

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



INFORME TÉCNICO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN
ATMOSFÉRICA Y HABILITACIÓN COMO REFUGIO ALMACEN
MINA**

PRESENTADO POR:

Br. ELIAZAR CCANA TAIRO

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRICISTA**

**EN LA MODALIDAD POR SERVICIOS A
NIVEL PROFESIONAL**

CONSEJERO:

Ing. PABLO APAZA HUANCA

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada:..... DISEÑO E
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN ATMOSFERICA Y
HABILITACIÓN COMO REFUGIO ALMACEN MINA

presentado por: ELIAZAR CCANA TAIBO con DNI Nro.: 45447571

presentado por: con DNI Nro.:

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO ELECTRICISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 24 de ENERO de 2024



Firma

Post firma PABLO APAZA HUANCA

Nro. de DNI 23842746

ORCID del Asesor 0000-0002-3941-1347

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: OID:27259:311595657

NOMBRE DEL TRABAJO

E.Ccana INFORME LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

16018 Words

RECUENTO DE CARACTERES

86353 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

190 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

48.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 24, 2024 1:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 24, 2024 1:32 AM GMT-5**● 4% de similitud general**

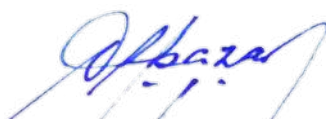
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

V° B°



PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería: Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Señores Docentes miembros del jurado, con la finalidad de optar al Título Profesional de Ingeniero Electricista, y en cumplimiento con las disposiciones del reglamento de grados y títulos presente antes ustedes el informe técnico titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN ATMOSFÉRICA Y HABILITACIÓN COMO REFUGIO “ALMACEN MINA”** en la unidad minera Las Bambas.

Eliazar Ccana Tairo.

DEDICATORIA

A mis padres Leoncio desde el cielo y mi madrecita Donata por su gran apoyo.

A Yessica la niña de mis ojos, mi compañera de vida, motivo de mi alegría.

A mis hermanos Danny, Nayda, Edward, Anali y Omar por sus muestras de apoyo.

A todos mis compañeros de trabajo en LCE por aprender cada día de cada uno de ellos.

Eliazar

RESUMEN

Las tormentas eléctricas y las protecciones atmosféricas son temas que, en la localidad de Chalhuanhuacho se han llegado a poner mayor énfasis. En parte por los incidentes que se tuvo y por garantizar que la operación minera sea llevada a cabo con la mayor seguridad, cumpliendo los mayores estándares de seguridad y el cumplimiento de normas técnicas peruanas e internacionales.

Los diseños en la construcción de edificaciones y ampliaciones de infraestructura, Grifos, Almacenes, Oficinas y campamentos llevan contemplados la protección atmosférica.

En este trabajo se expondrán las premisas y lineamientos normativos en los que se basa, así como derivaciones experimentales de la aplicación. Diseño integral del sistema de protección atmosférica

El punto de partida para este trabajo es la evaluación del riesgo tolerable que presenta la estructura “Almacén mina” ante los efectos de los destellos de rayos, en la UM Las Bambas.

Se empezó con recopilar información de campo, resistividad de terreno en el área del “Almacén mina” para realizar el proceso del modelamiento del SPAT apoyándonos en los softwares (CymGrd 6.3 y Etap), acorde al Estándar IEEE 80-2013.

Como parte de la preparación de la ingeniería de detalle se realizó la evaluación de los pararrayos acordes al método electrogeométrico, Nivel de protección Clase I ($R=20$ m) según marco normativo de la NTP – IEC 62305 y con resultados de la evaluación de riesgos tolerable de la estructura “Almacén Mina”

Como parte del paso de instalación del sistema de protección atmosférica se realizó la construcción del SPAT, y la instalación de los pararrayos para una vez culminada la implementación se realicen las mediciones respectivas del SPAT, mediciones de continuidad estructural y las mediciones de tensiones de toque y paso, bajo los lineamientos del Estándar IEEE 81 – 2012.

Palabras clave: Tormenta eléctrica, Resistividad, Tensión de toque, pararrayos

ABSTRACT

Electrical storms and atmospheric protection are issues that have come to be given greater emphasis at Chalhuanhuacho. Partly because of the incidents that have occurred and to ensure that the mining operation is carried out with the utmost safety, meeting the highest safety standards and compliance with Peruvian and international technical standards.

The designs in the construction of buildings and infrastructure expansions, taps, warehouses, offices and camps include atmospheric protection.

This work will present the premises and normative guidelines on which it is based, as well as experimental derivations of the application. Integral design of the atmospheric protection system

The starting point for this work is the evaluation of the tolerable risk presented by the "Mine Warehouse" structure to the effects of lightning flashes at the Las Bambas mine.

We started by collecting field information, ground resistivity in the area of the "Mine Warehouse" to carry out the SPAT modeling process using software (CymGrd 6.3 and Emap), according to IEEE Standard 80-2013.

As part of the preparation of the detailed engineering, the lightning conductors were evaluated according to the electrogeometric method, Class I protection level ($R=20$ m) according to the regulatory framework of the NTP - IEC 62305 and with the results of the tolerable risk assessment of the structure "Mine Warehouse".

As part of the installation step of the atmospheric protection system, the construction of the SPAT and the installation of the lightning rods were carried out so that once the implementation is completed, the respective SPAT measurements, structural continuity measurements and touch and step voltage measurements are performed, under the guidelines of the IEEE 81 - 2012 Standard.

Key words: Electrical storm, Resistivity, Touch voltage, lightning arrester.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xi
GLOSARIO DE SIGLAS	xii
CAPITULO I	1
Aspectos Generales.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Descripción de la empresa	1
1.3. Descripción del proyecto	3
1.4. Objetivo del Informe.....	4
1.5. Aspectos Generales.....	4
CAPITULO II	7
Marco teórico y Normativo	7
2.1. Introducción	7
2.2. Evaluación del riesgo.....	8
2.3. Valoración del riesgo acorde a NTP-IEC 62305 Oficinas almacén mina	27
2.4. Diseño del SPCR	35

CAPITULO III	49
DISEÑO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN Y HABILITACIÓN COMO REFUGIO ALMACÉN MINA MINERA LAS BAMBAS	49
3.1. Introducción	49
3.2. Antecedentes	49
3.3. Generalidades.....	49
3.4. Descripción del proyecto	50
3.5. Esquema y construcción de la protección contra rayo.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
Conclusiones.....	77
Recomendaciones	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
Bibliografía.....	81
Anexos	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información de LCE ingeniería y construcción SAC.....	1
Tabla 2. La fuente, la clase del daño y el tipo de pérdida dependen de la zona donde se realiza el impacto	11
Tabla 3. Elementos del riesgo a contemplar en la estructura y/o edificación para cada tipo de perjuicio.....	14
Tabla 4. Causas que intervienen en los elementos de riesgo de una estructura.....	15
Tabla 5. Valor de riesgo tolerable típico RT	16
Tabla 6. Medidas relevantes en la evaluación de los elementos del riesgo en una edificación	24
Tabla 7. Elementos de riesgo en una edificación depende de diferentes fuentes de daño.....	25
Tabla 8. Ubicación geográfica Almacén mina UM Las Bambas.....	28
Tabla 9. Medio ambiente y características de la estructura Almacén mina UM Las Bambas.	29
Tabla 10. Edificio Oficinas “almacén mina” – Línea eléctricas.....	30
Tabla 11. Edificio Oficinas almacén mina– Línea de comunicación(Electrónica)	30
Tabla 12. Distribución de trabajadores en el almacén mina.....	31
Tabla 13. Parámetros de zona Z1 (Área externa del almacén)	32
Tabla 14. Parámetros de zona Z2 (Área interior de almacén)	33
Tabla 15. Áreas de exposición del “Almacén Mina” y las líneas energizadas	33
Tabla 16. Numero estimada de sucesos de peligro.....	33
Tabla 17. Riesgo R1 para el “Almacén Mina” sin Protección.....	34
Tabla 18. Concordancia del nivel de protección contra rayos (NPR) y el nivel SPCR.....	35
Tabla 19. Nivel de protección	37
Tabla 20. Clase del SPCR.....	37
Tabla 21. Distancias típicas entre bajantes	40
Tabla 22. Tipos materiales en LPS y su requerimiento de empleo	44
Tabla 23. Secciones y materiales de los conductores, configuración y dimensiones mínimas de los elementos del SPCR.	46
Tabla 24. Dimensiones mínimas de las varillas de puesta a tierra	47
Tabla 25. Tamaño mínimo que conectan barras equipotenciales al sistema de puesta a tierra	47

Tabla 26. <i>Tamaño mínimo de conductores que conectan elementos metálicos internos a varillas equipotenciales</i>	48
Tabla 27. <i>Valores de medición de resistencia eléctrica R</i>	55
Tabla 28. <i>Valores de resistencia para distintos valores de “a”</i>	56
Tabla 29. <i>Valores obtenidos del SPAT</i>	66
Tabla 30. <i>Materiales empleados en el SPCR</i>	67
Tabla 31. <i>Evaluación de riesgo una vez implementado el SPCR</i>	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama LCE ingeniería y construcción SAC	3
Figura 2. Ubicaciones de la UM Las Bambas.....	5
Figura 3. Ubicación Almacén mina UM Las Bambas	6
Figura 4. Flujograma para determinación de necesidad de protección atmosférica.	18
Figura 5. Flujograma de evaluar la factibilidad económica.....	20
Figura 6. Densidad de descargas de “almacén mina” UM Las Bambas.....	28
Figura 7. Parámetros de la estructura aislada a proteger.....	28
Figura 8. Estructura Almacén Mina	31
Figura 9. Ejemplo del método electrogeométrico	38
Figura 10. Angulo de protección de terminales aéreas.....	39
Figura 11. Dimensiones de Electrodo según la clase del SPCR.....	42
Figura 12. Método de cuatro puntos igualmente espaciados	52
Figura 13. Puntos de medición de resistividad de terreno almacén mina.....	53
Figura 14. Ingreso de parámetros y obtención de datos CymGrd 6.3.....	56
Figura 15. Ingresando parámetros de resistividad	57
Figura 16. Configuración de Electrodo en el SPAT	57
Figura 17. Configuración de cable de Cu – 120 mm ²	57
Figura 18. Configuración de la puesta a tierra integral ETAP.....	58
Figura 19. Resultados del software ETAP 16.....	58
Figura 20. Exportable de ETAP tensión de paso.....	59
Figura 21. Exportable ETAP Tensión de contacto	60
Figura 22. Sistema de puesta a tierra con la ubicación de los 8 pozos de puesta a tierra	61
Figura 23. Ilustración del método de medición	66
Figura 24. Isométrico apantallamiento de iglú almacén mina.....	67
Figura 25. Ubicación de los mástiles metálicos (instalación de terminal aéreas o captos). 68	
Figura 26. Sistema catenario a base de Cable de AAAC	69
Figura 27. Detalle de corte.....	69
Figura 28. Detalle de vistas 2D isométrico	70
Figura 29. Esquema de falla de puesta a tierra defectuoso	74
Figura 30. Diagrama para medir la tensión de paso	75

<i>Figura 31. Diagrama para medir tensión de contacto</i>	<i>75</i>
---	-----------

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía 1. Medición de resistencia en punto “a”</i>	<i>54</i>
<i>Fotografía 2. Valor obtenido de resistencia eléctrica a una distancia $a=1m$</i>	<i>55</i>
<i>Fotografía 3. Construcción de Puesta a tierra</i>	<i>61</i>
<i>Fotografía 4. Demolición de losa para equipotencialización de acero de refuerzo</i>	<i>62</i>
<i>Fotografía 5. Construcción de malla a tierra 4/0 AWG</i>	<i>63</i>
<i>Fotografía 6. Instalación de barras de aterramiento para estructuras metálicas interiores... 64</i>	<i>64</i>
<i>Fotografía 7. Señalización de puntos de equipotencialización de estructuras metálicas</i>	<i>64</i>
<i>Fotografía 8. Ensamblaje de Terminal aéreo y conductor de bajada</i>	<i>70</i>
<i>Fotografía 9. Montaje de Mástil metálico</i>	<i>71</i>
<i>Fotografía 10. Instalación de sistema catenario</i>	<i>72</i>
<i>Fotografía 11. Implementación de restricción y señalética de riesgo eléctrico.....</i>	<i>73</i>
<i>Fotografía 12. Medición de continuidad eléctrica</i>	<i>76</i>

GLOSARIO DE SIGLAS

BIL: (Basic Isolation Level) Nivel elemental de aislamiento ante impulsos de rayo.

DPS: Dispositivo de Protección contra Sobretensiones transitorias.

FFOO: Fibra óptica

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

LWS: Sistema de alertas por tormentas eléctricas – Las bambas

NPR: Nivel de protección contra rayo. La cifra de clase de protección contra el rayo está relacionada con un acumulado de medidas de la corriente del rayo y con la probabilidad de que no se superen los valores máximos y mínimos de diseño (predicciones) pertinentes en caso de tormenta natural.

NTP: Norma Técnica Peruana.

NFPA 780: Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.

PCR (LP): Protección contra Rayo, generalmente se compone de un sistema de protección contra rayos SPCR y un sistema de protección de pulsos electromagnéticos SMPI.

SPAT: Sistema de Puesta a Tierra.

SPCR (LPS): Sistema de protección contra rayo, instalaciones completas diseñadas para reducir el riesgo de daños físicos por impacto directo del rayo sobre las estructuras.

SMPI: Sistema de medidas de protección contra el IEMR.

IEMR: impulso electromagnético de un rayo.

UM: Unidad Minera

CAPITULO I

Aspectos Generales

1.1. Introducción

Las diligencias profesionales definidas en este informe técnico están supeditadas a los cargos asignados como profesional delegado de la planificación, dirección, Ejecución y control de obras electromecánicas en la unidad minera Las Bambas, socio estratégico LCE Ingeniería y Construcción SAC. Concretamente el informe muestra el diseño y la instalación del sistema de Protección contra descargas atmosféricas y habilitación como refugio en el Almacén mina en la UM Las Bambas.

Este informe presenta los lineamiento y criterios técnicos para su diseño y la delicada aplicación de las normativas técnicas nacionales e internacionales para la correcta instalación del SPCR con los altos estándares seguridad que exige la unidad minera.

1.2. Descripción de la empresa

1.2.1. Razón social

LCE Ingeniería y construcción S.A.C es una empresa contratista en la UM Las Bambas, dedicada al rubro de brindar servicios electromecánicos a todas las áreas operativas de Las Bambas, ubicado en el distrito de Chalhuanhuacho, provincias de Cotabambas departamento de Apurímac, desde el 01/07/2017.

Tabla 1. Información de LCE ingeniería y construcción SAC

Ítem	Identificación	Descripción
01	Razón social	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C
02	Domicilio Fiscal	Barrio Pueblo Libre S/N Chuquibambilla, Grau, Apurímac
03	RUC	20602197809
04	Página Web	https://lceingenieria.com/

Fuente: Elaboración propia

1.2.2. De la empresa

LCE Ingeniería y Construcción S.A.C tiene por meta brindar soluciones integrales en el ámbito electromecánico y de telecomunicaciones e ingeniería

para el sector minero e industria. Llegando a realizar servicios personalizados de acuerdo a la necesidad y requerimientos de sus clientes, cumpliendo los estándares más altos de seguridad y calidad y desde que inicio de sus actividades se viene consolidando como socio estratégico en la UM Las Bambas.

LCE Cuenta con certificación, como proveedor Homologado, de brindar servicios de instalación de sistemas de protección atmosférica según Normas NTP- IEC 62305 y NFPA 780.

Misión

Brindar soluciones integrales que generen valor para nuestros aliados comerciales, accionistas, colaboradores y para la sociedad, con patrones altos de seguridad, eficiencia y calidad a empresas del sector industria y minería, bajo una cultura de honestidad, innovación y responsabilidad social.

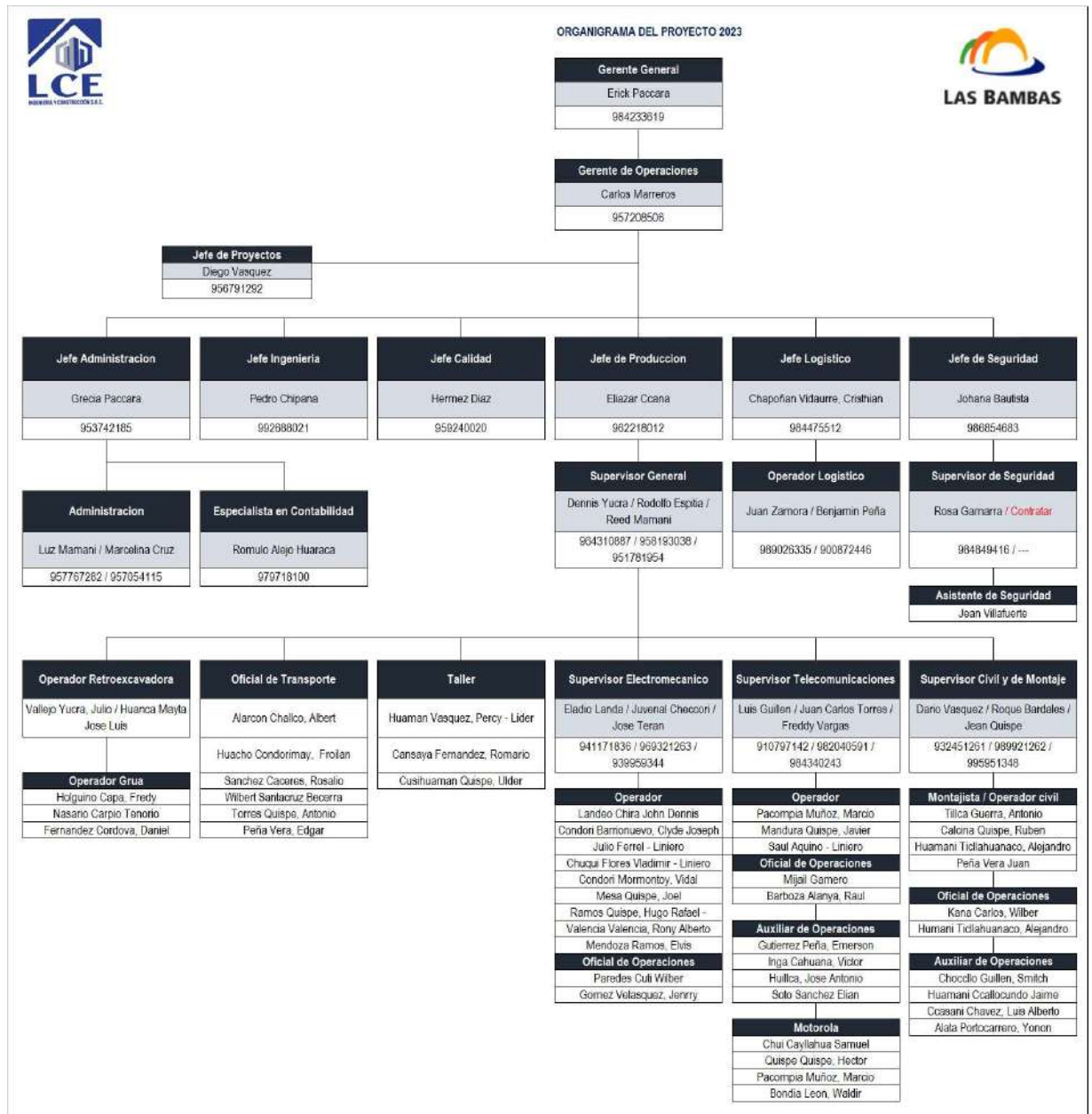
Visión

Al 2023, ser una de las 20 empresas más competitivas de la región Apurímac, que brinde soluciones integrales, innovadoras y de clase mundial, generando valor a nuestros aliados comerciales, a partir del mejor talento humano.

1.2.3. Organigrama

El organigrama de la empresa LCE ingeniería y construcción SAC, se muestra en la figura siguiente.

Figura 1. Organigrama LCE ingeniería y construcción SAC



Fuente: LCE ingeniería y construcción SAC

1.3. Descripción del proyecto

El Informe Técnico, tiene como antecedente la necesidad del área de Supply, Logística y abastecimiento de la unidad minera Las Bambas. Almacén Mina – Llaveropampa. Con la necesidad de contar con un SPCR que garantice la recepción y despacho de materiales en condición de tormentas eléctricas, que son frecuentes durante la época de lluvias que comprende los meses de octubre a marzo.

Por lo cual en la primera etapa comprende la elaboración de los estudios técnicos tales como: obtención de resistividad de terreno y modelamiento del SPAT y plano de cobertura de protección. En el cual se adjudicó a la empresa LCE ingeniería y construcción SAC la construcción del SPCR y habilitación como refugio por un monto de \$ 64,360.90 Dólares Americanos (Sesenta y cuatro mil trescientos sesenta con 90/100 Dólares Americanos) a todo costo, precio sin IGV, desempeñándome como Jefe de Producción.

Este informe técnico se desarrolló con las normas tales como:

- NTP/IEC 62305_2 Evaluación de riesgo.
- NTP/IEC 62305_3 Daño físico a estructuras y riesgo humano.
- NFPA 780 – Diseño de protección atmosféricas
- IEEE Std 80-2013.
- IEEE Std 81-2012.

1.4. Objetivo del Informe

Detallar el diseño y construcción del sistema de protección atmosférica y habilitación como refugio en el “Almacén Mina” de la UM Las Bambas, para certificar la seguridad y calidad en el trabajo de la unidad minera.

1.4.1. Objetivos específicos

- Desarrollar las concepciones teóricas de sistemas de protección contra descargas atmosféricas.
- Desarrollar el proceso de construcción estructuras seguras contra rayos bajo normativa internacional y que sea eficientes en la protección de la vida humana en condición de tormenta.
- Realizar la contrastación (de los valores obtenidos de las mediciones una vez culminada la ejecución de trabajos con los obtenidos de los cálculos y simulaciones de la ingeniería de detalle preliminar)

1.5. Aspectos Generales

1.5.1. Ubicación

El proyecto fue efectuado en la UM Las Bambas. el lugar se encuentra en la región Apurímac, en la jurisdicción de Cotabambas, distrito Chalhuahuacho.

Figura 2. Ubicaciones de la UM Las Bambas



Fuente: UM Las Bambas

la Estructura “Almacén Mina” tiene las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud: 14° 6'20.16"S Sur
- Longitud: 72° 16'38.12"O

Figura 3. *Ubicación Almacén mina UM Las Bambas*



Fuente: Google Earth Pro / elaboración propia.

1.5.2. Importancias

Este Informe, corresponde el diseño y elaboración de sistema de protección atmosférica y habilitación como refugio para las operaciones de despacho y recepción de materiales en el almacén mina de la unidad minera Las Bambas.

1.5.3. Limitaciones

El proyecto de instalación de protección atmosférica y habilitación como refugio en el almacén mina MLB, únicamente está enfocada en el domo, siendo esta zona un área de constante movimiento (entrada y salida de materiales, Equipos), la limitante es realizar la implementación de sistemas de protección hacia otras áreas operativas del Almacén mina (zonas de descarga y almacenamiento de materiales y equipos mayores), conllevaría una mayor inversión económica, y teniendo ya previsto las ampliaciones en el tajo Ferrobamba y el traslado del almacén mina hacia una nueva ubicación dentro de la unidad minera.

CAPITULO II

Marco teórico y Normativo

2.1. Introducción

Actualmente Las Bambas cuenta con un sistema de alertas por tormentas eléctricas conformado en su etapa de detección por:

- 03 sensores de tormenta de campo magnético, fotoeléctricos Strike Guard, ubicados en EBR Surphuy, EBR Evelyn, planta concentradora.
- 01 sensor de tormenta de campo eléctrico, Campbell Scientific, ubicado en campamento Antawasi.

Las cuales brindan alertas visuales y sonoras, interiores y exteriores que nos permiten identificar la proximidad de una tormenta eléctrica, esto con el fin de no exponer al personal a tormentas eléctricas, para lo cual mediante el manejo de Estándar de Tormentas eléctricas, se paralizan actividades a campo abierto, en zonas con infraestructuras y/o Edificaciones que no cuenten con un sistema de protección atmosférica, el personal tiene que ser movilizados hacia refugios contra tormentas eléctricas (Unidades móviles, infraestructuras habilitadas como refugio, equipos de línea amarilla).

Las Bambas para garantizar la no paralización de sus actividades críticas a establecido unos requisitos de calidad de trabajo, en el cual consigna la habilitación de refugios temporales para tormentas eléctricas este documento está de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales vigentes (NTP-IEC62305, NFPA 780), para garantizar que todos sus procesos sean llevados a cabo con seguridad.

Las especificaciones de estos sistemas en Perú están normadas por el CNE-U:2006 y NTP/IEC 62305-2:2018, que se basa en la Norma IEC - 62305_1 al 4, otras normas oficiales, sin embargo, el carácter vinculante de estas normas está basado en el Decreto Supremo N° 055-2010 - Energía y minas. numeral L, Art.337, Subcapítulo V. especifica: En áreas con sobretensiones debido a la atmósfera, se debe instalar un SPRC por rayos de acuerdo con las normas IEC o NFPA.

Las normas NTP/IEC 62305-2 y las normas NFPA 780 nos brindan las pautas para la instalación del SPCR. pero debido al nivel de rigurosidad en la determinación del nivel de protección la NTP/IEC 62305-2 al realizar un sistema de protección para seres humanos, nos brinda mejores prestaciones en cuanto a seguridad y confiabilidad.

- Nos permite trabajar con Niveles de Protección del (I, II, III y IV) desde el más riguroso a menos riguroso respectivamente.
- Evacuación de corriente de Rayo (Corriente de impulso probabilística 200KA, para una Clase I)
- Protección de Sistemas eléctricos.
- Protección Aislada.

2.2. Evaluación del riesgo

2.2.1. Introducción

Los rayos que caen al suelo pueden ser peligrosos para las personas dentro de una estructura, la estructura en sí y las líneas eléctricas y/o telecomunicaciones.

Este peligro puede materializarse en:

- ✓ Perjuicios a la estructura (inclusive en lo que llegue a contener)
- ✓ Corte en las líneas eléctricas y electrónicas asociadas.
- ✓ Heridas las personas u animales que se encuentren dentro o en proximidad de la estructura.

Es necesario minimizar las pérdidas debido a descargar por efectos atmosféricos, y para ellos se tiene que adoptar medidas de seguridad, la cuales serán evidenciados por una correcta evaluación de riesgos presentes.

El riesgo, referido en la norma IEC 62305, como el posible daño promedio anual a las estructuras debido a la caída de rayos, que depende de:

- ✓ Número de rayos que afectan a una edificación por año.
- ✓ Probabilidad de daños causados por uno de los rayos, en la edificación.
- ✓ Rayos que impactan directamente sobre la estructura, o próximo a la estructura.

✓ Rayos que impactan sobre las redes eléctricas o electrónicas que ingresan a la edificación o que impactan próximos a dichas líneas.

✓ Valor medio de pérdida como consecuencia de impacto en la edificación.

El número de rayos que impacta en una edificación primeramente dependen del nivel Cerámico de la ubicación geográfica de la edificación en la que se tiene la data del número de impactos de rayos por Km². las cuales son actualizadas periódicamente por las autoridades gubernamentales, en nuestro país es brindado por el OSINERGMIN en su página Web. otro factor que influye en la cantidad de rayos que impacta sobre la estructura con las características de la edificación (altura y área de la edificación).

Los rayos que impactan sobre una edificación o línea conectada a dicha edificación tiene una alta probabilidad de generar daños físicos y atentar contra la vida de las personas que se encuentra en su interior. de la misma forma cuando el rayo impacta cerca de la edificación o cerca de las líneas que ingresar a la edificación pueden provocar fallas en los sistemas eléctricos por la presencia de sobretensiones transitorias producto del efecto resistivo e inductivo del rayo.

La probabilidad de daño causado por impacto de rayo en una edificación o en sus líneas conectadas a dicha edificación depende de la medida de protección presente y de la magnitud de corriente de rayo.

El valor medio anual de perdidas producto del impacto del rayo está ligado a los efectos ocasionados por el rayo (desde el deterioro en las instalaciones producto del impacto directo en la edificación hasta en los deterioros producto de los efectos indirecto, descargas cerca al edificio)

El objetivo fundamental de la evaluación de los riesgos en la edificación es identificar las componentes y minimizarlos por debajo del riesgo tolerable. Partiendo límite superior $R_T = 10^{-5}$ (establecido), se toman las medidas de protección efectivas para disminuir el riesgo a valores aceptables.

.

2.2.2. Daños y pérdidas

a) Origen de daños

El primer origen de daños es la “corriente de rayo”. Dependiendo del punto de impacto, se pueden distinguir las siguientes fuentes de daño:

- **S1**(descargas directas sobre estructura y/o edificación).
- **S2** (descargas indirectas cercana a la estructura).
- **S3**(descargas directas sobre una instalación eléctrica o electrónica que ingresan a la estructura).
- **S4**(descargas indirectas cercana a una instalación eléctrica o electrónica que ingresan a la estructura).

b) Tipo de daño

Dependiendo de las características de la estructura protegida, los daños pueden ser causados por descargas. Algunas de las características más importantes son: tipo de arquitectura, contenido y su uso, tipo de servicios y medidas protectoras previstas.

Es útil distinguir, entre tres tipos básico de daños que pueden aparecer como consecuencia de descargas atmosféricas:

- **D1**(lesiones seres vivos por choque eléctrico).
- **D2**(averías físicas).
- **D3**(Deterioro en el sistema eléctrico y/0 electrónico de la estructura).

El deterioro por efecto de descarga del rayo en una estructura ya sea dentro de la edificación, puede también afectar a su entorno o medio ambiente.

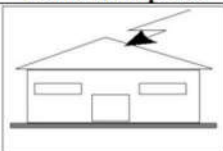
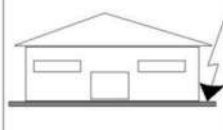
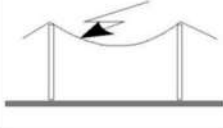
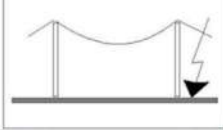
c) Tipos de perjuicio

Cada tipo de perjuicio, solo o en combinación con otros, produce diferentes perjuicios secuenciales a la estructura protegida. El tipo de perjuicio que se puede originar depende de las características constructivas de la estructura y su contenido. Se deben considerar los siguientes tipos de perjuicios:

- **L1**(perjuicio a los seres vivos).
- **L2**(perjuicio a la prestación estatal).

- L3(perjuicio al capital Cultural).
- L4(perjuicio al coste monetario en la edificación en la actividad y contenido)

Tabla 2. La fuente, la clase del daño y el tipo de pérdida dependen de la zona donde se realiza el impacto

Descarga del rayo		Estructura	
Punto de impacto	Fuente de daño	Tipo de daño	Tipo de pérdida
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S2	D3	L1 ^b , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S4	D3	L1 ^b , L2, L4

^a Solamente en propiedades donde puede haber pérdida de animales.
^b Solamente para estructuras con riesgo de explosión y para hospitales o estructuras similares en las que la falla de los sistemas internos pone en peligro la vida humana inmediatamente.

Fuente: NTP/IEC 62305-2

2.2.3. Riesgos y sus elementos

2.2.3.1. Riesgos

El riesgo R es la cuantía relativa de la posible pérdida anual promedio. Para cada tipo de perjuicio que pudiera suceder en una edificación, debe ser evaluado el riesgo adecuado. Los riesgos a evaluación son:

- R_1 (riesgo de perjuicio en los seres vivos).
- R_2 (riesgo de perjuicio a la prestación estatal).
- R_3 (riesgo de perjuicio al capital Cultural).
- R_4 (riesgo de perjuicio al coste monetario en la edificación en la actividad y contenido).

2.2.3.2. Elementos

Los elementos del riesgo (riesgos parciales) están definidos por la fuente y tipo de daño que será reflejado en la estructura.

a) Riesgos debido a descarga directa sobre la estructura

R_A : Los elementos relacionados con sobretensiones inducidas dentro y fuera de estructuras dentro de un radio de 3 m de conductores de bajada estos pudiendo afectar a las personas que se encuentren dentro de la estructura Perjuicios tipo L1 y hasta perjuicios del tipo L4 si se tuviese ganado dentro de dicha estructura.

R_B : Los elementos relacionados con daños físicos causados por chispas peligrosas en el interior de las estructuras, provocando incendios o explosiones, también pueden afectar el medio ambiente. Pueden ocurrir todo tipo de perjuicios. desde la L1 al L4.

R_C : Los elementos relacionados con fallas internas del sistema a causa del impulso electromagnético. pudiendo presentarse perjuicios del tipo L2 y L4 y hasta agravarse en un perjuicio contra la vida humana L1, en el caso de edificaciones con riesgo de explosión u hospitales.

b) Riesgos debido a descarga indirecta cercano a la estructura

R_M : Este elemento está vinculado con R_C . puesto están presentes cuando se generan a causa del IEMR. cuando la descarga impacta cerca de la edificación.

c) Riesgos debido a una descarga directa en las líneas eléctricas o electrónicas que ingresan a la estructura.

R_U : Elemento referido con los daños originados por las sobretensiones de contacto que se ocasionan en el interior de la estructura estas pueden desencadenar perjuicios para la vida humana L1. cuando el impacto del rayo cae directamente sobre las líneas eléctricas y/o electrónicas que ingresan al interior de la estructura.

R_V : Elemento referido con los daños materiales (fuego, explosión y chispas) a causa del impacto del rayo llega a conducirse por las líneas del ingreso ocasionando todos los tipos de perjuicio del L1 al L4.

R_W : Elemento asociado a con las averías en las instalaciones eléctricas y electrónicas causadas por sobretensiones en el cableado que ingresa a la estructura en este caso podría ocurrir perjuicios del tipo L2 y L4 y perjuicios a la vida humana L1, si se tratasen de ambientes con probabilidad de explosión o Hospitales.

d) Riesgos debido a una descarga indirecta cercana a una línea eléctrica o electrónica que ingresa a la estructura.

R_Z : Elemento asociado con averías en las instalaciones eléctricas y/o electrónicas producto de las sobretensiones en los Conductores de alimentación eléctrica o de comunicación que ingresan hacia la estructura cuando una descarga cae próxima a la red ingresante ocasionando tensiones inducidas estos perjuicios afectan la prestación estatal y al coste monetario en la edificación L2 y L4. y pudiendo conllevar a perjuicios del tipo L1 contra la vida humana, en caso de ambientes con riesgo de explosión u hospitales.

2.2.3.3. La composición de los elementos del riesgo

la composición de los elementos del riesgo, debe considerar para cada uno de los perjuicios(R_1, R_2, R_3 y R_4) por descargas en: una estructura S1 (R_A, R_B y R_C), próximos a la estructura S2 (R_M), en líneas eléctricas y/o electrónicas que ingresan a la estructura S3 (R_U, R_V y R_W) y en proximidad de las líneas eléctricas y/o electrónicas que ingresan a la estructura S4 (R_Z), son las siguientes:

R1: Riesgo de víctimas:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^1 + R_{M1}^1 + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^1 + R_{W1}^1 \text{ (ecuación 1)}$$

1: aplica únicamente en estructuras con riesgos de explosión y equipos de reanimación eléctrica en hospitales.

R2: Riesgo de perjuicio a la prestación estatal:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \text{ (ecuación 2)}$$

R3: Riesgo de perjuicio al capital cultural:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \text{ (ecuación 3)}$$

R4: Riesgo de pérdida de valor económico:

$$R_4 = R_{A4}^2 + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}^2 + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \text{ (ecuación 4)}$$

2: Aplica exclusivamente a propiedades donde pueda ocurrir muerte de animales.

Para más especificaciones de la combinación de los elementos entre el riesgo para cada perjuicio con la forma de impacto en las estructuras (S1, S2, S3 y S4) están desglosados en las siguientes tablas 3 y 4.

Tabla 3. Elementos del riesgo a contemplar en la estructura y/o edificación para cada tipo de perjuicio.

Fuente de daño	Descarga en la estructura S1			Descarga cerca de la estructura S2	Descarga en una línea conectada a la estructura S3			Descarga cerca de una línea conectada a la estructura S4
	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Componente del riesgo								
Riesgo para cada tipo de pérdidas								
R ₁	*	*	* 1)	* 1)	*	*	* 1)	* 1)
R ₂		*	*	*		*	*	*
R ₃		*				*		
R ₄	* 2)	*	*	*	* 2)	*	*	*

1) Sólo para estructuras con riesgo de explosión y hospitales u otras estructuras en las que la falla de los sistemas internos ponga en peligro inmediato la vida humana.
2) Sólo para propiedades donde puede producirse pérdida de animales.

Fuente: NTP/IEC 62305-2

Tabla 4. Causas que intervienen en los elementos de riesgo de una estructura.

Características de la estructura o de los sistemas internos Medidas de protección	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Superficie de captación	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistividad del terreno	X							
Resistividad del suelo	X				X			
Restricciones físicas, aislamiento, avisos de advertencia, equipotencialización del terreno	X				X			
SPCR	X	X	X	X ¹⁾	X ²⁾	X ²⁾		
DPS equipotencializados.	X	X			X	X		
Interfases de aislamiento			X ³⁾	X ³⁾	X	X	X	
Sistema de DPS coordinados			X	X			X	X
Pantalla espacial			X	X				
Apantallamiento de las líneas externas					X	X	X	X
Apantallamiento de las líneas internas			X	X				
Precauciones en el trazado			X	X				
Red equipotencial			X					
Precauciones contra incendio		X				X		
Sensibilidad al fuego		X				X		
Peligro especial		X				X		
Tensión de impulso soportada			X	X	X	X	X	X
1) Sólo para los SPCR externos en malla. 2) Debido a la conexión equipotencial. 3) Solamente si ellos pertenecen al equipo.								

Fuente: NTP/IEC 62305-2

2.2.4. Gestión de los riesgos

2.2.4.1. Procedimiento

Para una adecuada valoración de gestión de riesgo la NTP/IEC 62305-2 nos recomienda el siguiente procedimiento:

- Tipificación de la edificación que será protegida e identificar sus peculiaridades.
- Mapear todos los tipos de perjuicios y los riesgos ligados a la edificación R (del R1 al R4)
- Realizar la valoración de necesidad de SPCR mediante la comparación de los riesgos R1,R2,R3 presentes en una estructura, comparados al tolerable R_T .

- Se debe realizar la valoración pertinente del costo de la implementación del SPRC versus los costos del daño total con y sin protección.
- Evaluación del rendimiento económico del costo de la protección en relación al costo total de las pérdidas con y sin medidas de protección. en este caso, la evaluación de los componentes del riesgo R_4 para una estructura debe hacerse para evaluar el Costo.

2.2.4.2. Consideraciones para la valoración del riesgo en una edificación

Las consideraciones que hay que tener:

- La misma edificación.
- Las instalación eléctrica y electrónica de la edificación.
- El contenido de la edificación.
- Personas dentro del edificio o personas paradas fuera de la edificación a menos de 3 m del edificio.
- Entorno afectado por daños a la edificación.

La protección excluye las líneas eléctricas y/o Electrónicas conectadas afuera de la edificación.

