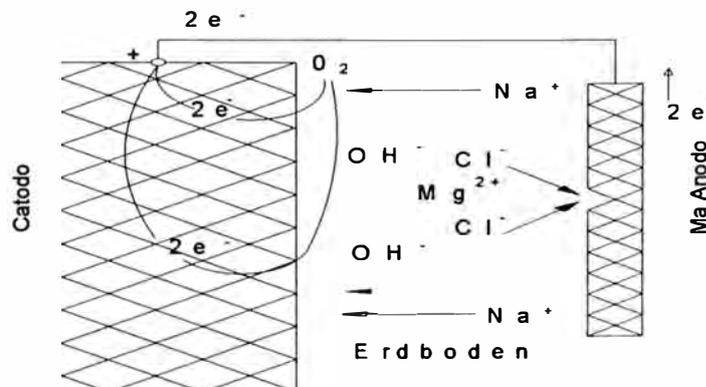


Fig. Nº 3.4.- Mecanismo de funcionamiento de un sistema de protección catódica con ánodos de magnesio, considerando que el sistema se encuentra enterrado. Fuente: W. Von Baeckman - Kathodischen Corrosión

3.3.7 La protección catódica con ánodos galvánicos.

Debido a la magnitud de la intensidad de corriente de protección y al área de la estructura metálica a proteger, los términos de definición del presente informe están limitados al sistema de protección catódica con ánodos galvánicos. El mecanismo de funcionamiento del sistema de protección catódica con ánodos galvánicos aprovecha el fenómeno bimetalito o efecto galvanico conectando el metal que se desea proteger a otro más activo o anódico. El flujo de corriente eléctrica se origina por una diferencia de potencial existente entre ambos, siendo el ánodo el que ocupa una posición más elevada en la serie galvánica. En el cuadro 3.12 se muestra una relación de Potencial de serie galvánica que demuestra que existen materiales electronegativos que son utilizados como ánodos de sacrificio

TABLA N° 3.12 Potencial de serie galvánica. Fuente: W. Von Baeckman - Kathodischen Corrosión	
Material	Potencial
Magnesio puro	-1,75
Aleación de Magnesio	-1,60
Zinc	-1,10
Aleación de Aluminio	-1,00
Cadmium	-0,80
Acero de baja aleación	-0,70
Acero al carbono	-0,50
Hierro fundido	-0,50
Acero inoxidable	-0,40
Cobre, Latón, Bronce	-0,20
Titanium	-0,20
Carbón, Grafito, Coke	0,30

Los materiales más utilizados en la práctica como ánodos galvánicos son las aleaciones de magnesio, zinc y aluminio. Debemos considerar que es de importancia fundamental la composición química de la aleación para un buen desempeño del ánodo galvanico, por esta razón se procura adicionar elementos para conseguir las características deseadas como son: Potencial de disolución suficientemente negativo en circuito abierto, la variación práctica de potenciales de disolución debe estar comprendida entre 0,95 V a – 1,75 V, Cu/Cu SO 4” para tener una alta eficiencia de ánodo el ánodo no debe contener impurezas que puedan generar la auto corrosión o tomarlo ineficientemente, para que el ánodo sea corroído uniformemente y así evitar que ocurra su pasivación. Por las razones expuestas son los anodos de aleaciones de zinc, aluminio y magnesio, los que se utilizan generalmente debido a su buen rendimiento y su costo razonable.

TABLA N° 3.14 Material del ánodo según resistividad. Fuente: W. Von Baeckman - Kathodischen Corrosión		
Material	Medio	Resistividad Ohms - cm
Al	Agua	hasta 150
Zn		hasta 500
Mg (-1,5 V)		mayor de 500
Zn con back (i)l	Suelo	hasta 1 500
Mg (- 5 V) con back (i)l		hasta 4 000
Mg (-1,7V) con back (i)l		4 000 – 6 000

3.3.8 Características del electrolito.

Si se trata de instalar protección catódica a estructuras metálicas enterradas, la cantidad de corriente de protección depende de varios factores tales como el contenido de humedad, composición química, Ph del medio, resistividad entre otros.

3.3.9 La resistividad.

Es la resistencia eléctrica por volumen unitario de un material, es una indicación de la capacidad que posee un material de conducir una corriente a través de él y depende del contenido de sales disueltas y de la humedad presente.

En la práctica solemos emplear el valor de la resistividad como índice para determinar la agresividad del suelo, por ejemplo un terreno muy agresivo caracterizado por la presencia de cloruros tendrá resistividades bajas, por ello como la resistividad es directamente proporcional con la resistencia terrenos de resistencia baja también serian suelos agresivos contra los materiales ferrosos.

Para medir los valores de la resistividad de suelos se emplea el método de Wenner.

TABLA N° 3.15.- Rangos de resistividad y tipos de suelos. Fuente: API RP 651 regulado por la ASTM. Norma G57.

RESISTIVIDAD OHM -CM	CARACTERÍSTICAS
-500	Muy corrosivo
500 -1 000	Corrosivo
1 000 – 2 000	Moderadamente corrosivo
2 000 – 10 000	Ligeramente corrosivo
+10 000	No corrosivo

3.3.10 PH del electrolito.

En lo que se refiere a la acidez, los suelos muy ácidos (ph – 5.5) pueden motivar una rápida corrosión del metal desnudo, y la agresividad del suelo aumenta con el

incremento de la acidez (disminución del pH) pero estos valores del pH no son normales. La mayor parte de los suelos tienen pH comprendidos entre 5.0 y 8.0, en cuyo caso la corrosión depende de otros factores.

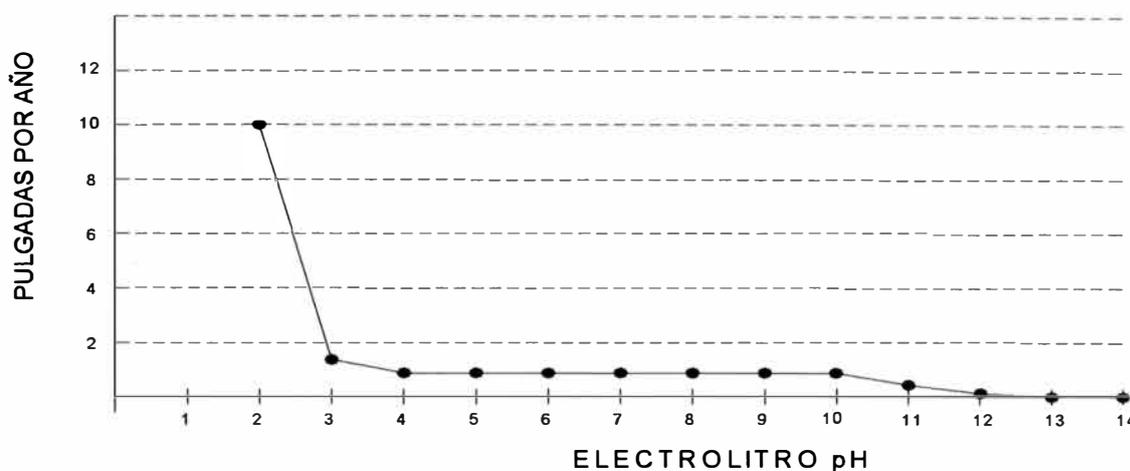


Fig. N° 3.5.- Efecto del PH del Electrolito en la pérdida de espesor del acero por año
Fuente: W. Von Baeckman - Kathodischen Corrosión

3.3.11 Potencial RED – OX.

Se ha visto que el potencial de oxidación – reducción (red- ox) de un suelo cambia mucho de tratarse de un medio aireado a estar desprovisto de oxígeno (ambiente anaerobio). Ello ha servido para predecir el riesgo de corrosión anaerobia que es el proceso de que se desarrolla con ausencia total de oxígeno que pueda sufrir una estructura enterrada y especialmente para los casos de corrosión bacteriana, pero no para dictaminar sobre otros tipos de casos de corrosión. A continuación se indican los valores de potencial red-ox en función del posible riesgo de corrosión anaerobia del suelo.

TABLA N° 3.16 Cuadro de agresividad de terreno Fuente: W. Von Baeckman - Kathodischen Corrosión		
POTENCIAL RED-OX	CORROSIVIDAD SUELO	PROTECCIÓN CATÓDICA
-100	Muy agresivo	Si
100-200 mV	Moderadamente agresivo	Si
200-400 mV	Débilmente agresivo	Si
+400 mV	No agresivo	Depende

3.3.12 Diseño del sistema propuesto-

El procedimiento de diseño típico para sistemas de protección catódica involucra los siguientes pasos:

- El cálculo de la corriente total de protección
- El cálculo de las resistencias que conforman el circuito de protección catódica.

- El cálculo del número y la vida de los ánodos.

Existen diversas fórmulas para calcular los parámetros mencionados a continuación mencionaremos algunas:

a) Corriente total de protección

Se determina de preferencia por medio de una inyección de corriente, pero se puede calcular si se cuenta con datos, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I_p = A \times \rho_c \quad (3.7)$$

Donde:

I_p = Intensidad de corriente de protección (mA)

ρ_c = Densidad de corriente (mA/m²)

A = Área a proteger (m²)

b) Resistencia de: ánodo – electrolito

Para hallar la resistencia entre un ánodo enterrado verticalmente usamos la siguiente fórmula:

$$R = \frac{0.00159 \rho}{d} \left(\ln \frac{8L}{d} - 1 + \frac{2L}{S} \times \ln 0.65N \right) \quad (3.8)$$

Donde:

R = Resistencia vertical de ánodo (ohm)

P = Resistividad del suelo (ohm – cm²)

L = longitud del ánodo (mm.).

c) La vida media del sistema propuesto

Esta variable la calculamos con los siguientes parámetros

$$V_d = \frac{C_t \times P_A \times R_e \times F_u}{I_t \times F_u} \quad (3.9)$$

Donde:

V_d = Vida media de los ánodos (en años)

P_A = Peso de Ánodos (en KG)

F_u = Factor de utilización (cuadros de anexos)

R_e = Rendimiento (cuadro de anexos)

C_t = Capacidad de corriente teórica (A-año/Kg., ver cuadro de anexos)

Se tiene los siguientes datos:

- Activos Metálicos a proteger: Tubería de acero de 1" Schedule 160 sin costura.
- Total de longitud : 25 metros
- Área total: 4.98 m².

TABLA N° 3.17 Cálculo de Protección Catódica con ánodos galvánicos de magnesio

Tuberías	Gasocentro Gas Natural	
Diseño tiempo de vida	20	Años
Resistividad	2800	Ohm - cm
Área Total	4,98	m ²
Potencia Natural	-0,55	mV – Cu/SO ₄

Tipo de Revestimiento y/o Pinturas

Revestimiento	Cinta Polyken (Polietileno)
Coating Category	III

Características del Anodo

Tipo	MAGNESIO HIG POTENCIAL	
Peso	17	Libras
Longitud	610	mm
Diámetro Equivalente	99,01	mm
Factor Utilización	0,85	
Eficiencia	0,5	
Potencial Disolución	-1,747	mV-Cu/SO ₄

Diseño

	Inicio	Final
Req. Corriente	20,719	41,439
N° Ánodos Inicio	0,477	0,954
Factor de Seguridad	2	2
Total Ánodos	0,954	0,908
Asumimos la cantidad de		2
Tiempo de Vida media - años		25,20

Conclusión: Se utilizará dos ánodos de sacrificio para la protección de la tubería

TABLA N° 3.18 Protocolo de pruebas de mediciones en ánodo de magnesio

1.-UBICACIÓN DEL SERVICENTRO:

Lugar donde se realizaron las mediciones: GASOCENTRO LIMA

2.- TIPO DE ESTRUCTURA

Tubería de Acero 2" Schedule 160 ASTM A53

3.- CARACTERISTICAS DE INSTALACIÓN.

Material de sacrificio: Ánodos de Magnesio de Alto Potencial

Peso de cada ánodo: 9 kilogramos.

Cantidad instalada: 02 unidades de 9 kilogramos.

MEDICIONES

PUNTO DE MEDICION	VOLTAJE MEDIDO	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	
1	-0.995	Tuberías	OK	
2	0.876	Tuberías	OK	
3	-0.888	Tuberías	OK	
4	-0.962	Tuberías	OK	
5	-0.892	tuberías	OK	



Fig.3.1 Ánodo de sacrificio

CONCLUSIONES

En el Informe presentado se ha descrito todo lo relevante a la dotación de energía Eléctrica a un Gasocentro de Gas Natural Vehicular, para la ejecución de los proyectos de GNV el equipo básico es el compresor que eleva la presión de la red de distribución que viene desde la Central de distribución de City Gate, la disposición de los equipos que se utiliza en la gran mayoría de los Gasocentros de gas natural es el de tipo independiente es decir la unidad compresora viene aparte de los tanques de almacenamiento y de los tableros eléctrico, así mismo se tiene que realizar la construcción de la estación de regulación y medición unidades que para alojarlos se necesita la construcción de un bunker antiexplosivo, con un cuarto aparte para la estación de recepción y medición y un sistema eléctrico mas complejo, en el caso del Gasocentro Lima se a utilizado un compresor paquetizado marca Galileo que no necesita ambientes del bunker ni para la estación de recepción y medición siendo las instalaciones eléctricas mas simple .