2.2.4.3. Riesgo Tolerable (R_T)

La autoridad competente tiene la responsabilidad de determinar el valor del “riesgo Tolerable”. Un valor que representa un riesgo tolerable cuando las emisiones atmosféricas significan pérdida de vidas humanas o pérdida de valor social o cultural, estos valores de R_T están especificados a continuación.

Tabla 5. Valor de riesgo tolerable típico R_T

Tipos de pérdidas	R_T (y^{-1})
Pérdida de vida humana o daños permanentes	10^{-5}
Pérdida de servicio público	10^{-3}
Pérdida de patrimonio cultural	10^{-4}

Fuente: NTP-IEC 62305-2

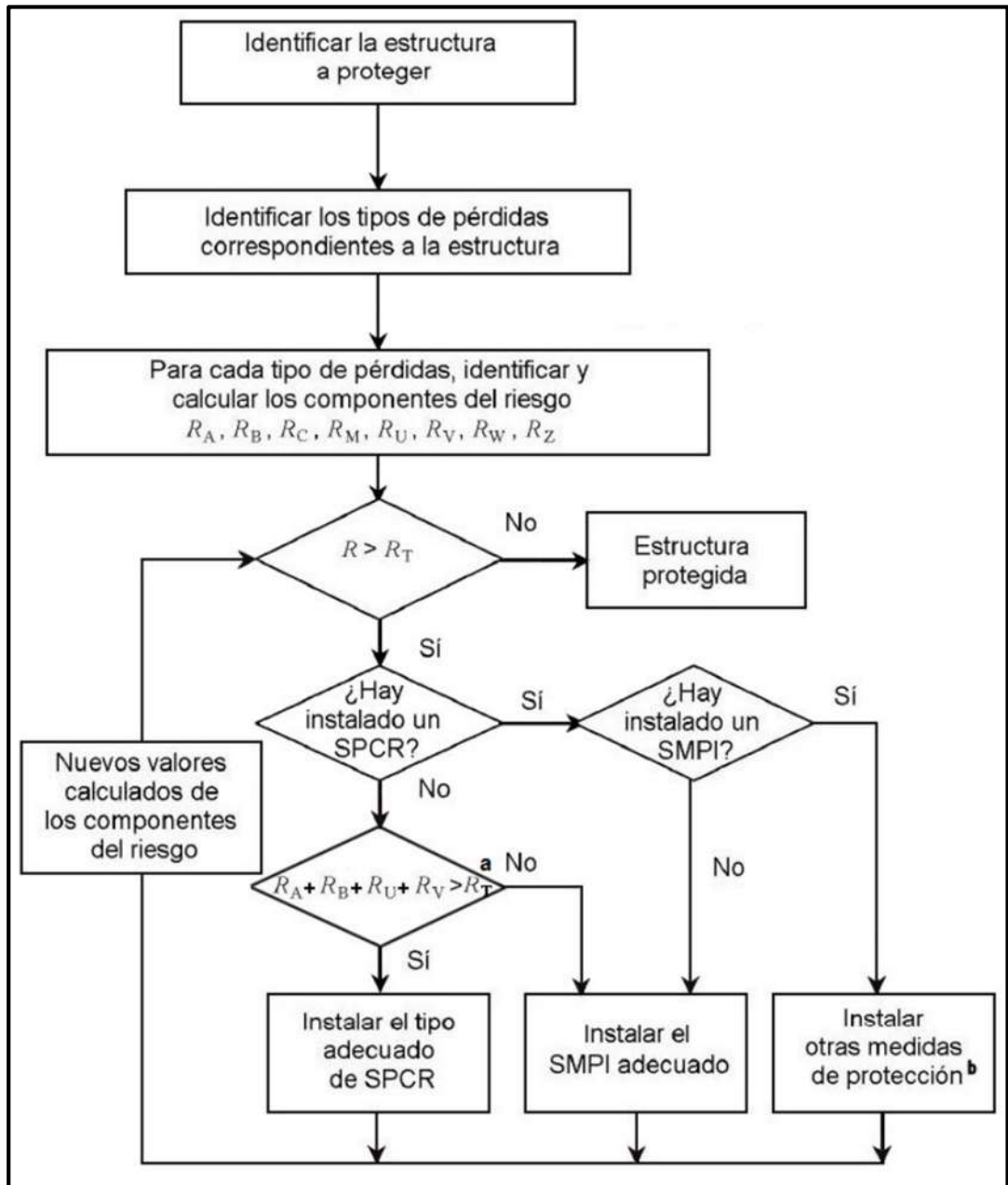
2.2.4.4. Procedimientos definidos para valorar las necesidades de protección

La NPT-IEC 62305-1, especifica que debemos considerar los siguientes riesgos R_1, R_2 y R_3 . Para evaluar la necesidad de protección contra rayos en una estructura, para cada riesgo se deben tomar las siguientes pautas:

- Hallar los componentes R_x , que son los elementos del riesgo.
- Determinar los elementos hallados en el riesgo R_x .
- Determinamos el riesgo total calculado R (Anteriormente definidos)
- Tomamos el riesgo aceptable definido R_T .
- Realizamos un comparativo de este riesgo aceptable (R_T) con el riesgo total R con las siguientes consideraciones.
 - cuando $R \leq R_T$ (el riesgo total está controlado no es necesario una protección adicional)
 - cuando $R > R_T$ (es necesario tomar medidas de protección para disminuir los riesgos a los que está expuesta la edificación).

Para realizar una correcta valoración en la necesidad de protección debemos tener en consideración los siguientes pasos.

Figura 4. *Flujograma para determinación de necesidad de protección atmosférica.*



Fuente NPT-IEC 62305-2 y IEC 2635/10

Nota:

a. Si $R_A + R_B < R_T$, No es necesario la instalación de un SPCR integro, basta con la implementación de DPSs es suficiente.

2.2.4.5. Procedimiento para la evaluación económica de la protección

Además de las necesidades de protección contra rayos de la estructura, también puede ser útil estimar los beneficios económicos de instalar medidas de protección para reducir las pérdidas económicas L_4 .

La estimación de los elementos R_4 del riesgo nos brinda información de la valoración de los costos por pérdidas económicas adoptadas o no las medidas de protección.

El procedimiento para la estimación de la rentabilidad económica de la protección requiere de los siguiente:

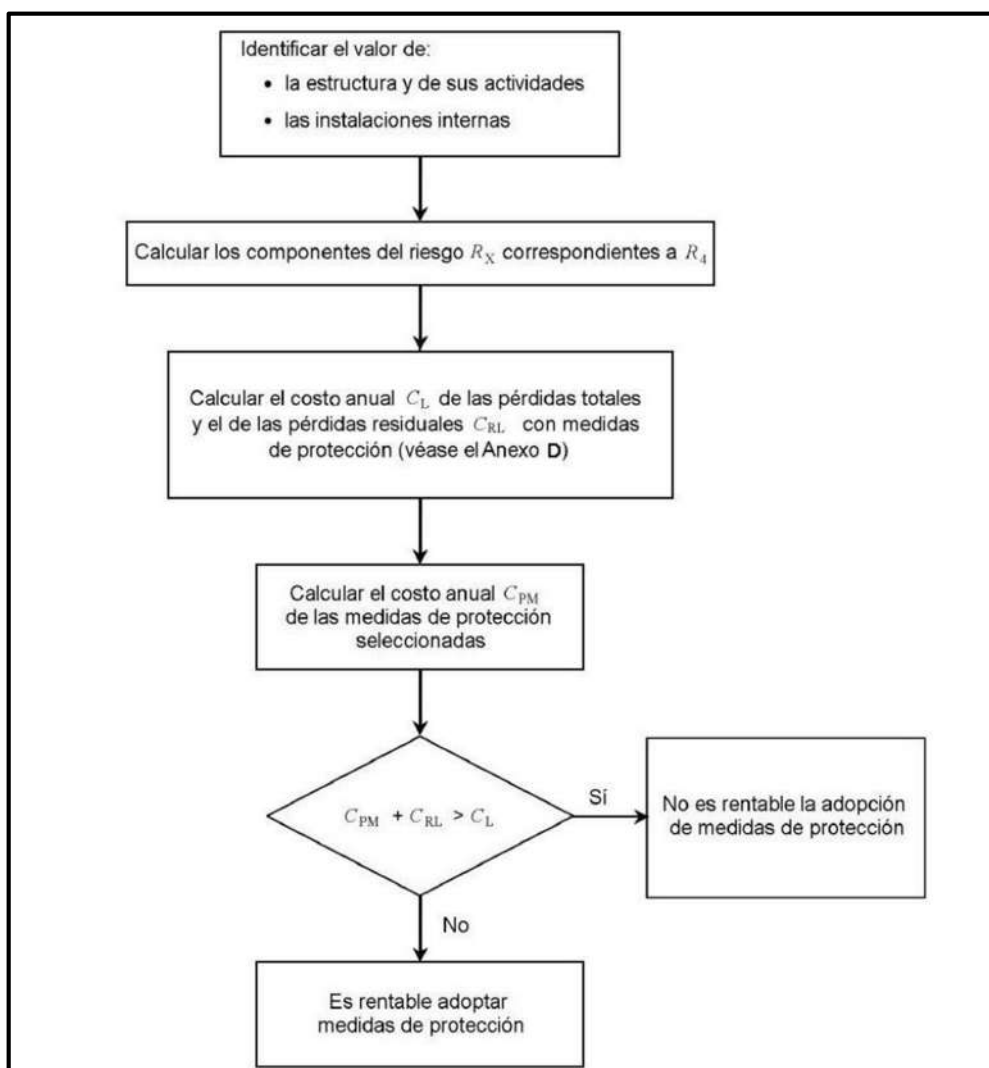
- Identificar de los elementos R_x los cuales conforman el riesgo R_4 .
- Computo de cada elemento R_x cuando no se tiene ningún medida de protección.
- Computo de los costos anuales C_L de los perjuicios cuando no se tiene ninguna medida de protección.
- Aplicar la medida de protección determinada.
- Computo de cada elemento R_x una vez aplicada la medida de protección actual.
- Computo de los costos anuales C_L de los perjuicios residuales debidos a los elementos R_x en la edificación.
- Computo de los costos anuales total C_{RL} de los perjuicios residuales cuando ya se tiene instalado la medida de protección.
- Cómputo anual de los precios totales C_{PM} con la adopción de medidas de protección seleccionados.
- Realización la comparativa de los costos.

Cuando $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, la medida de protección no es rentable.

Si $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, nos permite ahorrar dinero a lo largo de la vida útil de la edificación adoptando las medidas de protección seleccionados.

A continuación, el flujograma de valoración.

Figura 5. *Flujograma de evaluar la factibilidad económica*



Fuente: NPT-IEC 62305-2 y IEC 2635/10

2.2.4.6. Selección de la disposición de protección

Medidas de protección diseñadas para disminuir los riesgos ligados a cada tipo de daño, estas pueden tomarse como efectivas cuando lleguen a cumplir con mínimo requerido por la norma:

- NTP/IEC 62305 sección 3 se utiliza para prevenir daños a los seres humanos y perjuicios físicos a la edificación.
- NPT-IEC 62305 sección 4 se utiliza para prevenir deterioro en los sistemas eléctricos y/o electrónicos internos de la edificación.

2.2.4.7. Elección de la medida de protección

El proyectista debe seleccionar las medidas de protección más apropiadas, asignar cada elemento al riesgo total R y considerar los aspectos técnicos y económicos de las diferentes soluciones de protección a instalarse.

Se deben identificar los elementos clave para la elección las medidas más concretas para disminuir el riesgo. R.

Existen múltiples medidas de protección, individualmente o en combinación, que satisfacen la condición $R \leq R_T$. Las soluciones adoptadas tienen que conllevar aspectos técnicos y/o económicos. El flujograma mostrado en la figura N° 04 muestra un procedimiento simplificado para seleccionar medidas de protección. En cualquier caso, el proyectista debe identificar las causas de riesgo de mayor criticidad y disminuirlos, tomando en consideración la parte económica.

2.2.5. Estimación de los componentes del riesgo

2.2.5.1. Ecuación básica

Para la estimación de cada componente de riesgo R_x , se determina de la siguiente ecuación (NTP/IEC 62305-2_2) Donde la componente de riesgo R_x , viene expresado por la multiplicación de la cantidad de eventos potenciales(impactos), la probabilidad de daños en una edificación y sus correspondientes perdida posteriores. para cada componente por descargas en: impacto directo en una edificación S1 (R_A, R_B y R_C), impacto próximo a la edificación S2 (R_M), impacto directo en una red de energía eléctrica o electrónica que ingresa a la edificación (R_U, R_V y R_W) y por impacto próximo a la red eléctrica o electrónica que ingresa a la edificación S4 (R_Z). según el ítem 2.2.3.3

$$R_x = N_x \times P_X \times L_X \quad (\text{ecuación 5})$$

Donde:

- N_x : Expresa la cantidad eventos potenciales de peligro en un año.
- P_X : Posibilidad de deterioro en una edificación.
- L_x : Representa la pérdida derivada.

La cantidad de eventos potenciales de peligro N_x , Se ve afectada por la densidad de descarga al suelo (N_g) y las propiedades físicas de la estructura protegida, su entorno y el terreno..

La posibilidad de deterioro P_x , Se ve afectado por las características de la estructura que se protege y las medidas de protección tomadas.

La pérdida resultante L_x , se ve afectada por el uso del edificio, la presencia de personal, el tipo de servicios prestados al público, el valor de la propiedad afectada por el daño y las medidas tomadas para controlar el valor de pérdidas.

Cuando el daño estructural causado por un rayo también puede mermar las estructuras próximas o el propio medio ambiente (como emisiones químicas o radiación), las pérdidas posteriores deben agregarse al valor L_x .

2.2.5.2. Valoración de los elementos del riesgo por descarga directa en una edificación (S1)

En la valoración de los elementos del riesgo por impactos directos sobre una estructura, se recomienda aplicar las expresiones:

- Elemento ligado a los daños a la vida humana (D1) por choque eléctrico.
 $R_A = N_D \times P_A \times L_A$ (ecuación 6)

- Elemento ligado a los daños materiales (D2).
 $R_B = N_D \times P_B \times L_B$ (ecuación 7)

- elemento ligado con las averías en instalaciones internas(D3).
 $R_C = N_D \times P_C \times L_C$ (ecuación 8)

Las medidas necesarias para valorar los elementos del riesgo se muestran en la tabla 6.

2.2.5.3. Valoración de los elementos del riesgo por descarga indirecta próxima a una estructura (S2)

En la valoración de los elementos del riesgo por impactos indirectos, próximos a una estructura, se recomienda aplicar las expresiones:

- Elemento ligado con las averías internas de la edificación (D3)
 $R_M = N_M \times P_M \times L_M$ (9)

Las medidas necesarias para valorar los elementos del riesgo se muestran en la tabla 6.

2.2.5.4. Valoración de los elementos del riesgo por descargas directa sobre una instalación eléctrica o electrónica que ingresa a la edificación (S3)

La evaluación de los componentes del riesgo por descargas atmosféricas en una línea entrante, están compuestas por las siguientes expresiones:

- Elemento ligado con daños a la vida humana (D1) por choque eléctrico
$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U \quad (\text{ecuación 10})$$
- Elemento ligado a los daños materiales (D2)
$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \quad (\text{ecuación 11})$$
- Elemento ligado con las averías internas de la edificación (D3)
$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W \quad (\text{ecuación 12})$$

En la gran mayoría de casos N_{DJ} (cantidad de impactos peligrosos próximas a la edificación) son despreciables.

Los cuales también están mostrados en la tabla 6.

Si se cuenta con más de una línea eléctrica o electrónica los valores de R_U , R_V y R_W serán la resultante de la suma de cada elemento correspondiente a cada sección de línea y su correspondiente cálculo para cada línea(cuando se tiene diferentes recorridos).

2.2.5.5. Valoración de los elementos del riesgo por descargas indirectas próximas a una instalación eléctrica o electrónica que ingresa a la edificación(S4)

La evaluación de los elementos del riesgo por impactos indirectos próximos a una instalación eléctrica o electrónica que ingresa a la edificación, se recomienda aplicar las expresiones:

- Elemento ligado con las averías en las instalaciones internas (D3)
$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z \quad (\text{ecuación 13})$$

Estos parámetros también están mostrados en la tabla 6.

Si la línea cuenta con varias secciones el valor de R_Z representará la suma de los componentes individuales para cada sección calculados, estas secciones serán aquellas que se encuentren entre la edificación y el primer punto de distribución.

Tabla 6. *Medidas relevantes en la evaluación de los elementos del riesgo en una edificación*

Símbolo	Denominación	Valor según
Valor medio anual de eventos peligrosos debidos a las descargas		
N_D	- en la estructura	Capítulo A.2
N_M	- cerca de la estructura	Capítulo A.3
N_L	- en una línea que entra en la estructura	Capítulo A.4
N_I	- cerca de una línea que entra en la estructura	Capítulo A.5
N_{DJ}	- en la estructura adyacente (véase la Figura A.5)	Capítulo A.2
Probabilidad de que una descarga en la estructura producirá		
P_A	- daños a los seres vivos por choque eléctrico	Capítulo B.2
P_B	- daños físicos	Capítulo B.3
P_C	- fallas de sistemas internos	Capítulo B.4
Probabilidad de que una descarga cerca de la estructura producirá		
P_M	- fallas de sistemas internos	Capítulo B.5
Probabilidad de que una descarga en una línea producirá		
P_U	- daños a los seres vivos por choque eléctrico	Capítulo B.6
P_V	- daños físicos	Capítulo B.7
P_W	- fallos de sistemas internos	Capítulo B.8
Probabilidad de que una descarga cerca de una línea producirá		
P_Z	- fallos de sistemas internos	Capítulo B.9
Pérdidas debidas a		
$L_A = L_U$	- daños a los seres vivos por choque eléctrico	Capítulo C.3
$L_B = L_V$	- daños físicos	Capítulos C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	- fallas de sistemas internos	Capítulos C.3, C.4, C.6

Fuente: NPT-IEC 62305-2

Para edificaciones con múltiples líneas de conexión y diferentes diseños, se realizarán los cálculos correspondientes para cada línea.

En estructuras con varias líneas de conexión y diseños idénticos, sólo se deben calcular las líneas con las condiciones más desfavorables.

2.2.5.6. Resumen de componentes

Según los diferentes tipos de daños y las diferentes fuentes de daños, los componentes de riesgo de la estructura se resumen, como se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla 7. Elementos de riesgo en una edificación depende de diferentes fuentes de daño

Daño	Fuente del daño			
	S1 Descarga en la estructura	S2 Descarga cerca de la estructura	S3 Descarga en un servicio entrante	S4 Descarga cerca de un servicio
D1 Daños a seres vivos por choque eléctrico	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	-	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	-
D2 Daños físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	-	$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	-
D3 Fallas de sistemas eléctricos y electrónicos	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

Fuente: NPT-IEC 62305-2

2.2.5.7. Partición de estructuras en zonas (Z_S)

Para estimar cada componente de riesgo, la estructura se puede dividir en regiones Z_S con características homogéneas. Sin embargo, una estructura puede ser o puede considerarse un área única, compuesta principalmente por:

- Tipificación de terreno o suelo (Elementos R_A y R_U)
- Los elementos anti flama (Elementos R_B y R_V).
- Las coberturas superiores (Elementos R_C y R_M).

Otra forma definirlos es:

- Distribución de instalación interna (Elementos R_C y R_M).
- Sistemas de protección existentes (todos los elementos).
- Cuantificación de perjuicios L_X (todos los elementos).

las particiones en zonas o regiones Z_S se realizan con la salvedad de probabilidad de implementar sistemas de protección más efectivos.

2.2.5.8. Partición de líneas eléctricas y/o electrónicas en secciones (S_L)

Para valorar el elemento de riesgo de impacto de rayos sobre o cerca de una línea, la línea se puede dividir en secciones S_L . Sin embargo, una línea puede ser, o considerarse, una parte separada.

Para todos los elementos las S_L están expresadas por:

- Tipo de instalación (aérea o soterrada).
- Causas que perturban la área de exposición (C_D, C_E, C_T).
- Características del conductor (con pantalla o sin pantalla)

Si se presenta múltiples valores en una sección, para efectos de cálculo optamos el valor más desfavorable posible.

2.2.5.9. Valoración de elementos del riesgo en una edificación con regiones (Z_S)

2.2.5.9.1. Criterio

El criterio obtenido para la valoración correspondiente ha sido establecido teniendo en cuenta las reglas:

- Los lineamientos relativos a la cantidad N de impactos Potenciales deben valorarse acorde (Anexos A. NTP/IEC 62305-2).
- Para el caso de las probabilidades P de daños deben valorarse acorde (Anexos B NTP/IEC 62305-2).

2.2.5.9.2. Edificación de una sola región

Para el caso de contar con una sola región Z_S que coincide con la edificación completa el Riesgo R es el resultado de los elementos para esta única área.

Cabe precisar que aplicar una sola región conllevaría la aplicación de medidas de protección costosas, por el hecho de extenderse a toda la estructura.

2.2.5.9.3. Edificaciones con varias regiones

para este caso, la edificación se subdivide en varias regiones o zonas (Z_S) para la edificación el riesgo será la adición de los riesgos relativos en cada región y en cada región la suma de los elementos de riesgo de la región.

Esta división permite que el diseño, la valoración de todos los elementos del riesgo y la adopción del sistema de protección sea la más apropiada por regiones lo que podría reducir el costo total del SPCR de la edificación.

2.2.5.10. Estudio de costo-beneficio de perjuicios económicos(L4)

Este análisis de costo-beneficio, una vez disminuido los riesgos R1, R2 Y R3 con el objetivo de adoptar la medida de protección más efectiva para que los

efectos presentes por las pérdidas económicas R_4 . sean controlados podemos partir de los siguiente:

- La edificación integra.
- Parte de la edificación.
- Un ambiente interno.
- Parte interna de la instalación eléctrica y/o Electrónica.
- Un componente del equipamiento.
- Lo que contenga la edificación.

El monto que ascendería las perdidas, el costeo de implementación de los sistemas protección y los ahorros

Se debe valorar el costo de los daños, el costo de las medidas de protección y los posibles ahorros de costos, pero no se dispone de datos para este análisis (confidencialidad del cliente), se utilizara un valor referencial del riesgo tolerable $R_T = 10^{-3}$.

2.3. Valoración del riesgo acorde a NTP-IEC 62305 Oficinas almacén mina

El procedimiento de evaluación de riesgos descrito en el NTP/IEC 62305-2 consiste en el cómputo de parámetros de dimensiones de la instalación, características de su entorno, características de las instalaciones adyacentes, acciones preventivas, uso de la instalación entre otros.

La caracterización meteorológica mencionada es identificada para el entorno, como la densidad de descarga a tierra, dato que suele tomarse de documentos de consulta como estándares o normas locales o bien de sistemas de información de redes de localización de rayos o mapas ceraunico de la autoridad nacional competente

2.3.1. Generalidades

En estudio concerniente a una edificación como es el caso del “almacén mina”. las pérdidas a los seres vivos(L1) y perjuicios monetarios (L4) serán estudiadas en esta edificación.

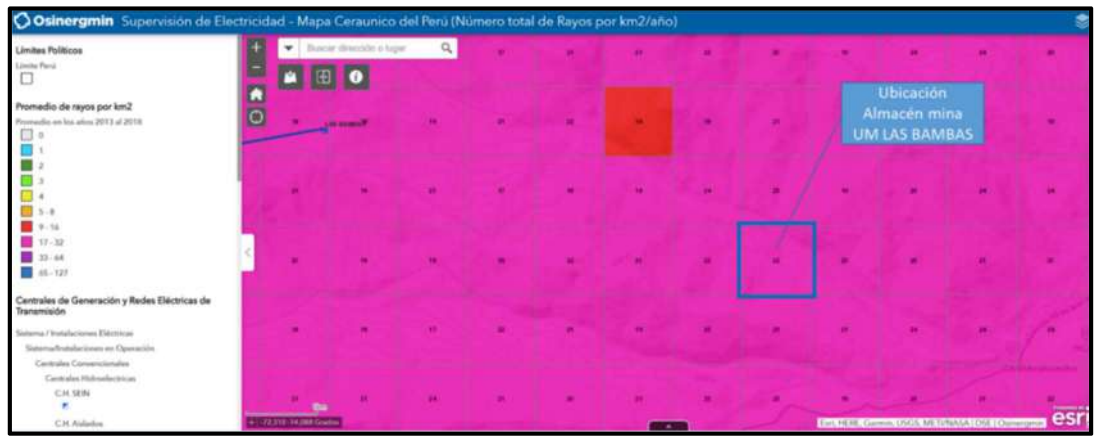
Se necesita evaluar la necesidad de protección. Esto significa que solo se determinan el valor de riesgo R_1 por pérdida a los seres humanos (L1) y los elementos de riesgo. R_A , R_B , R_U y R_V (según tabla N° 03) y realizar la

comparativa con el valor de riesgo aceptable $R_T = 10^{-5}$ (según tabla N° 05). Las medidas adoptadas seleccionados tendrán el objetivo de disminuir el riesgo R por debajo del riesgo aceptable.

2.3.2. Datos relevantes y características

El valor de la densidad de impactos a tierra la obtenemos de las redes de localización de descargas de la entidad competente(OSINERGMIN) $N_G = 22$ (Descargas por Km^2 por año)

Figura 6. Densidad de descargas de “almacén mina” UM Las Bambas



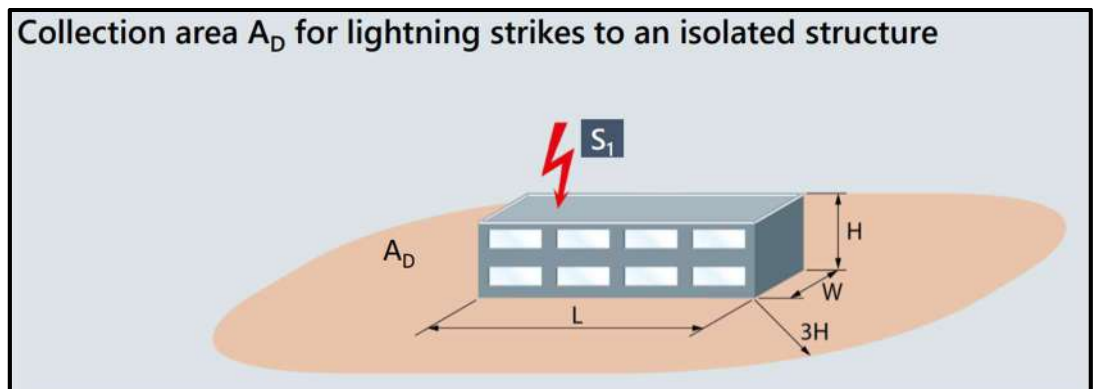
Fuente: página web: OSINERGMIN

Tabla 8. Ubicación geográfica Almacén mina UM Las Bambas

Ítem	Descripción	COORDENADAS UTM		
		ESTE	NORTE	ZONA
1	Almacen mina UM Las bambas	794002.25	8438891.08	18 L

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Parámetros de la estructura aislada a proteger



Fuente: NTP/IEC 62305-2

Donde:

L: 60.00 metros.

W: 25.00 metros.

H: 15.00 metros.

De los siguiente Valores podemos obtener el Valor de A_D Superficie de Captación:

$$A_D = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2 \quad (\text{Anexo A.2})$$

$$A_D = 60 * 25 + 2 * (3 * 15) * (60 + 25) + \pi * (3 * 15)^2$$

$$A_D = 1500 + 7650 + 6361.74$$

$$A_D = 15511.74 \text{ m}^2$$

Tabla 9. Medio ambiente y características de la estructura Almacén mina UM Las Bambas

Parametro	Observación	Simbolo	Valor	Referencia
Densidad de Descargas a tierra (km2 por año)		N_G	22	
Tamaño de la edificación (metros)		$L(\text{largo}),$ $W(\text{ancho}),$ $H(\text{altura})$	60,25,15	
Localización de la estructura	Edificación retirada	C_D	0.5	Tabla N° A_1 Anexos
Presencia de SPCR	Ninguna	P_B	1	Tabla N° B_2 Anexos
Conexión potencial común	Ninguna	P_{EB}	1	Tabla N° B_7 Anexos
Apantallamiento de la edificación	Ninguna	K_{S1}	1	Ecuación(B.5) Anexos

Fuente: Elaboración Propia de Tablas y ecuaciones de Anexos

Tabla 10. Edificio Oficinas “almacén mina” – Línea eléctricas

Parametro	Observación	Simbolo	Valor	Referencia
Longitud de la línea eléctrica(Acometida)		L_L	180	
Factor de Instalación		C_1	0.5	Tabla N° A_2 Anexos
Tipo de línea eléctrica	Baja Tensión	C_T	1	Tabla N° A_3 Anexos
origen de la línea	Rural	C_E	1	Tabla N° A_4 Anexos
Apantallamiento del conductor (Ω /km)	Ninguna	R_S	-	Tabla N° B_8 Anexos
Apantallamiento Externo Espacial de la estructura	Ninguna	C_{LD}	0	Tabla N° B_4 Anexos
Pantalla, puesta tierra, aislamiento	Ninguna	C_{LI}	0	Tabla N° B_4 Anexos
Edificación contigua	Ninguna	$L_j; W_j; H_j$	-	
Localización de la edificación		C_{DJ}	-	Tabla N° A_1 Anexos
Voltaje soportada sistema interno (KV)		U_W	1	
	Parametros resultantes	K_{S4}	1.00	Ecuación(B_7) Anexos
		P_{LD}	0.6	Tabla N° B_8 Anexos
		P_{LI}	1	Tabla N° B_9 Anexos

Fuente: Elaboración Propia de Tablas y ecuación de Anexos

Tabla 11. Edificio Oficinas almacén mina– Línea de comunicación(Electrónica)

Parametro	Observación	Simbolo	Valor	Referencia
Longitud de la línea Comunicación(Acometida)		L_L	850	
Factor de Instalación		C_1	1	Tabla N° A_2 Anexos
Línea de comunicación	FFOO	C_T	1	Tabla N° A_3 Anexos
Origen de conexión de la línea	conexión rural	C_E	1	Tabla N° A_4 Anexos
Apantallamiento de línea (Ω /km)	No cuenta	R_S	-	Tabla N° B_8 Anexos
Apantallamiento Externo Espacial de la estructura	No cuenta	C_{LD}	0	Tabla N° B_4 Anexos
Pantalla, puesta tierra, aislamiento	No cuenta	C_{LI}	0	Tabla N° B_4 Anexos
Edificación contigua	Ninguna	L_j, W_j, H_j	-	
Ubicación de la edificación		C_{DJ}	-	Tabla N° A_1 Anexos
Voltaje soportada sistema interno (KV)	No soporte Tensión	U_W	0	
	Parametros resultantes (Acometida de Fibra Optica)	K_{S4}	-	Ecuación(B.7) Anexos
		P_{LD}	-	Tabla B.8 Anexos
		P_{LI}	-	Tabla B.9 Anexos

Fuente: Elaboración Propia de Tablas y ecuación de Anexos

2.3.3. Definición de zonas del almacén

Las siguientes zonas son definidas:

Z_1 : Área de entrada exterior

Z_2 : Área interior

Figura 8. Estructura Almacén Mina



Fuente: Elaboración Propia

Tomando en consideración lo siguiente:

- Las superficies interior y exterior son diferentes composiciones.
- La parte interior de la edificación cuenta con una losa de concreto de 30 cm de espesor, las condiciones en el interior de almacén son uniformes Z_2 (Oficinas, áreas de despacho y Área de almacenaje).
- En la zona interna Z_2 cuenta con instalaciones eléctricas comercial y de comunicación
- los sistemas internos están conectados las líneas de energía, así como las líneas de telecomunicación.
- Tanto en la zona interior y exterior el personal que labora ahí son 20 trabajadores.
- La cantidad de trabajadores en cada zona interna y externa están mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 12. Distribución de trabajadores en el almacén mina

Zona	Numero de personas	Duración de la presencia
Zona 1: Z1 (exterior de almacen mina)	12	35040
Zona 2: Z2 (Interior del almacen mina)	8	35040
Total	$n_t = 20$	

Fuente: Elaboración Propia

Con base en la evaluación de las medidas de protección en la ingeniería de detalle, los siguientes promedios de pérdidas relativas anuales son para el riesgo R1 de toda la edificación del “almacén mina”:

- $L_T = 10^{-2}$ (fuera del almacén mina)
- $L_T = 10^{-2}$ (dentro del almacén mina)
- $L_F = 10^{-2}$ El almacén tipificado como edificación industrial

Al considerar el número de personas potencialmente peligrosas en cada área en relación con el número total de personas consideradas, se reduce el valor general de cada área.

Los rasgos resultantes de las regiones o zonas Z_1 y Z_2 están expresadas en las siguientes tablas 13 y 14 respectivamente hallados según los factores de las zonas exterior e interior.

Tabla 13. Parámetros de zona Z1 (Área externa del almacén)

Parametro	Observación	Simbolo	Valor	Referencia
material de piso	Grava	r_t	10^{-3}	Tabla N° C_3 Anexos
Protección aplicada para evitar el choque eléctrico (Impacto en la edificación)	No tiene	P_{TA}	1	Tabla N° B_1 Anexos
Protección aplicada para evitar el choque eléctrico (Impacto en la línea eléctrica)	No tiene	P_{TU}	1	Tabla N° B_6 Anexos
Probabilidad de incineración	No tiene	r_f	10^{-2}	Tabla N° C_5 Anexos
Protección contra amago de fuego	Extintores fijos	r_p	0.5	Tabla N° C_4 Anexos
pantalla espacial interna	Ninguna	K_{S2}	1	Ecuación B_6 Anexos
Pérdida de vidas humanas	Peligro: No tiene	h_z	1	Tabla N° (C.6) Anexos
	D1: producto de sobretensiones de contacto y paso	L_T	10^{-2}	Tabla N° C_2 Anexos
	D2: Producto del daño material	L_F	0.02	
	D3: Producto de averías en sistemas internos	L_0	-	
Factor por personas en la zona	$(\frac{n_z}{n_t})(\frac{t_z}{8760}) = (\frac{12}{20})(\frac{35040}{8760})$	-	0.6	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Parámetros de zona Z2 (Área interior de almacén)

Parametro	Observación	Simbolo	Valor	Referencia	
Material del piso	Concreto	r_t	10^{-3}	Tabla C.3 Anexos	
Protección para evitar el choque eléctrico	Ninguna	P_{TA}	1	Tabla B.1 Anexos	
Probabilidad de incineración	Ninguna	r_f	10^{-2}	Tabla C.5 Anexos	
Protección contra amago de fuego	Extintores fijos	r_p	0.5	Tabla C.4 Anexos	
pantalla espacial interna	Ninguna	K_{S2}	1	Ecuación B.6 Anexos	
Energía	Cableado interno	Cable con pantalla y cables tendidos en tuberías metálicas	K_{S3}	0.001	Tabla B.5 Anexos
	DPS Coordinados	Nivel de protección tipo I	P_{DPS}	10^{-2}	Tabla B.2 Anexos
Telecomunicación	Cableado interior	Cable sin apantallamiento	K_{S3}	0.001	Tabla B.5 Anexos
	DPS Coordinados	Nivel de protección tipo II	P_{DPS}	0.02	Tabla B.2 Anexos
L1: Pérdida de vidas humanas		Peligro especial: Panico ligero	h_z	2	Tabla C.6 Anexos
		D1: producto de sobretensiones de contacto y paso	L_T	10^{-2}	Tabla C.2 Anexos
		D2: Producto del daño material	L_F	10^{-2}	
		D3: Producto de averías en sistemas internos	L_0	-	
Factor por personas en la zona		$(\frac{n_z}{n_r})(\frac{t_z}{8760}) = (\frac{8}{20})(\frac{35040}{8760})$	-	1.6	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 15 enumera los cálculos del área de exposición equivalente y la tabla N° 16 enumera el número esperado de eventos peligrosos.

Tabla 15. Áreas de exposición del “Almacén Mina” y las líneas energizadas

Descripción	Simbolo	Resultado(m ²)	Ecuación de referencia	Ecuación
Estructura	A_D	1.55×10^4	(A.2)	$A_D = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
	A_M	-	(A.7)	No relevante
Línea de Energía	$A_{L/P}$	7.2×10^3	(A.9)	$A_{L/P} = 40 L_L, L_L = 180$
	$A_{I/P}$	7.2×10^5	(A.11)	$A_{I/P} = 4000 L_L, L_L = 180$
	$A_{DA/P}$	0	(A.2)	No existe edificación proxima
Línea de Comunicación	$A_{L/T}$	34×10^3	(A.9)	$A_{L/T} = 40 L_L, L_L = 850$
	$A_{I/T}$	34×10^5	(A.11)	$A_{I/T} = 4000 L_L, L_L = 850$
	$A_{DA/T}$	0	(A.2)	No existe edificación proxima

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Numero estimada de sucesos de peligro

Descripción	Simbolo	Resultado	Ecuación de referencia	Ecuación
Estructura	N_D	1.705×10^{-1}	(A.4)	$N_D = N_G * A_D * C_D * 10^{-6}$
	A_M	-	(A.6)	No relevante
Línea de Energía	$N_{L/P}$	1.584×10^{-1}	(A.9)	$N_{L/P} = N_G * A_{L/P} * C_{1/P} * C_{E/P} * C_{T/P} * 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	2.11	(A.11)	No relevante
	$N_{DA/P}$	0	(A.2)	No existe edificación proxima
Línea de Comunicación	$N_{L/T}$	7.48×10^{-1}	(A.9)	$N_{L/T} = N_G * A_{L/T} * C_{1/T} * C_{E/T} * C_{T/T} * 10^{-6}$
	$N_{I/T}$	4.22	(A.11)	No relevante
	$N_{DA/T}$	0	(A.2)	No existe edificación proxima

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Determinación de la necesidad de protección

Los valores de los Elementos del riesgo R para el “Almacén Mina” sin la medida de protección alguna están expresados en la tabla 17.

Tabla 17. Riesgo R1 para el “Almacén Mina” sin Protección

Tipo de Daño	Simbolo	Z ₁ (Ext)	Z ₂ (Int)	Estructura
D1: Heridas debido al choque electrico	R_A	4.092×10^{-6}	2.728×10^{-6}	6.82×10^{-6}
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	0	0	0
D2: Daño fisico	R_B	4.092×10^{-5}	2.728×10^{-5}	6.82×10^{-5}
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	0	0	0
Total		1.9252×10^{-5}	2.2868×10^{-5}	7.502×10^{-5}
Nivel Tolerable		$R_1 > R_T$		$R_T = 1 \times 10^{-5}$

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el valor de $R_1 = 7.502 \times 10^{-5}$ Valor de riesgo superior al tolerable $R_1 = 10^{-5}$, **Es necesario la instalación de la medida de protección contra impactos de Rayos.**

2.3.5. Determinación de la medida de protección

El nivel de riesgo R_1 en el “Almacén Mina” está concentrada en las Zonas Z_1 y Z_2 Debido a la concentración de personas causados por un impacto directa en el “Almacén Mina”. los daños a causa de líneas conectadas están controladas debido a la implementación de los DPSs para las instalaciones eléctricas que ingresan y en las líneas de telecomunicación. en vista a que la red de comunicación ingresa a través de Fibra óptica. en este caso debemos poner énfasis en la reducción de R_B cuyo valor se encuentra en un valor alto (tabla 17)

Los elementos predominantes del riesgo serán minimizados adoptando las siguientes medidas:

- Instalando todo el almacén con un SPCR conforme con la norma NTP-IEC 62305 sección 3 para minimizar el componente R_B . la realización obligatoria de la conexión del punto de tierra equipotencial del sistema de puesta a tierra en el exterior y en el interior del almacén.
- Verificar el estado de los DPS instalados actualmente y verificar la coordinación de protección.

a) Solución:

- Protección del almacén mina, con un nivel de protección Clase I según NTP- IEC 62305-3, para reducir la componente R_B ($P_{EB} = 0.02$) Tabla B.2 Anexos. optando un nivel de protección Clase I.