Dentro del informe se describe el Sistema Eléctrico desde el punto de alimentación dado por la concesionaria EDELNOR para dotar energía a la Subestación aérea biposte con una red de media Tensión trifásica en 10 kV. instalación subterránea, desde un puesto de medición a la intemperie P.M.I., a 22 metros de la S.A.B. 12554 ubicado en el Jirón A. de Elizalde, que a su vez se halla a 120 metros de la Estación de Servicio Lima, la Sub Estación aérea biposte es de relación de transformación en 10/0,23-0,46 kV ubicándose dentro de la propiedad, respetando los límites requeridos por el Código Nacional de Electricidad normas de suministro y de utilización. Se hace una descripción de la distribución de las instalaciones eléctricas dentro del Gasocentro, se describe desde donde se ha realizado el reparto de energía en tensiones de 460 voltios y de 230 voltios para dotar de energía eléctrica para los diferentes circuitos del Gasocentro, los circuitos comprendidos son de alumbrado, tomacorrientes, fuerza y data, se realiza el análisis técnico y los criterios que se han tenido en el diseño de los materiales y equipos mismo para las instalaciones eléctricas dentro de Gasocentro . Se ha descrito las etapas de los procesos previos a la dotación final de Energía. Se espera que el informe sirva para la realización de otros proyectos parecidos.

ANEXOS

ANEXO A:
PROTOCOLO DE PRUEBAS MEDICIÓN DE POZOS A TIERRA

ES. SERVICENTRO LIMA

PROTOCOLO DE POZO DE TIERRA

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZO DE TIERRA - TABLEROS

FECHA: AÑO 2008 MES 10 Día 10

EMPRESA/DIRECCIÓN **ES. SERVICENTRO LIMA**

CIUDAD **SAN MARTIN DE PORRES** UBICACIÓN SPT **Av. Li ma Cdra 31 Esq. Av. Pacasmayo**

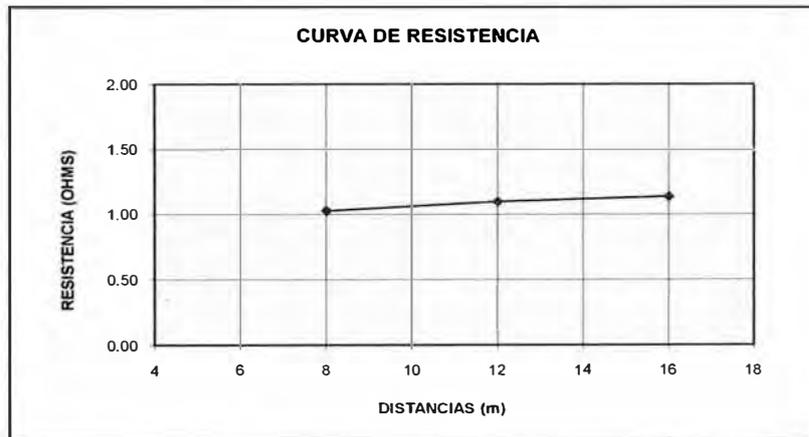
SENTIDO DE LA MEDICIÓN **N.S.** ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO **HÚMEDO**

CONFIGURACIÓN **ELECTRODO PUESTA A TIERRA**

TELUROMETRO MARCA **KYORITSU DIGITAL 4105-A** FRECUENCIA 60 HZ PRESICIÓN 1%

MÉTODO DE MEDICIÓN **CAÍDA DE POTENCIAL**

MEDICION	Vce	Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)
1	0	20	16	1.14
2	0	20	12	1.10
3	0	20	8	1.03
PROMEDIO FINAL		20.00	12.00	1.09



	Cumple	No Cumple	Norma
1.- VALOR DE RESISTENCIA	<input checked="" type="checkbox"/> 1,09 Ω	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
2.- CALIDAD DE LOS ELECTRODOS	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
3.- SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	<input checked="" type="checkbox"/> > 4,8 m	<input type="checkbox"/>	NEC250-84
4.- DIAMETRO ELECTRODO Ø 5/8"	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE	<input type="checkbox"/>	
5.- CAJA DE INSPECCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> 0.40x0.40 m	<input type="checkbox"/>	
6.- TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> THOR-GEL	<input type="checkbox"/>	

PROFESIONAL RESPONSABLE:

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZO DE TIERRA - CARCAZA COMPRESOR

FECHA: AÑO 2008 MES 10 DÍA 10

EMPRESA/DIRECCIÓN **ES. SERVICENTRO LIMA**

CIUDAD **SAN MARTIN DE PORRES** UBICACIÓN SPT **Av. Lima Cdra 31 Esq. Av. Pacasmayo**

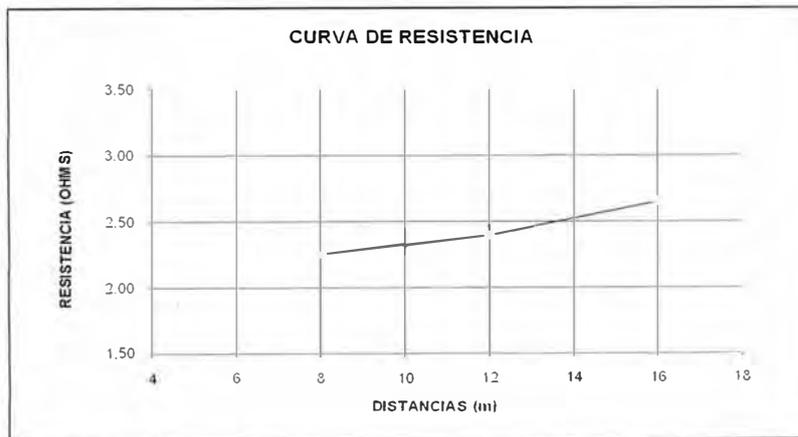
SENTIDO DE LA MEDICIÓN **N.S.** ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO **HUMEDO**

CONFIGURACIÓN **ELECTRODO PUESTA A TIERRA**

TELUROMETRO MARCA **KYORITSU DIGITAL 4105-A** FRECUENCIA 60 HZ PRESIÓN 1%

MÉTODO DE MEDICIÓN **CAIDA DE POTENCIAL**

MEDICION	Vce	Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)
1	0	20	16	2.65
2	0	20	12	2.40
3	0	20	8	2.25
PROMEDIO FINAL		20.00	12.00	2.43



	Valor	Cumple	No Cumple	Norma
1.- VALOR DE RESISTENCIA	2,43 Ω	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
2.- CALIDAD DE LOS ELECTRODOS	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
3.- SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	>4,8 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NEC250-84
4.- DIAMETRO ELECTRODO Ø 5/8"	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.- CAJA DE INSPECCIÓN	0.40x0.40 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.- TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO	THOR-GEL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

PROFESIONAL RESPONSABLE

PROTOCOLO DE POZO DE TIERRA

UNI-PT-200

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZO DE TIERRA - SISTEMAS

FECHA: AÑO 2008 MES 10 DÍA 10

EMPRESA/DIRECCIÓN **ES. SERVICENTRO LIMA**

CIUDAD **S AN MARTIN DEPORRE S** UBICACIÓN SPT **Av. Lima Cdra 31 Esq. Av. Pacasmayo**

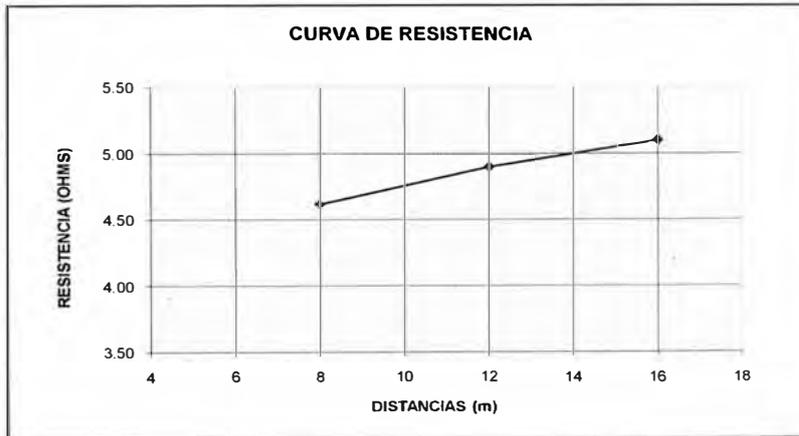
SENTIDO DE LA MEDICIÓN **N.S.** ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO **HUMEDO**

CONFIGURACIÓN **ELECTRODO PUESTA A TIERRA**

TELUROMETRO MARCA **KYORITSU DIGITAL 4105-A** FRECUENCIA 60 HZ PRESIÓN 1%

MÉTODO DE MEDICIÓN **CAÍDA DE POTENCIAL**

MEDICION	Vce	Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)
1	0	20	16	5.10
2	0	20	12	4.90
3	0	20	8	4.62
PROMEDIO FINAL		20.00	12.00	4.87



	Valor	Cumple	No Cumple	Norma
1.- VALOR DE RESISTENCIA	4.87 Ω	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
2.- CALIDAD DE LOS ELECTRODOS	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
3.- SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	> 4,8 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NEC250-84
4.- DIAMETRO ELECTRODO Ø 5/8"	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.- CAJA DE INSPECCIÓN	0.40x0.40 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.- TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO	THOR-GEL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

PROFESIONAL RESPONSABLE:

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZO DE TIERRA - SURTIDORES

FECHA: AÑO 2008 MES 10 DÍA 10

EMPRESA/DIRECCIÓN **ES. SERVICENTRO LIMA**

CIUDAD **SAN MARTIN DE PORRE S** UBICACIÓN SPT **Av. Lima Cdra 31 Esq. Av. Pacasmayo**

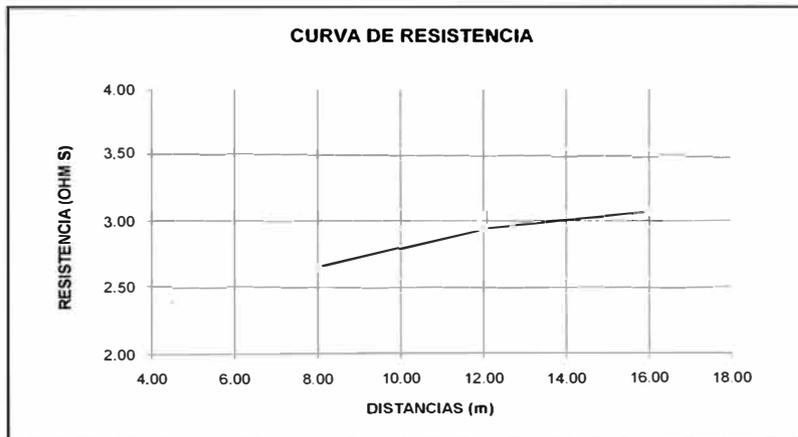
SENTIDO DE LA MEDICIÓN **N.S.** ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO **HÚMEDO**

CONFIGURACIÓN **ELECTRODO PUESTA A TIERRA**

TELUROMETRO MARCA **KYORITSU DIGITAL 4105-A** FRECUENCIA 60 HZ PRESIÓN 1%

MÉTODO DE MEDICIÓN **CAIDA DE POTENCIAL**

MEDICION	Vce	Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)
1	0	20	16	3.07
2	0	20	12	2.94
3	0	20	8	2.65
PROMEDIO FINAL		20.00	12.00	2.89



	Valor	Cumple	No Cumple	Norma
1.- VALOR DE RESISTENCIA	2.89 Ω	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
2.- CALIDAD DE LOS ELECTRODOS	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
3.- SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	> 4,8 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NEC250-84
4.- DIAMETRO ELECTRODO Ø 5/8"	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.- CAJA DE INSPECCIÓN	0.40x0.40 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.- TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO	THOR-GEL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

PROFESIONAL RESPONSABLE:

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZO DE TIERRA COMPRESOR

FECHA: AÑO 2008 MES 10 DÍA 10

EMPRESA/DIRECCIÓN **ES. SERVICENTRO LIMA**

CIUDAD **SAN MAR TIN DE PORRES** UBICACIÓN SPT **Av. Lima Cdra 31 Esq. Av. Pacasmayo**

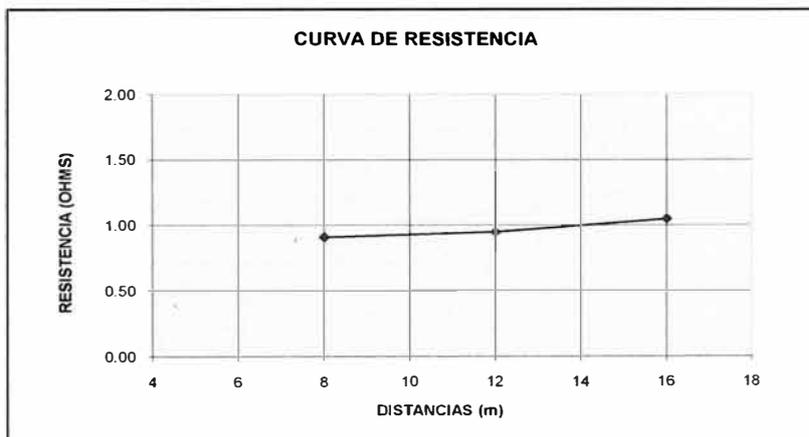
SENTIDO DE LA MEDICIÓN **N.S.** ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO **HÚMEDO**

CONFIGURACIÓN **ELECTRODO PUESTA A TIERRA**

TELUROMETRO MARCA **KYORITSU DIGITAL 4105-A** FRECUENCIA 60 HZ PRESIÓN 1%

MÉTODO DE MEDICIÓN **CAÍDA DE POTENCIAL**

MEDICION	Vcc	Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)
1	0	20	16	1.05
2	0	20	12	0.95
3	0	20	8	0.91
PROMEDIO FINAL		20.00	12.00	0.97