2.4. Diseño del SPCR

Este sistema estará conformado por los siguientes elementos:

- Terminales aéreos.
- Conductor de bajada.
- Sistema integral de puesta a tierra.

Para cada elemento corresponde un criterio de ubicación y un criterio de dimensionamiento, según la jurisdicción normativa correspondiente.

En un SPCR se determino por las características de la edificación a protección y teniendo en cuenta el nivel de protección a aplicar.

según norma NTP/IEC 62305 tomo 2 se tiene definido 4 clases (I al IV) que corresponde al nivel de protección definido en la norma NPT-IEC 62305-1 según tabla siguiente.

Tabla 18. Concordancia del nivel de protección contra rayos (NPR) y el nivel SPCR

NPR	Clase del SPCR
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Fuente: NTP/IEC 62305-1

Cada clase tiene las siguientes características:

- Datos dependientes de la clase de SPCR
 - Medidas del rayo (Tablas N° 3 y N° 4 NTP/IEC 62305 tomo 1)
 - Método de protección esfera rodante, malla y Angulo.
 - Distancias mínimas entre elementos bajantes(conductores).
 - Distancias mínimas de separación para limitar la formación de chispas.
 - Dimensiones mínimas de electrodos.

- b) Factores que no dependen de la clase de SPCR
- Conexión equipotencial del rayo.
 - Grosos mínimos de materiales en captosres.
 - Materiales a emplearse en los SPCR.
 - Configuración y dimensiones mínimas de puntos de conexión al Sistema de puesta a tierra.
 - Dimensiones mínimas de los elementos de equipotencialización.

2.4.1. Sistema de captosres

Con un sistema de captura diseñado adecuadamente, la probabilidad de que la corriente del rayo penetre en una estructura se reduce significativamente. Los sistemas de captura pueden estar compuestos por cualquier combinación de los siguientes elementos:

- a) terminales (incluidos mástiles separados).
- b) Cables de catenaria.
- c) Conductores de malla (método de malla).

Con base a la teoría del método del método electro geométrico se determina la ubicación de los terminales de captación. El parámetro para la aplicación del método electrogeométrico es el radio “ r ” de la esfera el cual se obtiene del nivel de protección. en la tabla N° 19 se presenta los radios de la esfera rodante para los NP de la NTP – IEC 62305 tomo 3.

2.4.1.1. Tipos de Terminales o pararrayos

Entre los tipos de terminales comúnmente utilizados en el mercado tenemos los siguientes:

- a) **Terminales tipo Poliméricos:** Estos poseen una gran resistencia mecánica y resistencia bastante elevado bajo intemperie, cuenta con en envolvente de silicona y sistema de sellado en su parte activa lo que le permite tener mayor resistencia a la penetración de humedad.
- b) **Terminales tipo Varilla o tipo franklin:** Son la versión más antigua y tradicional de sistemas de protección atmosférica, consta de una varilla metálica vertical, comúnmente de cobre o aluminio. montado en

la parte superior de una estructura e interconectado con conductor de bajada que conduce de forma segura la descarga al suelo.

- c) **Terminales con dispositivo de cebado o PDC:** Estos terminales fueron desarrollados como dispositivos de cebado, cuya función primordial es generar un campo eléctrico con ondas iónicas artificiales para atraer los rayos y encaminarlos a tierra antes realizar un impacto sobre las estructuras.

Tabla 19. Nivel de protección

Nivel de protección	Radio de la esfera rodante r_s y su correspondiente valor de corriente de rayo i		Altura de la terminal aérea a partir del plano a proteger (h)
	r_s (m)	i (kA)	m
I	20	3	≤ 20
II	30	6	≤ 30
III	45	10	≤ 45
IV	60	16	≤ 60

NOTA - La corriente i (kA) se calcula de acuerdo al Apéndice A, para el radio r_s (m) correspondiente. Esta corriente representa el valor mínimo al cual el nivel de protección ofrece una protección eficiente.

Fuente NTP/IEC 62305-3

Tabla 20. Clase del SPCR

Clase de SPCR	Método de protección		
	Radio de la esfera rodante r m	Tamaño de la malla W_m m	Angulo de protección α°
I	20	5 x 5	Véase la Figura 1 a continuación
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

Fuente NTP/IEC 62305-3

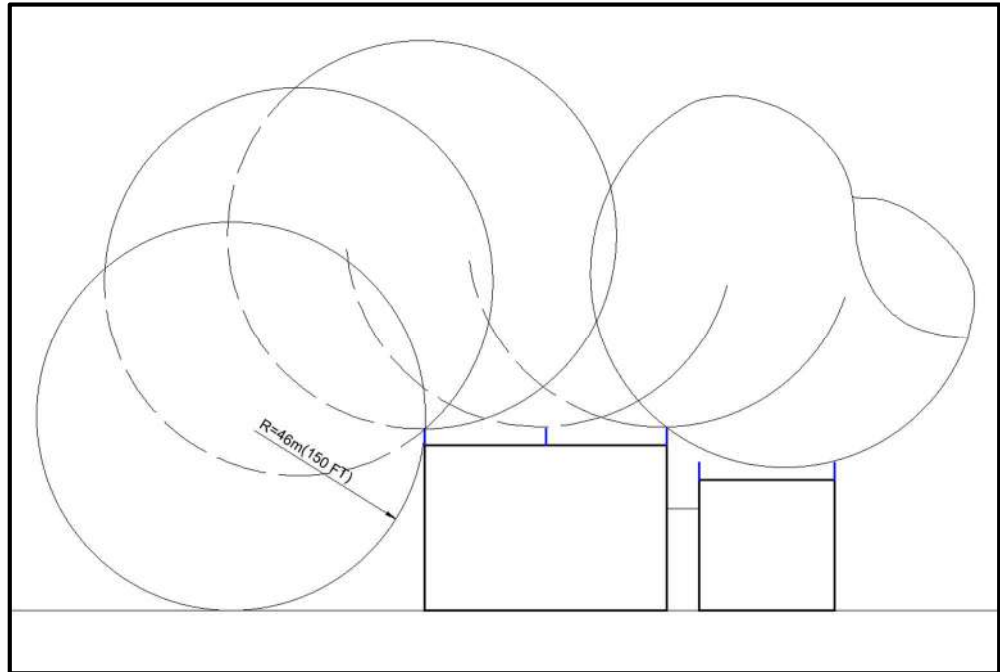
Nota: La NFPA-780 Considera radio de (30 m y 46 m) que aplican para ciertos tipos de estructuras, aquellas que nos de menos de 23 m de altura y las que superan los 23 m.

Una vez definido el radio “ r ” de la esfera se aplica el método electrogeométrico.

La teoría electrogeométrica es un sistema analítico desarrollado por Gilman y Whiteheat con referencia a modelos que determinan la efectividad del apantallamiento. Entre ellos, se pretende que el objeto a proteger tenga una

menor atracción hacia el rayo que el elemento de apantallamiento esto se logra determinando el "radio de atracción" del rayo hacia el objeto, lo que significa "bajo la influencia del terminal o la tierra, la longitud del paso final de la guía del rayo" lo que representa según la siguiente imagen.

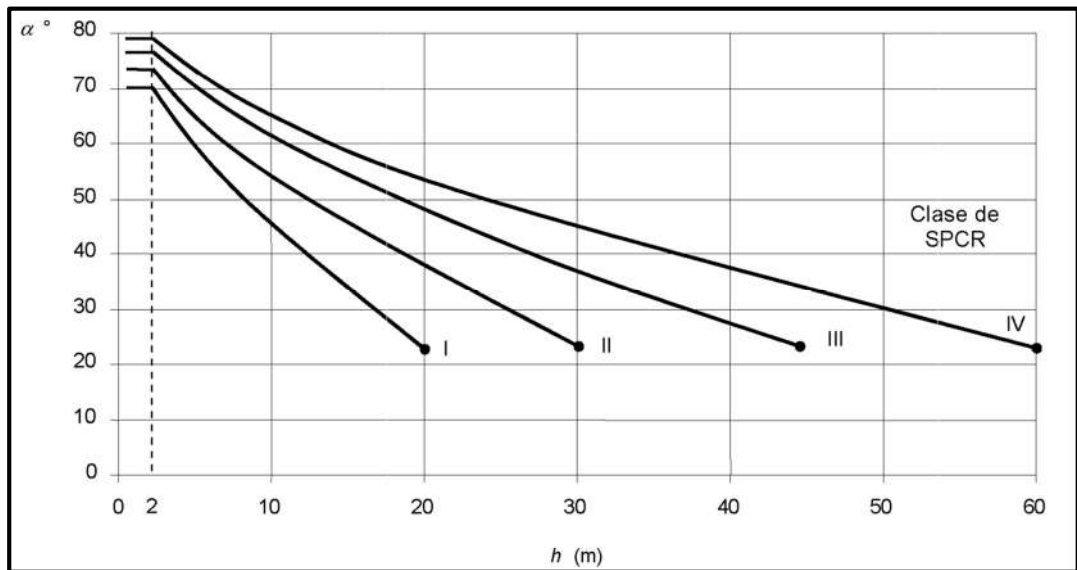
Figura 9. *Ejemplo del método electrogeométrico*



Fuente: Elaboración propia

El Angulo de protección del terminal de captación está relacionado con el nivel de protección y la altura del sistema de captación. la siguiente figura muestra dicho ángulo de protección.

Figura 10. *Angulo de protección de terminales aéreos*



Fuente: NTP/IEC 62305-3

En cumplimiento de la norma NTP/IEC 62305 tomo 3 el terminal de captación tipo cabeza diamante y los terminales denominados dipolo o helicoidal, así como cualquier otro dispositivo no convencional, deberán considerarse en la aplicación del método electrogeométrico como terminales convencionales tipo franklin. (esto no especifica una prohibición sino a que están fuera del alcance de IEC 62305 tomo 3 y por consiguiente solo pueden ser evaluados como terminales convencionales, por su forma y material)

Los equipos de captación de un SPCR integrado a la edificación debe instalarse siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Instalar los elementos de captación sobre el mismo techo si este no es combustible.
- Instalación los elementos de captación a una distancia no menor a 0.15 m, alejado del techo si, si o solo si el material del techo tenga riesgo de incineración.
- Se debe alejar las partes con riesgo de incineración de los elementos de un SPCR.

2.4.2. Bajantes

Para reducir la posibilidad de que la corriente del rayo fluya a través del SPCR, y cause daños, el conductor de bajada debe disponerse de tal manera que desde el punto de impacto hasta el suelo:

- a) Se cuente con varios elementos en paralelo.
- b) En camino de la corriente sea el más corto posible hacia el suelo.

Instalar tantos conductores de bajada como fuera posible, distribuidos uniformemente alrededor del perímetro y conectados mediante anillos equipotenciales, puede reducir la posibilidad de que se produzcan chispas peligrosas y ayudar a proteger los dispositivos internos. Esta condición la cumplen las estructuras metálicas y las estructuras de hormigón armado donde el acero de interconexión es eléctricamente continuo.

En ese sentido se tiene cumplir con los siguiente:

- Distribuidos uniformemente a lo largo del perímetro del edificio utilizando la configuración más simétrica posible.
- Componentes conectados al sistema de puesta a tierra SPAT a través del camino más corto.
- Conexión firme y permanente a los captosres y al SPAT.
- Mantener las bajantes lo más lejos posible de circuitos eléctricos y electrónicos, equipos con riesgo de incendio o explosión, pasos de personal y puertas y ventanas.

La siguiente tabla se presentan las distancias mínimas entre bajantes.

Tabla 21. *Distancias típicas entre bajantes*

Clase del SPCR	Distancias típicas m
I	10
II	10
III	15
IV	20

Fuente: NTP/IEC 62305-3

Las bajantes para su efectivo uso, tiene que ser instalados de manera recta y buscando siempre el camino más corto al suelo.

Se puede tomar en consideración como bajantes naturales lo siguiente:

- a) Estructuras metálicas siempre que se cuente con continuidad eléctrica entre las piezas.
- b) El acero de refuerzo de muros de concreto, que tengan continuidad eléctrica.

2.4.3. Sistema de puesta a tierra (SPAT)

La forma y tamaño del sistema de puesta a tierra es muy importante para minimizar las peligrosas sobretensiones generadas cuando las corrientes del rayo se dispersan hacia el suelo (comportamiento de alta frecuencia). En general, se recomienda utilizar una resistencia de tierra de bajo valor (menos de 10Ω para mediciones de baja frecuencia si es posible).

Desde el punto de vista de la protección contra impactos de rayos, es preferible y adecuada una única conexión a tierra integrada en la estructura en todas las situaciones (es decir, protección contra rayos, sistemas de energía y telecomunicaciones).

2.4.3.1. Electrodo de Puesta a tierra

Los electrodos o varillas de puesta a tierra permiten conectar eléctricamente con el suelo una instalación y su función se define de acuerdo con el propósito por el cual fueron construidos, en SPCR, el electrodo debe permitir que la corriente que ingresa al terreno se disperse con suficiente seguridad.

En sistemas de potencia los electrodos deben estar en capacidad drenar la mayor corriente de falla a tierra disponible en la instalación y debe también permitir el controlar las sobretensiones de paso y contacto.

En sistemas de control de corrosión los electrodos tienen la función de ceder su materia a manera de sacrificio para evitar que la instalación protegida, sufra el deterioro causado por las condiciones propias del terreno.

En control de estática, el electrodo permite drenar a tierra la carga estática de forma segura. En todos los casos las varillas de puesta a tierra sirven de trayectoria para la corriente bien sea de falla o de descarga en caso de rayos que permita de forma segura equilibrar las cargas en un circuito eléctrico,

de tal manera que la condición bajo la cual se presenta esta corriente, no represente peligro para los usuarios.

2.4.3.2. Tamaño de los electrodos

Los electrodos tipo varillas tendrán las siguientes dimensiones:

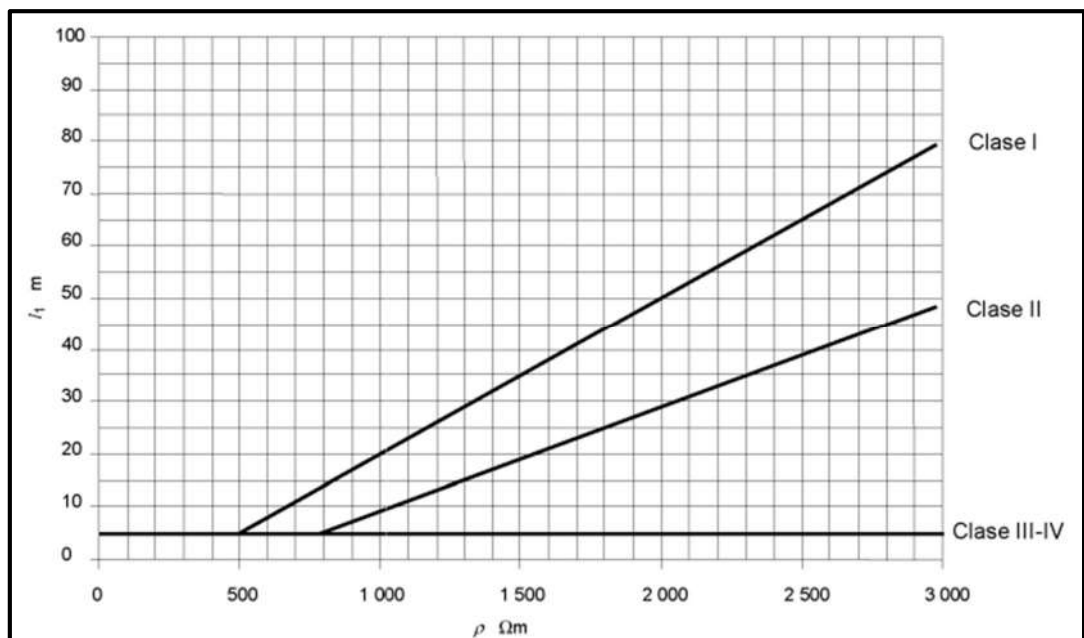
- Longitud 2,4 m (8 pies) según normas ANSI, NFPA 70 -2005.
- Longitud 3,0 m (10 pies) Para instalaciones altamente expuestas a rayos, y / o militares.

Sin embargo, lo que respecta a la protección contra rayos, lo más importante es la configuración.

2.4.3.3. Configuración de puesta a tierra para protección contra rayos

- El IEC 62305-3, cláusula 5.4.1. Si bien es cierto una buena práctica es tener un valor de resistencia de puesta a tierra bajo es importante también lo es la configuración y sus dimensiones.
- El IEC 62305-3, cláusula 5.4.1. La puesta a tierra está conformada por varios elementos y configuraciones (Anillos de conductores, radiales, etc.) esta disposición es mejor que tener un solo conductor longitudinal.

Figura 11. Dimensiones de Electrodos según la clase del SPCR



Fuente: NTP-IEC 62305 tomo 3

a) Disposición de electrodos tipo A

Este tipo de puesta a tierra está conformado por varillas horizontales o verticales montados fuera de la edificación a proteger y conectados a cada bajante o electrodo de cimentación sin que se llegue a formar un anillo.

La longitud mínima de cada electrodo de tierra en la parte inferior del conductor de bajada es:

- l_1 (Para las varillas de forma horizontal)
- $0.5l_1$ (Para las varillas de forma vertical o inclinado)

b) Disposición de electrodos tipo B

Este tipo de disposición consta de un anillo conductor fuera de la estructura protegida, con al menos el 80% de su longitud en contacto con el suelo, o electrodos de base que forman un anillo cerrado. Estas varillas de tierra también se pueden instalar en la malla a tierra.

Para la varilla en anillo, el radio medio (r_e) de la superficie cercana por la varilla en anillo no debe ser inferior al valor de l_1 .

$$r_e \geq l_1 \quad \text{(Ecuación 14)}$$

El valor de l_1 , está ajustado en la figura N° 11, acorde a las clases I al IV del SPCR.

IEC 62305-3, cláusula 5.4.3. Se recomienda los electrodos de anillo cuando hay equipos electrónicos en la instalación con riesgo de incendio.

IEC 62305-3, cláusula 5.4.3. Instalación de varillas: la varilla anular (B) debe ubicarse a una profundidad de 0,5 m y a 1 m de la pared externa. Los electrodos tipo (A) deben ubicarse a una profundidad de 0,5 m fuera de la instalación y distribuidos uniformemente para evitar efectos de acoplamiento.

IEC 62305-4, cláusula 5.4.1: Cuando de la dispersión de corriente de rayo en el terreno se trata (fenómeno de alta frecuencia) para minimizar potenciales peligros y sobretensiones, la forma y la dimensión del electrodo es **EL CRITERIO IMPORTANTE**, en general un valor bajo de resistencia de sistema de puesta a tierra (menor a 10Ω) es recomendado.

2.4.4. Componentes

Los componentes de un LPS (Sistema de Protección contra Rayos) deben poder resistir los efectos electromagnéticos de las corrientes de rayo y las tensiones imprevistas previsibles sin sufrir daños. Esto se logra seleccionando

componentes que hayan sido probados de acuerdo con la futura serie de estándares IEC 62561. Los componentes del SPCR deben estar hechos de materiales enumerados en la Tabla N° 22 u otros materiales con propiedades mecánicas, eléctricas y químicas (corrosión).

Tabla 22. *Tipos materiales en LPS y su requerimiento de empleo*

Material	Utilización			Corrosión		
	Al aire libre	En tierra	En hormigón	Resistencia	Aumentada por	Puede ser destruida por acoplamiento galvánico con
Cobre	Sólido Cableado	Sólido Cableado Con revestimiento	Sólido Cableado Con revestimiento	Bueno en muchos ambientes	Compuestos Sulfurosos Materiales orgánicos	—
Acero galvanizado en caliente ^{c, d, e}	Sólido Cableado ^b	Sólido	Sólido Cableado ^b	Aceptable en aire, hormigón y en suelo normal	Alto contenido en cloruros	Cobre
Acero con cobre depositado electrolíticamente	Sólido	Sólido	Sólido	Bueno en muchos ambientes	Compuestos de sulfuros	
Acero inoxidable	Sólido Cableado	Sólido Cableado	Sólido Cableado	Bueno en muchos ambientes	Alto contenido en cloruros	—
Aluminio	Sólido Cableado	Inadecuado	Inadecuado	Bueno en atmósferas con baja concentración en azufre y cloro	Soluciones alcalinas	Cobre
Plomo ^f	Sólido Con revestimiento	Sólido Con revestimiento	Inadecuado	Bueno en atmósferas con alta concentración en sulfatos	Suelos ácidos	Cobre Acero inoxidable

a. Esta Tabla da solamente indicaciones generales. En circunstancias especiales se requieren más consideraciones sobre la inmunidad a la corrosión (véase el Anexo E).

b. Los conductores cableados son más vulnerables a la corrosión que los sólidos. También son más vulnerables si entran o salen del terreno/hormigón. Por esta razón no se recomiendan, en el terreno, los conductores cableados de fierro galvanizado.

c. El fierro galvanizado puede corroerse en suelos de arcilla o en suelos húmedos.

d. El fierro galvanizado en hormigón no debería extenderse en el terreno debido a la posible corrosión del acero fuera del hormigón.

e. El fierro galvanizado en contacto con la armadura de acero del hormigón no debería emplearse en las zonas costeras donde puede haber agua salada.

f. El empleo del plomo en la tierra está frecuentemente prohibido o restringido por cuestiones medioambientales.

Fuente: NTP- IEC 62305 tomo 3

2.4.4.1. Fijación

Los elementos de captación y los conductores bajantes deben estar firmemente sujetos de modo que fuerzas eléctricas o mecánicas accidentales (como vibraciones, deslizamiento de capas de hielo, expansión térmica, etc.) no provoquen que los conductores se rompan o aflojen.

2.4.4.2. Conexión

La cantidad de conexiones a lo largo de los conductores debe reducirse al mínimo. Las conexiones deben asegurarse mediante soldadura, engarzado, sujeción, costura, atornillado o remachado de cobre o latón.

2.4.5. Materiales y dimensiones

2.4.5.1. Materiales empleados

La elección de los materiales y sus dimensiones debe tener en cuenta la posibilidad de corrosión de la estructura protegida y del SPCR.

2.4.5.2. Dimensiones mínimas

Los materiales, construcción y dimensiones mínimas de los conductores y barras colectoras y bajantes del SPCR en la Tabla 23 y Tabla 24 y deben cumplir con los requisitos y pruebas de la futura serie de normas IEC 62561.

Tabla 23. Secciones y materiales de los conductores, configuración y dimensiones mínimas de los elementos del SPCR.

Material	Configuración	Sección mínima mm ²
Cobre Cobre estañado	Pletina	50
	Redondo ^b	50
	Cableado ^b	50
	Redondo ^c	176
Aluminio	Pletina	70
	Redondo	50
	Cableado	50
Aleación de aluminio	Pletina	50
	Redondo	50
	Cableado	50
	Redondo ^c	176
Cobre recubierto con capa de aleación de aluminio	Redondo	50
Acero galvanizado en caliente	Pletina	50
	Redondo	50
	Cableado	50
	Redondo ^c	176
Cobre recubierto con capa de acero	Redondo	50
	Pletina	50
Acero inoxidable	Pletina ^d	50
	Redondo ^d	50
	Cableado	70
	Redondo ^c	176

Fuente: NTP/IEC 62305-3

Tabla 24. Dimensiones mínimas de las varillas de puesta a tierra

Material	Configuración	Dimensiones		
		Varilla de tierra mm	Conductor de tierra mm ²	Placa de tierra mm
Cobre Cobre estañado	Cableado		50	
	Redondo	15	50	
	Pletina		50	
	Tubo	20		
	Pletina			500 x 500
	Placa enmallada ^c			600 x 600
Acero galvanizado en caliente	Redondo	14	78	
	Tubo	25		
	Pletina		90	
	Pletina			500 x 500
	Placa enmallada ^c			600 x 600
	Perfil	^d		
Acero desnudo ^b	Cableado		70	
	Redondo		78	
	Pletina		75	
Cobre recubierto con acero	Redondo	14 ^f	50	
	Pletina		90	
Acero inoxidable	Redondo	15 ^f	78	
	Pletina		100	

a Las características eléctricas y mecánicas así como la resistencia a la corrosión deben cumplir los requerimientos de la futura series de Normas IEC 62561.
b Se debe embeber en hormigón a una profundidad mínima de 50 mm.
c La placa enmallada debe construirse con una longitud total mínima de conductor de 4,8 m.
d Se permiten diferentes perfiles con una sección de 290 mm² y un espesor mínimo de 3 mm, por ejemplo, un perfil en cruz.
e En el caso de una puesta a tierra tipo B, el electrodo debe conectarse correctamente, al menos cada 5 m con la armadura de acero.
f En algunos países el diámetro puede ser reducido a 12,7 mm.

Fuente: NTP- IEC 62305 tomo 3

Tabla 25. Tamaño mínimo que conectan barras equipotenciales al sistema de puesta a tierra

Clase del SPCR	Material	Sección mm ²
I a IV	Cobre	16
	Aluminio	25
	Acero	50

Fuente: NTP- IEC 62305 tomo 3

Tabla 26. *Tamaño mínimo de conductores que conectan elementos metálicos internos a varillas equipotenciales*

Clase del SPCR	Material	Sección mm²
I a IV	Cobre	6
	Aluminio	10
	Acero	16

Fuente: NTP- IEC 62305 tomo 3

De las tablas 22, 23, 24, 25 y 26 podemos resumir que si bien podemos tener estas dimensiones mínimas según estos tres tipos de materiales: cobre, Aluminio y acero por propiedad eléctricas de menor resistencia al paso de un corriente. para el presente proyecto emplearemos el cobre por mejores propiedades eléctricas. y considerando las dimensiones superiores a las dimensiones mínimas requeridas por la NTP/IEC 62305-2.

CAPITULO III

DISEÑO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN Y HABILITACIÓN COMO REFUGIO ALMACÉN MINA MINERA LAS BAMBAS

3.1. Introducción

La instalación del sistema de Protección Atmosférica para la estructura de Almacén Mina se realizó en una etapa que se dio inicio el 01 de abril del 2021, teniendo contractualmente el tiempo de entrega del proyecto de 50 días efectivos este fue modificado debido a bloqueos por parte de comunidades afectadas que conllevó a extenderse 20 días calendarios. con respecto a los días proyectados.

Cuya entrega y verificación por parte del dueño de riesgo de la unidad minera de Las Bambas fue revisado y validado junio del 2021, previa verificación de todas las medidas de protección implementadas.

3.2. Antecedentes

En general, la idea de Protección contra rayos se ha adoptado en términos incorrectos y sin ningún sustento normativo ni técnico. En el mundo, la IEC ha establecido el marco normativo de referencia. En el Perú, nuestra autoridad el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), estableció como primer paso, hace unos años, que cualquier trabajo relacionado a Protección contra Rayos, es obligatorio seguir cualquiera de las dos normas autorizadas para el tema, la NFPA-780 y la IEC-62305, en el 2018 el Perú aprobó la norma NTP/IEC 62305-2 que marca un hito importante en normalización en el Perú, pero con mayor relevancia en cuanto a Protección contra Rayos se refiere.

3.3. Generalidades

LCE ingeniería y construcción SAC, como socio estratégico de unidad minera Las Bambas apostó por la innovación y diseño de ingeniería con la cual conllevó a ahondar con mayor énfasis en el estudio de sistemas de protección atmosférica y el sistema de puesta a tierra, participando en varias implementaciones de soluciones tecnológicas no solo en los procesos constructivos sino también en la ingeniería de detalle específicos bajo

lineamientos de la NTP-IEC 62305 tomos 1 al 4; NFPA 780 y Motorola R56 Estándar. dependiendo de la necesidad de la unidad minera. y en la instalación del sistema de protección atmosférica y habilitación como refugio del iglú del almacén mina des congestionara el despacho y recepción de materiales en el almacén mina, las cuales en presencia de alertas de tormentas eléctricas no realizaban atención, a las áreas críticas como mantenimiento eléctrico mina, confiabilidad y mantenimiento mecánico mina, con el despacho de piezas y/o material necesario para el normal proceso de la unidad minera.

3.3.1. Alcance

Comprende la elaboración de la ingeniería de detalle posterior ejecución y protocolos de pruebas para garantizar la protección atmosférica y la habilitación como refugio del “Almacén mina”.

3.3.2. Justificación del proyecto

En Las Bambas como parte de brindar las ambientes de seguridad para el correcto ejercicio de sus áreas y basándonos en el Artículo 382°, inciso e) del “Reglamento del DS-024-2016-Energía y Minas *“En los lugares donde se produzcan estos fenómenos naturales deberán instalarse sistemas de protección de personas e instalaciones frente a las tormentas, disponiendo de equipos de detección y aviso de tormentas, pararrayos y refugios adecuados”*” y en base a dicha disposición de legislación desarrollo su estándar de requisitos de calidad e trabajo “Refugios temporales para tormentas eléctricas”.

LCE ingeniería y construcción SAC bajo estos lineamientos por parte de la unidad minera inicio el proyecto de **“CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN ATMOSFERICA Y HABILITACIÓN COMO REFUGIO ALMACÉN MINA MINERA LAS BAMBAS”**

3.4. Descripción del proyecto

La recepción y despacho de materiales al almacén mina de la UM Las Bambas se limita a brindar atención, cuando no se tenía presencia de alertas de tormentas eléctricas (amarilla y/o roja) en tal sentido surgió la necesidad de la liberación del área del iglú del almacén mina como zona segura para operación en tormentas eléctricas, en tal sentido se implementos el sistema de protección atmosférica del iglú, considerando todas la recomendaciones que nos exige la

normativa vigente, así como el área de proyectos (Project Delivery) en cuanto a la revisión de la ingeniería de detalle para la implementación. teniendo la validación por parte del área de ingeniería de la unida minera Las Bambas, se procedió con la implementación del sistema de protección y habilitación como refugio del iglú del almacén mina. una vez implementada todas las medidas de protección se procedió con la elaboración de todos los protocolos de medición que den validez y calidad a los procesos constructivos, se tuvo una caminata de entrega con un especialista de mantenimiento eléctrico mina (dueños del riesgo – Tormentas Eléctricas), Supervisor Senior del Área de HSEC y Supervisor Senior del Área de Proyectos, para la sustentación de la implementación realizada en el área. una vez revisado y verificado todos los controles se realizó el levantamiento del acta “B.1 Formulario de Verificación de estructuras seguras frente a ocurrencia de Rayos”

3.5. Esquema y construcción de la protección contra rayo

3.5.1. Modelamiento del SPAT

Previo a un proceso de implementación de sistema de puesta a tierra para el “Almacén Mina” se realizó el levantamiento en campo de los parámetros necesarios para el modelamiento del SPAT para el SPRC. y así poder realizar el modelamiento (ingeniería de detalle) del sistema de puesta a tierra a implementar, partiendo de los valores de resistividad de terreno y luego procesados utilizando el CymGrd 6.3 y ETAP 16

A. Prestaciones del CymGrd 6.3

CymGrd 6.3 cuenta con las siguientes prestaciones:

- Nos permite interpretar y calcula la estratificación del terreno para poder trabajar bajo capas uniformes de resistividad o capas horizontales de resistividad distinta.
- nos permite ingresar la configuración de nuestro arreglo de varillas y conductores para el sistema de puesta a tierra.
- nos permite evaluar las tensiones de toque y paso presentes en nuestro arreglo de puesta a tierra.
- El CYMGRD 6.3 realiza las simulaciones bajo la IEER Std. 80.

3.5.1.1. Obtención de resistividad del terreno

La resistividad del suelo es su propiedad con el cual le permite conducir la electricidad, conocida como resistencia específica del suelo, cuyo efecto se promedia entre las diferentes capas que componen el suelo en estudio, ya que no suelen ser uniformes en su resistencia eléctrica. composición, obteniéndose la denominada "resistencia aparente", que en este trabajo se denominará simplemente "resistividad del suelo".

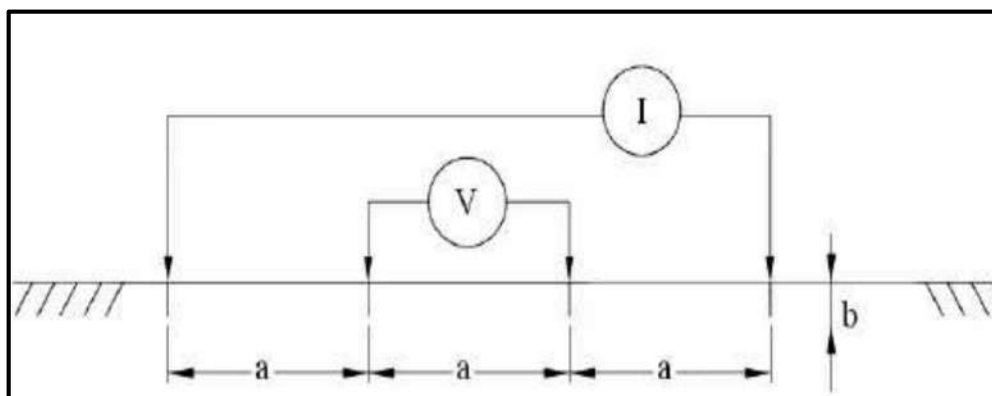
Estos valores nos permiten obtener lo siguiente:

- Estimar la impedancia de suelo.
- Estimar los gradientes de potencial (Toque y Paso).
- permite calcular el acoplamiento inductivo en sistemas adyacentes.
- Diseño de protecciones catódicas.

Método de medición de cuatro puntos:

Disposición de espacios iguales o método de Wenner. con este método, las picas de medición están igualmente separadas, similar a lo mostrado en la figura 12. teniendo la distancia "a" entre dos picas adyacentes. por consiguiente, la resistividad aparente ρ esta expresada en unidades de las dimensiones de "a" y "b"

Figura 12. Método de cuatro puntos igualmente espaciados



Fuente: Estándar IEEE 80

$$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}}} \quad (\text{ecuación 16})$$

En la práctica colocamos las 4 picas en línea recta en intervalos de “a”, todas las picas enclavadas a una profundidad “b” no superior a 0.1 (valor de “a”) con lo que podemos deducir “b” = 0, por consiguiente, la ecuación 16 puede simplificarse a la siguiente expresión:

$$\rho = 2\pi aR \quad (\text{Ecuación 17})$$

En el área de almacén mina se realizó medición de resistividad en 4 puntos estratégicos, los cuales la topología del área permitía realizar dichas mediciones.

Figura 13. *Puntos de medición de resistividad de terreno almacén mina*



Fuente: Google Earth / elaboración propia

Las mediciones realizadas fueron desarrolladas en épocas secas para poder tener los valores de resistividad de terreno más desfavorables, para que estos lleguen a brindarnos la información más acorde a la realidad del área. puesto que en épocas de lluvias los valores obtenidos son relativamente bajos y estos podrían conllevar error en el modelamiento del SPAT. según la teoría no exige a tomar mediciones en distintas direcciones en cada punto de medición, pero

debido a las restricciones del área únicamente se pudo desarrollar las mediciones en una orientación en cada punto de medido.

Fotografía 1. *Medición de resistencia en punto “a”*



Fotografía 2. Valor obtenido de resistencia eléctrica a una distancia $a=1m$



La información levantada de campo fue la siguiente:

Tabla 27. Valores de medición de resistencia eléctrica R

Punto de medición	$a(m)$	Orientación 1	Orientación 2
		$R(ohm)$	$R(ohm)$
A	1	3.8	3.3
	2	1.4	1.4
	4	0.7	0.4
B	1	24.4	12
	2	14.5	8.3
	4	5.1	3.5
C	1	8.1	9.5
	2	3.6	3.9
	4	0.9	1.2
D	1	13.4	12.8
	2	4.8	6.7
	4	0.1	0.9

Fuente: Elaboración propia

De las mediciones obtenidas en diferentes áreas perimetrales al iglú del almacén mina optamos por tomar el siguiente cuadro considerando los valores más altos en cada lectura de distancias “a” teniendo la siguiente tabla 28.

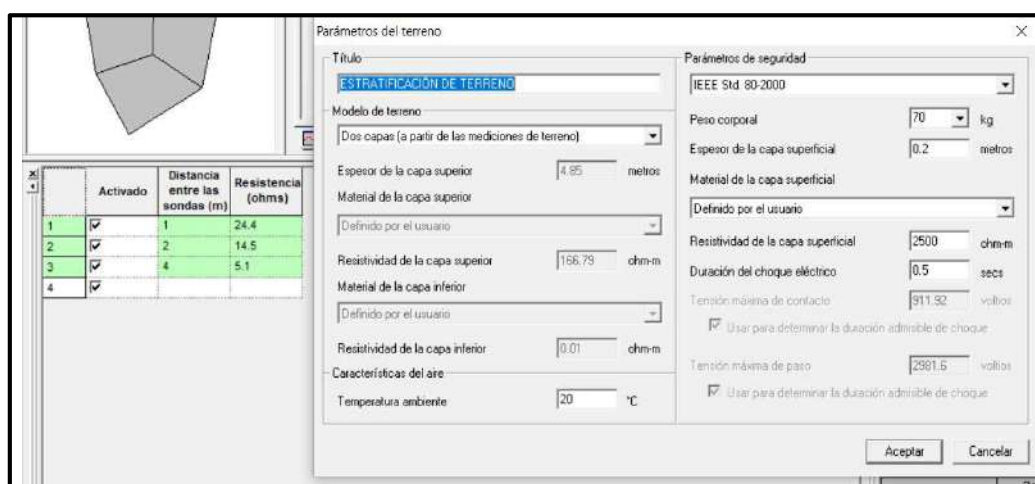
Tabla 28. Valores de resistencia para distintos valores de “a”

Punto de medición	a(m)	R(ohm)
A	1	24.4
	2	14.5
	4	5.1

Fuente: Elaboración propia

Estos parámetros necesitamos procesarlos mediante el software CymGrd para poder hallar la estratificación del terreno, optando el modelo de terreno a dos capas de las mediciones obtenidas

Figura 14. Ingreso de parámetros y obtención de datos CymGrd 6.3



Fuente: Elaboración propia

Valores obtenidos:

- Resistividad Del Terreno Abajo Del Material Superficial (ρ)= 166.79 Ω -m
- Resistividad Del Terreno Capa Inferior = 0.01 Ω -m
- Espesor de Capa Superior estratificado (H) = 4.85 m

3.5.1.2. Modelamiento del sistema de puesta a tierra

Los valores de resistividad son ingresados en el programa ETAP versión 16.0.0

Figura 15. *Ingresando parámetros de resistividad*

Layer	Resistivity ohm-m	Material	Depth m
Surface Material	2500	LOSA DE CONCRETO	0.2
Top Layer	166.79	CAPA SUPERIOR	4.85
Lower Layer	.01	CAPA INFERIOR	

Fuente: Producción propia en ETAP

Figura 16. *Configuración de Electrodo en el SPAT*

Label	Length	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Diameter	Type
R1	2.4	0	0	0.75	0	0	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn
R2	2.4	35	0	0.75	35	0	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn
R3	2.4	40	0	0.75	40	0	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn
R4	2.4	75	0	0.75	75	0	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn
R5	2.4	0	35	0.75	0	35	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn
R6	2.4	35	35	0.75	35	35	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn
R7	2.4	40	35	0.75	40	35	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn
R8	2.4	75	35	0.75	75	35	3.15	2	Copper, annealed soft-drawn

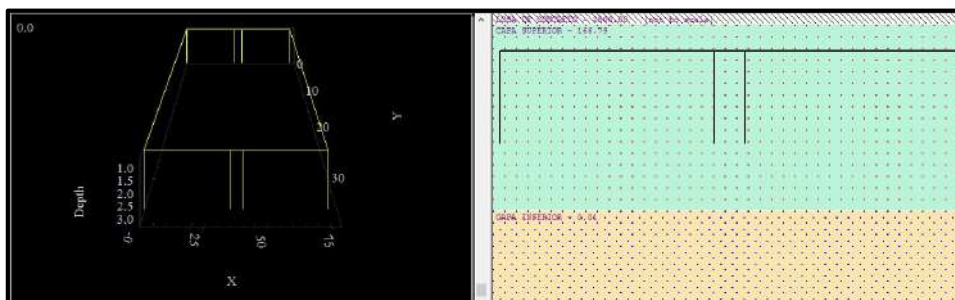
Fuente: Producción propia en ETAP

Figura 17. *Configuración de cable de Cu – 120 mm²*

Label	Length	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Type	Size
C0	35	0	0	0.75	35	0	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120
C1	5	35	0	0.75	40	0	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120
C2	35	40	0	0.75	75	0	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120
C3	35	0	35	0.75	35	35	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120
C4	5	35	35	0.75	40	35	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120
C5	35	40	35	0.75	75	35	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120
C6	35	0	0	0.75	0	35	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120
C7	35	75	0	0.75	75	35	0.75	Copper, annealed soft-drawn	120

Fuente: Producción propia en ETAP

Figura 18. Configuración de la puesta a tierra integral ETAP



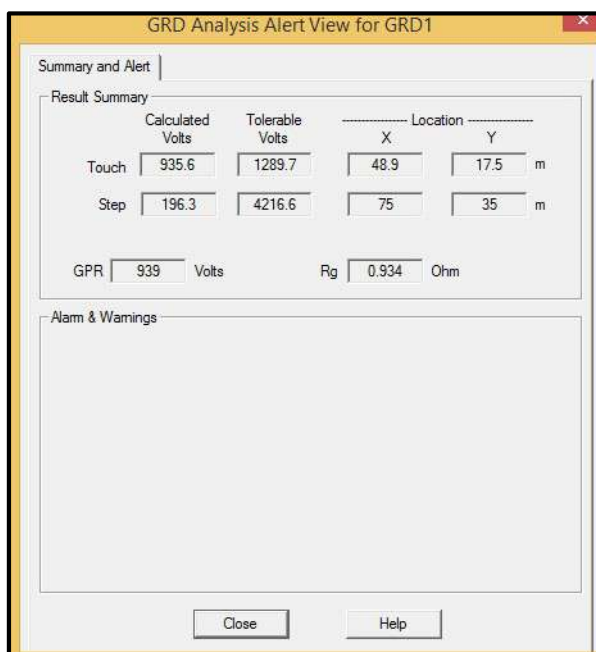
Fuente: Producción propia en ETAP

Tenemos los siguientes datos:

- Resistividad del Material Superficial (ρ_s) = 2500 Ωm
- Resistividad Del Terreno Abajo Del Material Superficial (ρ)= 166.79 Ωm
- Espesor de la Capa Superior de estratificación (H) = 4.85m
- Espesor de la Capa Superficial (hs) = 0.20m

interpretando los resultados:

Figura 19. Resultados del software ETAP 16



Fuente: Elaboración propia

Con los parámetros del terreno y configuración de la malla, ingresados en el software ETAP 16.0.0, se realizó el cálculo de la Resistencia de Malla (R_g),

obteniendo el siguiente valor. ($R_g=0.934 \text{ Ohm}$) $\ll 10 \text{ Ohm}$ que exige la norma (CUMPLE)

- Aumento de potencial de tierra GPR = 939 Voltios
- Tensión de paso máxima admisible $E_{paso(70kg)} = 4216.6 \text{ Voltios}$
- tensión de toque máxima admisible $E_{contacto(70kg)} = 1289.7 \text{ Voltios}$
- Tensión de paso Calculado $E_s = 196.3 \text{ Voltios}$
- tensión de toque Calculado $E_m = 935.6 \text{ Voltios}$

Condición para verificación de correcto diseño de malla a tierra

El incremento del potencial de tierra (GRP) deberá ser mayor a la tensión de toque y paso calculo.

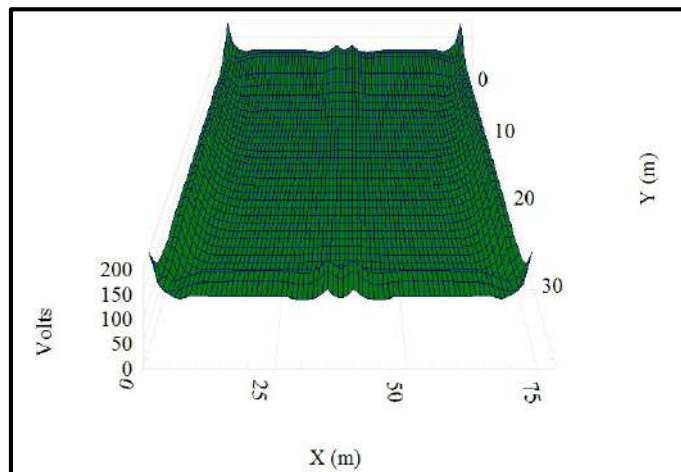
$$E_{paso(70kg)} > E_s \quad (17)$$

$$4216.6 \text{ Voltios} > 196.3 \text{ Voltios} \text{ (CUMPLE)}$$

$$E_{contacto(70kg)} > E_s \quad (18)$$

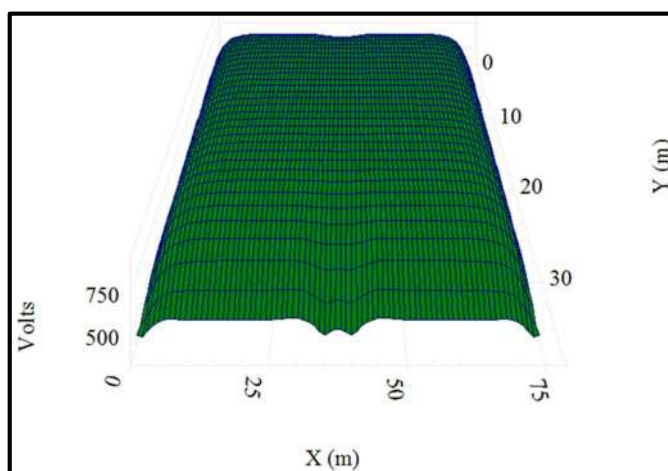
$$1289.7 \text{ Voltios} > 935.6 \text{ Voltios} \text{ (CUMPLE)}$$

Figura 20. Exportable de ETAP tensión de paso



Fuente: Producción propia en ETAP

Figura 21. Exportable ETAP Tensión de contacto



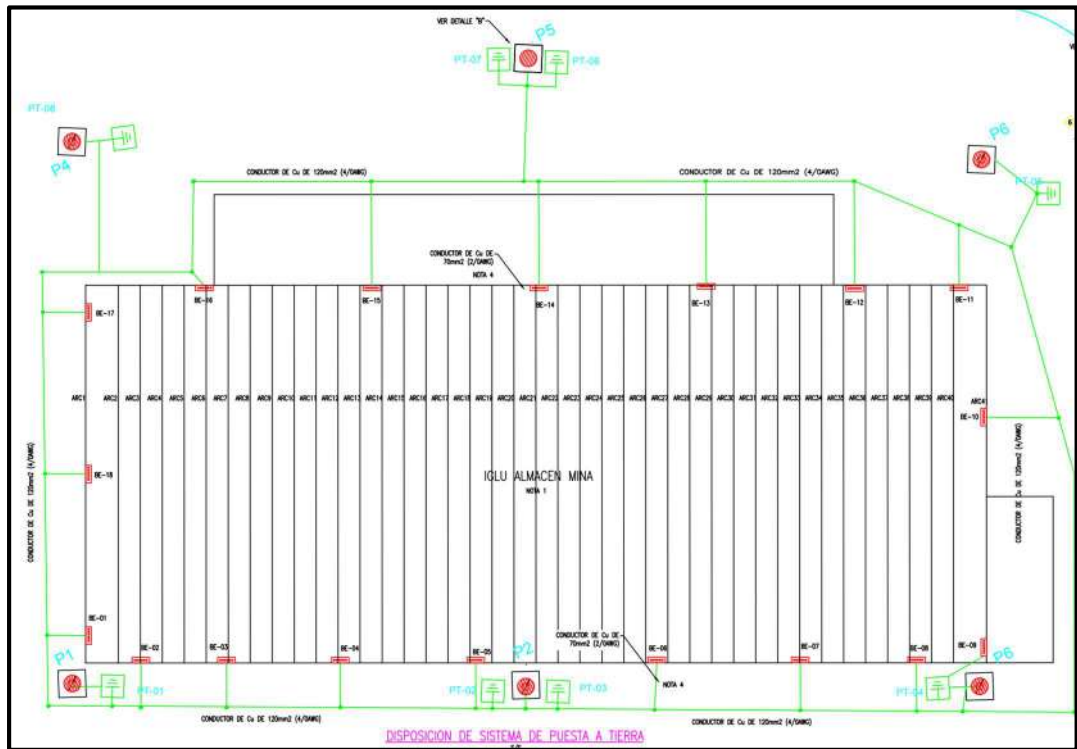
Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3. Construcción del SPAT

Teniendo en claro el modelamiento del SPAT y determinando la configuración del sistema de puesta a tierra. se inicia con la construcción de nuestro sistema de puesta a tierra para el “Almacén Mina”:

- Construcción de 8 pozos de puesta a tierra cuyos electodos cumplen las longitudes mínimas exigidas por la norma NTP-IEC 62305 tomo 3. (19mm, 2.40 mts, Cobre electrolítico).
- Construcción de anillo de equipotencialización de Varillas para interconexión entre pozos de puesta a tierra de las bajantes de los Captores(Pararrayos), a base de Cu desnudo de 4/0 AWG – 120 mm².
- Se realizó un equipotencialización entre el acero de la losa de concreto y la barra equipotencial.
- Se realizó la equipotencialización de partes metálicas internas al sistema de puesta a tierra. donde se implementó Barras de cobre colectoras el material empleado de cobre desnudo de 35 mm². (Hacia cada estructura metálica interna)

Figura 22. Sistema de puesta a tierra con la ubicación de los 8 pozos de puesta a tierra



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 3. Construcción de Puesta a tierra



Fotografía 4. *Demolición de losa para equipotencialización de acero de refuerzo*



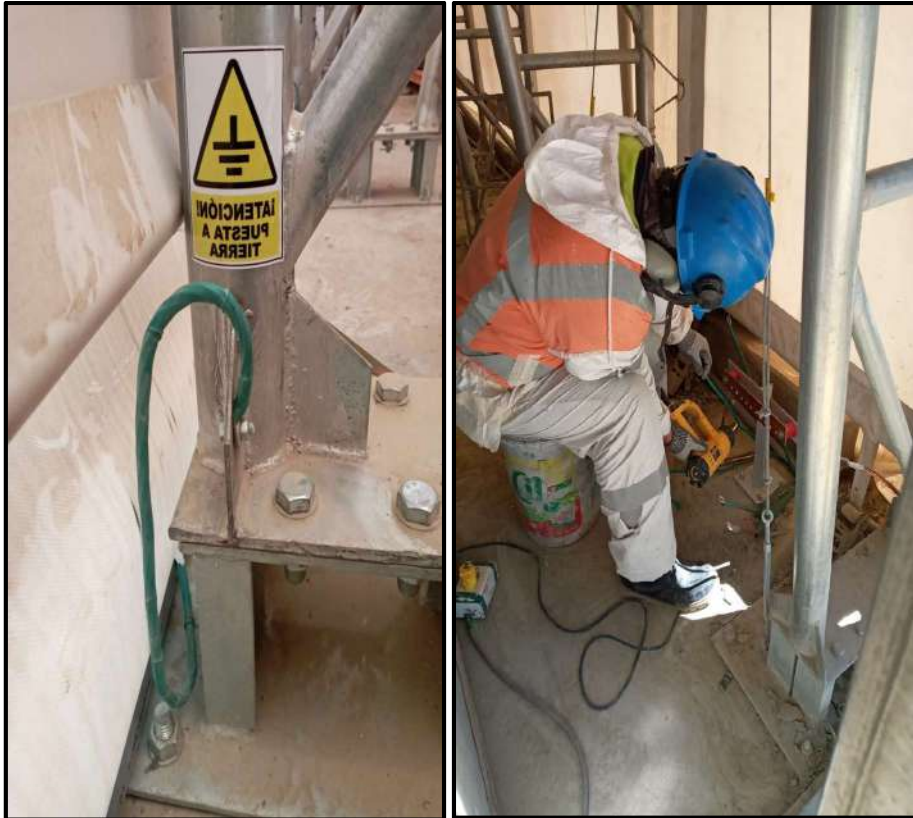
Fotografía 5. *Construcción de malla a tierra 4/0 AWG*



Fotografía 6. *Instalación de barras de aterramiento para estructuras metálicas interiores*



Fotografía 7. *Señalización de puntos de equipotencialización de estructuras metálicas*

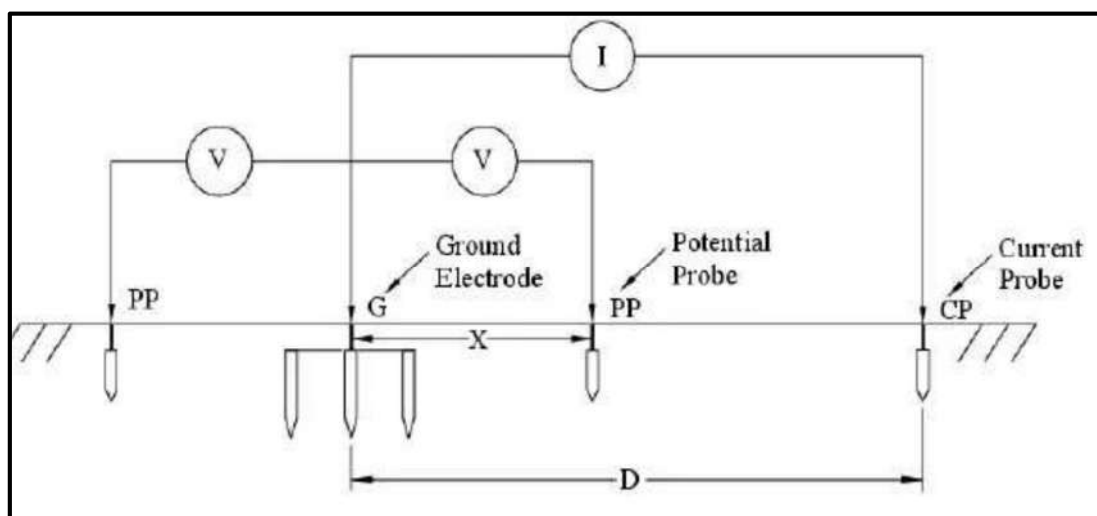


3.5.1.4. Protocolos de medición del SPAT

Las mediciones realizadas al SPAT fueron realizadas bajo el Método de medición del 62% o de caída de potencial. basado en el IEEE Std. 80 Capítulo 8.2.2.4.

Normalmente, esta distancia es al menos cinco veces la dimensión más grande del electrodo de tierra que se está probando. La pica de potencial se coloca en la misma dirección que la pica de corriente, pero también se puede colocar en la dirección opuesta, como se muestra en la Figura 23. En la práctica, la distancia "X" de la sonda de potencial suele elegirse para que sea el 62 % (D) de la distancia desde la pica de corriente cuando las picas de corriente y de potencial están en la misma dirección.

Figura 23. Ilustración del método de medición



Fuente: IEEE Std. 80

Con estas premisas se tuvo las siguientes medidas:

Tabla 29. Valores obtenidos del SPAT

Item	MEDICION DE PUESTA A TIERRA (Ω)								
	PAT 1	PAT 2	PAT 3	PAT 4	PAT 5	PAT 6	PAT 7	PAT 8	
SPAT "Almacen Mina"	0.04	0.13	0.08	0.01	0.02	0.03	0.12	0.04	Sistema 0.70

Fuente: elaboración propia

3.5.2. Diseño e instalación del SPCR

3.5.2.1. Generalidades

La implementación del SPCR se realizó, preliminarmente con el diseño haciendo uso del método electrogeométrico y el apantallamiento del iglú del almacén mina. teniendo en consideración que los materiales a utilizarse cumplan con las dimensiones mínimas requeridas en la NTP-IEC 62305 tomo 3.

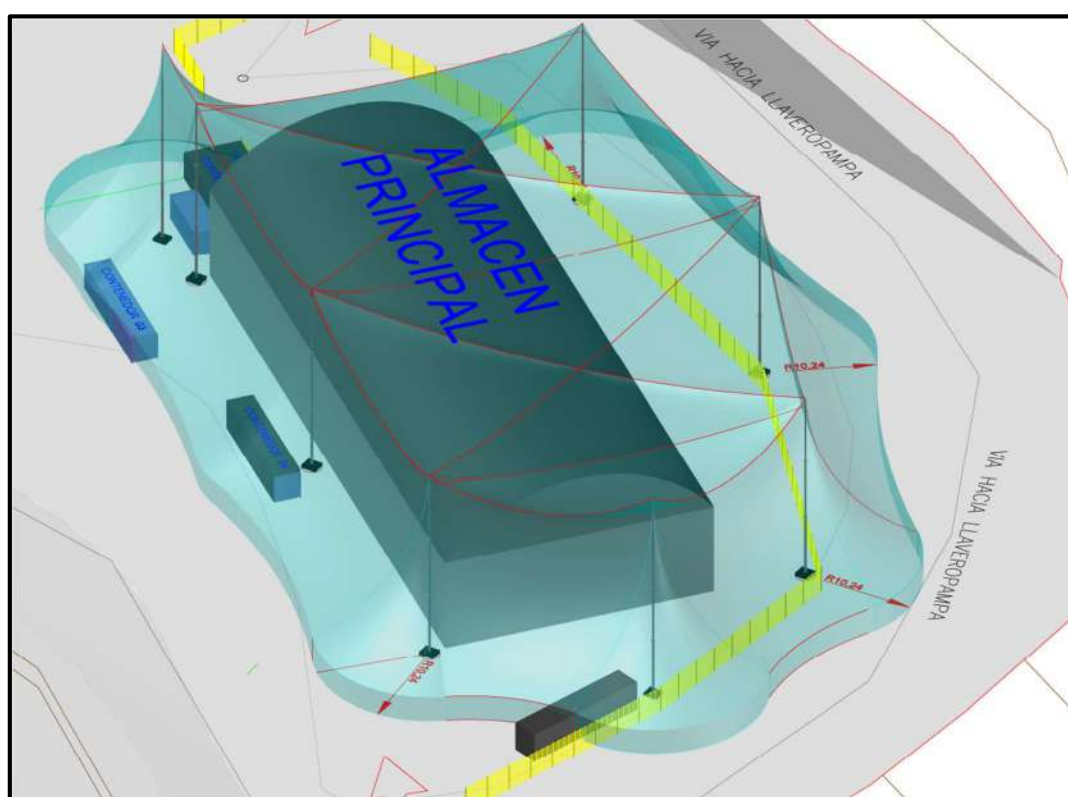
Tabla 30. Materiales empleados en el SPCR

Item	Materiales utilizados en el SPCR					
	Descripción	Material	Sección mínima Requerida (mm ²)	Tabla	Sección empleada (mm ²)	Condición
1	Monopuntal Thompson 3/8" x 24"	Cobre Recubierto de Níquel	50	24	71.21	Si cumple
2	Conductor de Bajada - 70 mm ²	Cobre Desnudo temple blanco	50	24	70	Si cumple
3	Cable de Guarda (Sistema Catenario) - AAAC 70 mm ²	Aluminio	50	24	70.00	Si cumple
4	Cable de equipotencialización est. Metalicas	Cobre Desnudo temple blanco	16	25	70.00	Si cumple
5	Cable de equipotencialización est. Metalicas internas	Cobre Desnudo temple blanco	6	26	35.00	Si cumple
6	Electrodo de PAT	Electrodo de Cobre electrolitico	15	24	19.00	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2. Apantallamiento mediante el método electrogeométrico

Figura 24. Isométrico apantallamiento de iglú almacén mina



Fuente: Elaboración propia

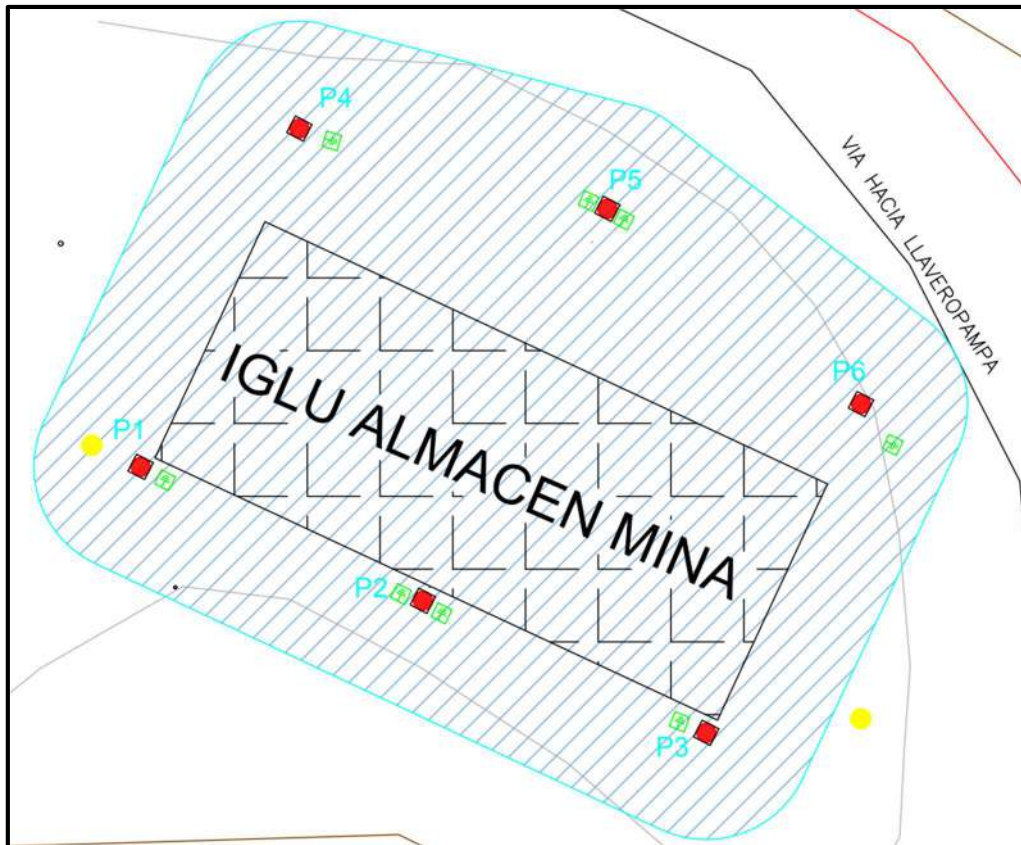
Se realizó el apantallamiento bajo la norma NPT-IEC 62305 tomo 3, Nivel de protección tipo I, esfera rodante de R=20m (Véase la tabla 20 – radios de esfera rodante)

Elementos que contiene la protección atmosférica:

- 6 pararrayos instalados a 18.0 metros de altura. (Tipo Franklin)
- Mástil metálico de 3 piezas embridados de 10”, 8” y 6” según la memoria de cálculo estructural desarrollado.

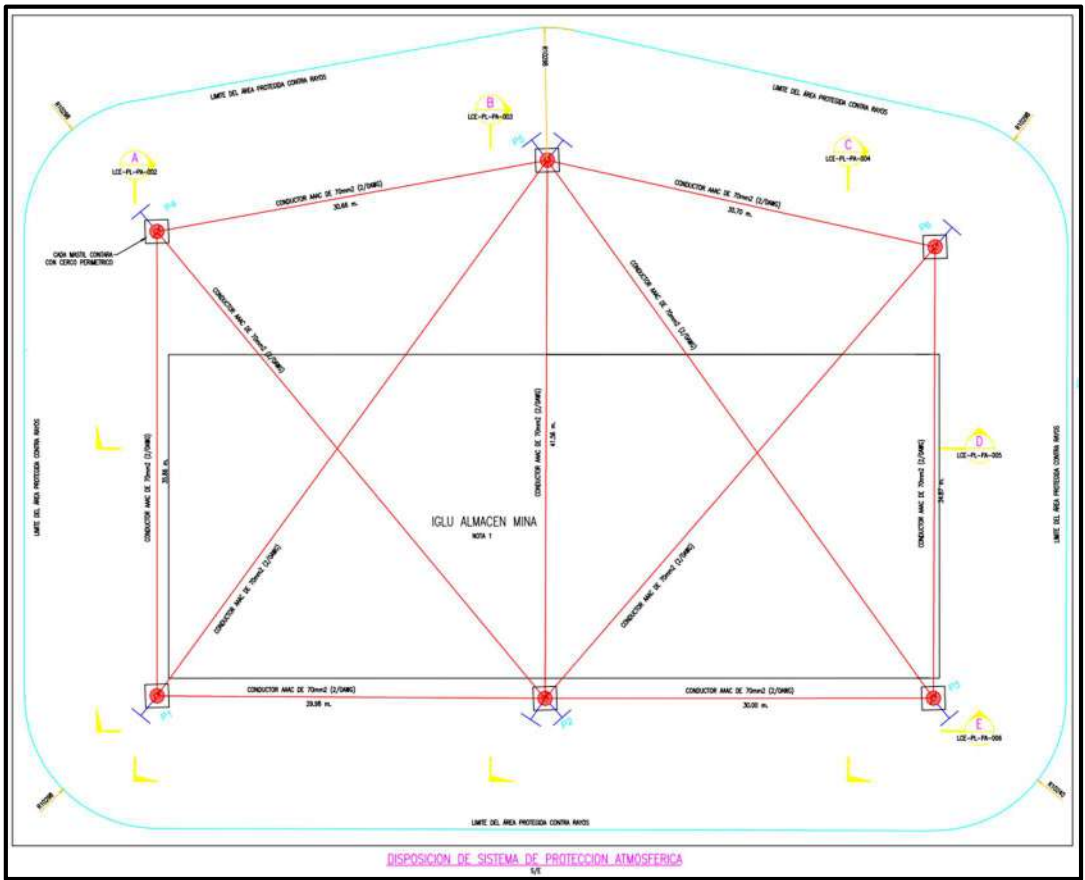
- Captor Thompson de 3/8" x 24" inc. Base Vertical para fijación de conductor de bajada. ambos fabricados bajo la norma IEC-62305, NFPA 780. UL.
 - Sistema catenario a base de conductor de AAAC – 70 mm2 fijado a las estructuras mediante ferretería eléctrica.
 - Sistema de retenidas tipo contrapunta para garantizar la correcta verticalidad de las estructuras. por efectos de la configuración del cable de guarda.
- Cerco perimétrico de protección de conductor de bajante. con señalética de riesgo eléctrico.

Figura 25. Ubicación de los mástiles metálicos (instalación de terminal aéreos o captosres)



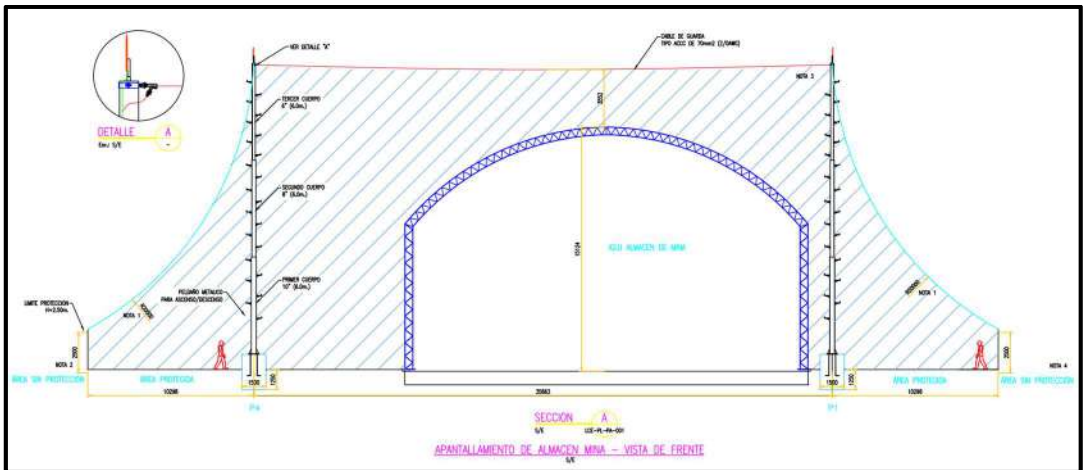
Fuente: Producción propia

Figura 26. Sistema catenario a base de Cable de AAAC



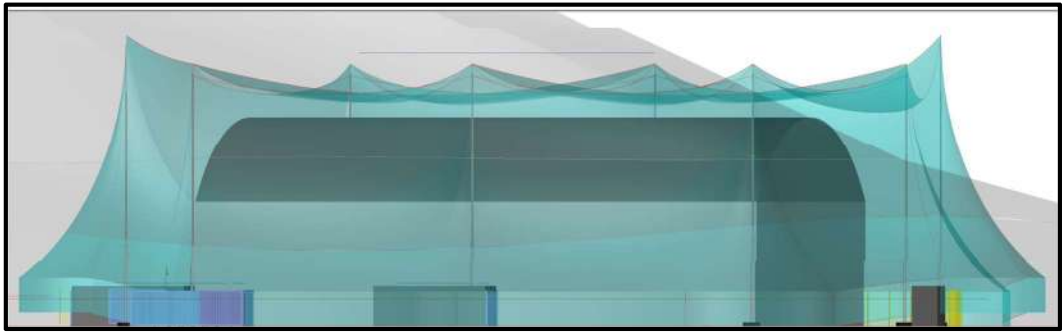
Fuente: Producción propia

Figura 27. Detalle de corte



Fuente: Producción propia

Figura 28. *Detalle de vistas 2D isométrico*



Fuente: Producción propia

3.5.2.3. Montaje electromecánico de Pararrayos

Fotografía 8. *Ensamblaje de Terminal aérea y conductor de bajada*



Fotografía 9. *Montaje de Mástil metálico*



Fotografía 10. *Instalación de sistema catenario*



Fotografía 11. Implementación de restricción y señalética de riesgo eléctrico



3.5.3. Medidas de protección para evitar daños a las personas causados por la tensión de contacto y tensión de paso.

En algunos casos, la vida puede estar en riesgo en el exterior de una estructura cerca del conductor de bajada de un LPS, incluso si el LPS está diseñado y construido de acuerdo con los requisitos anteriores.

El riesgo se disminuye a un valor aceptable si cumplimos unas de las condiciones siguiente:

- a) En condiciones normales de trabajo, nadie se encuentra a menos de 3 m del conductor de bajada. (SE INSTALO UN CERCO PERIMETRICO CON EL FIN DE LIMITAR EL ACERCAMIENTO A LOS CONDUCTORES DE BAJADA)
- b) Capa de aislamiento de conductores de bajada expuestos capaces de soportar ondas de choque de 1.2/50 μ s de 100KV (SE LLEGO A PROTEGER LAS BAJANTES EN CONTACTO CON EL TERRENO CON POLIETILENO RETICULADO SCH 40)
- c) Restricciones de acceso físico y/o uso de señales de advertencia para minimizar la posibilidad de contacto con conductores de bajada (SE IMPLEMENTO SEÑALETICA DE ADVERTENCIA)

d) NOTA: En las proximidades de las losas de concreto se adiciona aislante superficial del suelo (Grava de ¾”) en las áreas de transito fuera del área cubierto de concreto armado.

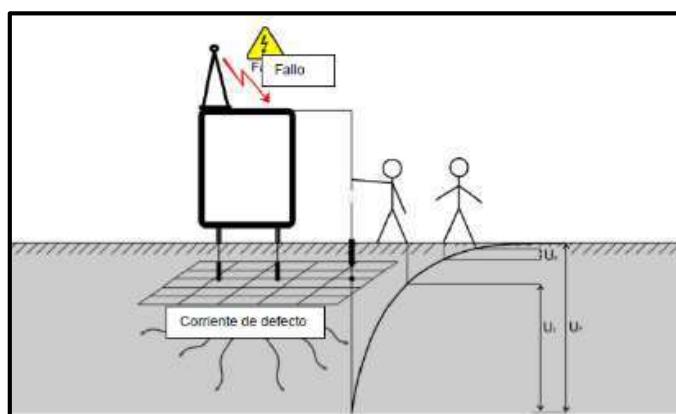
3.5.3.1. Control de las tensiones de paso y tensión de contacto

Para verificar que los gradientes de potencial de toque y paso están controlados una vez implementado nuestra medida de protección se realizaron pruebas de medición de tensión de toque y paso haciendo uso del equipo MI 3295M de la marca METREL. Las normativas aplicables son IEC/ EN 61326-1, IEC/EN 61326-2-2.

Una conexión a tierra adecuada de las piezas conductoras expuestas garantiza que el voltaje a través de ellas permanezca por debajo de niveles peligrosos en caso de una falla. Si ocurre una falla, la corriente de falla fluirá a través del electrodo de tierra.

Las corrientes de defecto próximas a los objetos de distribución pueden provocar tensiones de paso y de contacto muy peligrosas. Si hay conexiones metálicas subterráneas, pueden generarse altas tensiones lejos del punto de fallo. Por ende, es necesario un análisis cuidadoso de la distribución de tensiones para evitar fallas alrededor de la estructura protegida.

Figura 29. Esquema de falla de puesta a tierra defectuoso

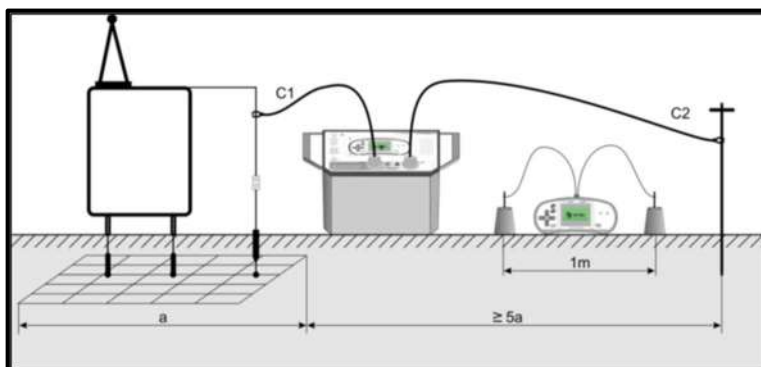


Fuente: Manual de usuario medidor de tensiones de contacto y paso METREL

1. Tensiones de paso:

Las medidas se toman entre dos puntos del suelo separados por 1 m, como se muestra en la figura. las pesas de 35kg simula pies. El voltaje entre las picas de las pesas se mide con un voltímetro.

Figura 30. Diagrama para medir la tensión de paso

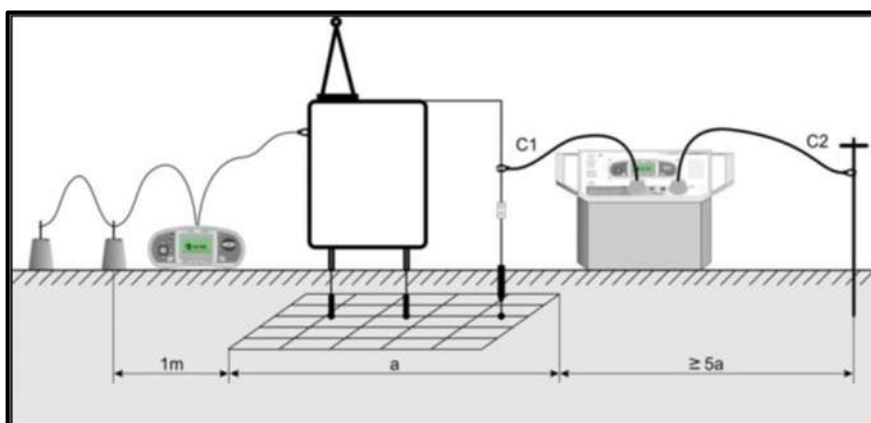


Fuente: Manual de usuario medidor METREL

2. Tensiones de contacto:

Las mediciones se realizan entre una parte metálica conectada al sistema de puesta tierra accesible y el suelo, como se muestra. El voltaje entre picos se mide con un voltímetro.

Figura 31. Diagrama para medir tensión de contacto



Fuente: Manual de usuario medidor METREL

Utilizando el método descrito se procedió a realizar las mediciones a los gradientes de potencial de toque y tensión de paso, obteniendo valores por debajo de los 50V que es lo requerido por la norma.

Se presenta un plano puntos de medición a fin de identificar las zonas de medición. Así mismo se presenta el reporte exportable del equipo de medición con los resultados obtenidos (Anexos).

3.5.3.2. Medición de continuidad estructural

Para garantizar la correcta equipotencialización entre las estructuras metálicas internas y externas se realizó protocolos de medición de continuidad estructural.

Fotografía 12. *Medición de continuidad eléctrica*





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

A partir del informe desarrollado se puede concluir en lo siguiente:

1. La implementación de un SPCR constituye una alternativa para asegurar que cualquier actividad pueda desarrollarse cumpliendo los estándares y normativas vigentes en cuanto seguridad y calidad en condiciones bajo tormentas eléctricas. (NTP-IEC 62305)
2. La función primordial de un SPCR (incluida la puesta a tierra) es interceptar las descargas dirigidas a la estructura, incluidas las que puedan afectar a sus adyacentes y conducir la corriente del rayo hasta el suelo o terreno, donde será dispersada por el sistema de puesta a tierra. El sistema debe dispersar esta corriente sin provocar daños térmicos, eléctricos o mecánicos, ni chispas peligrosas que puedan provocar un incendio o una explosión.
3. El propósito del SPCR es encausar fenómenos atmosféricos y evacuarlos de forma segura hacia el suelo.