	Valor	Cumple	No Cumple	Norma
1.- VALOR DE RESISTENCIA	0.97 Ω	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
2.- CALIDAD DE LOS ELECTRODOS	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
3.- SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	> 4,8 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NEC 250-84
4.- DIAMETRO ELECTRODO Ø 5/8"	COBRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.- CAJA DE INSPECCIÓN	0.40x0.40 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.- TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO	THOR-GEL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

PROFESIONAL RESPONSABLE:

PROTOCOLO DE POZO DE TIERRA

UNI-PT-203

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZO DE TIERRA -SUBESTACIÓN BAJA TENSIÓN

FECHA: AÑO 2008 MES 10 DÍA 10

EMPRESA/DIRECCIÓN **ES. SERVICENTRO LIMA**

CIUDAD **SAN MARTIN DE PORRES** UBICACIÓN SPT **Av. Lima Cdra 31 Esq. Av. Pacasmayo**

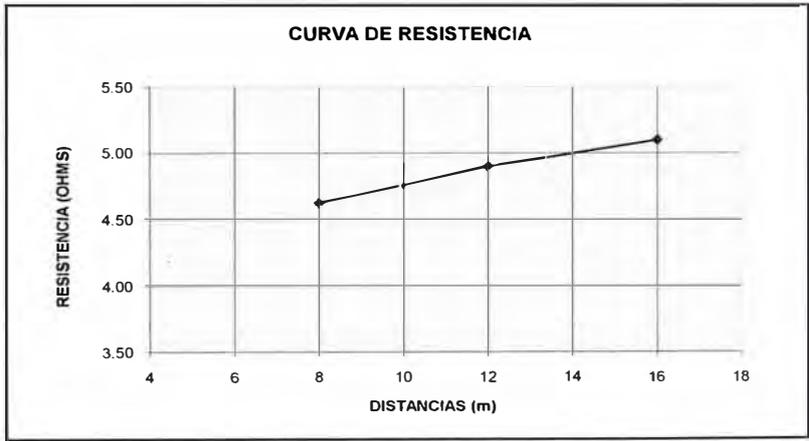
SENTIDO DE LA MEDICIÓN **N.S.** ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO **HUMEDO**

CONFIGURACIÓN **ELECTRODO PUESTA A TIERRA**

TELUROMETRO MARCA **KYORITSU DIGITAL 4105-A** FRECUENCIA 60 HZ PRESICIÓN 1%

MÉTODO DE MEDICIÓN **CAIDA DE POTENCIAL**

MEDICION	Vcc	Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)
1	0	20	16	5.10
2	0	20	12	4.90
3	0	20	8	4.62
PROMEDIO FINAL		20.00	12.00	4.87



	Cumple	No Cumple	Norma
1.- VALOR DE RESISTENCIA	<input checked="" type="checkbox"/> 4.87 Ω	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
2.- CALIDAD DE LOS ELECTRODOS	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
3.- SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	<input checked="" type="checkbox"/> > 4,8 m	<input type="checkbox"/>	NEC250-84
4.- DIAMETRO ELECTRODO Ø 5/8"	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE	<input type="checkbox"/>	
5.- CAJA DE INSPECCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> 0.40x0.40 m	<input type="checkbox"/>	
6.- TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> THOR-GEL	<input type="checkbox"/>	

PROFESIONAL RESPONSABLE:

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZO DE TIERRA -SUBESTACIÓN MEDIA TENSIÓN

FECHA: AÑO 2008 MES 10 DÍA 10

EMPRESA/DIRECCIÓN **ES. SERVICENTRO LIMA**

CIUDAD **SAN MARTIN DE PORRES** UBICACIÓN SPT **Av. Lima Cdra 31 Esq. Av. Pacasmayo**

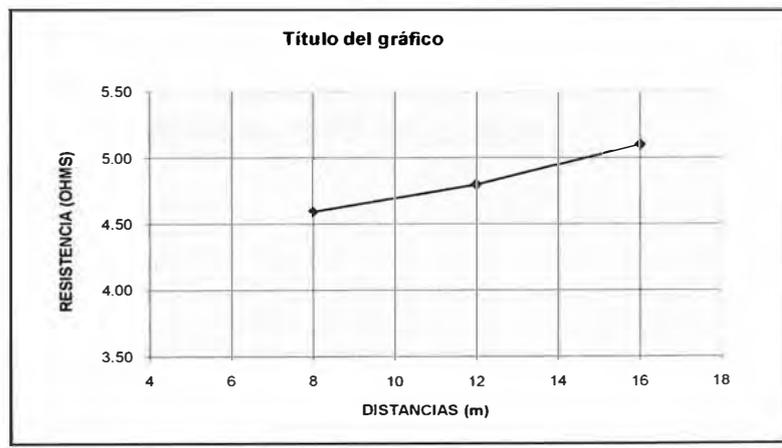
SENTIDO DE LA MEDICIÓN **N.S.** ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO **HÚMEDO**

CONFIGURACIÓN **ELECTRODO PUESTA A TIERRA**

TELUROMETRO MARCA **KYORITSU DIGITAL 4105-A** FRECUENCIA 60 HZ PRESIÓN 1%

MÉTODO DE MEDICIÓN **CAIDA DE POTENCIAL**

MEDICION	Vce	Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)
1	0	20	16	5.10
2	0	20	12	4.80
3	0	20	8	4.60
PROMEDIO FINAL		20.00	12.00	4.83



	Cumple	No Cumple	Norma
1.- VALOR DE RESISTENCIA	<input checked="" type="checkbox"/> 4.83 Ω	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
2.- CALIDAD DE LOS ELECTRODOS	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE	<input type="checkbox"/>	IEEE 80-2000
3.- SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	<input checked="" type="checkbox"/> > 4.8 m	<input type="checkbox"/>	NEC250-84
4.- DIAMETRO ELECTRODO Ø 5/8"	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE	<input type="checkbox"/>	
5.- CAJA DE INSPECCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> 0 40x0.40 m	<input type="checkbox"/>	
6.- TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> THOR-GEL	<input type="checkbox"/>	

PROFESIONAL RESPONSABLE:

ANEXO B:
PRESUPUESTO DE OBRA

PRESUPUESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL GASOCENTRO DE GAS NATURAL VEHICULAR SERVICENTRO LIMA

Presupuesto GASOCENTRO GNV SERVICENTRO LIMA
 Subpresupuesto GASOCENTRO GNV SERVICENTRO LIMA
 Cliente SERVICENTRO LIMA S.A
 Lugar LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Costo al 17/03/2009

ITM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARI	PRECIO TOTAL
1.00	OBRAS PRELIMINARES DE INSTALACIONES ELECTRICAS				
1.01	TRAZO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	gib	1,00	1 499,80	1 499,80
2.00	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE LÍNEA PRIMARIA DESDE EL PMI DE EDELNORTE A LA SUBESTACIÓN UBICADA EN EL SERVICENTRO				
02.01	APERTURA DE ZANJA DE 0.60X1.20 METROS DE PROFUNDIDAD	m	100,00	11,01	1 101,00
02.02	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE CABLE N2XS Y DE 35 MM2 8.7/15 KV	m	450,00	88,72	39 924
02.03	ROTURA Y REPARACION DE ASFALTO	m2	40,00	35,59	1 423,60
02.04	INSTALACION DE CONCRETO DOS VIAS	m	12,00	49,37	592,44
02.05	ROTURA Y REPARACION DE VEREDA	m2	60,00	44,38	2 662,80
02.06	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA DE 0.60X1.20 DE PROFUNDIDAD	m	100,00	14,35	1 435,00
02.07	ROTURA Y REPARACION DE CONCRETO(INGRESO A GRIFO)	m2	20,00	45,25	905,00
02.08	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE TUBO PVC PESADA ELÉCTRICA DE 80mm DE DIAMETRO	m	300,00	23,53	7 059,00
02.09	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE TERMINAL TIPO EXTERIOR MT-RAYCHEM-35mm2-12kV.	kit	3,00	486,5	1 459,50
02.10	LIMPIEZA, PINTADO Y REPARACIONES VARIOS DE LA ZONA DE TRABAJO	gib	1,00	3 010,64	3 010,64
3.00	SUBESTACIÓN AÉREA BIPOSTE				
03.01	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE POSTE DE 13/400/180/375	gib	1,00	2 934,95	2 934,95
03.02	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE CRUCETAS, PALOMILLA Y LOSA BASE DE SUBESTACIÓN EN POSTES DE 13/400/150/345	gib	1,00	1 876,72	1 876,72
03.03	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE AISLADORES, FERRETERIA Y ACCESORIOS EN SUBESTACIÓN EN POSTES DE 13/400/150/345	gib	1,00	344,36	344,36
03.04	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE SECCIONADOR FUSIBLE (CUTOFF), 27kV., 100A. 150kV. DE BIL 1,000 M.S.N.M.	gib	1,00	4 046,12	4 046,12
03.05	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR DE 400 kVA-TRIFASICO INCLUYE LOS CABLES DE SALIDA AL TABLERO DE BARRAS	gib	1,00	33 346,42	33 346,42
03.06	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE TABLERO DE BARRAS	gib	1,00	10 506,72	10 506,72
03.07	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE CABLE DE TIERRA DE MEDIA TENSION Y BAJA TENSION INCLUYE ACCESORIOS VARIOS	gib	1,00	479,4	479,4
03.08	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE POZOA TIERRA PARA EQUIPOS Y ACCESORIOS DE MEDIA TENSION	gib	1,00	1 018,76	1 018,76
03.09	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE POZOA TIERRA PARA EQUIPOS Y ACCESORIOS DE BAJA TENSION	gib	1,00	2 144,76	2 144,76
03.10	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS DE EDELNORTE	gib	1,00	12 043,00	12 043,00
03.11	PRUEBAS Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE RED PRIMARIA Y DE LA SUBESTACIÓN	gib	1,00	1 441,44	1 441,44
4.00	SISTEMA A TIERRA DE GASOCENTRO				
04.01	POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DE COMPRESOR	gib	1,00	923,64	923,64
04.02	POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DE DISPENSADOR	gib	1,00	923,65	923,65
04.03	POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DE TABLEROS ELÉCTRICOS	gib	1,00	923,66	923,66
04.04	POZO A TIERRA DEL SISTEMA ESTABILIZADO	gib	1,00	993,64	993,64
04.05	POZO A TIERRA A PUENTE DE MEDICIÓN	gib	1,00	993,65	993,65
5.00	LÍNEA A TIERRA A EQUIPOS, DISPENSADORES Y ESTRUCTURAS				
05.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DE LÍNEA A TIERRA DESDE EL POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DEL DISPENSADOR	gib	1,00	499,50	499,50
05.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DE LÍNEA A TIERRA DESDE EL POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DEL COMPRESOR	gib	1,00	337,98	337,98
05.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DE LÍNEA A TIERRA DESDE EL POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DEL TABLERO ELÉCTRICO	gib	1,00	387,98	387,98
05.04	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DE LÍNEA A TIERRA DESDE EL POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DEL TABLERO ESTABILIZADO	gib	1,00	278,94	278,94
05.05	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DE LÍNEA A TIERRA DESDE EL POZO A TIERRA A ESTRUCTURA DEL PUENTE DE MEDICIÓN	gib	1,00	313,98	313,98
6.00	SUMINISTRO DE TABLEROS ELÉCTRICOS				
06.01	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE TABLERO DE GNV 220	gib	1,00	6 513,68	6 513,68
06.02	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE TABLERO DE OFICINA	gib	1,00	1 213,68	1 213,68
06.03	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE TABLERO ESTABILIZADO	gib	1,00	2 613,68	2 613,68
06.04	MONTAJE E INSTALACION DE TABLERO DE TGNV460	gib	1,00	331,68	331,68
7.00	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITOS DESDE EL TABLERO DE BARRAS DE LA SUBESTACION AÉREA BIPOSTE				
07.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO F1 A TABLERO TGNV220 DESDE EL	gib	1,00	2 966,76	2 966,76
07.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO F2 A TABLERO TGNV220 DESDE EL	gib	1,00	1 108,46	1 108,46
07.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO F3 A TABLERO TGNV460 DESDE	gib	1,00	16 427,26	16 427,26
8.00	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITOS DESDE EL TABLERO DE TGNV220				
08.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A1 A TABLERO ESTABILIZADO DESDE EL TABLERO TGNV220	gib	1,00	381,68	381,68