4. Existen una variedad de Software para poder realizar el modelamiento de puesta a tierra, entre ellas destaca el ETAP y el CymGrd.
5. Según nuestro calculo y modelamiento del SPAT obtuvimos una resistencia teórica ($R_g=0.934$ ohm) una vez construido el SPAT se obtuvo un valor medido de ($R=0.70$ ohm). el CNE-U 2006, sección 040 el R no puede ser mayor a 25 ohm.
6. Se registraron 27 mediciones de tensión de paso en el exterior del almacén de las cuales los valores máximos registrados son 18.6 V; 31 mediciones de tensión de paso en el interior del almacén de los cuales el máximo valor obtenido es 0.8V. Estos valores no superan los 50V. (IEEE 81)
7. Se registraron 23 Mediciones de Tensión de contacto en el almacén de los cuales solo se tuvo 4 valores de 39.2V, 37.3V, 35V, 43.8V en resto de mediciones valores relativamente bajos. de igual forma no llegaron a superar los 50V. teniendo estas mediciones se puede concluir que los voltajes de paso y contacto con la implementación del sistema de puesta a tierra están controlados.
8. Se realizaron 59 mediciones de continuidad estructural entre elementos conectados al SPAT. con la cual queda garantizado la equipotencialización de todos los elementos metálicos internos y externos con respecto al sistema de puesta a tierra.
9. Tanto en el diseño como en la construcción se empleó un nivel de protección Clase I que nos exige la NTP-IEC 62305, cuyo radio de esfera rodante ($R=20$ mts) empleado en método electrogeométrico la distribución de los Mástiles metálicos para fijación de los Captores y la interconexión de los mismos a través del sistema catenario, el almacén queda totalmente apantallado por el sistema de protección atmosférica.
10. Todos los materiales empleados en este SPCR cumplen con la NTP-IEC 62305. como lo especifica la tabla 30.
11. Una vez realizado la implementación del sistema de protección atmosférica realizamos una nueva evaluación del Riesgo en la Estructura. en donde $R_1 \ll R_T$ debido a que el $R_1=2.8855 \times 10^{-7}$ es mucho menor que el valor del riesgo Tolerable $R_T=10^{-5}$, ya no es necesario la adición de medida de protección adicional.

Tabla 31. Evaluación de riesgo una vez implementado el SPRC

Tipo de Daño	Símbolo	Z_1 (Ext)	Z_2 (Int)	Estructura
D1: Heridas debido al choque eléctrico	R_A	3.504×10^{-10}	2.33×10^{-10}	5.834×10^{-10}
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	0	0	0
D2: Daño físico	R_B	1.7×10^{-7}	1.17968×10^{-7}	2.87×10^{-7}
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	0	0	0
Total		1.70×10^{-7}	1.182×10^{-7}	2.8855×10^{-7}
Nivel Tolerable		$R_1 \ll R_T$		$R_T = 1 \times 10^{-5}$

Fuente: Elaboración propia

Recomendaciones

A partir del informe desarrollado se puede brindar las recomendaciones siguientes:

1. En el proceso constructivo de infraestructura, es necesario evaluar la implementación de los SPCR con el fin de que los sistemas ya sean integrados en la etapa constructiva inicial y no conllevar a realizar re trabajos.
2. Para la obtención de resistividad de terreno, se recomienda realizarlas en estaciones más desfavorables (época de estío) para tener un valor real en el momento del modelamiento del SPAT.
3. En la implementación de los SPCR en infraestructuras de telecomunicaciones es recomendable trabajarlos bajo la normativa correspondiente como es la R56 Motorola.
4. En la implementación de los SPCR en infraestructuras de telecomunicaciones es recomendable la inclusión de los sistemas de ecualización de potencial.
5. En la implementación de los SPCR de infraestructuras de combustibles y explosivos se recomienda alinearlos a la norma NFPA 780.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

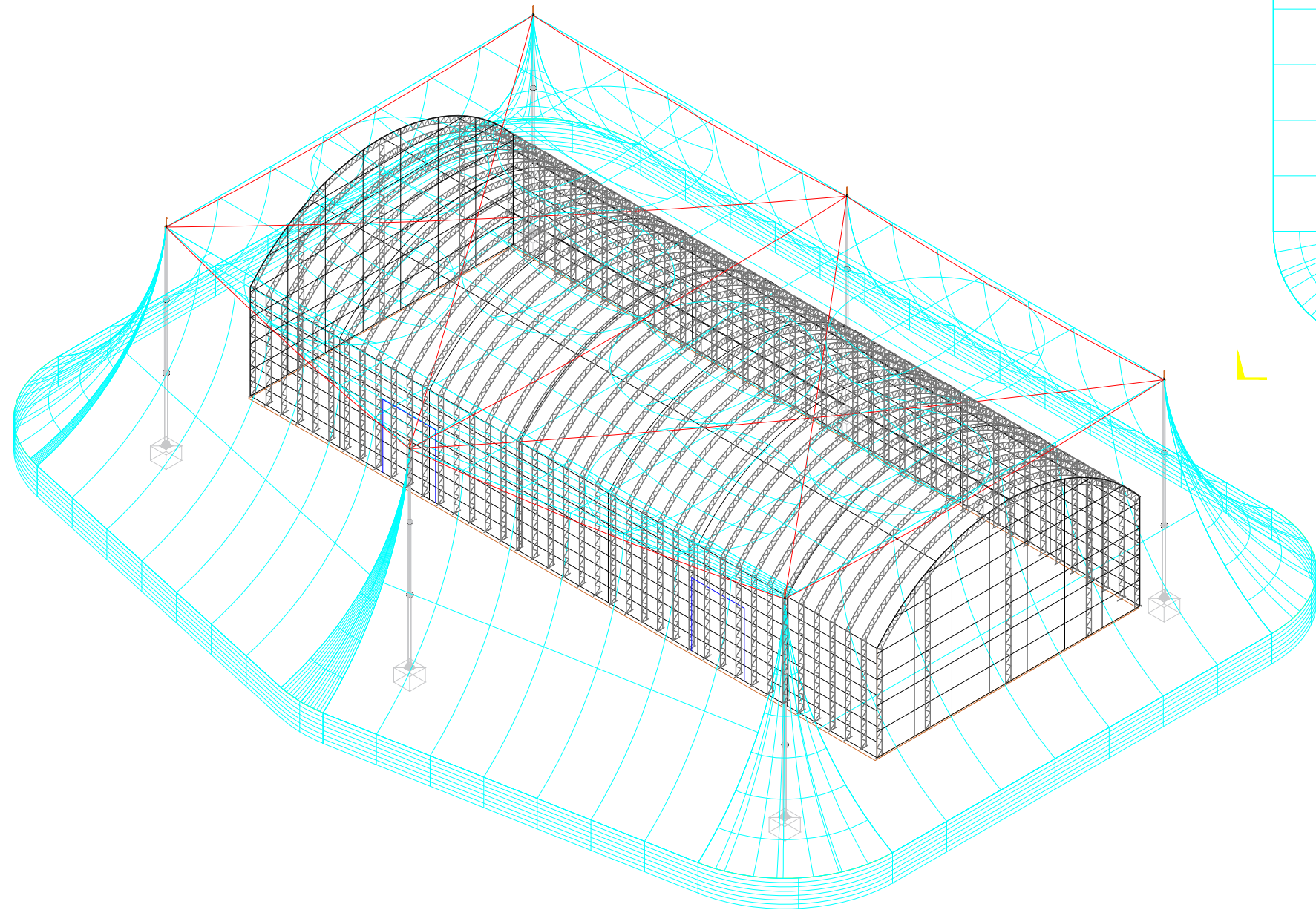
Bibliografía

- [1] NPT-IEC 62305-1(2015) Protección Contra el Rayo - Parte 1: Principios Generales”.
- [2] NPT-IEC 62305-2(2015) Protección Contra el Rayo - Parte 2: Evaluación del Riesgo.
- [3] NPT-IEC 62305-3(2015) Protección Contra el Rayo - Parte 3: Daño físico a Estructuras y Riesgo Humano.
- [4] NPT-IEC 62305-4(2015) Protección Contra el Rayo - Parte 4: Sistemas Electricos y Electrónicos en Estructuras.
- [5] NPT-IEC 62561-1(2018) Componentes del Sistema de Protección Contra el Rayo - Parte 1: Requisitos para los Componentes de Conexión.
- [6] NPT-IEC 62561-2(2018) Componentes del Sistema de Protección Contra el Rayo - Parte 2: Requisitos para los Conductores y Electrodo de Puesta a Tierra.
- [7] NPT-IEC 62561-3(2018) Componentes del sistema de Protección Contra el Rayo - Parte 3: Requisitos para los Descargadores de Sobretensiones SPD.
- [8] NPT-IEC 62561-4(2018) Componentes del Sistema de Protección Contra el Rayo - Parte 4: Requisitos para la Fijación del Conductor.
- [9] NPT-IEC 62561-5(2018) Componentes del Sistema de Protección Contra el Rayo - Parte 5: Requisitos para los Alojamiento de Inspección de los Electrodo de Tierra y los Sellos de los Electrodo de Tierra.
- [10] IEEE Std 80(2013) Guía IEEE para la Seguridad en el Aterrizamiento de Subestaciones de CA.
- [11] IEEE Std 81(2012) Guía IEEE para medir la resistividad de la tierra, la impedancia de la tierra y los potenciales de la superficie de la tierra de un sistema de puesta a tierra.
- [12] NFPA 780(2014) Norma para la Instalación de Sistemas de Protección Contra Rayos.
- [13] FAVIO CASAS OSPINA(2008): Tierras Soporte de la Seguridad Electrica

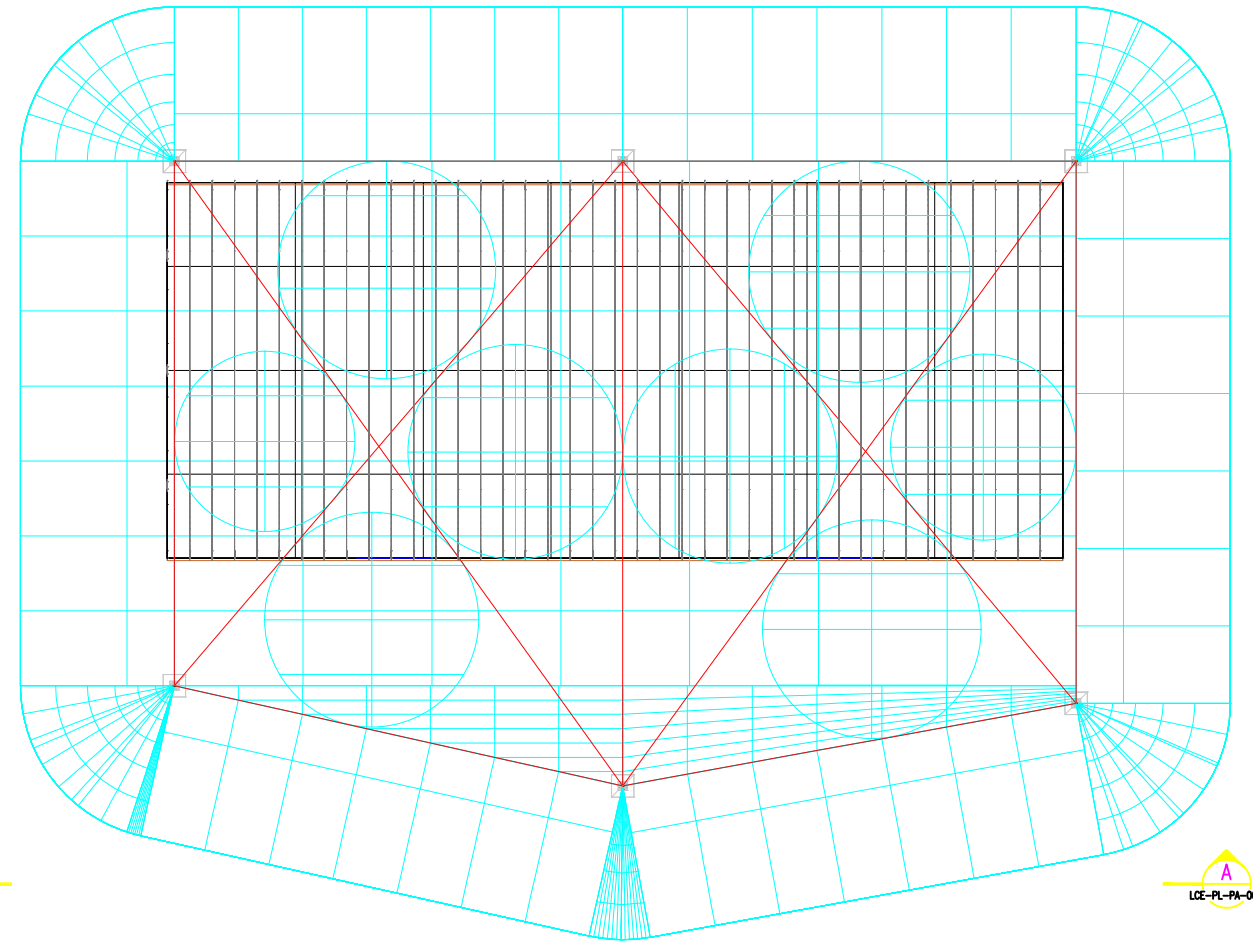
Anexos 1

PLANOS DE ASBUILT

Todo el contenido de este documento es propiedad de LCE BAMBAS, y debe ser tratado confidencialmente. Este documento es confidencial a quien lo recibe solamente para su información y orientación. No puede ser copiado, reproducido, imitado por terceros ni usado para otro propósito que el indicado en la aprobación escrita de LAS BAMBAS. Todas las copias o extractos deben ser tratados en igual forma.



APANTALLAMIENTO DE ALMACEN MINA – ISOMETRICO
S/E



APANTALLAMIENTO DE ALMACEN MINA – VISTA DE PLANTA
S/E

NOTAS:

- METODO DE ESFERA RODANTE R=20, PROTECCIÓN SPRC TIPO I (Tabla N° 2-NTP-ICE 62305-3).
- SE CONSIDERA COMO LIMITE DE PROTECCIÓN PARA TRANSITO UNA ALTURA DE H=2.50 m.
- MATERIALES, CONFIGURACIONES Y DIMENSIONES MINIMAS DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS PUNTAS DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN, LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA; ASI COMO LAS DE LOS CONDUCTORES DE BAJADA (Tabla 06: NTP-IEC 62305-3).
- SE CONSIDERO UNA ALTURA PROMEDIO DE PERSONA DE h=1.77

Tabla 7 Radios de esfera rodante¹⁴

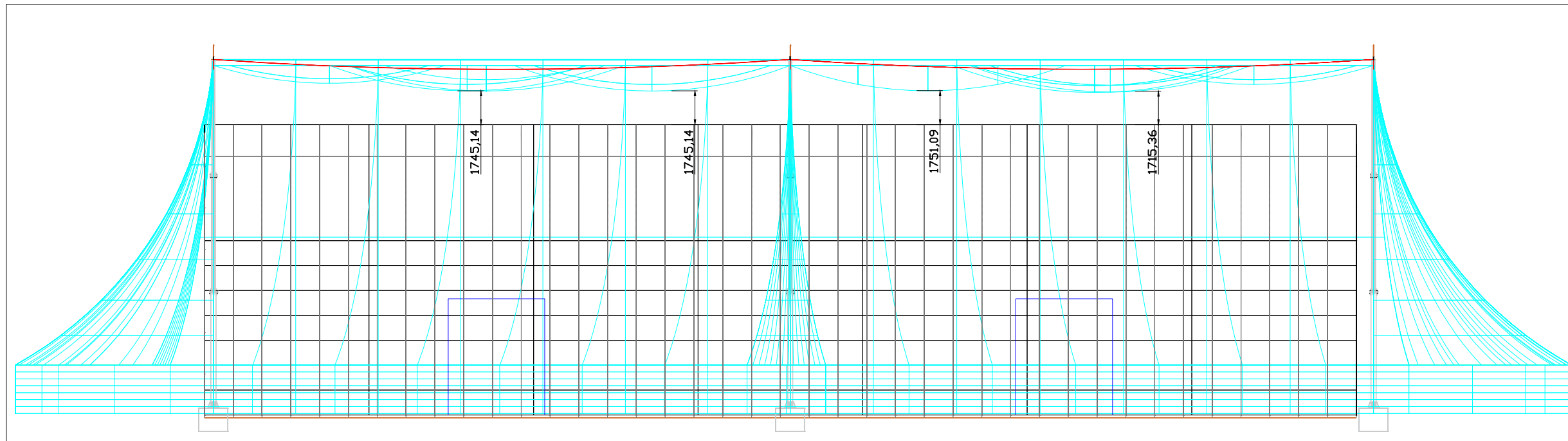
Nivel de protección	Radio de la esfera rodante r _s y su correspondiente valor de corriente de rayo I		Altura de la terminal aérea a partir del plano a proteger (h)
	r _s (m)	I (kA)	
I	20	3	≤ 20
II	30	6	≤ 30
III	45	10	≤ 45
IV	60	16	≤ 60

NOTA - La corriente I (kA) se calcula de acuerdo al Apéndice A, para el radio r_s (m) correspondiente. Esta corriente representa el valor mínimo al cual el nivel de protección ofrece una protección eficiente.

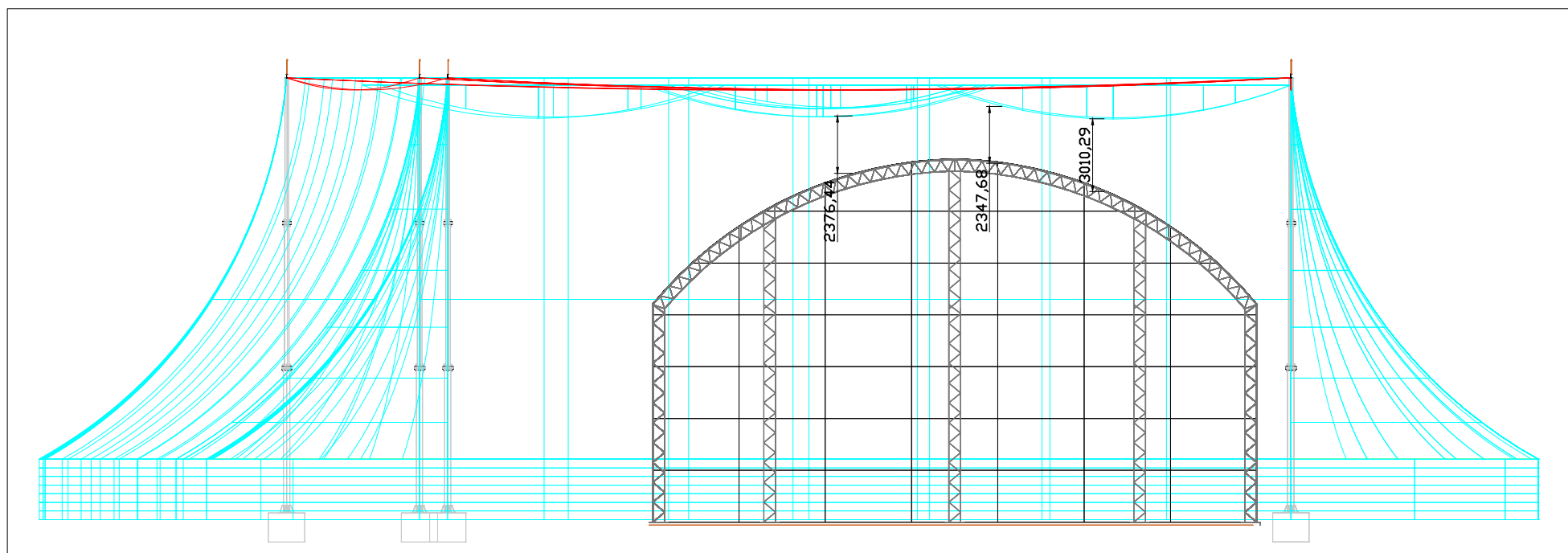
LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRENO
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARARRAYOS (P1 - P6)
	MASTIL METALICO CON PARARRAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL

CENTRO DE COSTOS:		-	-	-	-	-	-	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C		Area:	LOGISTICA			COMPAÑIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU		
		-	-	-	-	-	-	APROBADO		ESCALA:	S/E	FECHA	HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO		SISTEMA DE P. ATMOSFERICA – ISOMETRICO	
		-	-	-	-	-	-	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION		DISEÑO POR:	E. ODAMA	18/05/21	LOGISTICA – ALMACEN MINA		PLANO N°	LCE-PL-PA-007
		-	-	-	-	-	-	D.B.		CHEQUEO POR:	E. PACDARA	18/05/21			REV.	1
PLANO NÚMERO		N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	JEFE DE PROYECTO :	03/04/21	CONTRATA				
PLANOS DE REFERENCIA										JEFE DE PROYECTO :	03/04/21	OTR. PROYECTO :				
										OTR. PROYECTO :	03/04/21	OTR. PROYECTO :				

Todo el contenido de este documento es propiedad de LCE BAMBAS, y debe ser tratado confidencialmente. Este documento es confidencial a quien lo recibe solamente para su información y orientación. No puede ser copiado, reproducido, imitado por terceros ni usado para otro propósito que el indicado sin la aprobación escrita de LAS BAMBAS. Todas las copias o extractos deben ser tratados en igual forma.



SECCION A
 S/E LCE-PL-PA-007
APANTALLAMIENTO DE ALMACEN MINA – SECCION "A"
 S/E



SECCION B
 S/E LCE-PL-PA-007
APANTALLAMIENTO DE ALMACEN MINA – SECCION "B"
 S/E

NOTAS:

1. METODO DE ESFERA RODANTE R=20, PROTECCIÓN SPRC TIPO I (Tabla N° 2-NTP-ICE 62305-3).
2. SE CONSIDERA COMO LIMITE DE PROTECCIÓN PARA TRANSITO UNA ALTURA DE H=2.50 m.
3. MATERIALES, CONFIGURACIONES Y DIMENSIONES MINIMAS DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS PUNTAS DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN, LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA, ASI COMO LAS DE LOS CONDUCTORES DE BAJADA (Tabla 06: NTP-IEC 62305-3).
4. SE CONSIDERO UNA ALTURA PROMEDIO DE PERSONA DE h=1.77

Tabla 7 Radios de esfera rodante¹⁴

Nivel de protección	Radio de la esfera rodante r _s y su correspondiente valor de corriente de rayo I		Altura de la terminal aérea a partir del plano a proteger (h)
	r _s (m)	I (kA)	
I	20	3	≤ 20
II	30	6	≤ 30
III	45	10	≤ 45
IV	60	16	≤ 60

NOTA - La corriente I (kA) se calcula de acuerdo al Apéndice A, para el radio r_s (m) correspondiente. Esta corriente representa el valor mínimo al cual el nivel de protección ofrece una protección eficiente.

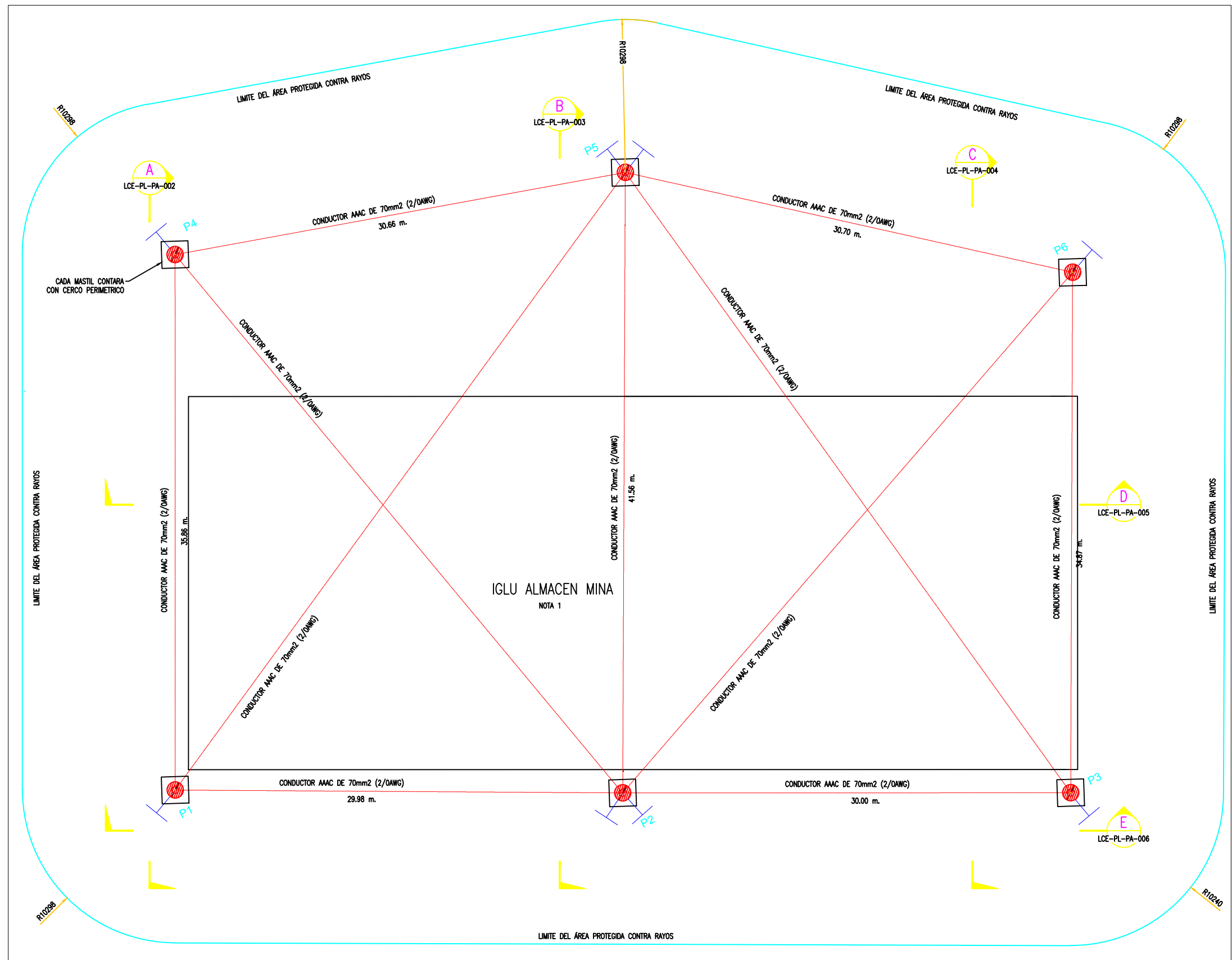
LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRENO
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARARRAYOS (P1 - P6)
	MASTIL METALICO CON PARARRAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL

CENTRO DE COSTOS:		-	-	-	-	-	-	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C		Area: LOGISTICA	
		-	-	-	-	-	-	APROBADO		ESCALA: S/E	FECHA
		-	-	-	-	-	-	DISEÑO POR: E. ODAMA		DIBUJADO POR: A. LUQUE	18/05/21
		-	-	-	-	-	-	CHEQUEO POR: E. PADRANA			18/05/21
PLANO NÚMERO		N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	CONTRATA	
PLANOS DE REFERENCIA			REVISIÓN				REVISIÓN			Jefe de Proyecto: E. ODAMA	
										GTE. PROYECTO: C. MARRERO	



COMPAÑIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU	
HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO LOGISTICA – ALMACEN MINA	
SISTEMA DE P. ATMOSFERICA ISOMET. SECCIONES	
PLANO N°	LCE-PL-PA-008
REV.	1

Todo el contenido de este documento es propiedad de LCE BAMBAS, y debe ser tratado confidencialmente. Este documento es confidencial a quien lo recibe solamente para su información y orientación. No puede ser copiado, reproducido, imitado por terceros ni usado para otro propósito que el indicado en la aprobación escrita de LAS BAMBAS. Todas las copias o extractos deben ser tratados en igual forma.



DISPOSICION DE SISTEMA DE PROTECCION ATMOSFERICA
S/E

LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRENO
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARARRAYOS (P1 - P6)
	MASTIL METALICO CON PARARRAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA VERTICAL

NTP-IEC 62305-3

Tabla 7 Radios de esfera rodante¹⁴

Nivel de protección	Radio de la esfera rodante r _s y su correspondiente valor de corriente de rayo I		Altura de la terminal aérea a partir del plano a proteger (h)
	r _s (m)	I (kA)	
I	20	3	≤ 20
II	30	6	≤ 30
III	45	10	≤ 45
IV	60	16	≤ 60

NOTA - La corriente I (kA) se calcula de acuerdo al Apéndice A, para el radio r_s (m) correspondiente. Esta corriente representa el valor mínimo al cual el nivel de protección ofrece una protección eficiente.

CRITERIOS DE DISEÑO:

- EL NORMA BASE PARA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO, DIMENSIONAMIENTO, SELECCIÓN DE CONDUCTORES, DISTANCIAS DE SEPARACIÓN ENTRE CATERNARIA Y ESTRUCTURA A PROTEGER ESTAN ESPECIFICADOS EN LA NTP- IEC 62305-2(PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO. PARTE 2: EVALUACIÓN DEL RIESGO) Y NTP- IEC 62305-3 (PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO. PARTE 3: DAÑO FÍSICO A ESTRUCTURAS Y RIESGO HUMANO).
- EL CRITERIO PARA EL MODELAMIENTO DE LA SISTEMA DE PUESTA A TIERRA IEEE STD 80, 200.(DISEÑO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA SUBESTACIONES ELECTRICAS)
- EL MODELO DE SELECCIÓN DEL TIPO DE PROTECCIÓN ESTAN ESPECIFICADOS CON LA NORMA NFPA 780 (NORMA PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS).
- STANDAR DE LB DE INFRAESTRUCTURAS PARA HABILITACIÓN COMO REFUGIOS CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS.
- SEGUN EL METODO DE PROTECCIÓN CON RADIO DE ESFERA RODANTE R= 20 M, LA PROTECCIÓN A 2.5 MTS CON RESPECTO A PISO, SE TIENE UN RADIO DE COBERTURA DE R=10.24MTS, ASI COMO FIGURA EN LOS PLANOS DE DETALLE.

NOTIAS:

1. MATERIALES, CONFIGURACIONES Y DIMENSIONES MINIMAS DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS PUNTAS DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN, LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA; ASI COMO LAS DE LOS CONDUCTORES DE BAJADA (Tabla 06: NTP-IEC 62305-3).

CENTRO DE COSTOS:		-	-	-	-	-	-	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	Area:	LOGISTICA	
		-	-	-	-	-	-	APROBADO	ESCALA:	S/E	
		1	AS BUILT	10-MAY-21	D.B.	-	-	DISEÑO POR:	E. ODAMA	DIBUJADO POR:	A. LUQUE
		N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	OTRO POR:	E. PACDARA	18/05/21
			REVISIÓN				REVISIÓN		JEFE DE PROYECTO:	E. ODAMA	18/05/21
PLANO NÚMERO		PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN		REVISIÓN		OTE. PROYECTO:	C. MARREROB	18/05/21	

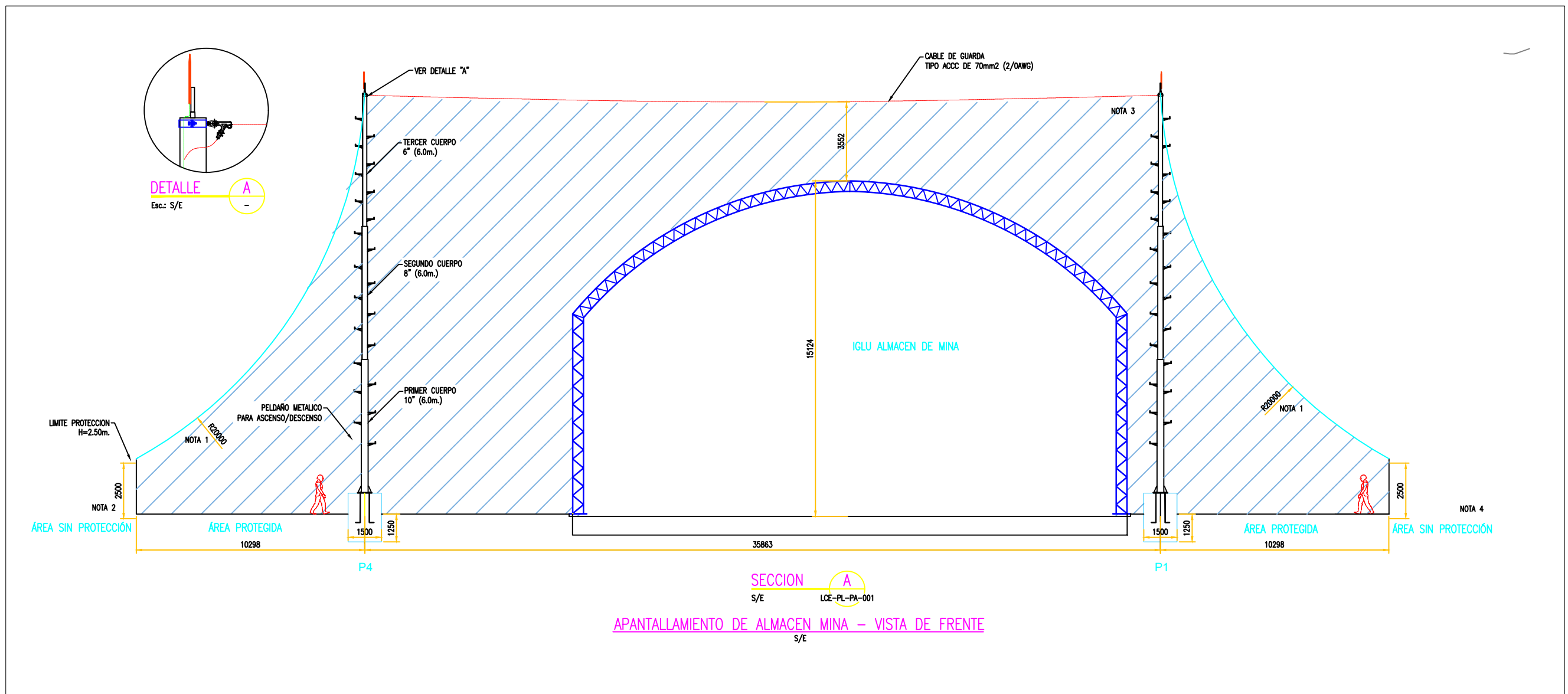


COMPAÑIA MINERA LAS BAMBAS
APURIMAC, PERU

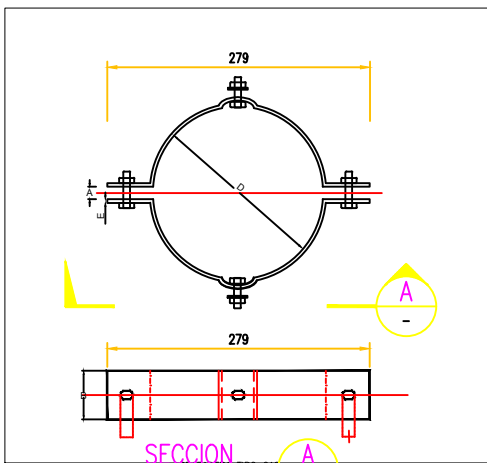
HABILITACION DE IGLU ALMACEN
MINA COMO REFUGIO
LOGISTICA - ALMACEN MINA

SISTEMA DE PROTECCION ATMOSFERICA - GRAL.
 PLANO N° **LCE-PL-PA-001**

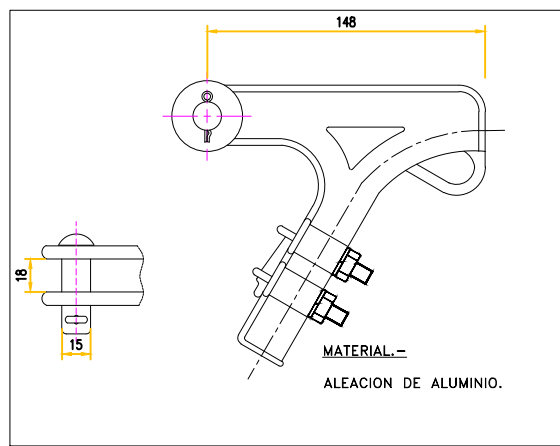
REV. **1**



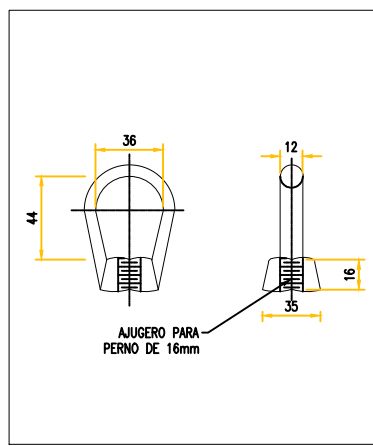
SECCION A
S/E LCE-PL-PA-001
APANTALLAMIENTO DE ALMACEN MINA - VISTA DE FRENTE
S/E



SECCION A
Esc.: S/E
ABRAZADERA DOBLE TIPO CAS
S/E



GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA
S/E



TUERCA TIPO OJO
S/E

NTP-ICE 62305-3

Tabla 7 Radios de esfera rodante¹⁴

Nivel de protección	Radio de la esfera rodante r_s y su correspondiente valor de corriente de rayo i		Altura de la terminal aérea a partir del plano a proteger (h)
	r_s (m)	i (kA)	
I	20	3	≤ 20
II	30	6	≤ 30
III	45	10	≤ 45
IV	60	16	≤ 60

NOTA - La corriente i (kA) se calcula de acuerdo al Apéndice A, para el radio r_s (m) correspondiente. Esta corriente representa el valor mínimo al cual el nivel de protección ofrece una protección eficiente.

NOTAS:

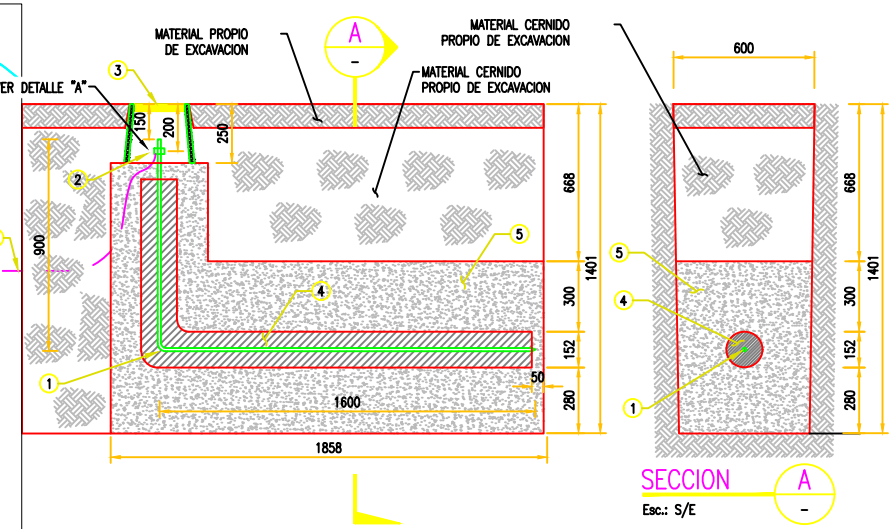
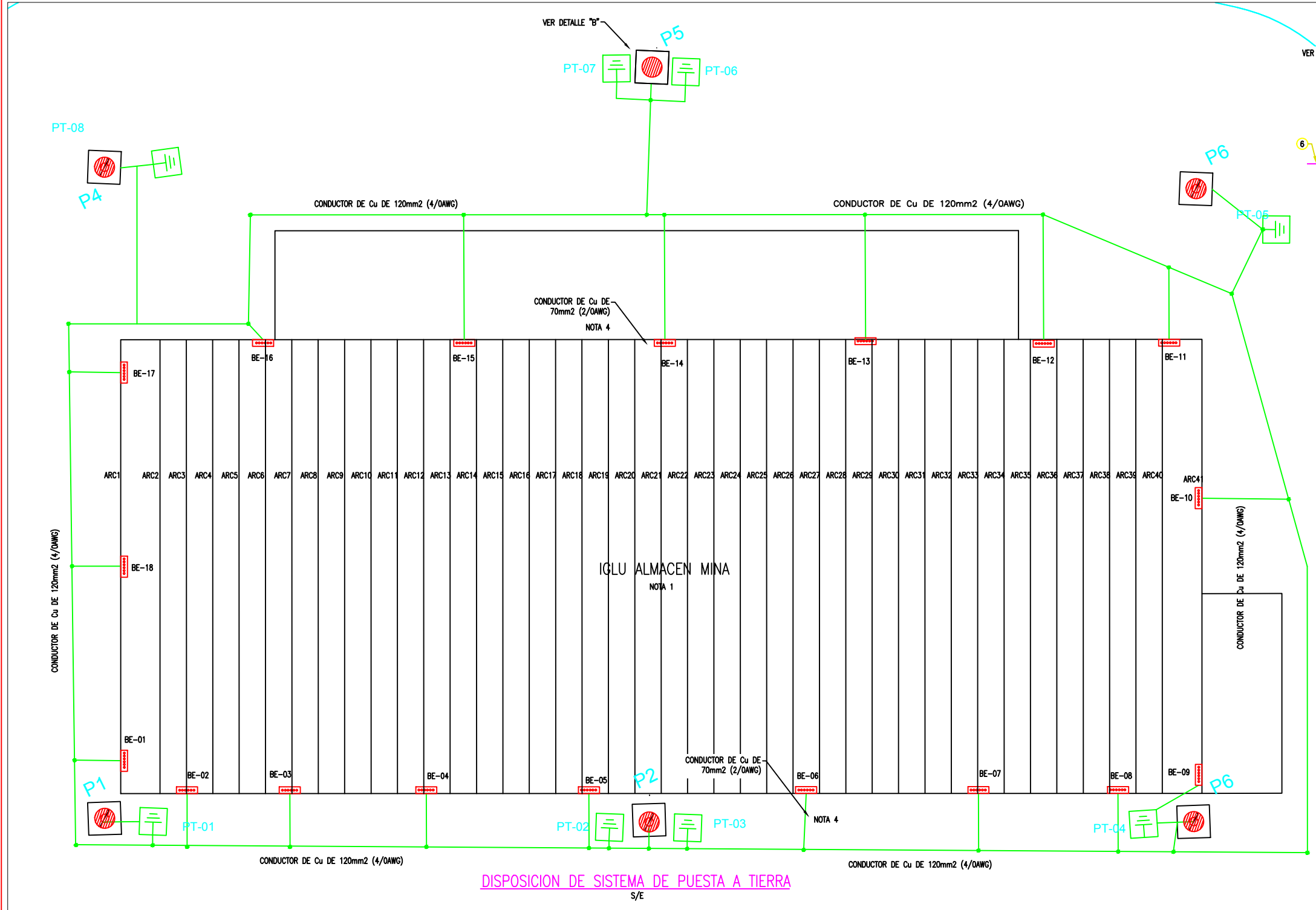
- METODO DE ESFERA RODANTE $R=20$, PROTECCIÓN SPRC TIPO I (Tabla N° 2-NTP-ICE 62305-3).
- SE CONSIDERA COMO LIMITE DE PROTECCIÓN PARA TRANSITO UNA ALTURA DE $H=2.50$ m.
- MATERIALES, CONFIGURACIONES Y DIMENSIONES MINIMAS DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS PUNTAS DE SISTEMAS DE CAPTACION, LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA, ASI COMO LAS DE LOS CONDUCTORES DE BAJADA (Tabla 06: NTP-ICE 62305-3).
- SE CONSIDERO UNA ALTURA PROMEDIO DE PERSONA DE $h=1.77$

LEYENDA

	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRENO
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARARRAYOS (P1 - P6)
	MASTIL METALICO CON PARARRAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL

CENTRO DE COSTOS:						LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C		Area: LOGISTICA	
		-	-	-	-	APROBADO		ESCALA: S/E	FECHA
		-	-	-	-	DISEÑO POR: E. ODAMA		DIBUJADO POR: A. LUQUE	18/05/21
		-	-	-	-	D.B. LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION		CHEQUEO POR: E. PADRANA	18/05/21
		-	-	-	-	JEFE DE PROYECTO :		JEFE DE PROYECTO: E. ODAMA	18/05/21
		-	-	-	-	GTE. PROYECTO :		GTE. PROYECTO: C. MARRERO	18/05/21
PLANO NÚMERO	PLANOS DE REFERENCIA	N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	REV. N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	COMPañIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU	
								HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO LOGISTICA - ALMACEN MINA	
								SISTEMA DE P. ATMOSFERICA - SECCION "A"	
								PLANO N°	LCE-PL-PA-002
								REV.	1

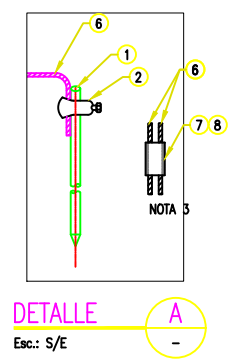
Todo el contenido de este documento es propiedad de Las Bambas, y debe ser tratado confidencialmente. Este documento es confiado a quien lo recibe solamente para su información y orientación. No puede ser copiado, reproducido, ni usado para otro propósito que el indicado en la aprobación escrita de LAS BAMBAS. Todas las copias o extractos deben ser tratados en igual forma.



CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
ESC: S/E

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UND	Ø3/4" x 2500mm (8.2') DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "GAR" DE BURNDY	1	UND	CABLE #4/0 AWG A VARILLA Ø3/4"
3	CAJA REGISTRO CON TAPA	1	UND	267 x 362 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPSOIL CERNIDA	VAR.	m3	-
6	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE TEMPLE BLANDO (LONG. APROX.)	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #2/0 AWG



LEYENDA

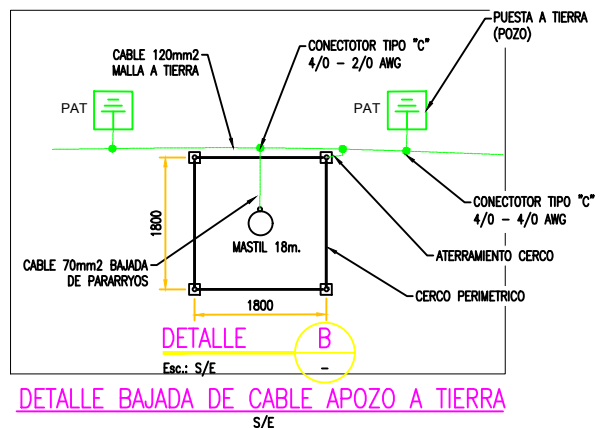
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRENO
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARARRAYOS (P1 - P6)
	MASTIL METALICO CON PARARRAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL
	BARRA EQUIPOTENCIAL DE Cu PUESTA A TIERRA

NOTAS:

1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA LAS TENSIONES DE TOQUE Y DE PASO, EL DIMENSIONAMIENTO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA SPAT GARANTIZA QUE LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO NO SUPEREN LOS SOV QUE INDICA LA NORMA, DICHS VALORES ESTAN CONTEMPLADOS EN EL MODELA MIENTO DE SPAT. (Item 8.2 NTP-ICE 62305-3).
2. MATERIALES Y CONFIGURACIONES MINIMAS DE ELECTRODOS DE PAT. (Tabla N° 7 NTP-ICE 62305-3).
3. DIMENSIONES MINIMAS DE CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS EQUIPOTENCIALES O QUE CONECTAN LAS BARRAS EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PAT. (Tabla N° 8 NTP-ICE 62305-3).
4. CABLE BAJO GRADIENTE (TIERRA PROFUNDA) SECCION 4/0 AWG (120mm²), CABLE SOBRE GRADIENTE Y BAJADAS DE PARARRAYOS SECCION 2/0 AWG (70mm²), CABLE DE CONEXION HACIA BARRAS EQUIPOTENCIALES 2 AWG (35mm²)

PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:

1. SE REALIZO LOS TRABAJOS DE LA SIGUIENTE FORMA
2. SE REALIZO LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
3. VACIAR DE MANERA UNIFORME TIERRA TOPSOIL EN LA EXCAVACION REALIZADA HASTA POR UNA ALTURA DE 280mm, EL CUAL QUE SE DEBERA COMPACTAR CADA 150mm.
4. EN EL INTERIOR DE LA EXCAVACION ADECUAR CON MOLDE DE TUBERIA PVC DE DIMENSIONES 152mm Ø 6" DE DIAMETRO
5. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO EN EL MOLDE HASTA POR UNA ALTURA DE 76mm.
6. VACIAR AGUA AL CEMENTO CONDUCTIVO HASTA QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
7. DEJAR SECAR HASTA QUE SE CONVIERTA EN UNA MASA CONSISTENTE.
8. COLOCAR APROPIADAMENTE LA VARILLA DE PUESTA A TIERRA ENCIMA DE LA MASA SECA DE CEMENTO CONDUCTIVO.
9. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO HASTA POR UNA ALTURA DE DE 76mm Y (SEGUN PASO 5 Y 6).
10. INSTALAR TOPSOIL ENCIMA DE LA MASA SECA HASTA UNA ALTURA DE 300mm. PREVA COMPACTACION CADA 150mm.
11. LA PROPORCION POR POZO ES 03 BOLSAS DE 25 KG. DE CEMENTO CONDUCTIVO



CENTRO DE COSTOS:		LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C		Area: LOGISTICA	
N°	DESCRIPCION	FECHA	FOR	FECHA	FOR
1	AS BUILT	10-05-21	D.B.	-	-

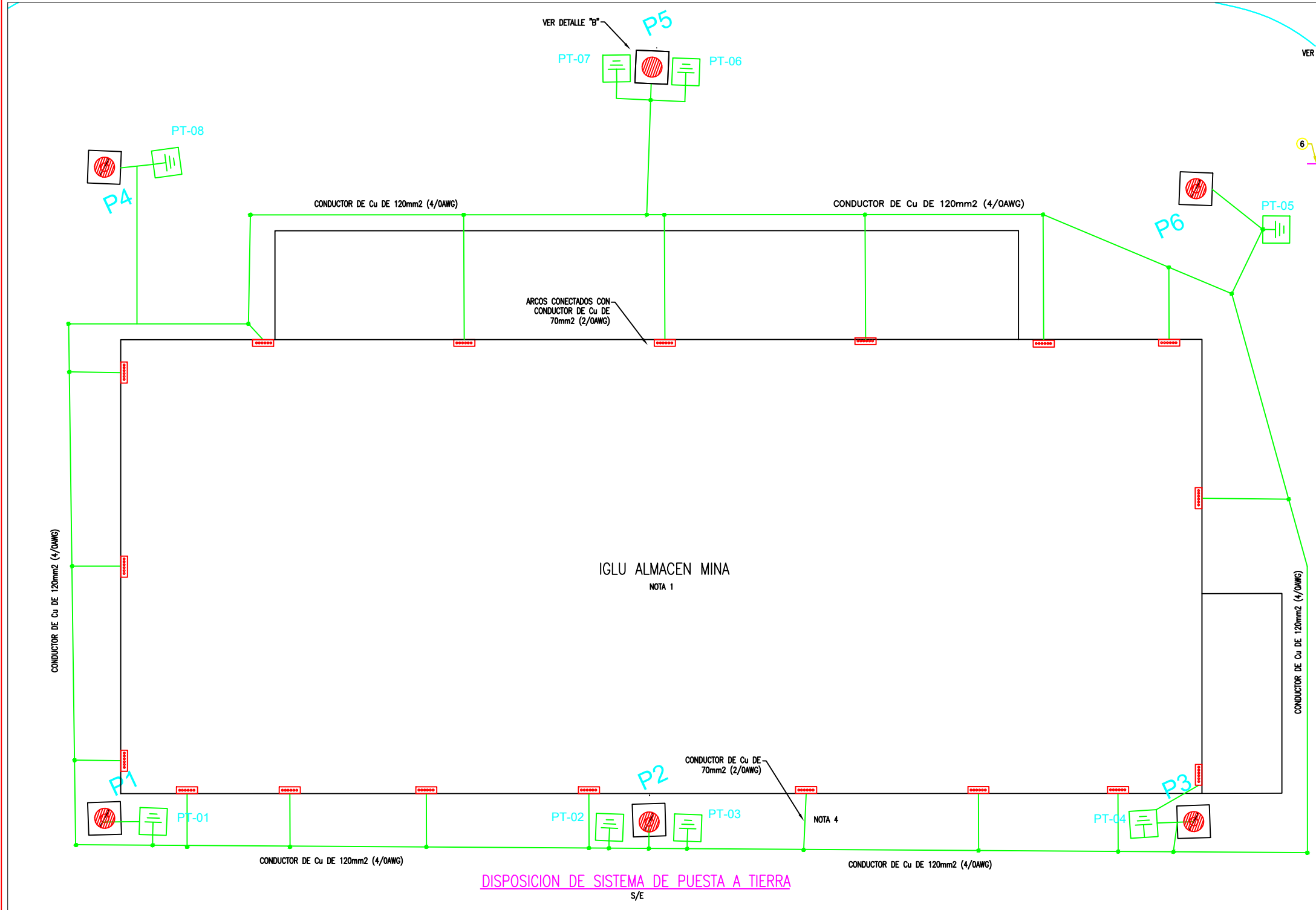
APROBADO		FECHA	
JEFE DE PROYECTO :	03/04/21	JEFE DE PROYECTO :	03/04/21
GTE. PROYECTO :	03/04/21	GTE. PROYECTO :	03/04/21

ESCALA: S/E		FECHA	
DISERNO POR: E. ODAMA	03/04/21	DIBUJADO POR: A. LUQUE	03/04/21
CHEQUEO POR: E. PACABARA	03/04/21	JEFE DE PROYECTO: E. ODAMA	03/04/21
GTE. PROYECTO: C. MARREROB	03/04/21	GTE. PROYECTO: C. MARREROB	03/04/21

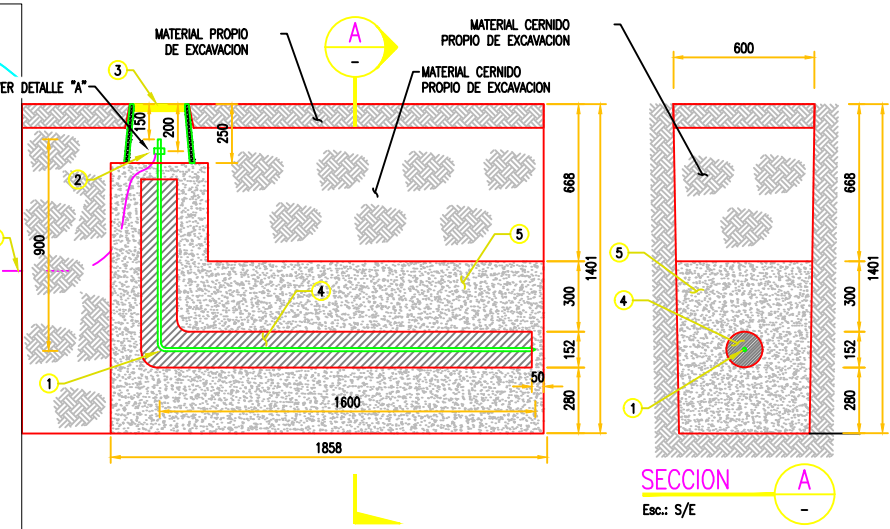


COMPANIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU
HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO LOGISTICA - ALMACEN MINA
DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
 PLANO N° LCE-PL-PT-001-SK
 REV. 1

Todo el contenido de este documento es propiedad de Las Bambas, y debe ser tratado confidencialmente. Este documento es confidencial a quien lo recibe solamente para su información y orientación. No puede ser copiado, reproducido, imitado por terceros ni usado para otro propósito que el indicado sin la aprobación escrita de Las Bambas. Todas las copias o extractos deben ser tratados en igual forma.

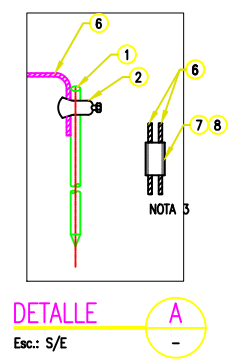


DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
S/E



CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
ESC.: S/E

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA				
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UND	Ø3/4" x 2500mm (8.2') DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "GAR" DE BURNDY	1	UND	CABLE #4/0 AWG A VARILLA Ø3/4"
3	CAJA REGISTRO CON TAPA	1	UND	267 x 362 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPSOIL CERNIDA	VAR.	m3	-
6	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE TEMPLE BLANDO (LONG. APROX.)	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #2/0 AWG



DETALLE A
Esc.: S/E

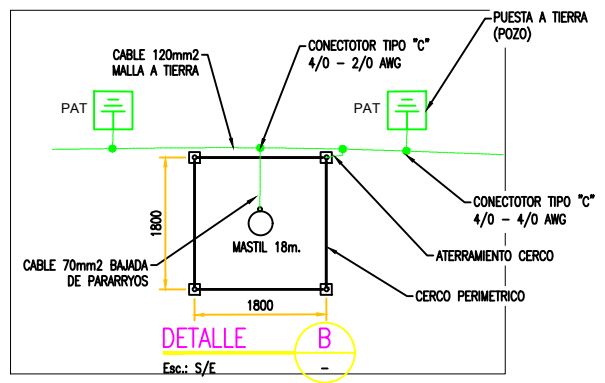
LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRENO
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARARRAYOS (P1 - P6)
	MASTIL METALICO CON PARARRAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL
	BARRA EQUIPOTENCIAL DE Cu PUESTA A TIERRA

NOTAS:

1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA LAS TENSIONES DE TOQUE Y DE PASO, EL DIMENSIONAMIENTO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA SPAT GARANTIZA QUE LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO NO SUPEREN LOS SOV QUE INDICA LA NORMA, DICHS VALORES ESTAN CONTEMPLADOS EN EL MODELA MIENTO DE SPAT. (Item 8.2 NTP-ICE 62305-3).
2. MATERIALES Y CONFIGURACIONES MINIMAS DE ELECTRODOS DE PAT. (Tabla N° 7 NTP-ICE 62305-3).
3. DIMENSIONES MINIMAS DE CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS EQUIPOTENCIALES O QUE CONECTAN LAS BARRAS EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PAT. (Tabla N° 8 NTP-ICE 62305-3).
4. CABLE BAJO GRADIENTE (TIERRA PROFUNDA) SECCION 4/0 AWG (120mm2), CABLE SOBRE GRADIENTE Y BAJADAS DE PARARRAYOS SECCION 2/0 AWG (70mm2), CABLE DE CONEXION HACIA BARRAS EQUIPOTENCIALES 2 AWG (70mm2)

PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:

1. SE REALIZO LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
2. VACIAR DE MANERA UNIFORME TIERRA TOPSOIL EN LA EXCAVACION REALIZADA HASTA POR UNA ALTURA DE 280mm.
3. EN EL INTERIOR DE LA EXCAVACION ADECUAR CON MOLDE DE TUBERIA PVC DE DIMENSIONES 152mm O 6" DE DIAMETRO
4. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO EN EL MOLDE HASTA POR UNA ALTURA DE 76mm.
5. VACIAR AGUA AL CEMENTO CONDUCTIVO HASTA QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
6. DEJAR SECAR HASTA QUE SE CONVIERTA EN UNA MASA CONSISTENTE.
7. COLOCAR APROPIADAMENTE LA VARILLA DE PUESTA A TIERRA ENCIMA DE LA MASA SECA DE CEMENTO CONDUCTIVO.
8. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO HASTA POR UNA ALTURA DE DE 76mm Y (SEGUN PASO 5 Y 6).
9. INSTALAR TOPSOIL ENCIMA DE LA MASA SECA HASTA UNA ALTURA DE 300mm. PREVA COMPACTACION CADA 150mm.
10. LA PROPORCION POR POZO ES 03 BOLSAS DE 25 KG. DE CEMENTO CONDUCTIVO



DETALLE BAJADA DE CABLE APOZO A TIERRA
S/E

CENTRO DE COSTOS:		LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C		Area: LOGISTICA	
1	AS BUILT	10-05-21	D.B.	03/04/21	03/04/21
N°	DESCRIPCION	FECHA	POR	FECHA	POR

COMPANIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU

HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO LOGISTICA - ALMACEN MINA

DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

PLANO N° LCE-PL-PT-001

Anexos 2

PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



REGISTRO

LCE-SGC-R-004

REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA

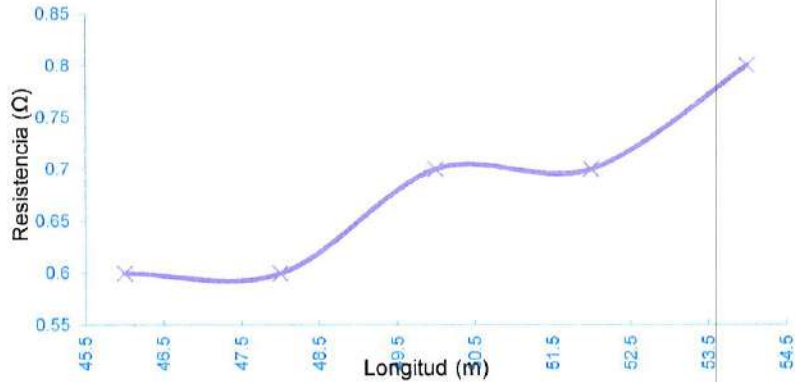
Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 1 de 1

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: SISTEMA A TIERRA (MALLA)
PLANOS: LCE-PL-PT-001
N° REGISTRO: LCE-R-LOG-018
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 25-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: Telurometro Megabras MTD 20KWe
CERTIFICADO DE CALIB.: N° 203738

PRUEBA DE POZO A TIERRA: [] PRUEBA DE MALLA A TIERRA: [X]

Tag: Malla a tierra
Ubicación: Almacén de Mina
Equipo de Prueba: Telurómetro Digital
Marca: MEGABRAS
Modelo: MTD20KWe
Serie: 17J0410
Fecha de Calibración: 29-OCT-2020
Estado superficial del terreno: Rocoso, Relleno Compactado
Metodo de Medición: Caída de Potencial (62.5%)
Clima: Parcialmente Nublado

Table with 3 columns: Item, L (m), R (Ω). Row 3 is highlighted with yellow background.



Observaciones:

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 80m.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

Signature and name: Ing. CP. ERICK VILLUM PACCARA MAMANI, REGISTRO 153329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Americo Luque
Fecha: 10-05-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: HERMES DIAZ FERRERES
Fecha: 10-MAY-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Residencia LCE
Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Fecha: [Signature]
Firma: Eliazar Ceana Tairo, RESIDENTE, 15-MAY-21

MEDICIONES DE SISTEMA A TIERRA



Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA



REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE SISTEMA A TIERRA

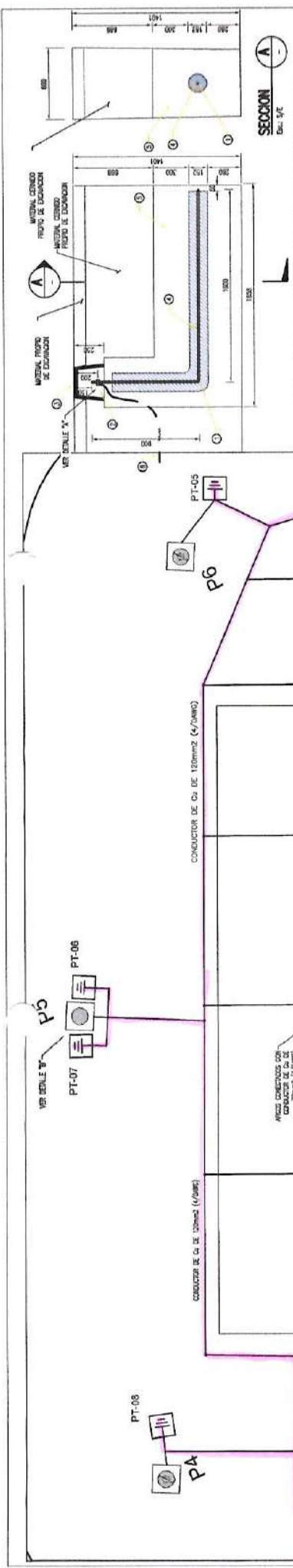



Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 103320 - ELECTRICISTA

MEDICIONES DE SISTEMA A TIERRA (EQUIPO DE MEDICION)



Este documento es propiedad de LAS BAMBAS, y debe ser tratado confidencialmente. Este documento es confidencial y debe ser tratado como tal. Toda copia o reproducción debe ser autorizada por el departamento de Ingeniería y Operación.



SECCION A
Esc. 5/2

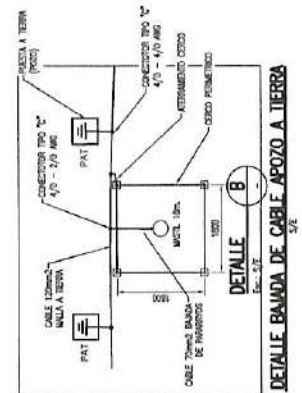
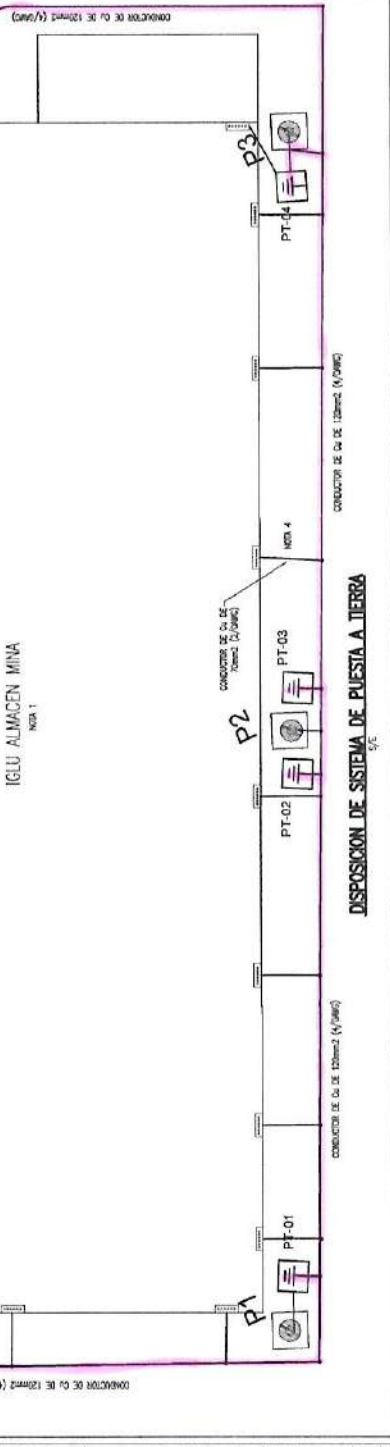
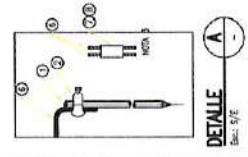
CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
NOTA 2

LISTA DE MATERIALES PARA PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	ESPECIFICACIONES
1	MALLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UNO	80(4" x 80)mm (3(1/2) DE CUADRO
2	CONECTOR PARA CABLE A VUELTA TIPO "W" DE BURDET	1	UNO	CABLE #10 AWG A VUELTA #10 AWG
3	CANAL RECTIFICADO CON VPA	1	UNO	207 x 302 x 30mm (8(1/8" x 1 1/4" x 1 1/4")
4	CRAMPON CONDUCTIVO	3	BL.	25 Kg
5	TOPSE CERAMICA	1	UNO	N/A
6	CONDUCTOR DE COBRE ARMADO DE TEMPLE BUNDO (CABLE APICADO)	1	UNO	#10 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BURDET	1	UNO	CABLE #10 AWG A CABLE #10 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BURDET	1	UNO	CABLE #10 AWG A CABLE #10 AWG

LEYENDA

	CUBRO DE WELD DE LA SUPERFICIE TERRESTRE
	ZONA PROTECTORA CONTRA RAYOS
	POSO A TIERRA SIN CANAL DE RECTIFICACION
	POSO A TIERRA CON CANAL DE RECTIFICACION
	MALLA METALICA DE 10m. CON PASADIZOS (PT - PQ)
	MALLA METALICA CON REINFORZAMIENTO (REINFORZADO)
	REJILLA METALICA
	REJILLA METALICA
	REJILLA METALICA
	REJILLA METALICA



- NOTAS**
1. MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA LOS TRUENOS DE TIPO Y DE FICHO. EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA SPWT GARANTIZA QUE LOS TRUENOS DE TIPO Y FICHO NO SUPEREN LOS 50V QUE INDICA LA NORMA. TODOS LOS VALORES DEBEN SER VERIFICADOS EN EL MOMENTO DE LA INSTALACION.
 2. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 3. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 4. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 5. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 6. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 7. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 8. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 9. INSTALAR Y MANTENER LAS BARRAS DE COBRE EN LOS PUNOS DE TIERRA (CABLES # 7 AWG-40 CALIBRO-3).
 10. LA PROTECCION POR FICHO ES EN LOS CASOS DE 20 MS DE CUERPO CONDUCTIVO.
- PROCEDIMIENTO DE PUNTO A TIERRA**
1. SE DEBE LA INSTALACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
 2. EN EL INTERIOR DE LA INSTALACION DEBE SER CONECTADO CON MALLA DE TIERRA PUNTO A TIERRA CON UN DIAMETRO DE 10" DE DIAMETRO.
 3. COLOCAR CABLES CONDUCTIVOS EN EL MODO DEBIDO PARA UNA ALTA DE 10" DE DIAMETRO.
 4. COLOCAR CABLES CONDUCTIVOS EN EL MODO DEBIDO PARA UNA ALTA DE 10" DE DIAMETRO.
 5. COLOCAR CABLES CONDUCTIVOS EN EL MODO DEBIDO PARA UNA ALTA DE 10" DE DIAMETRO.
 6. COLOCAR CABLES CONDUCTIVOS EN EL MODO DEBIDO PARA UNA ALTA DE 10" DE DIAMETRO.
 7. COLOCAR CABLES CONDUCTIVOS EN EL MODO DEBIDO PARA UNA ALTA DE 10" DE DIAMETRO.
 8. COLOCAR CABLES CONDUCTIVOS EN EL MODO DEBIDO PARA UNA ALTA DE 10" DE DIAMETRO.
 9. COLOCAR CABLES CONDUCTIVOS EN EL MODO DEBIDO PARA UNA ALTA DE 10" DE DIAMETRO.
 10. LA PROTECCION POR FICHO ES EN LOS CASOS DE 20 MS DE CUERPO CONDUCTIVO.

EMPRESA DE OBTENCION		USUARIO		FECHA		AUTORIZACION		REVISION	
NO.	FECHA	NO.	FECHA	NO.	FECHA	NO.	FECHA	NO.	FECHA
1	14/08/21	1	14/08/21	1	14/08/21	1	14/08/21	1	14/08/21
2	14/08/21	2	14/08/21	2	14/08/21	2	14/08/21	2	14/08/21
3	14/08/21	3	14/08/21	3	14/08/21	3	14/08/21	3	14/08/21
4	14/08/21	4	14/08/21	4	14/08/21	4	14/08/21	4	14/08/21
5	14/08/21	5	14/08/21	5	14/08/21	5	14/08/21	5	14/08/21
6	14/08/21	6	14/08/21	6	14/08/21	6	14/08/21	6	14/08/21
7	14/08/21	7	14/08/21	7	14/08/21	7	14/08/21	7	14/08/21
8	14/08/21	8	14/08/21	8	14/08/21	8	14/08/21	8	14/08/21
9	14/08/21	9	14/08/21	9	14/08/21	9	14/08/21	9	14/08/21
10	14/08/21	10	14/08/21	10	14/08/21	10	14/08/21	10	14/08/21

PLANEO DE RESPUESTA

REVISION

COMPANIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU

HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO LOGISTICA - ALMACEN MINA

PLANO N° LCE-PL-PT-001

ESC. 1

**REGISTRO**

LCE-SGC-R-004

Revisión: 0

Fecha: 18/02/21

Hojas 1 de 1

REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS **N° REGISTRO:** LCE-R-LOG-010
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO **ORDEN DE COMPRA:** 4400338893
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA **FECHA:** 22-ABR-2021
ENTREGABLE / TAG: POZO A TIERRA N° 1 **EQUIPO DE PRUEBA:** Telurometro Megabras MTD 20KWe
PLANOS: LCE-PL-PT-001 **CERTIFICADO DE CALIB.:** N° 203738

PRUEBA DE POZO A TIERRA:

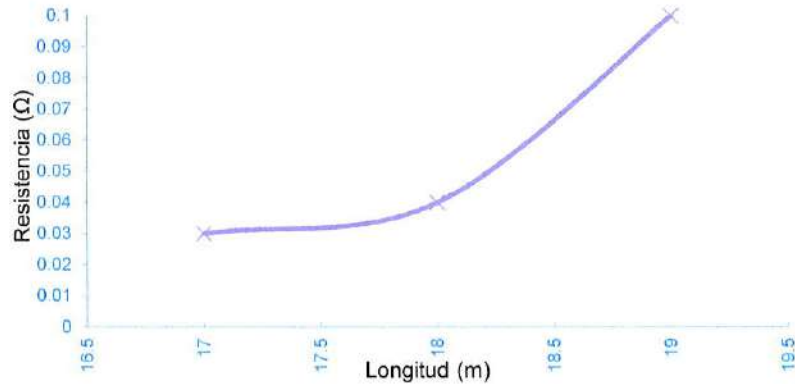


PRUEBA DE MALLA A TIERRA:



Tag: Pozo a tierra N° 1 Ubicación: Almacen de Mina
 Equipo de Prueba: Telurometro Digital Marca: MEGABRAS Modelo: MTD20KWe
 Serie: 17J0410 Fecha de Calibración: 29-OCT-2020
 Estado superficial del terreno: Rocoso, Relleno Compactado Metodo de Medición: Caída de Potencial (62.5%)
 Clima: Muy nublado

Item	L (m)	R (Ω)
1	17	0.03
2	18	0.04
3	19	0.10
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

**Observaciones:**

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 30m. Para el electrodo de tensión (pica de tensión) se considera una distancia inicial de 62.5% del pozo o sistema a tierra a medir, luego de lo cual se realiza mediciones a +/- 1 ó 2 m de la posición inicial de la pica de tensión.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

Ing. ERICK WILLIAM PACCAPA MAMANI
 REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE

Nombre: Americo Luque
 Fecha: 10-05-21
 Firma:

Aprobado por Calidad LCE:

Nombre: HERNAN DIAZ FLORES
 Fecha: 10-MAY-21
 Firma:

Aprobado por Residencia LCE

Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC.
 Fecha:
 Firma: **Eliazar Ceana Tairo**
 RESIDENTE
15-MAY-21

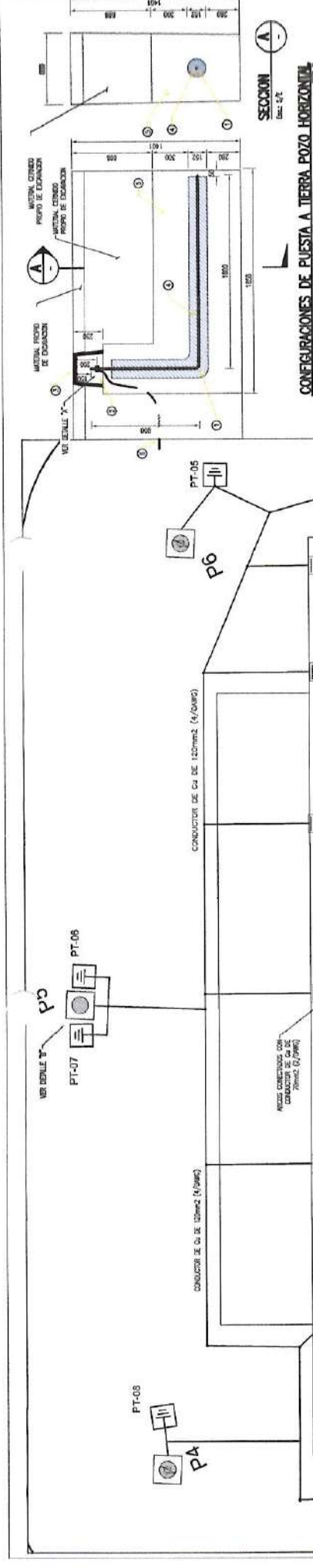


REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 1

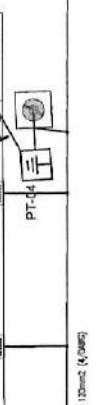
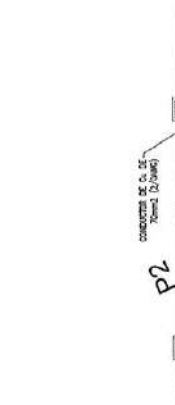



Ing. ERICK VILLAN PACCARA MAMANI
REGISTRO 193320 - ELECTRICISTA



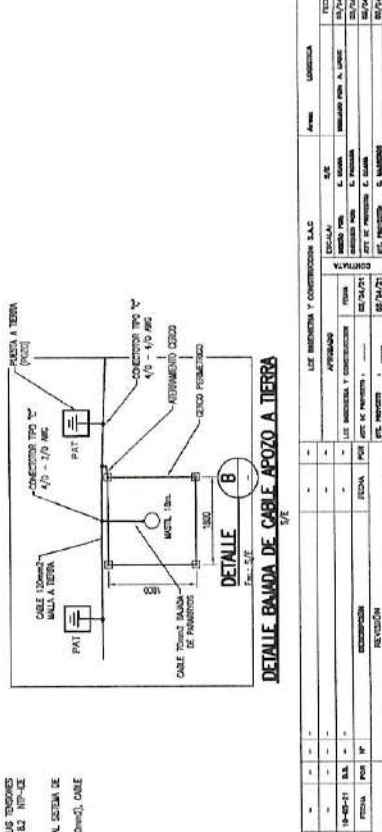
LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT. UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1 UNO	80/4" x 200mm (Ø) Ø3/4" DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "X"	1 UNO	CABLE #10 AWG A VARILLA #2" x 14"
3	CABLE RESISTIVO CON 24N	1 UNO	207 x 202 x 200mm (Ø) 1/2" x 14 1/4" x 14"
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3 BLS	25 Kg
5	TAPALLO CERÁMICO	VAR.	Ø3/4"
6	CONDUCTOR DE COBRE DERIVADO DE TEMPAL BLANCO (Ø=Ø3/4")	VAR.	#10 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "Y" DE BURNBY	VAR.	CABLE #10 AWG A CABLE #10
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "Y" DE BURNBY	VAR.	CABLE #10 AWG A CABLE #10



LEYENDA

	CAPAS DE CEMENTO DE LA SUPERFICIE SUPERIOR
	ZONA PROTECTORA CERÁMICA BURNBY
	POZO A TIERRA SIN CABLE DE RESISTIVO
	POZO A TIERRA CON CABLE DE RESISTIVO
	UNIÓN METÁLICA DE TIPO CON INHIBIDORES (P1 - P6)
	UNIÓN METÁLICA CON INHIBIDORES (DETALLE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL
	BORNA EXPANSIÓN DE CU PUESTA A TIERRA



NOTAS:

1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LOS TERREMOTOS DE TODO Y DE PAGO, EL ANCLAJAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA SPW GARANTIZA QUE LOS TERREMOTOS DE TODO Y PAGO NO SUPEREN LOS VALORES DE BANDA LA NORMA, DICHO VALORES ESTÁN CONTEMPLADOS EN EL ANEXO MENÚ DE SPW. (SIN EL SPW-DE-CONSTRUCCION).
2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LOS TERREMOTOS DE TODO Y DE PAGO, EL ANCLAJAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA SPW GARANTIZA QUE LOS TERREMOTOS DE TODO Y PAGO NO SUPEREN LOS VALORES DE BANDA LA NORMA, DICHO VALORES ESTÁN CONTEMPLADOS EN EL ANEXO MENÚ DE SPW. (SIN EL SPW-DE-CONSTRUCCION).
3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LOS TERREMOTOS DE TODO Y DE PAGO, EL ANCLAJAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA SPW GARANTIZA QUE LOS TERREMOTOS DE TODO Y PAGO NO SUPEREN LOS VALORES DE BANDA LA NORMA, DICHO VALORES ESTÁN CONTEMPLADOS EN EL ANEXO MENÚ DE SPW. (SIN EL SPW-DE-CONSTRUCCION).
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LOS TERREMOTOS DE TODO Y DE PAGO, EL ANCLAJAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA SPW GARANTIZA QUE LOS TERREMOTOS DE TODO Y PAGO NO SUPEREN LOS VALORES DE BANDA LA NORMA, DICHO VALORES ESTÁN CONTEMPLADOS EN EL ANEXO MENÚ DE SPW. (SIN EL SPW-DE-CONSTRUCCION).

PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:

1. SE REALIZA LA EXCAVACIÓN SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
2. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
3. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
4. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
5. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
6. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
7. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
8. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
9. SE COLOCA EL CABLE RESISTIVO EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE DE COBRE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO, SE COLOCA EL CABLE #10 AWG EN LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL POZO.
10. LA PROFUNDIDAD POR POZO ES DE 20 CM DE CEMENTO CONDUCTIVO.

**REGISTRO**

LCE-SGC-R-004

 Revisión: 0
 Fecha: 18/02/21
 Hojas: 1 de 1
REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA

CLIENTE:	<u>UNIDAD MINERA LAS BAMBAS</u>	N° REGISTRO:	<u>LCE-R-LOG-011</u>
PROYECTO:	<u>HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO</u>	ORDEN DE COMPRA:	<u>4400338893</u>
AREA:	<u>LOGISTICA / ALMACEN MINA</u>	FECHA:	<u>22-ABR-2021</u>
ENTREGABLE / TAG:	<u>POZO A TIERRA N° 2</u>	EQUIPO DE PRUEBA:	<u>Telurómetro Megabras MTD 20KWe</u>
PLANOS:	<u>LCE-PL-PT-001</u>	CERTIFICADO DE CALIB.:	<u>N° 203738</u>

PRUEBA DE POZO A TIERRA:

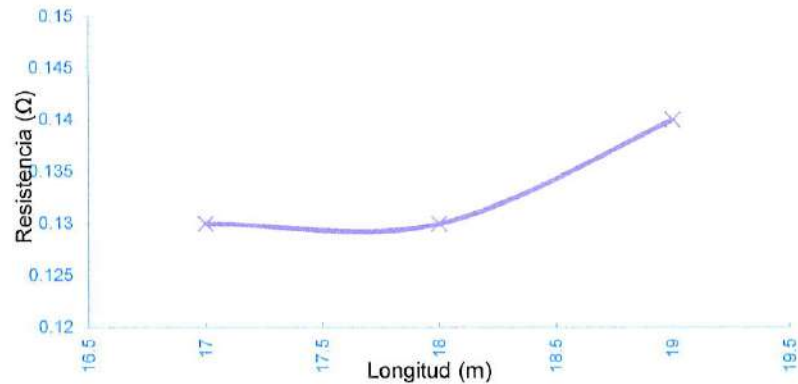


PRUEBA DE MALLA A TIERRA:



Tag:	Pozo a tierra N° 2	Ubicación:	Almacen de Mina
Equipo de Prueba:	Telurómetro Digital	Marca:	MEGABRAS
Serie:	17J0410	Fecha de Calibración:	29-OCT-2020
Estado superficial del terreno:	Rocoso, Relleno Compactado	Metodo de Medición:	Caida de Potencial (62.5%)
Clima:	Muy nublado		

Item	L (m)	R (Ω)
1	17	0.13
2	18	0.13
3	19	0.14
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

**Observaciones:**

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 30m. Para el electrodo de tensión (pica de tensión) se considera una distancia inicial de 62.5% del pozo o sistema a tierra a medir, luego de lo cual se realiza mediciones a +/- 1 ó 2 m de la posición inicial de la pica de tensión.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
 REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE

 Nombre: Americo Luge
 Fecha: 10-05-21
 Firma:

Aprobado por Calidad LCE:

 Nombre: HERMES DIAZ FLORES
 Fecha: 10-MAV-21
 Firma:

Aprobado por Residencia LCE

 Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
 Fecha:
 Firma: Eliazar Coana Tairo
 RESIDENTE
15-MAY-21



REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 2




Ing. CP. ERICK VILLAN PACCARA MAMANI
REGISTRO 133320 - ELECTRICISTA



REGISTRO

LCE-SGC-R-004

REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA

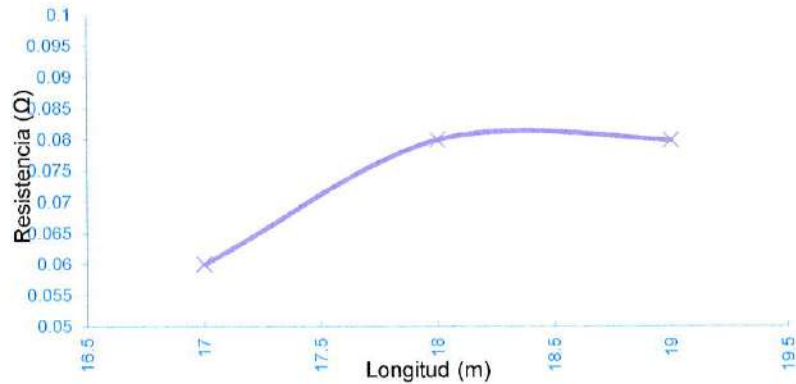
Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 1 de 1

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: POZO A TIERRA N° 3
PLANOS: LCE-PL-PT-001
N° REGISTRO: LCE-R-LOG-012
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 22-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: Teluometro Megabras MTD 20KWe
CERTIFICADO DE CALIB.: N° 203738

PRUEBA DE POZO A TIERRA: [X] PRUEBA DE MALLA A TIERRA: []

Tag: Pozo a tierra N° 3
Ubicación: Almacen de Mina
Equipo de Prueba: Telurómetro Digital
Marca: MEGABRAS
Modelo: MTD20KWe
Serie: 17J0410
Fecha de Calibración: 29-OCT-2020
Estado superficial del terreno: Rocoso, Relleno Compactado
Metodo de Medición: Caída de Potencial (62.5%)
Clima: Muy nublado

Table with 3 columns: Item, L (m), R (Ω). Row 2 is highlighted with yellow background.



Observaciones: El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra... Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

Elaborado por Supervisión LCE: Americo Luque
Aprobado por Calidad LCE: HERMES DIAZ FLORES
Aprobado por Residencia LCE: Eliazar Ceana Tairo



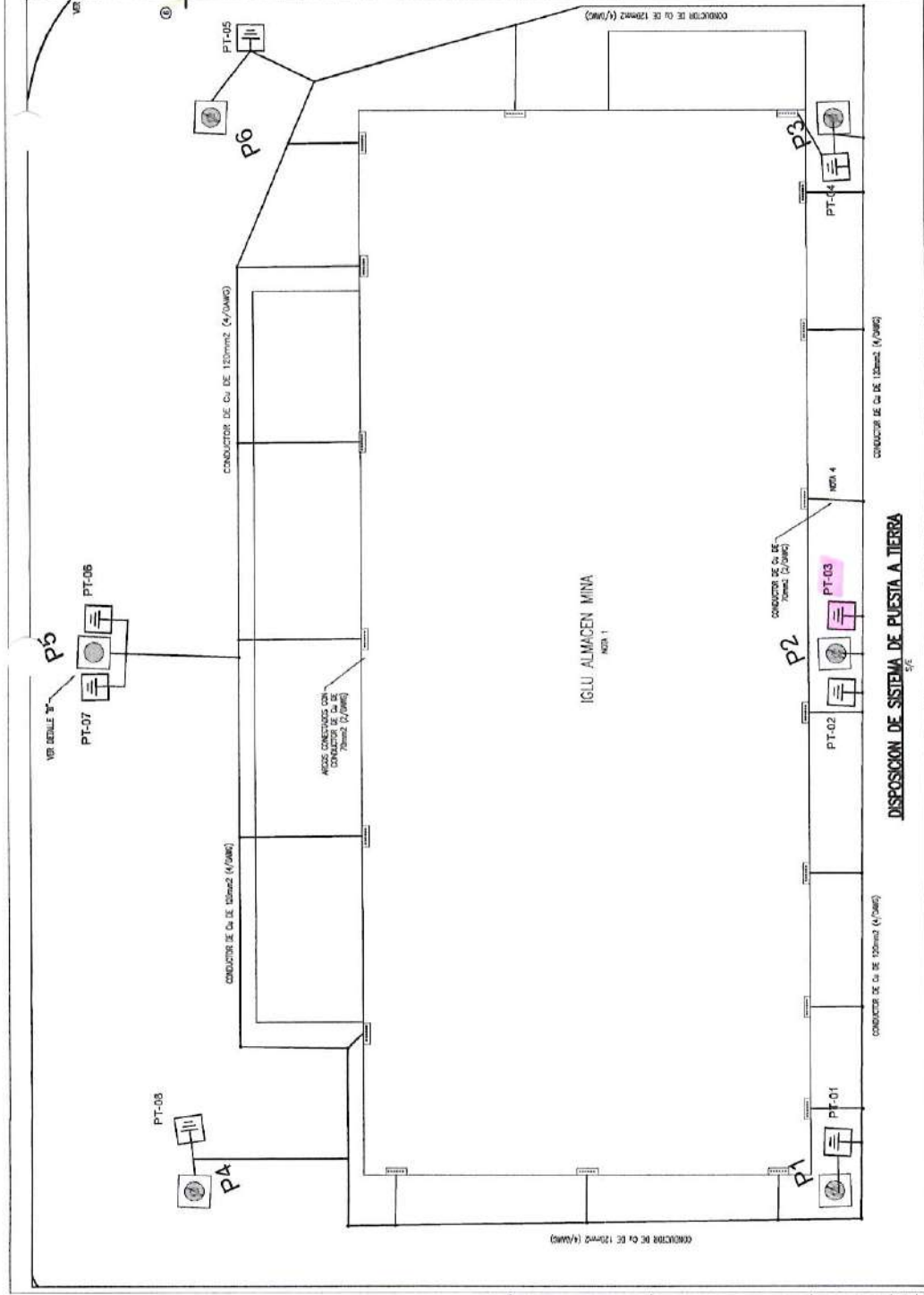
REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 3

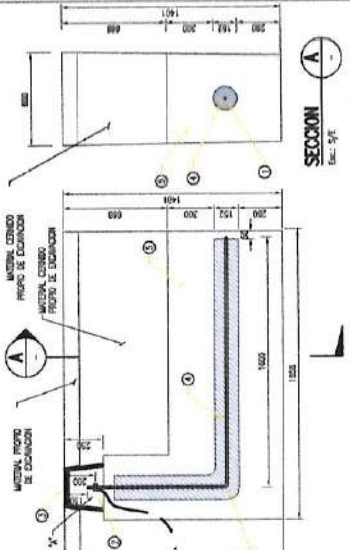
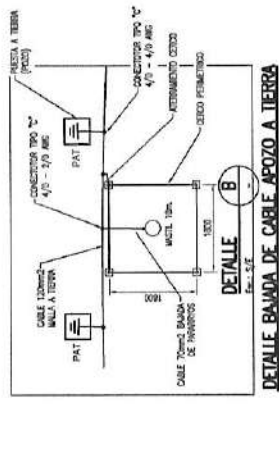



Ing. CIP. ERICK VILLUM PACCARA MAMANI
REGISTRO 193320 - ELECTRICISTA

Este es un documento de propiedad de IGLU ALMACEN MINA. Toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de IGLU ALMACEN MINA puede resultar en sanciones legales. Toda información contenida en este documento es confidencial y debe ser tratada como tal. No se debe divulgar esta información a terceros sin el consentimiento escrito de IGLU ALMACEN MINA.



- NOTAS:**
1. METAS DE PROTECCIÓN CONTRA LOS TERREMOTOS DE TOQUE Y DE PIEDA. EL AMBARRAMIENTO Y MOCAMIENTO DEL SISTEMA DEBEN GARANTIZAR QUE LOS TERREMOTOS DE TOQUE Y PIEDA NO SUPEREN LOS NIVELES DE RIESGO. TODOS LOS VALORES DEBEN CONFORMARSE EN EL MODELO MENTO DE IGLU ALMACEN MINA.
 2. MATERIALES Y CONFIGURACIONES DEBEN SER APROPIADOS PARA EL TIPO DE TERREMOTOS QUE SE ESPERAN EN LA ZONA.
 3. DIMENSIONES MÍNIMAS DE CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS TRANSVERSALES O QUE CONECTAN LAS BARRAS TRANSVERSALES AL SISTEMA DE PIEDA (Ver Fig. 1 y Fig. 2).
 4. EL CABLE TIPO DEBEN SER DE 120mm² (4/0 AWG) (130mm²) CABLE CON UN GRADO DE PROTECCIÓN DE 2 AWG (7mm²).
- PROCEDIMIENTO DE PUNTO A TIERRA:**
1. SE DEBE REALIZAR LA DISEÑACIÓN SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
 2. EL CABLE TIPO DEBEN SER DE 120mm² (4/0 AWG) (130mm²) CABLE CON UN GRADO DE PROTECCIÓN DE 2 AWG (7mm²).
 3. EN EL INTERIOR DE LA EXCAVACIÓN ADICIONAR UN MANTO DE TIERRA PVC DE DIMENSIONES (120mm x 6" x 6" DE DIAMETRO).
 4. COLOCAR CABLES CONDUCTORES DE 120mm² (4/0 AWG) (130mm²) CABLE CON UN GRADO DE PROTECCIÓN DE 2 AWG (7mm²).
 5. EL CABLE TIPO DEBEN SER DE 120mm² (4/0 AWG) (130mm²) CABLE CON UN GRADO DE PROTECCIÓN DE 2 AWG (7mm²).
 6. EL CABLE TIPO DEBEN SER DE 120mm² (4/0 AWG) (130mm²) CABLE CON UN GRADO DE PROTECCIÓN DE 2 AWG (7mm²).
 7. COLOCAR APROPIADAMENTE LA VENTILACIÓN A TIERRA DENTRO DE LA MESA DE CONCRETO CONDUCTIVO.
 8. EL CABLE TIPO DEBEN SER DE 120mm² (4/0 AWG) (130mm²) CABLE CON UN GRADO DE PROTECCIÓN DE 2 AWG (7mm²).
 9. EL CABLE TIPO DEBEN SER DE 120mm² (4/0 AWG) (130mm²) CABLE CON UN GRADO DE PROTECCIÓN DE 2 AWG (7mm²).
 10. LA PROTECCIÓN POR PIEDA EN LOS TERREMOTOS DE 25 MS DE CONCRETO CONDUCTIVO.



CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
 FIG. 1

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	MANTO PARA PUESTA A TIERRA DE CONCRETO	1	UNO	60" x 60" x 2" (1524 x 1524 x 51)
2	CONECTOR PARA CABLE A TIERRA TIPO "PAT"	1	UNO	CABLE #10 AWG A TIERRA 60" x 60"
3	CABLE TIPO	1	UNO	207 x 302 x 200mm (8 1/8" x 11 7/8" x 7 7/8")
4	CONCRETO CONDUCTIVO	3	BL.	25 Kg
5	TIPO DE TIERRA	UNO	AL.	—
6	CONCRETO DE CONCRETO DE TIEMPLE (BANDO) (CABLE TIPO)	UNO	PI.	6" x 6" x 6"
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "PAT" DE BARRA	UNO	UNO	CABLE #10 AWG A TIERRA 60" x 60"
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "PAT" DE BARRA	UNO	UNO	CABLE #10 AWG A TIERRA 60" x 60"

LEGENDA

	CONCRETO
	MANTO DE TIERRA
	CABLE TIPO
	CONECTOR TIPO "PAT"
	MANTO DE TIERRA
	MANTO DE TIERRA
	MANTO DE TIERRA
	MANTO DE TIERRA
	MANTO DE TIERRA
	MANTO DE TIERRA
	MANTO DE TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
1	MANTO PARA PUESTA A TIERRA DE CONCRETO	1	UNO	100.00	100.00
2	CONECTOR PARA CABLE A TIERRA TIPO "PAT"	1	UNO	50.00	50.00
3	CABLE TIPO	1	UNO	100.00	100.00
4	CONCRETO CONDUCTIVO	3	BL.	25.00	75.00
5	TIPO DE TIERRA	UNO	AL.	—	—
6	CONCRETO DE CONCRETO DE TIEMPLE (BANDO) (CABLE TIPO)	UNO	PI.	6.00	6.00
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "PAT" DE BARRA	UNO	UNO	50.00	50.00
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "PAT" DE BARRA	UNO	UNO	50.00	50.00

COMPANIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU

HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO LOGISTICA - ALMACEN MINA

PLAN N° 100 - LCE-PL-PT-001

REVISION

FECHA	POR	REV.	DESCRIPCION
10/01/2024	ING. JUAN PABLO	01	REVISION

**REGISTRO**

LCE-SGC-R-004

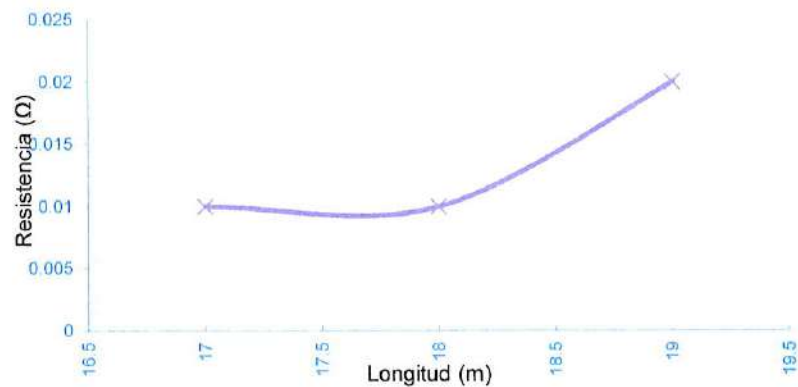
 Revisión: 0
 Fecha: 18/02/21
 Hojas: 1 de 1
REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA

CLIENTE:	<u>UNIDAD MINERA LAS BAMBAS</u>	N° REGISTRO:	<u>LCE-R-LOG-013</u>
PROYECTO:	<u>HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO</u>	ORDEN DE COMPRA:	<u>4400338893</u>
AREA:	<u>LOGISTICA / ALMACEN MINA</u>	FECHA:	<u>22-ABR-2021</u>
ENTREGABLE / TAG:	<u>POZO A TIERRA N° 4</u>	EQUIPO DE PRUEBA:	<u>Telurómetro Megabras MTD 20KWe</u>
PLANOS:	<u>LCE-PL-PT-001</u>	CERTIFICADO DE CALIB.:	<u>N° 203738</u>

 PRUEBA DE POZO A TIERRA: PRUEBA DE MALLA A TIERRA:

Tag:	<u>Pozo a tierra N° 4</u>	Ubicación:	<u>Almacen de Mina</u>
Equipo de Prueba:	<u>Telurómetro Digital</u>	Marca:	<u>MEGABRAS</u>
Serie:	<u>17J0410</u>	Fecha de Calibración:	<u>29-OCT-2020</u>
Estado superficial del terreno:	<u>Rocoso, Relleno Compactado</u>	Metodo de Medición:	<u>Caida de Potencial (62.5%)</u>
Clima:	<u>Muy nublado</u>		

Item	L (m)	R (Ω)
1	17	0.01
2	18	0.01
3	19	0.02
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

**Observaciones:**

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 30m. Para el electrodo de tensión (pica de tensión) se considera una distancia inicial de 62.5% del pozo o sistema a tierra a medir, luego de lo cual se realiza mediciones a +/- 1 ó 2 m de la posición inicial de la pica de tensión.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
 REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE Nombre: <u>Americo Luque</u> Fecha: <u>10-05-21</u> Firma:	Aprobado por Calidad LCE: Nombre: <u>HERNAN DIAZ FLORES</u> Fecha: <u>10-MAY-21</u> Firma:	Aprobado por Residencia LCE Nombre: <u>LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC.</u> Fecha: Firma: <u>Eliazar Ceana Tairo</u> <u>RESIDENTE</u> <u>15-MAY-21</u>
---	---	---



REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 4




Ing. ERICK VILIAM PACCAPA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

**REGISTRO**

LCE-SGC-R-004

 Revisión: 0
 Fecha: 18/02/21
 Hojas: 1 de 1
REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA

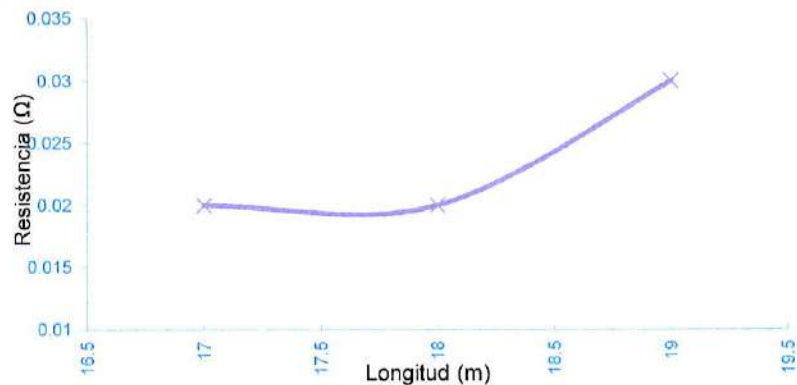
CLIENTE:	<u>UNIDAD MINERA LAS BAMBAS</u>	N° REGISTRO:	<u>LCE-R-LOG-014</u>
PROYECTO:	<u>HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO</u>	ORDEN DE COMPRA:	<u>4400338893</u>
AREA:	<u>LOGISTICA / ALMACEN MINA</u>	FECHA:	<u>22-ABR-2021</u>
ENTREGABLE / TAG:	<u>POZO A TIERRA N° 5</u>	EQUIPO DE PRUEBA:	<u>Telurometro Megabras MTD 20KWe</u>
PLANOS:	<u>LCE-PL-PT-001</u>	CERTIFICADO DE CALIB.:	<u>N° 203738</u>

PRUEBA DE POZO A TIERRA:

PRUEBA DE MALLA A TIERRA:

Tag:	Pozo a tierra N° 5	Ubicación:	Almacen de Mina
Equipo de Prueba:	Telurómetro Digital	Marca:	MEGABRAS
Serie:	17J0410	Fecha de Calibración:	29-OCT-2020
Estado superficial del terreno:	Rocoso, Relleno Compactado	Metodo de Medición:	Caida de Potencial (62.5%)
Clima:	Muy nublado		

Item	L (m)	R (Ω)
1	17	0.02
2	18	0.02
3	19	0.03
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

**Observaciones:**

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 30m. Para el electrodo de tensión (pica de tensión) se considera una distancia inicial de 62.5% del pozo o sistema a tierra a medir, luego de lo cual se realiza mediciones a +/- 1 ó 2 m de la posición inicial de la pica de tensión.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
 REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE

 Nombre: Americo Luque
 Fecha: 10-05-21
 Firma:

Aprobado por Calidad LCE:

 Nombre: HERMES DÍAZ FLORES
 Fecha: 10-MAY-21
 Firma:

Aprobado por Residencia LCE

 Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC.
 Fecha: 15-MAY-21
 Firma:
Eliazar Ceana Tatro
 RESIDENTE

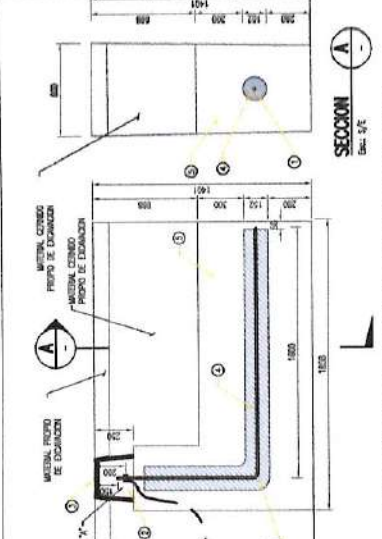


REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 5



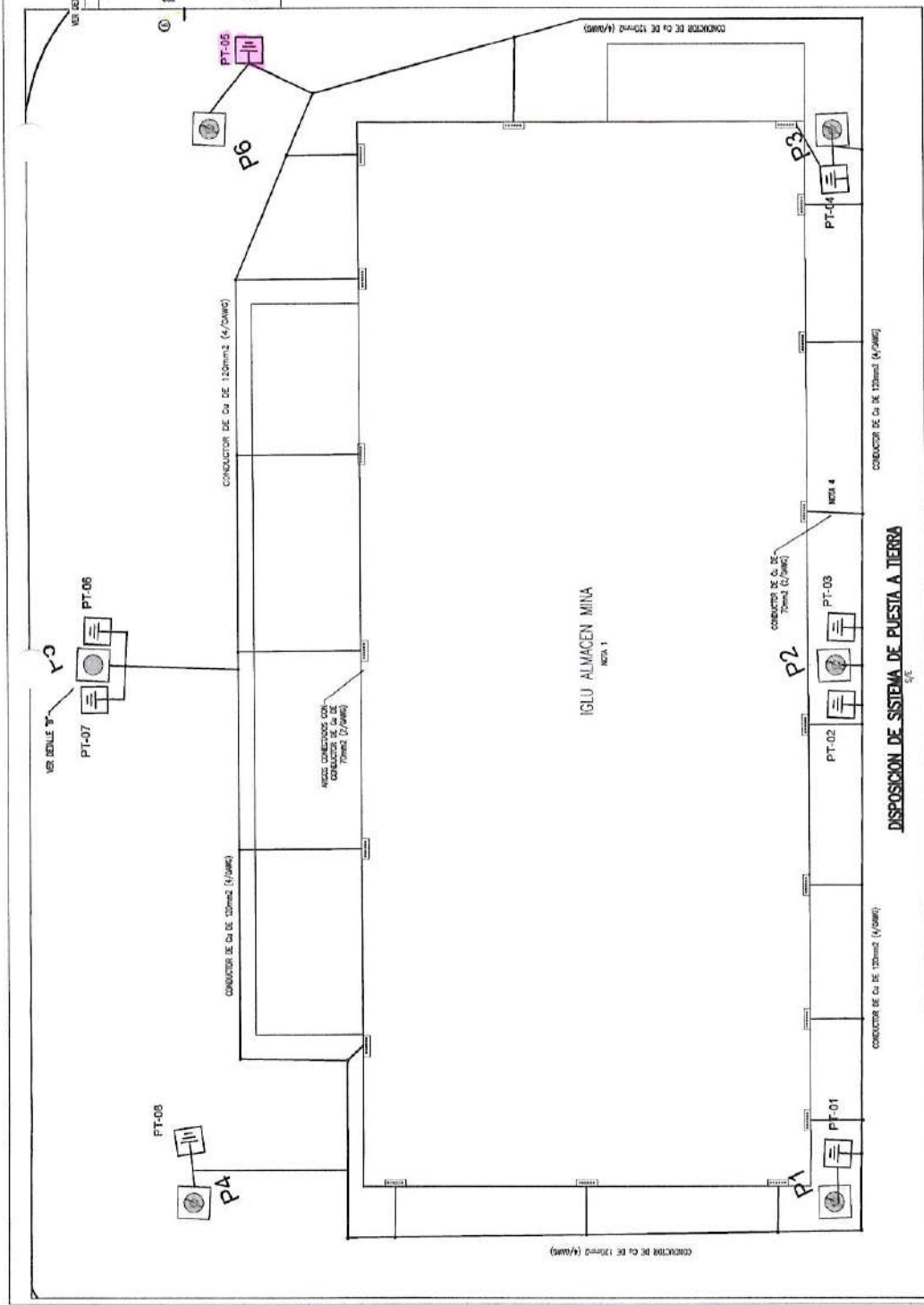
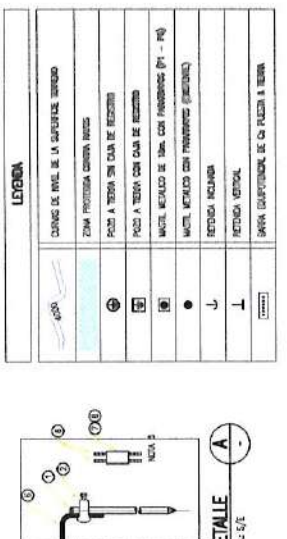

.....
Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA



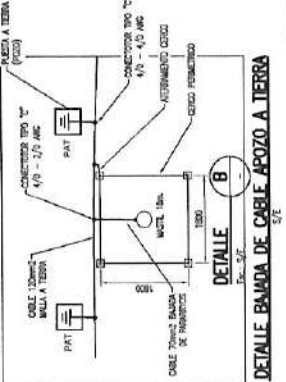
SECCION
Det-5/E

CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
Det-5/E

ITEM	DESCRIPCION	CANT. UNIDAD	DIMENSIONES
1	MALLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	84" x 200mm (6x1) DE COBRE
2	CONECTOR PARA CABLE A MALLA TIPO "W"	1	CABLE #4/0 AWG A MALLA #4" x 4"
3	CANALIZADO CON 2" x 4"	1	207 x 102 x 200mm (8 1/8" x 4" x 8")
4	CUADRO CONDUCTIVO	3	8x5 25 kg
5	TRONCAL JERONIA	AWG #4/0	-
6	CONDUCTOR DE COBRE LIGADO DE TRONCAL BANDO (LONG APAREJA)	AWG #4/0	AWG #4/0
7	CONDUCTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BUNNEY	AWG #4/0	AWG #4/0
8	CONDUCTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BUNNEY	AWG #4/0	AWG #4/0



DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
S/E



DETALLE BANDA DE CABLE APOZO A TIERRA
S/E

- NOTAS:**
1. METODO DE PUESTA A TIERRA COMO LOS TERMINOS DE TOQUE Y DE PISO. EL MANEJAMIENTO Y MUEVIMIENTO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DEBE GARANTIZAR QUE LAS TERMINALES DE TOQUE Y PISO NO SUPEREN LOS 50V DE VOLTAJE EN LA MINA. OTROS VALORES DEBEN COMPROBARSE EN EL MODELO MANTENIMIENTO DE 50V. (SEEN 5.2 IET-EE)
 2. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 3. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 4. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 5. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 6. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 7. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 8. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 9. MANTENER LAS CONEXIONES DE LOS TERMINOS DE TOQUE Y PISO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 10. LA PROPORCION POR PISO ES DE 25 VOLTS DE CUADRO CONDUCTIVO.
- PROCEDIMIENTO DE PISO A TIERRA:**
1. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LOS MEDIDOS INDICADOS EN EL PLANO.
 2. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 3. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 4. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 5. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 6. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 7. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 8. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 9. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.
 10. SE COLOCAN LAS MALLAS EN LA ALTEZA INDICADA EN EL PLANO.

PLANOS DE REFERENCIA		PLANOS DE REFERENCIA		PLANOS DE REFERENCIA		PLANOS DE REFERENCIA		PLANOS DE REFERENCIA		PLANOS DE REFERENCIA	
NO.	DESCRIPCION	NO.	DESCRIPCION	NO.	DESCRIPCION	NO.	DESCRIPCION	NO.	DESCRIPCION	NO.	DESCRIPCION
1	SECCION	1	SECCION	1	SECCION	1	SECCION	1	SECCION	1	SECCION
2	DETALLE	2	DETALLE	2	DETALLE	2	DETALLE	2	DETALLE	2	DETALLE
3	DISPOSICION	3	DISPOSICION	3	DISPOSICION	3	DISPOSICION	3	DISPOSICION	3	DISPOSICION
4	DETALLE	4	DETALLE	4	DETALLE	4	DETALLE	4	DETALLE	4	DETALLE

COMPANIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU
HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO LOGISTICA - ALMACEN MINA
PLANO N° LCE-PL-PT-001



REGISTRO

LCE-SGC-R-004

REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 1 de 1

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: POZO A TIERRA N° 6
PLANOS: LCE-PL-PT-001
N° REGISTRO: LCE-R-LOG-015
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 22-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: Teluometro Megabras MTD 20KWe
CERTIFICADO DE CALIB.: N° 203738

PRUEBA DE POZO A TIERRA:

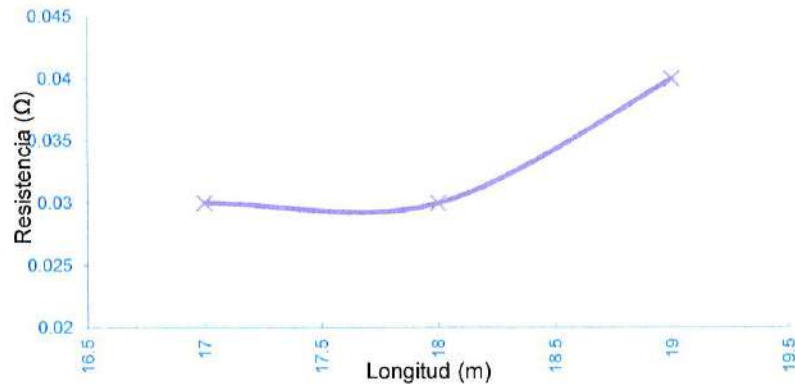
X

PRUEBA DE MALLA A TIERRA:



Tag: Pozo a tierra N° 6
Ubicación: Almacen de Mina
Equipo de Prueba: Telurómetro Digital
Marca: MEGABRAS
Modelo: MTD20KWe
Serie: 17J0410
Fecha de Calibración: 29-OCT-2020
Estado superficial del terreno: Rocoso, Relleno Compactado
Metodo de Medición: Caída de Potencial (62.5%)
Clima: Muy nublado

Table with 3 columns: Item, L (m), R (Ω). Row 2 is highlighted.