08.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A2 ILUMINACIÓN DE CANOPY DESDE EL TABLERO TGNV220.	glb	1,00	1 324,83	1 324,83
08.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A3 ILUMINACIÓN DE CANOPY DESDE EL TABLERO TGNV220.	glb	1,00	1 378,28	1 378,28
08.04	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A4 ILUMINACIÓN DE CANOPY DESDE EL TABLERO TGNV220.	glb	1,00	1 489,58	1 489,58
08.05	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A5 ILUMINACIÓN ZONA DE MICROBOX DESDE EL TABLERO TGNV220.	glb	1,00	334,22	334,22
08.06	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A6 TABLERO DE OFICINA DESDE EL TABLERO TGNV220.	glb	1,00	323,62	323,62
08.07	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A7 ILUMINACIÓN PERIMETRO COMPRESOR GALILEO DESDE EL TABLERO 220V	glb	1,00	397,72	397,72
08.08	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A8 ILUMINACIÓN TÓTEM DESDE EL TABLERO TGNV220.	glb	1,00	1 253,97	1 253,97
08.09	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO A9 COMPRESOR DE AIRE PATIO DE MANIOBRAS DESDE EL TABLERO TGNV220.	glb	1,00	1 144,97	1 144,97
9.00	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITOS DESDE EL TABLERO DE TGNV460				
09.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E1 ALIMENTADOR DISPENSADOR 1 DESDE EL TABLERO TGNV460.	glb	1,00	935,88	935,88
09.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E2 ALIMENTADOR DISPENSADOR 2 DESDE EL TABLERO TGNV460.	glb	1,00	1 133,78	1 133,78
09.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E3 ALIMENTADOR DISPENSADOR 3 DESDE EL TABLERO TGNV460.	glb	1,00	1 165,08	1 165,08
09.04	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E4 ALIMENTADOR RELES DE SEGURIDAD DESDE EL TABLERO TGNV460	glb	1,00	135,10	135,10
09.05	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E5 ELECTROVALVULA DE ALMACENAMIENTO DESDE EL TABLERO TGNV460.	glb	1,00	880,47	880,47
09.06	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E6 ELECTROVALVULA DE DISPENSADOR 1 DESDE EL TABLERO TGNV460.	glb	1,00	975,66	975,66
09.07	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E7 ELECTROVALVULA DE DISPENSADOR 2 DESDE EL TABLERO TGNV460.	glb	1,00	828,50	828,50
09.08	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO E8 ELECTROVALVULA DE DISPENSADOR 3 DESDE EL TABLERO TGNV460.	glb	1,00	752,90	752,90
10.00	SISTEMA DETECCION DE GAS				
10.01	SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE TABLERO DETECTOR DE GAS	glb	1,00	2 117,36	2 117,36
10.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DG1 A DETECTOR DE GAS DISPENSADOR 1 DESDE EL TABLERO DETECTOR DE GAS	glb	1,00	2 187,53	2 187,53
10.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DG2 A DETECTOR DE GAS DISPENSADOR 2 DESDE EL TABLERO DETECTOR DE GAS	glb	1,00	2 205,78	2 205,78
10.04	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DG3 A DETECTOR DE GAS DISPENSADOR 3 DESDE EL TABLERO DETECTOR DE GAS	glb	1,00	2 231,68	2 231,68
10.05	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DG4 A DETECTOR DE EN MICROBOX DESDE EL TABLERO DETECTOR DE GAS	glb	1,00	496,35	496,35
10.06	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DG5 A DETECTOR DE EN MICROBOX DESDE EL TABLERO DETECTOR DE GAS	glb	1,00	470,65	470,65
10.07	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO SFG A SIRENA DE FUGA DE GAS DESDE EL TABLERO DETECTOR DE GAS	glb	1,00	363,90	363,90
10.08	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO PARADA DE SIRENA VISO DE FUGA DE GAS	glb	1,00	246,40	246,40
11.00	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITOS DESDE LA CONSOLA DE INTERFASE				
11.01	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACION DE CONSOLA DE INTERFASE	glb	1,00	10 077,52	10 077,52
11.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DATA A DISPENSADOR 1 (CEM 44) DESDE LA CONSOLA INTERFASE	glb	1,00	296,30	296,30
11.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DATA A DISPENSADOR 2 (CEM 44) DESDE LA CONSOLA INTERFASE	glb	1,00	321,80	321,80
11.04	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO DATA A DISPENSADOR 3 (CEM 44) DESDE LA CONSOLA INTERFASE	glb	1,00	347,30	347,30
11.05	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A EQUIPO A POS 1 DESDE LA CONSOLA DE INTERFASE	glb	1,00	889,80	889,80
11.06	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A EQUIPO A POS 2 DESDE LA CONSOLA DE INTERFASE	glb	1,00	981,80	981,80
11.07	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A EQUIPO A POS 3 DESDE LA CONSOLA DE INTERFASE	glb	1,00	1 073,80	1 073,80
11.08	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A DISPENSADOR 1 DESDE EL EQUIPO POS 1 ISLA 1	glb	1,00	666,80	666,80
11.09	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A DISPENSADOR 2 DESDE EL EQUIPO POS 2 ISLA 1	glb	1,00	738,40	738,40
11.10	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A DISPENSADOR 3 DESDE EL EQUIPO POS 2 ISLA 1	glb	1,00	806,82	806,82
11.11	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A EQUIPO POS 1 DESDE EL EQUIPO POS 2 ISLA 1	glb	1,00	810,80	810,80
11.12	ENTUBADO Y CABLEADO DE DATA A EQUIPO POS 3 DESDE EL EQUIPO POS 2 ISLA 1	glb	1,00	914,40	914,40
12.00	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITOS DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO				
12.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO U1 AL TABLERO DETECTOR DE GAS DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO	glb	1,00	411,76	411,76
12.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO U2 A LA CONSOLA INTERFASE GNV DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO	glb	1,00	444,46	444,46

12.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO U3 AL EQUIPO POS 1 DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO	gib	1,00	990,76	990,76
12.04	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO U4 AL EQUIPO POS 2 DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO	gib	1,00	1 016,26	1 016,26
12.05	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO U5 AL EQUIPO POS 3 DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO	gib	1,00	1 054,66	1 054,66
13.00	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITOS DESDE EL TABLERO PLC DEL				
13.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO PE-1, PE-2 LADO A Y B DEL DISPENSADOR 1	gib	1,00	848,43	848,43
13.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO PE-3, PE-4 LADO A Y B DEL DISPENSADOR 2	gib	1,00	881,18	881,18
13.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO PE-5, PE-6 LADO A Y B DEL DISPENSADOR 3	gib	1,00	913,93	913,93
13.04	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO PE-7, PE-8 AL INTERIOR DEL MICROBOX	gib	1,00	629,28	629,28
13.05	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO PE-9, EN EDIFICIO	gib	1,00	677,43	677,43
13.06	ENTUBADO Y CABLEADO A ELECTROVALVULA EN DISPENSADOR 1 LADO A Y B	gib	1,00	1 285,28	1 285,28
13.07	ENTUBADO Y CABLEADO A ELECTROVALVULA EN DISPENSADOR 2 LADO A Y B	gib	1,00	1 351,28	1 351,28
13.08	ENTUBADO Y CABLEADO A ELECTROVALVULA EN DISPENSADOR 3 LADO A Y B	gib	1,00	1 402,28	1 402,28
13.09	ENTUBADO Y CABLEADO A ELECTROVALVULA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DEL MICROBOX	gib	1,00	643,22	643,22
14.00	ILUMINACIÓN CANOPY				
14.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO 1 DE ILUMINACIÓN EN CANOPY INCLUYE REFLECTORES	gib	1,00	7 612,26	7 612,26
14.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO 2 DE ILUMINACIÓN EN CANOPY INCLUYE REFLECTORES	gib	1,00	7 632,26	7 632,26
15.00	ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DE AMBIENTES				
15.01	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO 1 A ILUMINACIÓN DE OFICINAS	gib	1,00	3 329,86	3 329,86
15.02	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO 2 A ILUMINACIÓN DE ACCESO DE MICROBOX	gib	1,00	4 323,82	4 323,82
15.03	ENTUBADO Y CABLEADO DE CIRCUITO 3 A TOMACORRIENTES DE OFICINA	gib	1,00	2 052,98	2 052,98
16.00	PRUEBAS ELÉCTRICAS				
16.01	PRUEBAS ELÉCTRICAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL GASOCENTRO	gib	1,00	2 317,44	2 317,44
17.00	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UNIDAD DE CONDENSADORES DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA EN 460 VOLTIOS USO				
17.01	SUMINISTRO, MONTAJE Y INSTALACIÓN DE 01 UNIDAD CONDENSADORA DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA EN 460 VOLTIOS USO INTERIOR	gib	1,00	14 643,60	14 643,60
	COSTO DIRECTO				266 551,07
	GASTOS GENERALES 12%				31 986,13
	UTILIDAD (10%)				26 655,10
	SUBTOTAL				325 192,30
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (19%)				61 786,54
	TOTAL PRESUPUESTO				386 978,84

**ANEXO C :
METRADO DE OBRA**

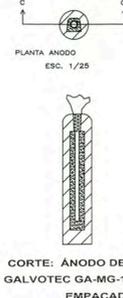
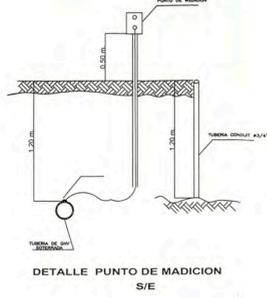
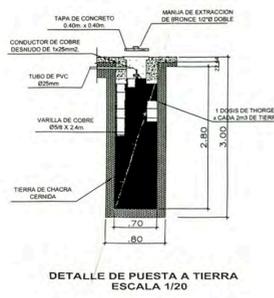
METRADO DE MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA EJECUCIÓN DEL GASOCENTRO SERVICENTRO LIMA

ITM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
I	MANO DE OBRA				
1	INGENIERO ELECTRICISTA	glb	2,00	3 500,00	7 000,00
2	CAPATAZ	hh	153,73	15,00	2 305,95
3	CAPATAZ DE TRABAJOS ELÉCTRICOS	hh	285,35	15,00	4 280,10
4	OPERARIO	hh	810,07	12,00	9 720,84
5	OPERARIO DE TRABAJOS ELÉCTRICOS	hh	523,15	12,00	6 277,68
6	PEON	hh	1 687,45	8,00	13 499,76
7	PEON DE TRABAJOS ELÉCTRICOS	hh	1 077,48	8,00	8 619,84
TOTALES					51 704,17
ITM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
II	MATERIALES				
1	ADAPTADOR PVC PESADO ELÉCTRICO DE 15 mm	pza	31,00	0,30	9,30
2	ADAPTADOR PVC PESADO ELÉCTRICO DE 20 mm	pza	14,00	0,50	7,00
3	ADAPTADOR PVC PESADO ELÉCTRICO DE 25 mm	pza	2,00	2,50	5,00
4	AISLADOR HÍBRIDO TIPO PEDESTAL	pza	3,0	25,00	75,00
5	ARENA GRUESA	m3	27,55	40,00	1 102,00
6	BUZON DE POZO A TIERRA	u	7,00	22,00	154,00
7	CABLE APANTALLADO CATEGORIA 6 BALDEN 1533R	m	630,00	3,20	2 016,00
8	CABLE APANTALLADO DE 3x1.5 mm2	m	186,00	2,00	372,00
9	CABLE DE COBRE DESNUDO SUAVE 16 mm2	m	28,00	8,00	224,00
10	CABLE DE COBRE DESNUDO SUAVE 25 mm2	m	63,00	12,00	756,00
11	CABLE DE COBRE DESNUDO SUAVE 35 mm2	m	50,00	15,00	750,00
12	CABLE DE COBRE DESNUDO SUAVE 95 mm2	m	18,00	75,00	1 350,00
13	CABLE NYY 1 kV 3 - 1 X 120 mm2	m	30,00	124,00	3 720,00
14	CABLE NYY 1 kV 3 - 1 X 185 mm2	m	65,00	210,00	13 650,00
15	CABLE NYY 1 kV 3 - 1 X 240 mm2	m	10,00	275,00	2 750,00
16	CABLE NYY 1 kV 3 - 1 X 25 mm2	m	70,00	32,00	2 240,00
17	CABLE THW 2,5 mm2	m	2 089,00	0,90	1 880,10
18	CABLE THW 2,5 mm2 COLOR AMARRILLO.	m	1 345,00	0,90	1 210,5
19	CABLE THW 35 mm2 AMARRILLO	m	32,00	6,00	192,00
20	CABLE THW 4 mm2.	m	1 359,00	1,85	2 514,15
21	CABLE UNIPOLAR N2XS Y DE 35 mm2	m	465,00	75,00	34 875,00
22	CAJA ANTIEXPLOSIÓN GUAL L DE 25 mm	m	5,00	165,00	825,00
23	CAJA GUAL L ANTIEXPLOSIÓN DE 15 mm DE DIÁMETRO	u	5,00	32,00	160,00
24	CAJA GUAL L ANTIEXPLOSIÓN DE 25 mm DE DIÁMETRO	u	6,00	130,00	780,00
25	CAJA GUAL T ANTIEXPLOSIÓN DE 15 mm DE DIÁMETRO	u	4,00	45,00	180,00
26	CAJA GUAL T ANTIEXPLOSIÓN DE 25 mm DE DIÁMETRO	u	2,00	160,00	320,00
27	CAJA METALICA CON PULSADOR TELEMECANIKE NC PULSADOR DE EMERGENCIA	u	1,00	160,00	160,00
28	CAJA METALICA CON PULSADOR TELEMECANIKE NC PARA CORTE DE TENSION A SIRENA DETECTOR DE GAS	u	1,00	110,00	110,00
29	CAJA OCTOGONAL GALVANIZADA PESADA 100 mm X 40 mm	u	16,00	3,00	48,00
30	CAJA RECTANGULAR GALVANIZADA PESADA 4" X 2 1/8" X 2 1/8	u	22,00	3,00	66,00
31	CAL PUESTA EN OBRA	bls	4,00	16,00	64,00
32	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	155,00	18,00	2 790,00
33	CINTA AISLANTE ELÉCTRICA	u	6,00	2,00	12,00
34	CINTA AUTOVULCANIZANTE 3M	rll	4,00	28,00	112,00
35	CINTA DE SEÑALIZACION ROJA ELÉCTRICA	m	400,00	0,05	20,00
36	CINTA SEÑALIZADORA AMARRILLA DE BAJA TENSIÓN	m	1 235,00	0,4	494,00
37	COMPUESTO SELLADOR PSX	Kit	35,00	56,00	1 960
38	COMPUESTO SELLADOR PSX	Kit	35,00	58,00	2 030
39	CONECTOR PVC PESADO ELÉCTRICO DE 15 mm	pza	13,00	0,2	2,60
40	CONECTOR PVC PESADO ELÉCTRICO DE 20 mm	pza	3,00	0,6	1,80
41	CONECTOR PVC PESADO ELÉCTRICO DE 25 mm	pza	13,00	0,8	10,40

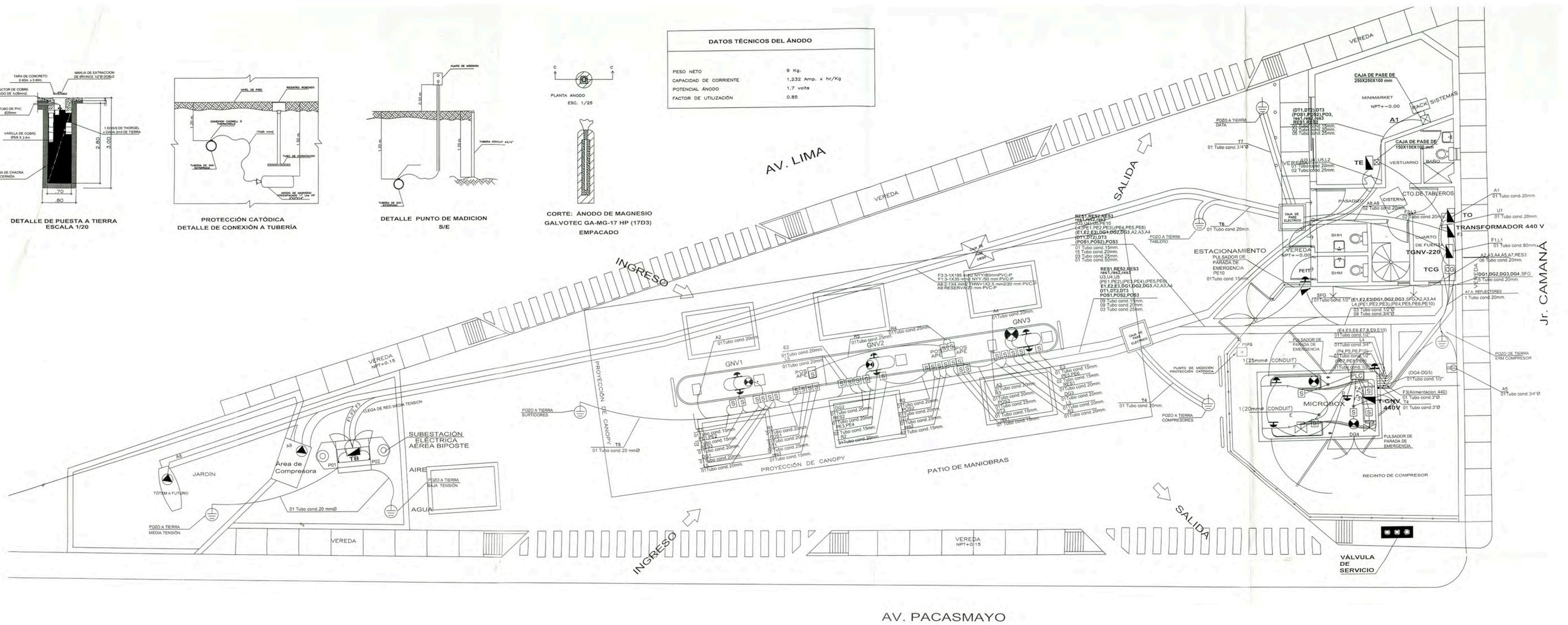
42	CONECTOR DE COBRE DE VARRILLA E COBRE DE 3/4"	pza	21,00	6,00	126,00
43	CONSOLA DE INTERFASE	u	1,00	14 500,00	14 500,00
44	CRUCETA PARA POSTE DE CONCRETO ARMADO 1.50/300	u	2,00	230,00	460,00
45	CURVA CONDUIT DE 15 mm DE DIÁMETRO	u	1,00	18,00	18,00
46	CURVA CONDUIT DE 20 mm DE DIÁMETRO	u	40,00	12,00	480,00
47	CURVA CONDUIT DE 25 mm DE DIÁMETRO	u	10,00	16,00	160,00
48	CURVA PVC PESADA ELÉCTRICA DE 20 mm	pza	97,00	1,00	97,00
49	DOSIS THORGEL	u	25,00	35,00	875,00
50	DUCTO DE CONCRETO DE 4 VIAS DE 60 Kg.	u	12,00	25,00	300,00
51	ESPIGA FIERRO GALVANIZADO 3/4" X 12" CABEZA PLANA	pza	3,00	18,00	54,00
52	FUSIBLE DE 20 A	u	1,00	680,00	680,00
53	GRAPAS DEL TIPO PERNO PARTIDO PARA 35 mm2	u	8,00	6,00	48,00
54	INTERRUPTOR DOBLE	pza	2,00	12,00	24,00
55	INTERRUPTOR SIMPLE	pza	5,00	8,00	40,00
56	LOZA BASE PARA TRANSFORMADOR EN POSTE DE 13 METROS	pza	2,00	230,00	460,00
57	LUMINARIA FLUORESCENTE AFE/J 2 X 40 W JOSFEL	u	6,00	65,00	390,00
58	LUMINARIA FLUORESCENTE REDONDA 1 X 32 W JOSFEL	u	5,00	26,00	130,00
59	MANGUERA ANTIEXPLOSIÓN DE 20 mm	m	16,60	380,00	6 308,00
60	MANGUERA ANTIEXPLOSIÓN DE 25 mm	m	4,00	325,00	1 300,00
61	PALOMILLAS C.A.V. PARA POSTE DE 13 METROS	pza	1,00	320,00	320,00
62	PEGAMENTO PARA PVC	L	5,40	23,00	124,20
63	PEGAMENTO PARA PVC AGUA FORDUIT	gal	16,20	23,00	372,60
64	PÉRTIGA DE MANIOBRA DIELECTRICO DE 27 kv.DE 18 METROS DE OCHO CUERPOS	pza	3,00	25,00	75,00
65	PINTURA ANTICORROSIVA CPP	gal	2,00	45,00	90,00
66	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	1,00	45,00	45,00
67	POSTE CONCRETO ARMADO L=13 m 400/180/375	u	2,00	650,00	1 300,00
68	PROTECTOR CRISTALFLEX	gal	0,15	65,00	9,75
69	REFLECTOR ASIMÉTRICO ANTIEXPLOSIVO MARCA ABASTELEC P/HALOGENURO METALICO DE 250 WATT INCLUYE EQUIPO DE ARRANQUE	u	8,00	1 450,00	11 600,00
70	SECCIONADOR FUSIBLE(CUT OUT) UNIPOLAR 27 kv-100A.150kv DE BIL	pza	3,00	1 050,00	3 150,00
71	SELLO ANTIEXPLOSIÓN DE 15 mm	u	20,00	45,00	900,00
72	SELLO ANTIEXPLOSIÓN DE 20 mm	u	58,00	45,00	2 610,00
73	SELLO ANTIEXPLOSION DE 25 mm	u	44,00	65,00	2 860,00
74	SENSOR DE GAS FIDEGAS	pza	3,00	1 385,00	4 155,00
75	SIRENA DE ALARMA DE FUGA DE GAS 220 VOLTS	u	1,00	210,00	210,00
76	TABLERO AUTOSOPORTADO PARA BANCO AUTOMATICO 77 kVAR, 460 VOLT EQUIPADO	u	1,00	9 866,00	9 866,00
77	TABLERO CENTRAL DE GAS FIDEGAS DE 6 SONDAS	u	1,00	1 900,00	1 900,00
78	TABLERO DE GNV220	u	1,00	6 200,00	6 200,00
79	TABLERO DE OFICINA	u	1,00	900,00	900,00
80	TABLERO ESTABILIZADO	u	1,00	2 300,00	2 300,00
81	TABLEROS DE BARRAS EQUIPADO	u	1,00	10 230,00	10 230
82	TERMINALES DE COBRE CADMIADO OJO PARA COMPRESION DE 25 mm2	u	5,00	3,00	15,00
83	TERMINALES DE COMPRESION 25 mm2	u	6,00	4,50	27,00
84	TERMINALES DE COMPRESION 400 MCM - 240 mm2	u	6,00	12,00	72,00
85	TERMINALES DE COMPRESION DE 120 mm2	u	6,00	12,00	72,00
86	TERMINALES TIPO EXTERIOR MT-RAYCHEM 35mm2 12 kv	pza	9,00	120,00	1 080,00
87	TIERRA DE CHACRA O VEGETAL	m3	32,00	32,00	1 024,00
88	TOMACORRIENTE DE BAKELITA TICINO DOBLE + TOMA A TIERRA	u	15,00	10,00	150,00
89	TRABAJOS DE EDELNORTE POR INCREMENTO DE CARGA Y CAMBIO DE NIVEL EN 340 KW EN 10 kv.TARIFA MT3	glb	1,00	15 043,00	15 043,00
90	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO EXTERIOR DE 400 kVA CON RELACION10/0.46-0.23 kv.	pza	1,00	31 000,00	31 000,00
91	TUBERÍA CONDUIT DE 15 mm	m	39,00	9,00	351,00
92	TUBERÍA CONDUIT DE 20 mm	m	72,00	12,00	864,00

93	TUBERÍA CONDUIT DE 25 mm	m	135,00	20,00	2 700,00
94	TUBERÍA PVC PESADA ELÉCTRICA DE 100 mm	m	60,00	15,00	900,00
95	TUBERÍA PVC PESADA ELÉCTRICA DE 15 mm	m	206,00	1,15	236,90
96	TUBERÍA PVC PESADA ELÉCTRICA DE 20 mm	m	833,00	2,00	1 666,00
97	TUBERÍA PVC PESADA ELÉCTRICA DE 25 mm	m	500,00	2,00	1 000,00
98	TUBERÍA PVC PESADA ELÉCTRICA DE 80 mm	m	300,00	9,00	2 700
99	TUBERÍA PVC PESADA ELÉCTRICA DE 100 mm	m	60,00	15,00	900,00
100	UNION CONDUIT 15 mm	pza	40,00	4,00	160,00
101	UNION CONDUIT 20 mm	pza	122,00	4,00	488,00
102	UNION CONDUIT DE 25 mm	pza	48,00	6,00	288,00
103	UNION PESADA ELÉCTRICA DE 15 mm	u	38,00	0,40	16,80
104	UNION PESADA ELÉCTRICA DE 20 mm	u	42,00	0,50	21,00
105	UNION PVC PESADA ELÉCTRICAS DE 15 mm	u	74,00	0,80	59,20
106	UNION PVC PESADA ELÉCTRICAS DE 20 mm	u	74,00	0,80	59,20
107	UNION PVC PESADA ELÉCTRICAS DE 25mm	u	16,00	0,80	12,80
108	UNION UNIVERSAL ANTIEXPLOSIÓN DE 15 mm	u	8,00	28,00	224,00
109	UNION UNIVERSAL ANTIEXPLOSIÓN DE 20 mm	u	12,00	45,00	540,00
110	UNION UNIVERSAL ANTIEXPLOSIÓN DE 25 mm	u	8,00	55,00	440,00
111	VARILLA DE COBRE DE 3/4" X 2.40 m	u	7,00	180,00	1 260,00
TOTALES					205 034,40
EQUIPOS					
1	HERRAMIENTAS MANUALES	% M.Obra	12,00	51 704,17	6 024,50
2	JALONES	he	64,00	2,00	128,00
3	MIRA TOPOGRÁFICA	he	64,00	2,00	128,00
4	CAMION GRÚA DE 5 TONELADAS	hm	18,20	180,00	3 276,00
5	NÍVEL TOPOGRÁFICO CON TRIPODE	he	32,00	8,00	256,00
TOTALES					6 536,50
TOTAL DE MATERIALES					263 275,07

ANEXO D:
PLANOS



DATOS TÉCNICOS DEL ÁNODO	
PESO NETO	9 Kg.
CAPACIDAD DE CORRIENTE	1,232 Amp. x hr/Kg
POTENCIAL ÁNODO	1.77 volta
FACTOR DE UTILIZACIÓN	0.85



LEYENDA		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	S.N.P.T. (m)
	CIRCUITO EN CONDUCTO ENBUTIDOS EN PISO TUBO PVC -P	-
	CIRCUITO EN CONDUCTO ENBUTIDO EN TECHO O PARED TUBO PVC - P	-
	POZO A TIERRA, PUESTA A TIERRA. EL VALOR MEDIDO ES MENOR A 20 Ω	-
	CAJA DE PASE PARA EMPALMES ELÉCTRICOS EN PISO	-
	CAJAS DE PASO Y EMPALMES, EN LA PARED, EN EL TECHO.	2.00 / TECHO
	INTERRUPTOR UNIPOLAR DE 1 GOLPE, 2 GOLPES, CONMUTACIÓN	1.40
	SALIDA DE ARTEFACTO ADOSADO AL TECHO CON 2 LÁMPARAS FLUORESCENTES 2x36w MARCA PHILIPS MODELOS TNS 012/2x36 O SIMILAR	TECHO
	SALIDA PARA ALUMBRADO EN TECHO, EN PARED(BRAQUETE)	TECHO/PARED
	TOMACORRIENTE CON TOMA A TIERRA BAJO, INDUSTRIAL	1.80 0.30
	SALIDA ESPECIAL DE FUERZA	-
	INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO 10 KA	-
	TABLERO ELÉCTRICO	1.80
	LUMINARIA DE EMERGENCIA	0.20
	SIRENA FUGA DE GAS GNV	1.80
	DETECTOR FUGA DE GAS GNV	-
	PULSADOR PARADA DE EMERGENCIA GNV	-
	REFLECTOR ANTIEXPLOSIVO CON EQUIPO DE HALOGENURO METÁLICO DE 250 WATT	-

Descripción	Potencia instalada (kW)	Factor de demanda	Máxima demanda (kW)
Compresor Galileo (200 kW x 1.3 Arranque)	260.00	0.90	234.00
Ventilador del Compresor Galileo.	20.00	0.90	18.00
Reserva.	10.00	1.00	10.00
TOTAL	290.00		262.00

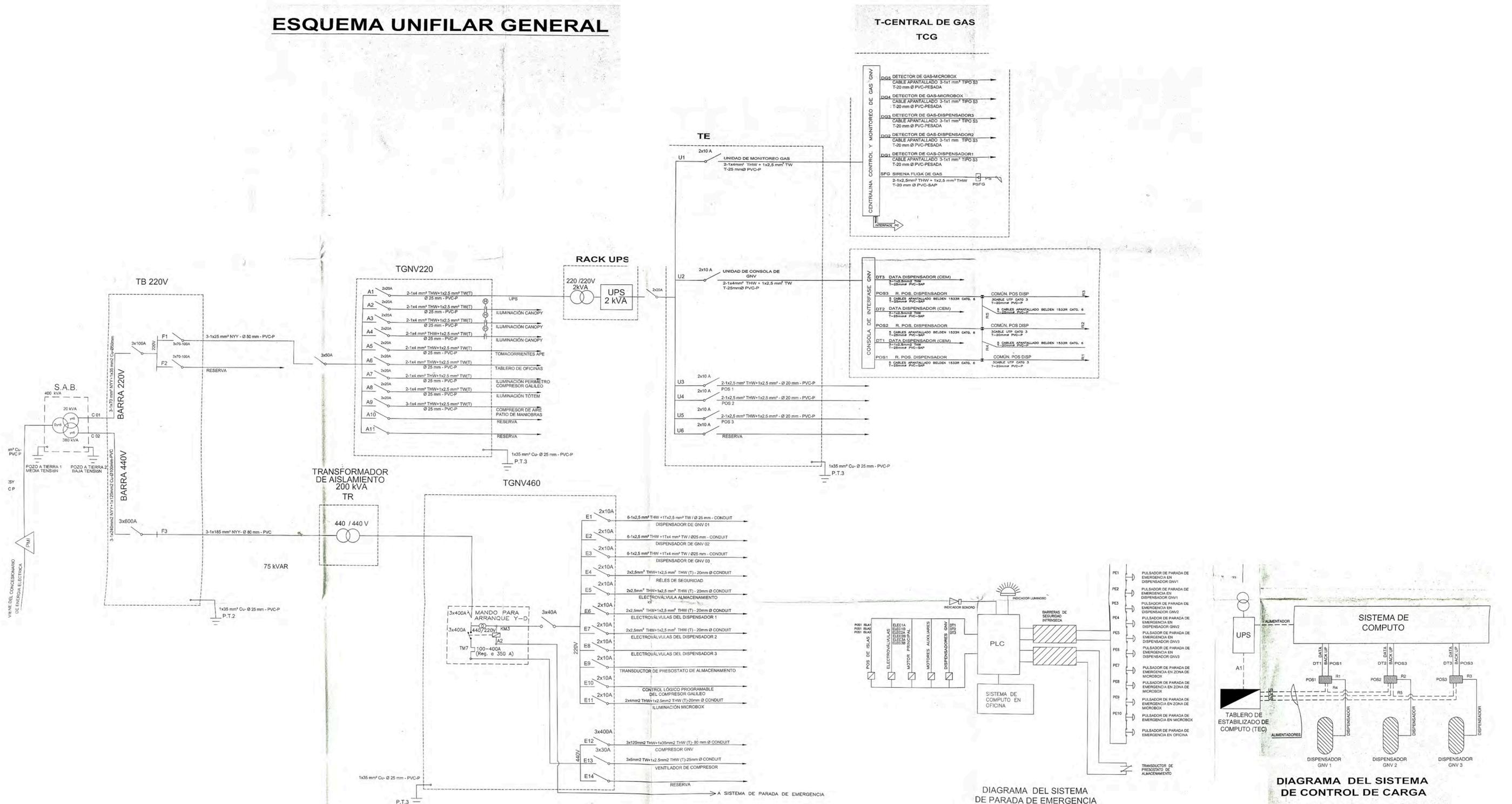
Descripción	Potencia instalada (kW)	Factor de demanda	Máxima demanda (kW)
Alumbrado y tomacorrientes:			
Área construida 41.00 x 25 w / m ²	1.03	1.00	1.03
Área libre 2.25 x 25 w / m	0.01	1.00	0.01
Reflectores alumbrado zona de compresor	0.55	0.50	0.28
Reflectores alumbrado marquesina	2.20	0.50	1.10
Sistema estabilizado	2.00	0.80	1.60
Compresor de aire (5 Hp)	3.73	0.80	2.98
Tótem	1.00	0.50	0.50
Reserva	10.00	1.00	10.00
TOTAL	20.52		17.50

Carga instalada total en 460 voltios : 290.00 Kilowatt
 Máxima demanda total en 460 voltios : 262.00 Kilowatt
 Carga instalada total en 230 voltios : 21 Kilowatt
 Máxima demanda total en 230 voltios : 18 Kilowatt

Resumen de máxima demanda:
 Máxima demanda nominal total : 280 kW
 Máxima demanda en 460 voltios : 262 kW en 460 voltios, 60 Hertz.
 Máxima demanda en 230 voltios : 18 kW en 230 voltios, 60 Hertz.

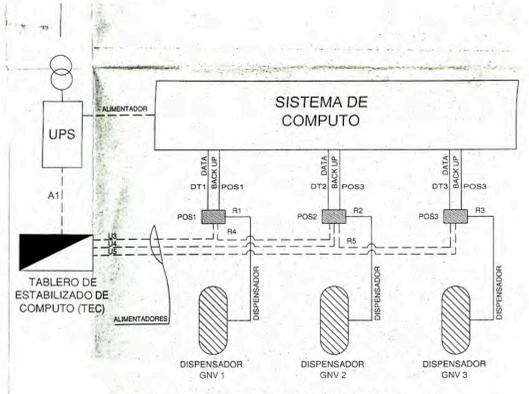
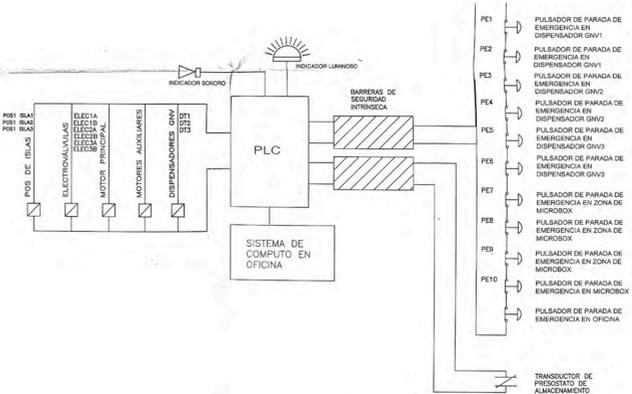
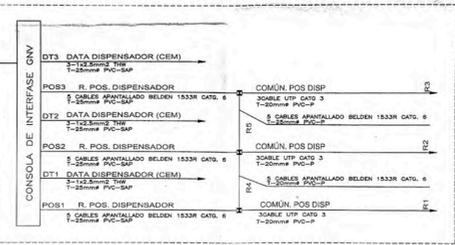
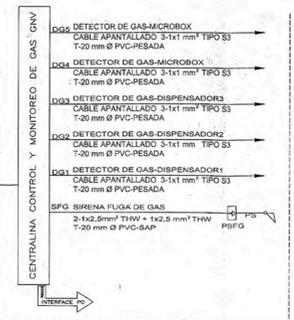
PROYECTO: GASOCENTRO GNV	PROPIETARIO: SERVICENTRO LIMA S.A.
CAD: J.T.D.	DESCRIPCIÓN: DISTRIBUCIÓN GENERAL ELÉCTRICA
PROFESIONAL: JORGE RICHARD TEVES DIAZ	DIRECCIÓN: AV. LIMA CUADRA 31 ESQUINA AV. PACASMAYO Y JR. CAMANA, URB. PERÚ DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL	ESCALA: S/E FECHA: JULIO 2 008
	PLANO NO. IE-01

ESQUEMA UNIFILAR GENERAL



COLORO	DESCRIPCION
TB	TABLERO DE BARRAS 440V / 220V
TGNV460	TABLERO DEL COMPRESOR
TGNV220V	TABLERO GENERAL PARA EL SIST. DE GAS NATURAL 220V
TCG	TABLERO GENERAL DE GAS
TR	TABLERO RECTIFICADOR (TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO)
TE	TABLERO ESTABILIZADO COMPUTO

T-CENTRAL DE GAS TCG

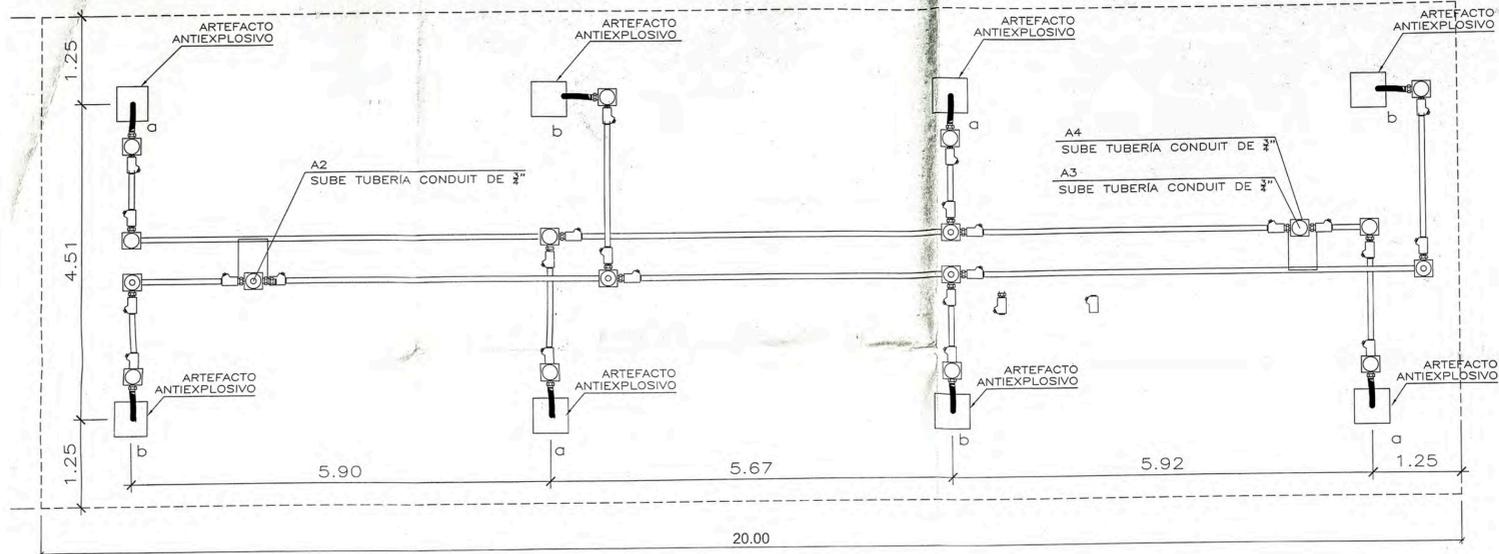


MAXIMA DEMANDA TOTAL NOMINAL = 280 kW
 LA MEDICION DE ENERGIA ES EN 10 KV MEDIANTE UN PMI

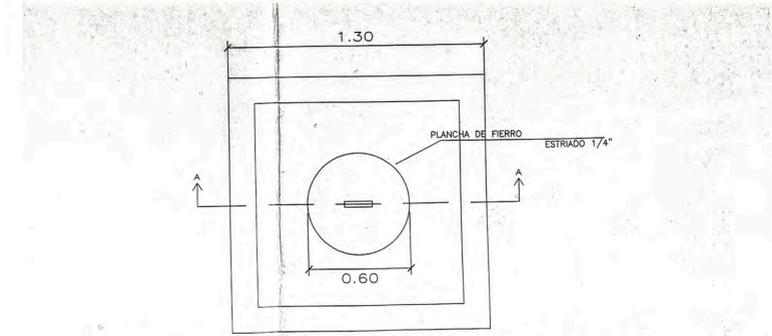
PROYECTO: GASOCENTRO GNV	PROPIETARIO: SERVICENTRO LIMA S.A.
CAD: J.T.D.	DESCRIPCION: DIAGRAMA UNIFILAR
PROFESIONAL: JORGE RICHARD TEVES DIAZ	DIRECCION: AV. LIMA CUADRA 31 ESQUINA AV. PACASMAYO Y JR. CAMANÁ, URB. PERÚ DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL	ESCALA: S/E	PLANO NO. IE-02
	FECHA: JULIO 2 008	

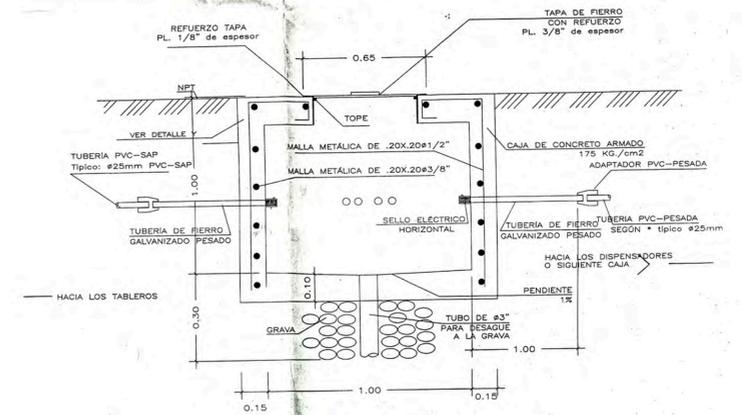
SE UBICARÓN LOS REFLECTORES EN LA MISMA UBICACIÓN QUE LOS ANTIGUOS



INSTALACIÓN DE LUMINARIAS
ESC 1:50

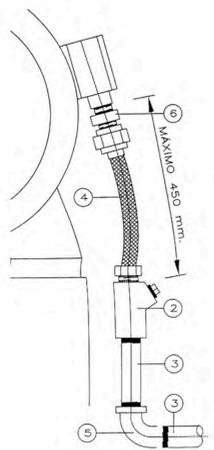


DETALLE PLANTA: CAJA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA (.80m x.80m x1.20m)

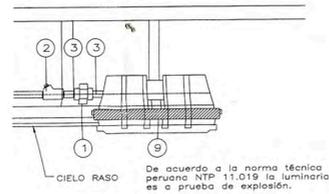


- NOTAS:
- 1) LA DISTANCIA ENTRE TUBOS QUE INGRESAN A LA CAJA SERA AL MENOS 1\"/>
 - 2) SI LA SALIDA DE CAJA VA A DISPENSADORES USAR TODO Fº SI ES AREA CLASE 1 DIV1 O 2

CORTE A A: CAJA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA (1.00mx1.00mx1.20m)



CONEXIÓN APE A MOTOR ELÉCTRICO
DETALLE 7
S/E



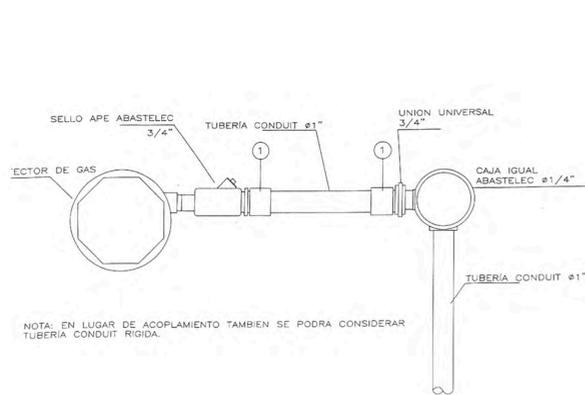
ARTEFACTO DE ILUMINACIÓN EN ISLAS GNV
DETALLE 6
S/E

NOTAS:

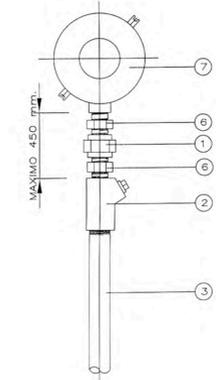
- LOS DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS Y DIMENSIONES DE LOS ARTEFACTOS, ESTAN EN FUNCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS PROPIOS DE CADA INSTALACIÓN, PERO SE TIENE EN CUENTA QUE LA SUMATORIA DE LAS SECCIONES DE CABLE COLOCADO EN UNA TUBERÍA, NO SUPERA EL 70 % DE LA SECCION UTILIZADA.
- EN TODAS LAS TUBERÍAS SE COLOCARON UNIONES DOBLES APE
- LOS CABLES CUMPLEN CON LAS NORMAS IRAM 2211 ES DECIR ANTI-INFLAMABLE.
- LA CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS EN LA MARQUESINA ESTÁ BALANCEADA EN LINEA TRIFASICA Ø3\"/>

LISTA DE MATERIALES

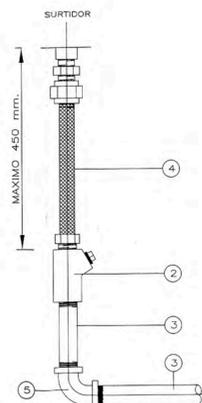
POS	DESCRIPCION	NORMA	CODIGO
1	UNIÓN DOBLE		
2	SELLADOR VERTICAL/HORIZONAL	INTI-CITEI 2005 D260	AMS
3	TUBERIA CONDUIT	ANSI-C 80-6	IMC LL-1242
4	TUBERÍA FLEXIBLE	INTI-CITEI 2000 D098U	AMS
5	CURVA GALVANIZADA		
6	ENTRERROSCA		
7	BOTONERA PARA PARADA DE EMERGENCIA	UL	SMBE
8	CAJA OVALADA CON TAPA ROSCADA	INTI-CITEI 2003 D172U	CMC
9	ART. DE ILUMINACIÓN ANTIEXPLOSIVA	INTI - CITEI - 2007 D342 - EXP.11B T	



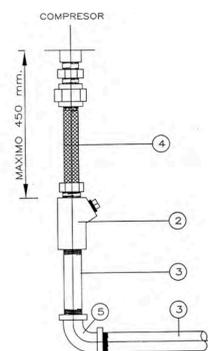
DETALLE DE ACOMETIDA A DETECTOR DE GAS
ESCALA S/E



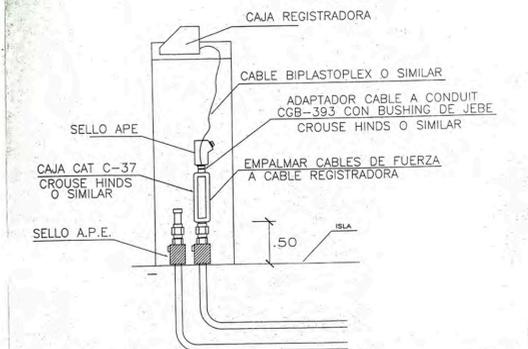
PARADA DE EMERGENCIA APE
DETALLE 1
S/E



ENTRADA APE A DISPENSADOR
DETALLE 3
S/E

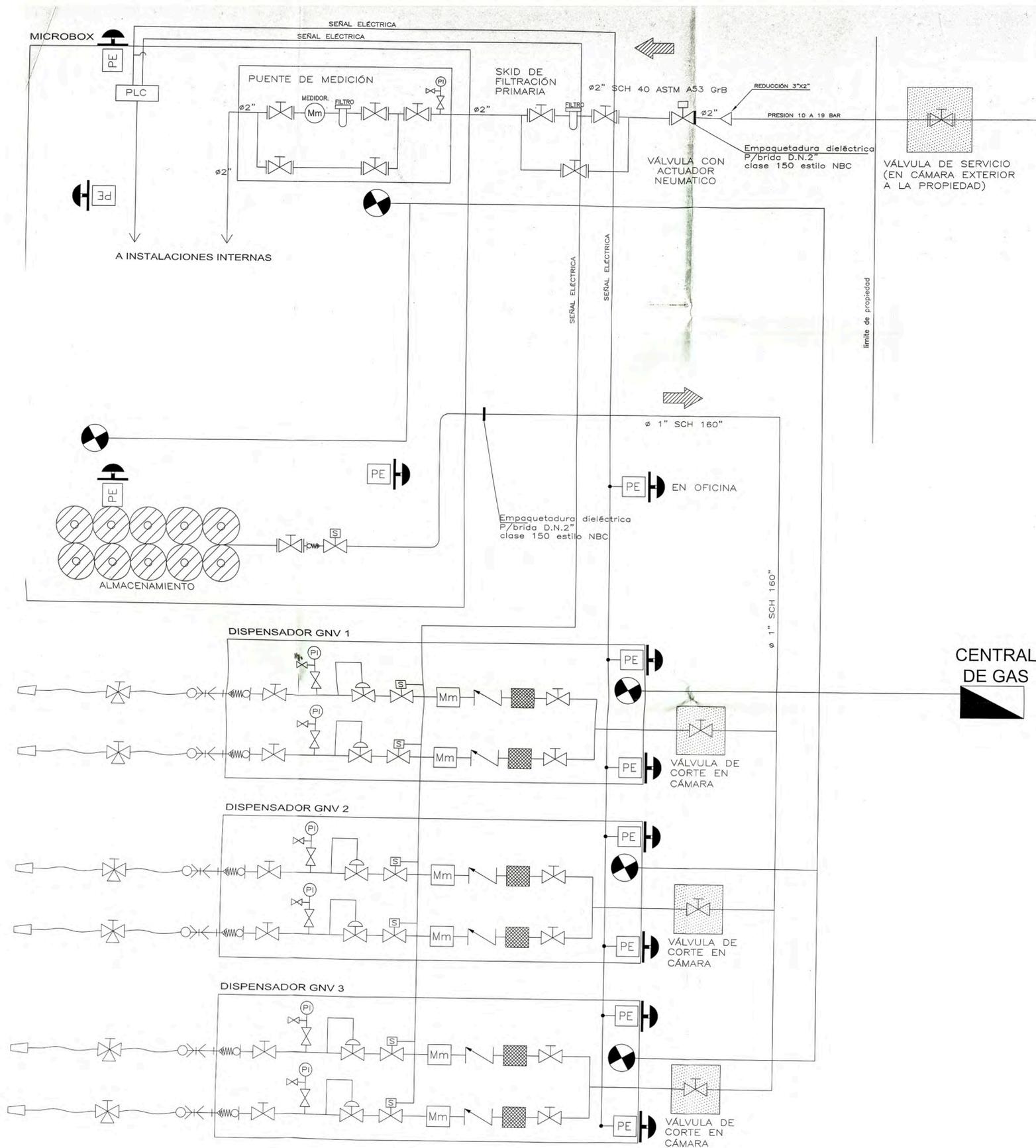


CONEXIÓN APE A MANDO COMPRESOR
DETALLE 4
S/E



CONEXIÓN FUERZA Y POS
S/E

PROYECTO: GASOCENTRO GNV	PROPIETARIO: SERVICENTRO LIMA S.A.
CAD: J.T.D.	DESCRIPCIÓN: DETALLES ELÉCTRICOS DE LAS INSTALACIONES
PROFESIONAL: JORGE RICHARD TEVES DÍAZ	DIRECCIÓN: AV. LIMA CUADRA 31 ESQUINA AV. PACASMAYO Y JR. CAMANÁ, URB. PERÚ, DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL
ESCALA: S/E	PLANO NO. IE-03
FECHA: JULIO 2 008	

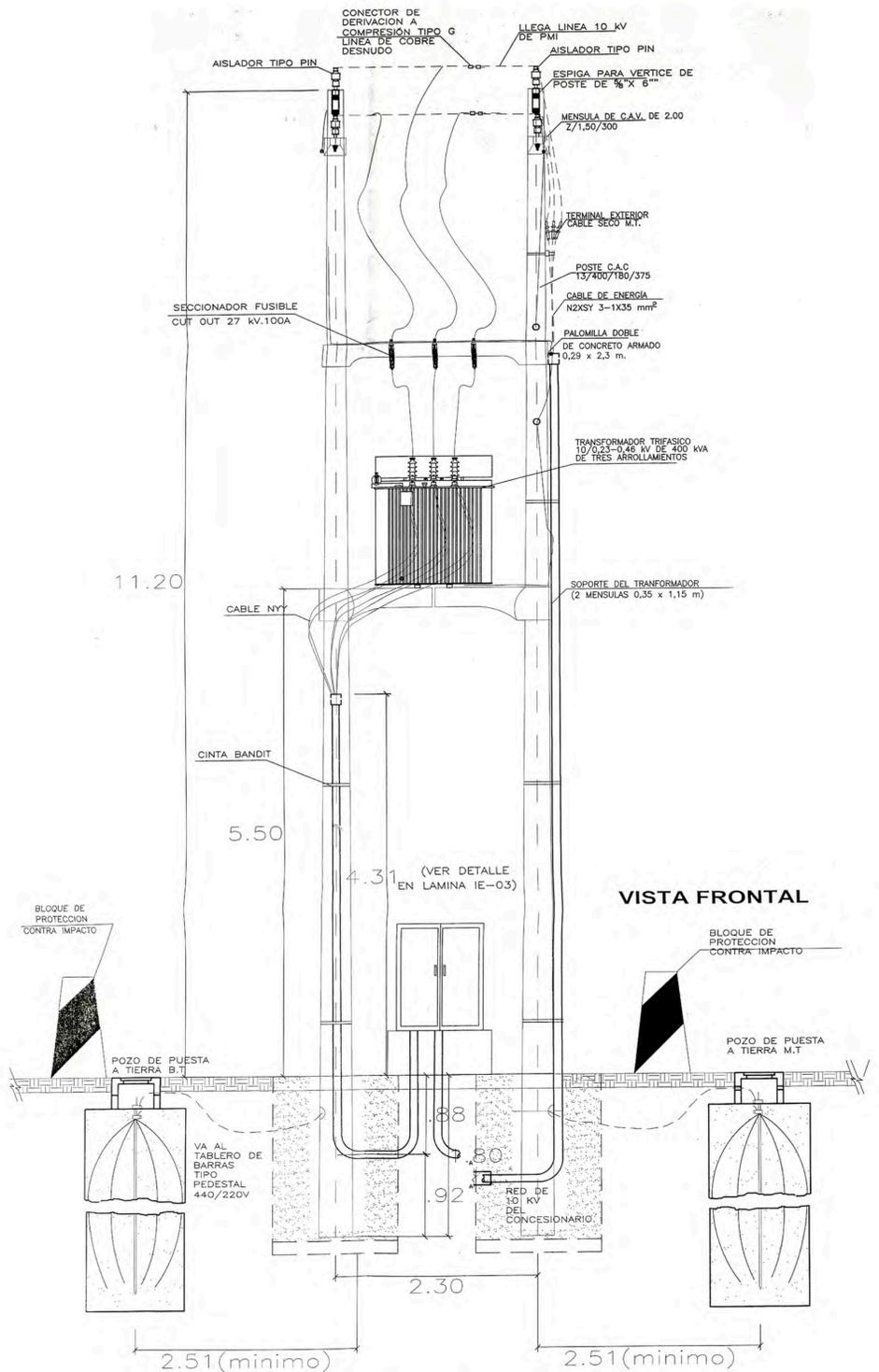


LEYENDA

	VÁLVULA ESFÉRICA MANUAL BRIDADA
	VÁLVULA ESFÉRICA MANUAL ROSCADA
	ELECTROVÁLVULA
	VÁLVULA DE RETENCIÓN ROSCADA
	VÁLVULA DE BLOQUEO Y PURGA PARA MANÓMETRO
	MANÓMETRO
	VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO ROSCADA
	VÁLVULA DE TRES VÍAS ROSCADA
	REGULADOR DE PRESIÓN ROSCADO
	MEDIDOR MÁSICO
	PICO DE CARGA
	VÁLVULA BREAK AWAY
	FILTRO
	PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA
	DETECTOR DE GAS
	EMPAQUE DIELECTRICA

NOTA
 SIN ENERGIA EN LA ELECTROVÁLVULA,
 LA VÁLVULA AUTOMÁTICA ASUMIRÁ LA
 POSICIÓN "FAIL".

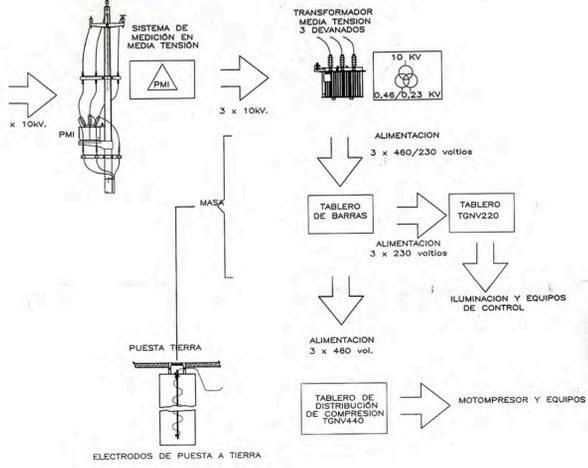
PROYECTO: GASOCENTRO GNV	PROPIETARIO: SERVICENTRO LIMA S.A.
CAD: J.T.D.	DESCRIPCIÓN: SISTEMA DE SEGURIDAD P & D
PROFESIONAL: JORGE RICHARD TEVES DÍAZ	DIRECCIÓN: AV. LIMA CUADRA 31 ESQUINA AV. PACASMAYO Y JR. CAMANÁ, URB. PERÚ DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIM.



DETALLE DE LLEGADA EN 10 kVA SUBESTACIÓN AÉREA BIPOSTE (SAB) Y PUESTA A TIERRA DE MASA

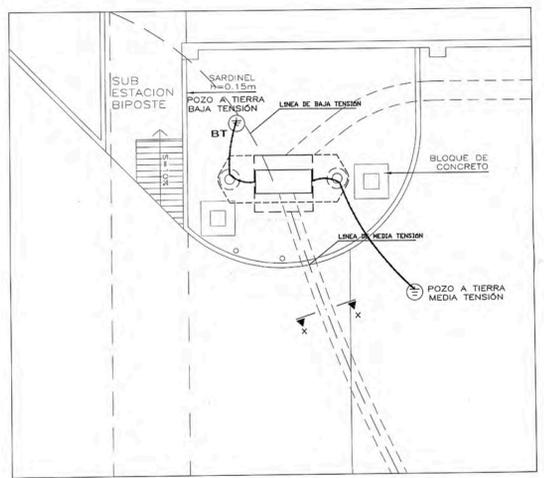
ESC 1:50

NOTAS:
 FABRICANTE DEL TRANSFORMADOR: CONSTRUCCIONES ELECTROMECANICAS DEL CROSA (TRANSFORMADOR)
 EL ESPESOR DE LA PLANCHA DE LA SUBESTACION ELECTRICA PARA LA POTENCIA DE 400 kVA ES DE 8.00 mm.
 EL ACEITE DIELECTRICO ES MARCA NYNAS NYTRO 10GBN-SUECIA.
 EL VOLUMEN DE ACEITE DIELECTRICO ES DE 450 GALONES APROXIMADAMENTE.
 LA UNIDAD ES PARA MONTAJE EN SUBESTACION AEREA BIPOSTE



ESQUEMA DE DISTRIBUCION

S/E



UBICACION DE SUBESTACION ELEVADA

ESC 1:100

TABLA N° 1.1 Cuadro de Cargas en 460 voltios

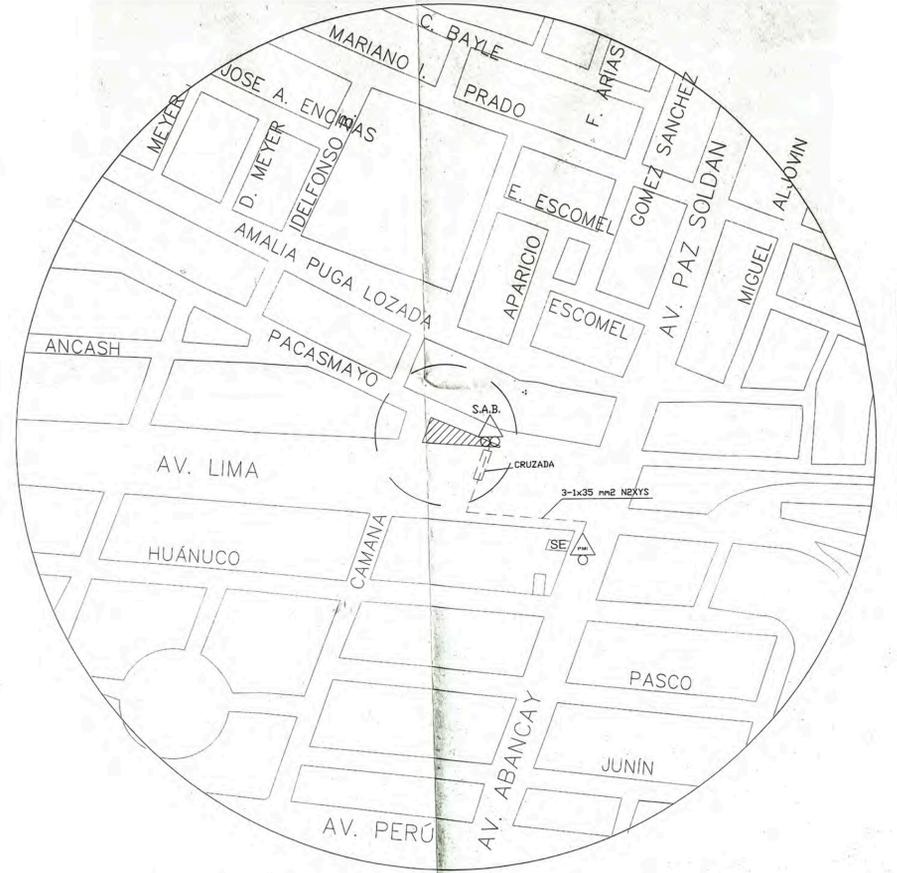
Descripción	Potencia Instalada (kW)	Factor de demanda	Máxima demanda (kW)
Compresor Galileo (200 kW x 1,3 Arranque)	260,00	0,90	234,00
Ventilador del Compresor Galileo.	20,00	0,90	18,00
Reserva.	10,00	1,00	10,00
TOTAL	290,00		262,00

Carga instalada total en 460 voltios : 290,00 Kilowatt
 Máxima demanda total en 460 voltios : 262,00 Kilowatt

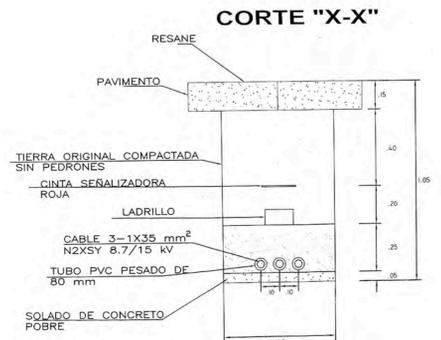
TABLA N° 1.2 Cuadro de Cargas en 230 voltios

Descripción	Potencia Instalada (kW)	Factor de demanda	Máxima Demanda (kW)
Alumbrado y tomacorrientes :			
Área construida 41,00 x 25 w / m ² .	1,03	1,00	1,03
Área libre 2,25 x 25 w / m ²	0,01	1,00	0,01
Reflectores alumbrado zona de compresor	0,55	0,50	0,28
Reflectores alumbrado marquesina	2,20	0,50	1,10
Sistema estabilizado	2,00	0,80	1,60
Compresor de aire (5 Hp)	3,73	0,80	2,98
Tótem	1,00	0,50	0,50
Reserva	10,00	1,00	10,00
TOTAL	20,52		17,50

Carga instalada total en 230 voltios : 21 Kilowatt
 Máxima demanda total en 230 voltios : 18 Kilowatt
Resumen de máxima demanda:
 Máxima demanda nominal total : 280 kW
 Máxima demanda en 460 voltios : 262 kW en 460 voltios, 60 Hertz.
 Máxima demanda en 230 voltios : 18 kW en 230 voltios, 60 Hertz.

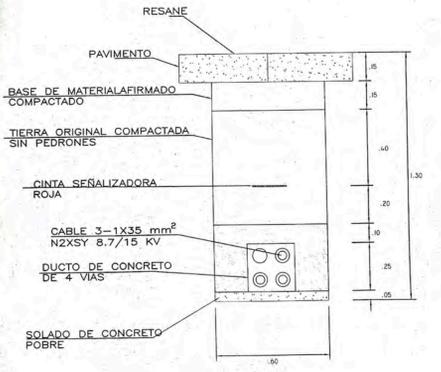


RECORRIDO DE LA LINEA DE MEDIA TENSION



DETALLE DE ZANJA

ESC 1:25



DETALLE DE CRUZADA

ESC 1:25

PROYECTO: GASOCENTRO GNV	PROPIETARIO: SERVICENTRO LIMA S.A.
CAD: J.T.D.	DESCRIPCIÓN: SUBESTACIÓN AÉREA BIPOSTE
PROFESIONAL: JORGE RICHARD TEVES DÍAZ	DIRECCIÓN: AV. LIMA CUADRA 31 ESQUINA AV. PACASMAYO Y JR. CAMANÁ, URB. PERÚ DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL	ESCALA: S/E
	PLANO NO. IE-05
	FECHA: JULIO 2008

BIBLIOGRAFÍA

Se tiene como bibliografía los siguientes documentos:

- El Código Nacional de Electricidad normas de suministro y de utilización.
- Las normas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) de los Estados Unidos de Norteamérica, NFPA 70, artículos 500 y 501, IAP.CA 4.05, IEC 79.10.
- Ley de Concesiones Eléctricas.
- Las normas IRAM. IPA. IEC 79-0 y 79-11 IEC 60076-5.
- Normas ANSI C57.12.22-1993 y ANSI C57.12.24-2000.
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844, Reglamento de la Ley de Concesiones D.S. 9-93-EM.
- El Reglamento Nacional de Construcciones.
- Norma de Procedimientos para la Elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media Tensión en zonas de concesión de distribución, aprobadas mediante Resolución Directoral N° 018-2002-EM/DGE del 26 de Septiembre de 2002.
- La Norma Técnica Peruana NTP.111.019.2007 .
- Normas ASTM B-3 y B-8 .
- Norma VDE-0250 para el aislamiento.
- Norma de fabricación : IEC-61235.
- Norma ITINTEC 341,029.
- Norma ITINTEC 341,030.
- Norma ITINTEC 341,031.
- Norma ITINTEC 350,002.
- Norma ITINTEC 334,009.
- Norma ITINTEC 339,027
- Normas ITINTEC 370.002, IEC 76, VDE 0532.
- El Reglamento Nacional de Construcciones.
- Cathodic Protection Design DNV - RP- B401.
- Code of Practice for Cathodic Protection BSI – CP – 1021.

- Kathodischen Korrosion por W. Von Baeckman .
- Recommended practice for corrosion protection of underground piping networks associated with liquid storage and dispensing systems handbook of cathodic