Observaciones:

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 30m. Para el electrodo de tensión (pica de tensión) se considera una distancia inicial de 62.5% del pozo o sistema a tierra a medir, luego de lo cual se realiza mediciones a +/- 1 ó 2 m de la posición inicial de la pica de tensión.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

Signature of Ing. CP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI, REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Americo Luque
Fecha: 10-05-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: HERMES DÍAZ FLORES
Fecha: 10-MAY-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Residencia LCE
Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Fecha: [Signature]
Firma: Eliazar Ceana Tairo RESIDENTE
15-MAY-21

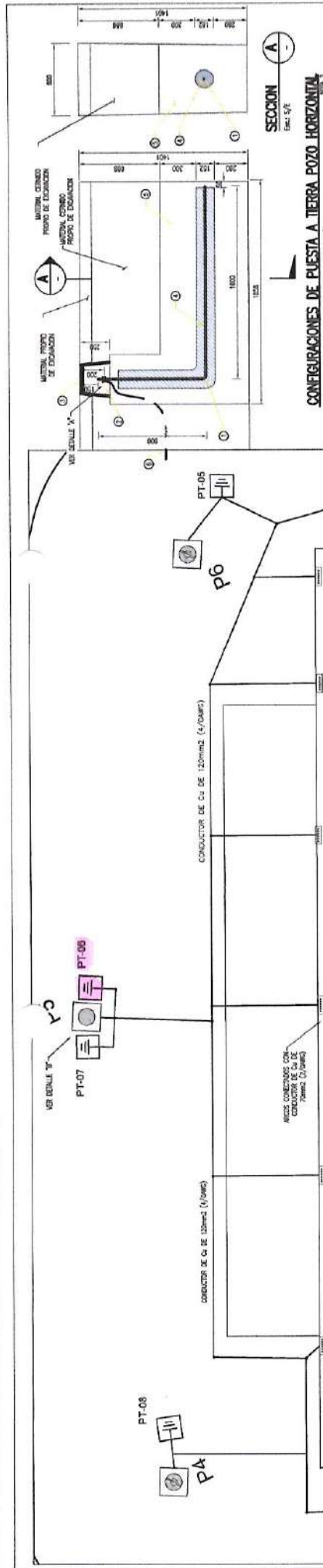


REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 6




Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA



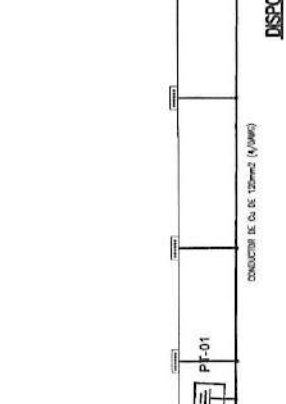
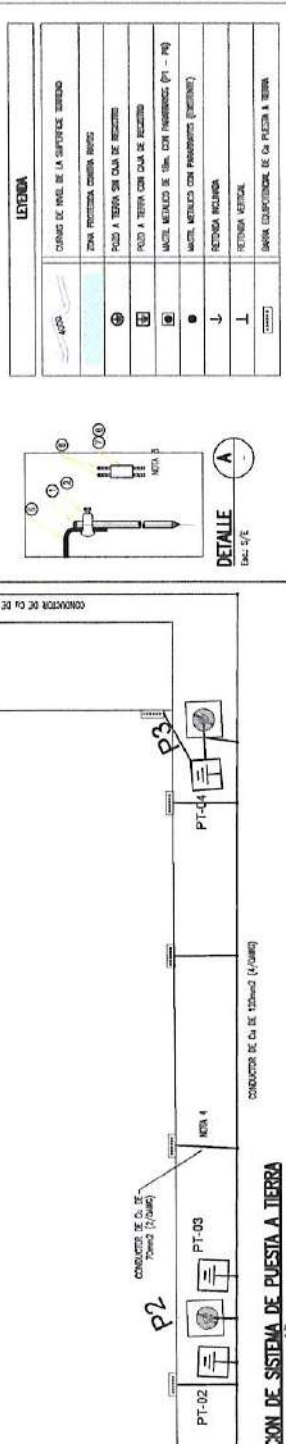
LISTA DE MATERIALES POR PUERTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	WIELLA PARA PUERTA A TIERRA DE COBRE	1	UNO	81/4" x 200mm (32.7" DE LONGITUD)
2	CONECTOR PARA CABLE A WIELLA TIPO "W"	1	UNO	CABLE #4/0 AWG A WIELLA #2/4"
3	CANA RECORTO CON TOPA	1	UNO	287 x 302 x 300mm (10 1/2" x 11 1/4" x 1")
4	CONJUNTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPAS, CENICHA	VAR.	m ³	-
6	CONJUNTO DE BARRAS CERRADO DE TEMPLO	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BARRER	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BARRER	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG



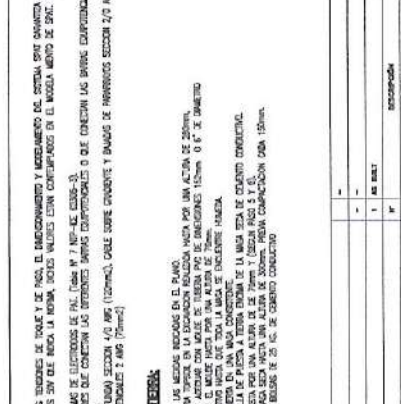
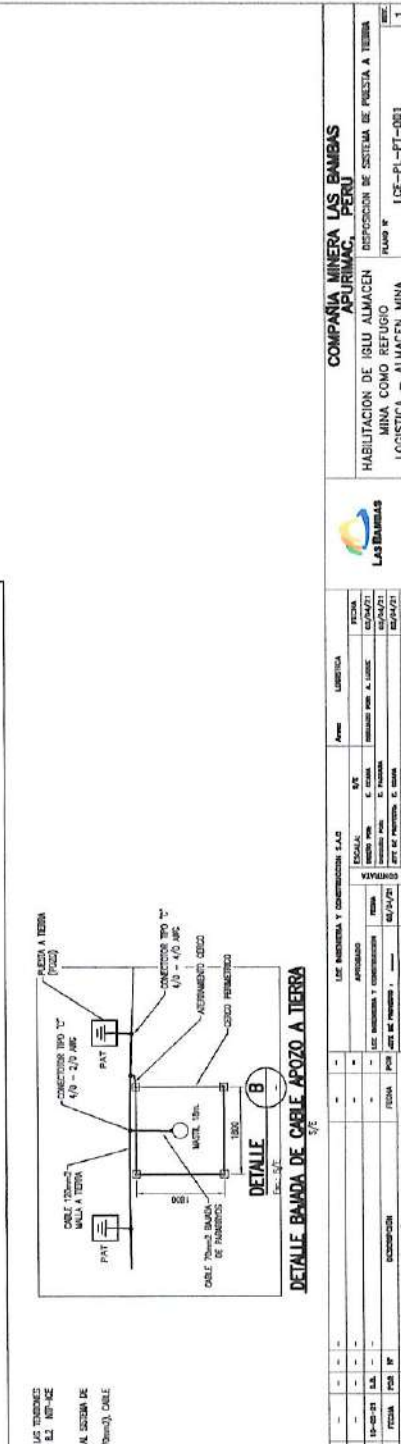
LEYENDA

	CONJUNTO DE BARRAS DE LA SUPERFICIE SUPERIOR
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RUIDOS
	PUERTO A TIERRA SIN CANA DE RECORTO
	PUERTO A TIERRA CON CANA DE RECORTO
	MÓDULO METÁLICO DE TIPO CON PARABARRIOS (PT - RW)
	RETEJÓN INCLINADO
	RETEJÓN VERTICAL
	BARRA CONDUCTORA DE Cu PUERTA A TIERRA



LEYENDA

	CONJUNTO DE BARRAS DE LA SUPERFICIE SUPERIOR
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RUIDOS
	PUERTO A TIERRA SIN CANA DE RECORTO
	PUERTO A TIERRA CON CANA DE RECORTO
	MÓDULO METÁLICO DE TIPO CON PARABARRIOS (PT - RW)
	RETEJÓN INCLINADO
	RETEJÓN VERTICAL
	BARRA CONDUCTORA DE Cu PUERTA A TIERRA



LEYENDA

	CONJUNTO DE BARRAS DE LA SUPERFICIE SUPERIOR
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RUIDOS
	PUERTO A TIERRA SIN CANA DE RECORTO
	PUERTO A TIERRA CON CANA DE RECORTO
	MÓDULO METÁLICO DE TIPO CON PARABARRIOS (PT - RW)
	RETEJÓN INCLINADO
	RETEJÓN VERTICAL
	BARRA CONDUCTORA DE Cu PUERTA A TIERRA

**REGISTRO**

LCE-SGC-R-004

REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA
 Revisión: 0
 Fecha: 18/02/21
 Hojas: 1 de 1

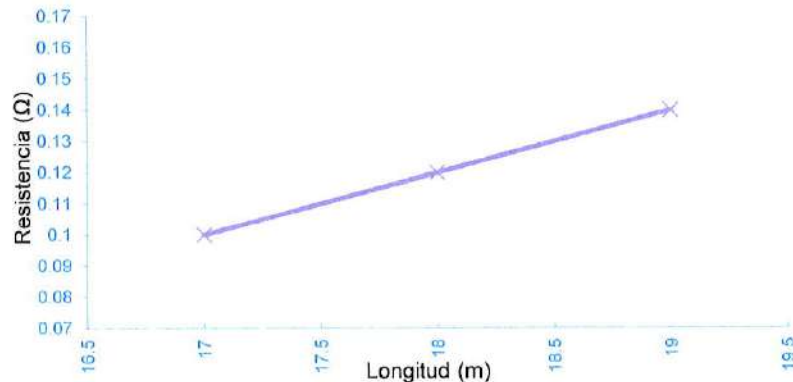
CLIENTE:	<u>UNIDAD MINERA LAS BAMBAS</u>	N° REGISTRO:	<u>LCE-R-LOG-016</u>
PROYECTO:	<u>HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO</u>	ORDEN DE COMPRA:	<u>4400338893</u>
AREA:	<u>LOGISTICA / ALMACEN MINA</u>	FECHA:	<u>22-ABR-2021</u>
ENTREGABLE / TAG:	<u>POZO A TIERRA N° 7</u>	EQUIPO DE PRUEBA:	<u>Telurometro Megabras MTD 20KWe</u>
PLANOS:	<u>LCE-PL-PT-001</u>	CERTIFICADO DE CALIB.:	<u>N° 203738</u>

PRUEBA DE POZO A TIERRA:

PRUEBA DE MALLA A TIERRA:

Tag:	<u>Pozo a tierra N° 7</u>	Ubicación:	<u>Almacen de Mina</u>
Equipo de Prueba:	<u>Telurómetro Digital</u>	Marca:	<u>MEGABRAS</u>
Serie:	<u>17J0410</u>	Modelo:	<u>MTD20KWe</u>
Estado superficial del terreno:	<u>Rocoso, Relleno Compactado</u>	Fecha de Calibración:	<u>29-OCT-2020</u>
Clima:	<u>Muy nublado</u>	Metodo de Medición:	<u>Caida de Potencial (62.5%)</u>

Item	L (m)	R (Ω)
1	17	0.10
2	18	0.12
3	19	0.14
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

**Observaciones:**

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 30m. Para el electrodo de tensión (pica de tensión) se considera una distancia inicial de 62.5% del pozo o sistema a tierra a medir, luego de lo cual se realiza mediciones a +/- 1 ó 2 m de la posición inicial de la pica de tensión.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

Ing. ERICK WILLIAMS PACCAPA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE

 Nombre: Americo Lagre
 Fecha: 10-05-21
 Firma:

Aprobado por Calidad LCE:

 Nombre: HERMES DÍAZ FLORES
 Fecha: 10-MAY-21
 Firma:

Aprobado por Residencia LCE

 Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC.
 Fecha: 15-11-21
 Firma:
Eliazar Coana Tairo
 RESIDENTE

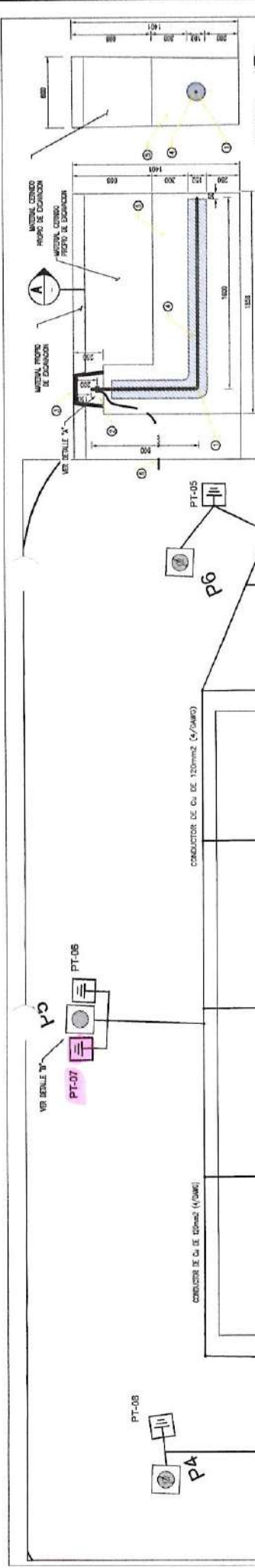


REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 7



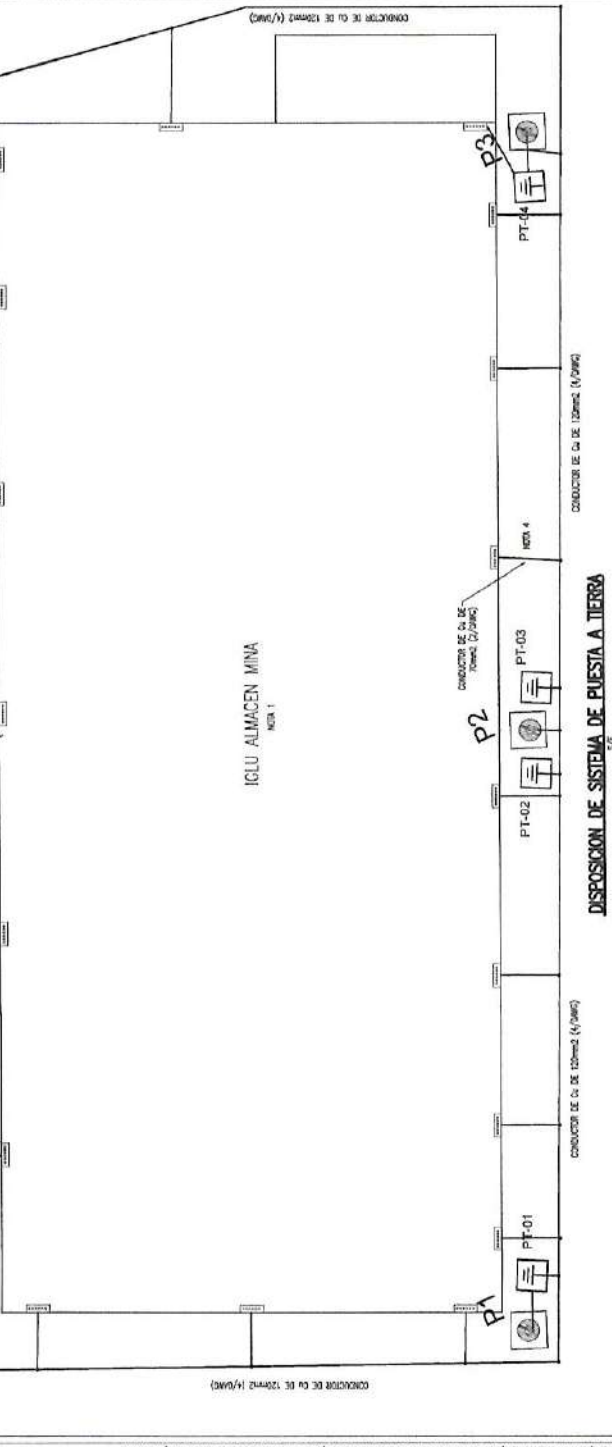
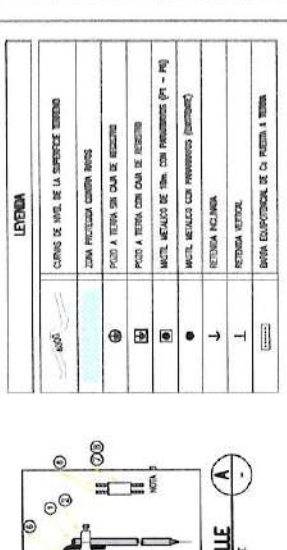

Ing. CIP. ENICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133320 - ELECTRICISTA



CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
 SECCION 5/E
 IGLU ALMACEN MINA

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	MANILA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UNO	63" (1" x 283mm (8'7") DE CABLE)
2	CONECTOR PARA CABLE A MANILA TIPO "W"	1	UNO	CABLE #10 ABE A MANILA 63"
3	CABLE RESISTO CON 27A	1	UNO	267 x 302 x 300mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CONJUNTO CONJUNTO	3	BLS	25 Mj
5	TIPOSE CUBIERTA	W/L	N3	-
6	CONECTOR DE CABLE DEBILLO DE TEMPLE BLANCO (LONG. APIC.)	W/L	"	#10 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BURENY	W/L	UNO	CABLE #10 ABE A CABLE #10 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BURENY	W/L	UNO	CABLE #10 ABE A CABLE #10 AWG



NOTAS:

1. MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA LOS TORNADOS DE TUBO Y DE PUNTO. EL MANTENIMIENTO Y MONITOREO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DEBE SER REALIZADO POR EL PERSONAL DE LA MINA. DEBE SER REALIZADO EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
2. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
3. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
4. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
5. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
6. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
7. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
8. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
9. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).
10. LAS MEDIDAS Y CONFIGURACIONES DEBIEN SER REALIZADAS EN LA MISMA MANERA QUE SE MUESTRA EN EL DISEÑO. (Ver Item 8.2 del Manual de Mantenimiento de la Mina).

PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:

1. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
2. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
3. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
4. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
5. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
6. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
7. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
8. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
9. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.
10. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL DISEÑO.

DETALLE B
 SECCION 5/E

DETALLE BANDA DE CABLE APOZO A TIERRA
 SECCION 5/E

**REGISTRO**

LCE-SGC-R-004

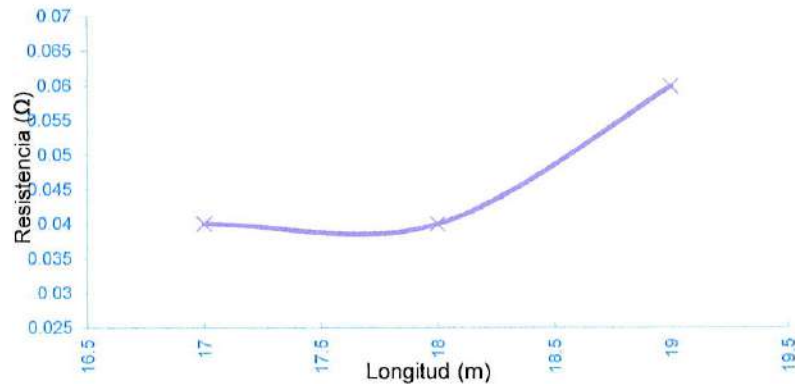
REGISTRO DE PRUEBA DE MALLA A TIERRA A TIERRA
 Revisión: 0
 Fecha: 18/02/21
 Hojas: 1 de 1

CLIENTE:	UNIDAD MINERA LAS BAMBAS	N° REGISTRO:	LCE-R-LOG-017
PROYECTO:	HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO	ORDEN DE COMPRA:	4400338893
AREA:	LOGISTICA / ALMACEN MINA	FECHA:	22-ABR-2021
ENTREGABLE / TAG:	POZO A TIERRA N° 8	EQUIPO DE PRUEBA:	Telurometro Megabras MTD 20KWe
PLANOS:	LCE-PL-PT-001	CERTIFICADO DE CALIB.:	N° 203738

PRUEBA DE POZO A TIERRA: PRUEBA DE MALLA A TIERRA:

Tag:	Pozo a tierra N° 8	Ubicación:	Almacen de Mina
Equipo de Prueba:	Telurómetro Digital	Marca:	MEGABRAS
Serie:	17J0410	Fecha de Calibración:	29-OCT-2020
Estado superficial del terreno:	Rocoso, Relleno Compactado	Metodo de Medición:	Caida de Potencial (62.5%)
Clima:	Muy nublado		

Item	L (m)	R (Ω)
1	17	0.04
2	18	0.04
3	19	0.06
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

**Observaciones:**

El electrodo de corriente (pica de corriente) será ubicado fuera del área de influencia del pozo a tierra o sistema a tierra, colocar esta pica a una distancia mínima de 3 veces la longitud del electrodo (jabalina) o la diagonal de la malla de puesta a tierra, para esta medición consideramos una distancia de la pica de corriente de hasta 30m. Para el electrodo de tensión (pica de tensión) se considera una distancia inicial de 62.5% del pozo o sistema a tierra a medir, luego de lo cual se realiza mediciones a +/- 1 ó 2 m de la posición inicial de la pica de tensión.

Norma de referencia: IEEE Std 80 - 2000

Ing. CP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE Nombre: <u>Americo Luque</u> Fecha: <u>10-05-21</u> Firma: <u>[Signature]</u>	Aprobado por Calidad LCE: Nombre: <u>HERNANDEZ DIAZ FLORES</u> Fecha: <u>10-MAY-21</u> Firma: <u>[Signature]</u>	Aprobado por Residencia LCE Nombre: <u>LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC</u> Fecha: <u>[Signature]</u> Firma: <u>Eliazar Ceana Tairo</u> <u>RESIDENTE</u> <u>15-MAY-21</u>
--	---	---

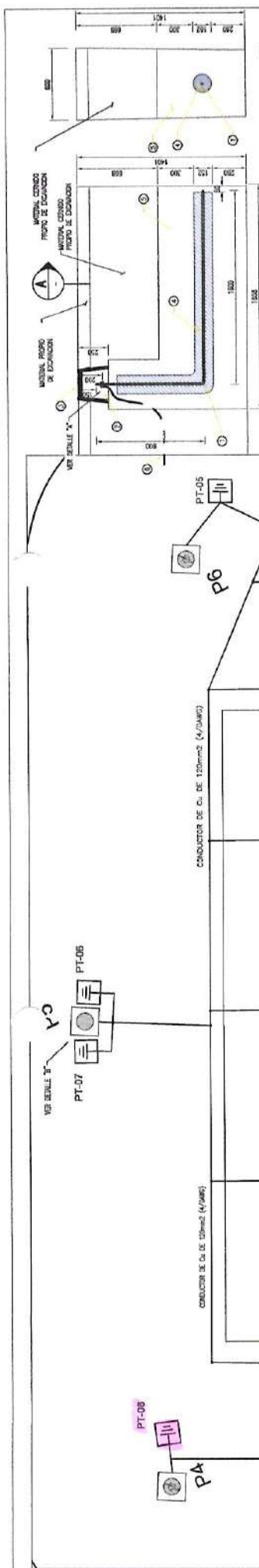


REGISTRO FOTOGRAFICO

MEDICIONES DE POZO A TIERRA N° 8




Ing. CIPRIANO WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA



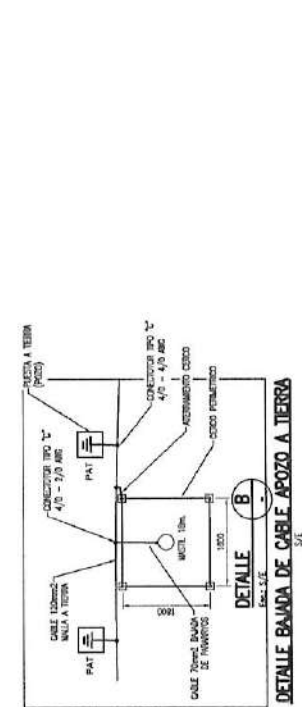
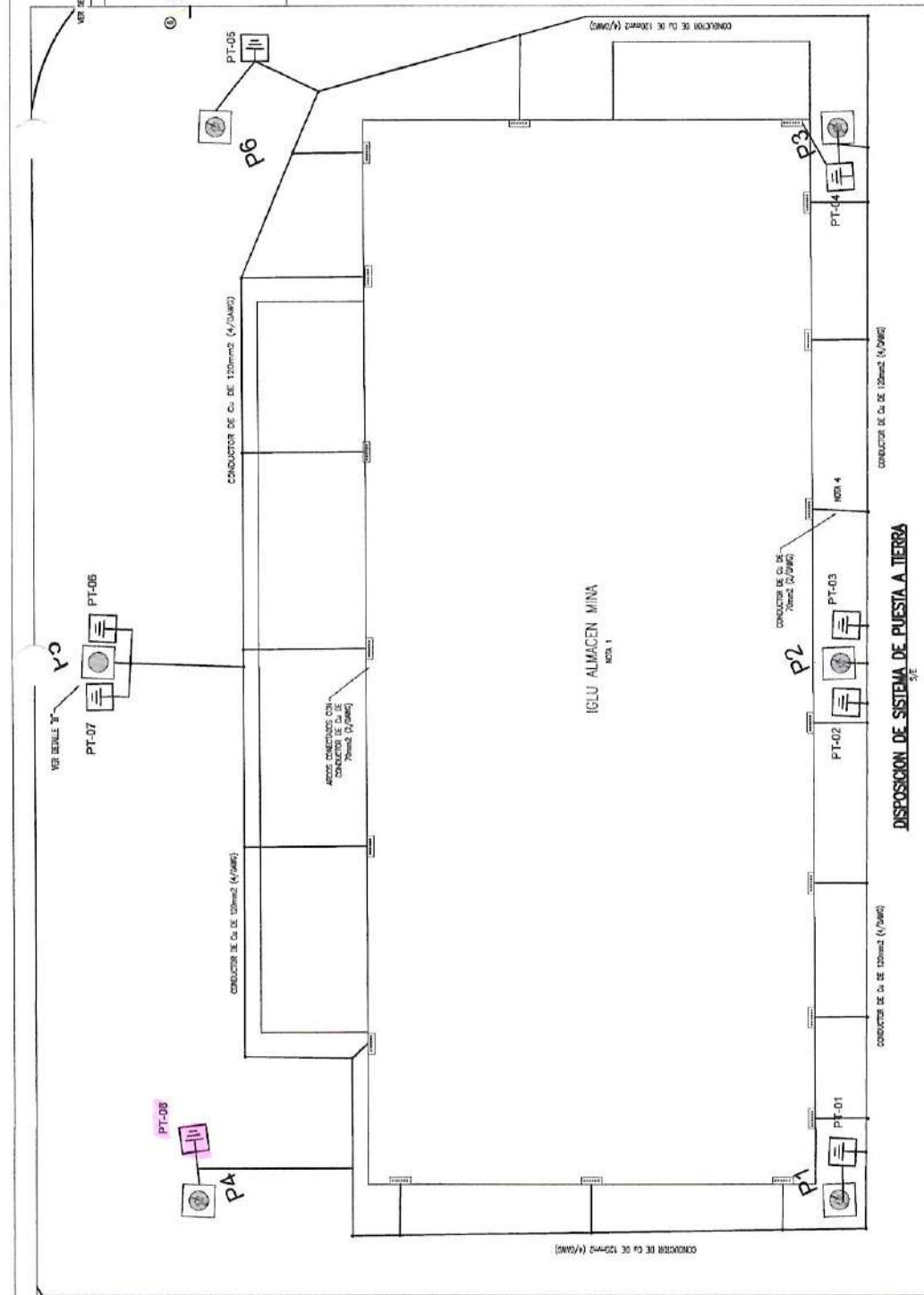
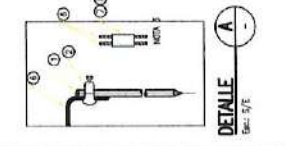
SECCION
Esc. 3/4
CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
NOTA 2

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UNO	82.14" x 25.0mm (Ø 1") DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "W"	1	UNO	CABLE #10 AWG A VARILLA #2" x 1/4"
3	CABLE RESISTIVO 200 WVA	1	UNO	257 x 3.02 x 25.0mm (10 1/2" x 1/4" x 1")
4	CONJUNTO CONDUCTIVO	3	BL.	25 BL.
5	SEÑAL GERMAN	WVA	WVA	-
6	CONDUCTOR DE COBRE SEÑALADO DE TEMPLADO UNICO (SIN ACABAR)	WVA	m	Ø 1/8" AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "W" DE BURNET	WVA	UNO	CABLE #10 AWG A CABLE #10 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "V" DE BURNET	WVA	UNO	CABLE #10 AWG A CABLE #10 AWG

LEYENDA

	CORRUPCIÓN DE AGUA DE LA SUPERFICIE SUBTERRANEA
	ZONA PROTECCION CONTRA RAYOS
	PUSTA A TIERRA CON CABLE DE RESISTENCIA
	PUSTA A TIERRA CON CABLE DE RESISTENCIA
	METAL RECUBIERTO CON PINTURA CONDUCTIVA (PINTURA CONDUCTIVA)
	METAL RECUBIERTO CON PINTURA CONDUCTIVA (PINTURA CONDUCTIVA)
	RETENCION DE AGUA
	RETENCION DE AGUA
	BANCA DE AGUA DE LA SUPERFICIE SUBTERRANEA



- NOTAS:**
1. MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA LOS TRUENOS DE TORRE Y DE PUNTO. EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCION DE TORRE Y PUNTO DEBE SER HECHO POR UN TECNICO ESPECIALIZADO EN EL MANEJO DE LA ENERGIA DE LOS TRUENOS.
 2. MATERIALES Y CONFIGURACIONES DEBEN SER DE TIPO "W" PARA LA PUESTA A TIERRA.
 3. DIMENSIONES MINIMAS DE CONDUCTORES QUE CUMPLAN LAS NORMAS CORRESPONDIENTES A LA SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.
 4. CABLE TIPO "W" DEBEN SER DE TIPO "W" DE BURNET.
 5. LA PROTECCION POR PUNTO DEBE SER DE TIPO "W" DE BURNET.
- PROCEDIMIENTO DE PUNTO A TIERRA:**
1. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 2. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 3. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 4. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 5. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 6. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 7. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 8. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 9. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.
 10. EL PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEBE SER HECHO EN UN LUGAR SECO Y PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.

FECHA	REVISOR	REVISOR	FECHA	REVISOR	REVISOR
15/07/2021	1	1	15/07/2021	1	1

COMPANIA MINERA LAS BARRILAS
PERU
ABRILMAG
HABILITACION DE IGLU ALMACEN
MINA COMO REFUGIO
LOGISTICA - ALMACEN MINA
POZO 150
LOE-PL-PT-001

Anexos 3

PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DE TENSIÓN DE TOQUE Y PASO

INFORME DE LA PRUEBA

Operario:

**GILMER GUTIERREZ CH.
HERMES A. DIAZ FLORES**

Lugar de la prueba:

**ALMACEN DE MINA
ALMACEN DE MINA**

Datos del instrumento

Tipo: STEP CONTACT METER

Modelo: MI 3295M

N° serie: 19220032

Fabricante: Metrel d.d.


Informe creado el

04/05/2021


Num	Resultados	
1	30.04.2021 16:34:22	PASA
	STEP VOLT	PASA
	U: 12.2V	
	Um: 4.54mV	
	Igen: 1.1A	
	Iflt: 3.0kA	
	Rinp: 1.0kΩ	
	Ulim: 50V	
2	30.04.2021 16:36:13	PASA
	STEP VOLT	PASA
	U: 4.8V	
	Um: 1.83mV	
	Igen: 1.1A	
	Iflt: 3.0kA	
	Rinp: 1.0kΩ	
	Ulim: 50V	
3	30.04.2021 16:37:08	PASA
	STEP VOLT	PASA
	U: 0.9V	
	Um: 0.34mV	
	Igen: 1.1A	
	Iflt: 3.0kA	
	Rinp: 1.0kΩ	
	Ulim: 50V	
4	30.04.2021 16:37:55	PASA
	STEP VOLT	PASA
	U: 0.5V	
	Um: 0.18mV	
	Igen: 1.1A	
	Iflt: 3.0kA	
	Rinp: 1.0kΩ	
	Ulim: 50V	
5	30.04.2021 16:38:36	PASA


.....
Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA


INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 1.3V Um: 0.50mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
6	30.04.2021 16:39:16	PASA
	STEP VOLT U: 4.0V Um: 1.50mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
7	30.04.2021 16:39:43	PASA
	STEP VOLT U: 6.6V Um: 2.48mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
8	30.04.2021 16:40:22	PASA
	STEP VOLT U: 4.5V Um: 1.70mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
9	30.04.2021 16:41:53	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.01mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
10	30.04.2021 16:43:13	PASA
	STEP VOLT U: 18.6V Um: 6.97mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA	
11	30.04.2021 16:44:41	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 10.7V Um: 4.06mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
12	30.04.2021 16:46:22	PASA
	STEP VOLT U: 3.8V Um: 1.43mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
13	30.04.2021 16:46:59	PASA
	STEP VOLT U: 0.2V Um: 0.07mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
14	30.04.2021 16:47:29	PASA
	STEP VOLT U: 3.6V Um: 1.34mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
15	30.04.2021 16:48:19	PASA
	STEP VOLT U: 5.5V Um: 2.09mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
16	30.04.2021 16:48:59	PASA
	STEP VOLT U: 11.0V Um: 4.16mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
17	30.04.2021 16:49:55	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 6.1V Um: 2.32mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
18	30.04.2021 16:52:22	PASA
	STEP VOLT U: 1.5V Um: 0.56mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
19	30.04.2021 16:52:59	PASA
	STEP VOLT U: 1.7V Um: 0.64mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
20	30.04.2021 16:54:02	PASA
	STEP VOLT U: 13.1V Um: 4.88mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
21	30.04.2021 16:57:03	PASA
	STEP VOLT U: 0.2V Um: 0.07mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
22	30.04.2021 17:07:04	PASA
	STEP VOLT U: 2.0V Um: 0.75mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
23	30.04.2021 17:08:25	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 3.4V Um: 1.29mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
24	30.04.2021 17:09:17	PASA
	STEP VOLT U: 0.3V Um: 0.12mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
25	30.04.2021 17:09:56	PASA
	STEP VOLT U: 14.9V Um: 5.66mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
26	30.04.2021 17:10:33	PASA
	STEP VOLT U: 7.6V Um: 2.84mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
27	30.04.2021 17:03:12	PASA
	STEP VOLT U: 3.3V Um: 1.23mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA

Comentarios:

REALIZACION DE MEDICIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DEL ALMACEN DE MINA TIPO IGLU.


 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
 REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA



REGISTRO

LCE-SGC-R-026

REGISTRO DE PRUEBA DE TENSION DE TOQUE Y TENSION DE PASO

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 1 de 2

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: PERMITRO EXTERIOR DE ALMACEN
PLANOS: LCE-PL-PT-001
N° REGISTRO: LCE-R-LOG-005
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 30-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: MEDIDOR DE TENSION T/P METREL MI3295M: 19220032 MI3295S: 19220032
CERTIFICADO DE CALIB. N° 210988

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

- 1. Medir la tensión de contacto en las areas de trabajo y ambientes como oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de Vol.
2. Medir la tensión de paso en las zonas de transito comunes en las proximidades de oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de ...50... Vol.

Prueba de tensión de Toque [] Prueba de tensión de Paso [X]

Table with 4 columns: Equipo Eléctrico Tag No. / Descripción de la Prueba, Plano, Voltaje Medido (Vol.), Iniciales/Fecha. Contains 17 rows of test data.

ANOTACIONES

Se garantiza que las tensiones de toque y paso no superen los 50 Vol según las recomendaciones del ítem 8.2 NTP-ICE 62305-3 - 2015 Protección contra el Rayo.

Signature and stamp: Ing. CIPRIANO WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Approval section with three columns: Elaborado por Supervisión LCE, Aprobado por Calidad LCE, Aprobado por Residencia LCE. Includes names, dates, and signatures.



REGISTRO

LCE-SGC-R-026

REGISTRO DE PRUEBA DE TENSION DE TOQUE Y TENSION DE PASO

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 2 de 2

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: PERMITRO EXTERIOR DE ALMACEN
PLANOS: LCE-PL-PT-001
N° REGISTRO: LCE-R-LOG-005
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 30-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: MEDIDOR DE TENSION T/P METREL MI3295M: 19220032 MI3295S: 19220032
CERTIFICADO DE CALIB. N° 210988

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

- 1. Medir la tensión de contacto en las areas de trabajo y ambientes como oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de Vol.
2. Medir la tensión de paso en las zonas de transito comunes en las proximidades de oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de ...50... Vol.

Prueba de tensión de Toque [] Prueba de tensión de Paso [X]

Table with 4 columns: Equipo Eléctrico Tag No. / Descripción de la Prueba, Plano, Voltaje Medido (Vol.), Iniciales/Fecha. Contains 14 rows of test data for 'Perímetro exterior almacén mina' with various voltage readings and dates.

ANOTACIONES

Se garantiza que las tensiones de toque y paso no superen los 50 Vol según las recomendaciones del ítem 8.2 NTP-ICE 62305-3 - 2015 Protección contra el Rayo.

Signature of Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI, REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Angel Ramos Ramos
Fecha: 05-05-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: HERMES DIAZ FLORES
Fecha: 05-MAY-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Residencia LCE
Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC.
Fecha: [Signature]
Firma: Elizabeth Ccaña Tairo Residente
05/05/21

INFORME DE LA PRUEBA

Operario:

**GILMER GUTIERREZ CH.
HERMES A. DIAZ FLORES**

Lugar de la prueba:

**ALMACEN DE MINA
ALMACEN DE MINA**

Datos del instrumento

Tipo: STEP CONTACT METER
Modelo: MI 3295M

N° serie: 19220032
Fabricante: Metrel d.d.


Informe creado el

04/05/2021


Num	Resultados	
1	30.04.2021 11:02:32 STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.89A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
2	30.04.2021 11:16:23 STEP VOLT U: 0.8V Um: 0.22mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
3	30.04.2021 11:17:36 STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
4	30.04.2021 11:18:11 STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
5	30.04.2021 11:18:51	PASA


Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA


INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
6	30.04.2021 14:47:04	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.89A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
7	30.04.2021 14:48:06	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.89A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
8	30.04.2021 14:49:00	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.89A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
9	30.04.2021 14:49:48	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.88A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
10	30.04.2021 14:50:53	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.88A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
11	30.04.2021 14:52:10	PASA


INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.88A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
12	30.04.2021 14:53:07	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.88A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
13	30.04.2021 14:54:42	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
14	30.04.2021 14:55:53	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
15	30.04.2021 14:57:11	PASA
	STEP VOLT U: 0.1V Um: 0.02mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
16	30.04.2021 14:57:51	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
17	30.04.2021 14:58:40	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
18	30.04.2021 14:59:31	PASA
	STEP VOLT U: 0.3V Um: 0.09mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
19	30.04.2021 15:00:43	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.01mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
20	30.04.2021 15:02:47	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
21	30.04.2021 15:03:59	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
22	30.04.2021 15:04:31	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
23	30.04.2021 15:05:50	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
24	30.04.2021 15:06:29	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
25	30.04.2021 15:07:17	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
26	30.04.2021 15:08:09	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.88A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
27	30.04.2021 15:08:45	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
28	30.04.2021 15:10:02	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
29	30.04.2021 15:10:45	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.87A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
30	30.04.2021 15:12:12	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
31	30.04.2021 15:13:13	PASA
	STEP VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 0.86A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA

Comentarios:

REALIZACION DE MEDICIONES DE PASO EN EL INTERIOR DEL ALMACEN DE MINA TIPO IGLU.


.....
Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA



REGISTRO

LCE-SGC-R-026

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 1 de 2

REGISTRO DE PRUEBA DE TENSION DE TOQUE Y TENSION DE PASO

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS N° REGISTRO: LCE-R-LOG-004
 PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO ORDEN DE COMPRA: 4400338893
 AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA FECHA: 30-ABR-2021
 ENTREGABLE / TAG: INTERIOR DE ALMACEN EQUIPO DE PRUEBA: MEDIDOR DE TENSION T/P METREL M3295M: 19220032 M3295S: 19220032
 PLANOS: LCE-PL-PT-001 CERTIFICADO DE CALIB. N° 210988

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

1. Medir la tensión de contacto en las areas de trabajo y ambientes como oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de Vol.
2. Medir la tensión de paso en las zonas de transito comunes en las proximidades de oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de ...50... Vol.

Prueba de tensión de Toque Prueba de tensión de Paso

Equipo Eléctrico Tag No. / Descripción de la Prueba	Plano	Voltaje Medido (Vol.)	Iniciales/Fecha
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.8	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.1	H.D. / 30-ABR-2021
Interior de almacen mina	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021

ANOTACIONES

Se garantiza que las tensiones de toque y paso no superen los 50 Vol según las recomendaciones del

Item 8.2 NTP-ICE 62305-3 - 2015 Protección contra el Rayo.

Ing. ERICK WILLIAM PACCARA MAMUN
 REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
 Nombre: Angel Ramos Ramos
 Fecha: 05-05-21
 Firma:

Aprobado por Calidad LCE:
 Nombre: HENNES DIAZ FLORES
 Fecha: 05-MAY-21
 Firma:

Aprobado por Residencia LCE
 Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 Fecha:
 Firma: Eliazar Ccama Talro
Residente
05/05/21



REGISTRO

LCE-SGC-R-026

REGISTRO DE PRUEBA DE TENSION DE TOQUE Y TENSION DE PASO

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 2 de 2

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: INTERIOR DE ALMACEN
PLANOS: LCE-PL-PT-001
Nº REGISTRO: LCE-R-LOG-004
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 30-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: MEDIDOR DE TENSION T/P METREL MI3295M: 19220032 MI3295S: 19220032
CERTIFICADO DE CALIB. N° 210988

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

- 1. Medir la tensión de contacto en las areas de trabajo y ambientes como oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de Vol.
2. Medir la tensión de paso en las zonas de transito comunes en las proximidades de oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de ...50... Vol.

Prueba de tensión de Toque [] Prueba de tensión de Paso [X]

Table with 4 columns: Equipo Eléctrico Tag No. / Descripción de la Prueba, Plano, Voltaje Medido (Vol.), Iniciales/Fecha. Contains 16 rows of test data for 'Interior de almacen mina' with voltages ranging from 0.0 to 0.3.

ANOTACIONES

Se garantiza que las tensiones de toque y paso no superen los 50 Vol según las recomendaciones del Item 8.2 NTP-ICE 62305-3 - 2015 Protección contra el Rayo.

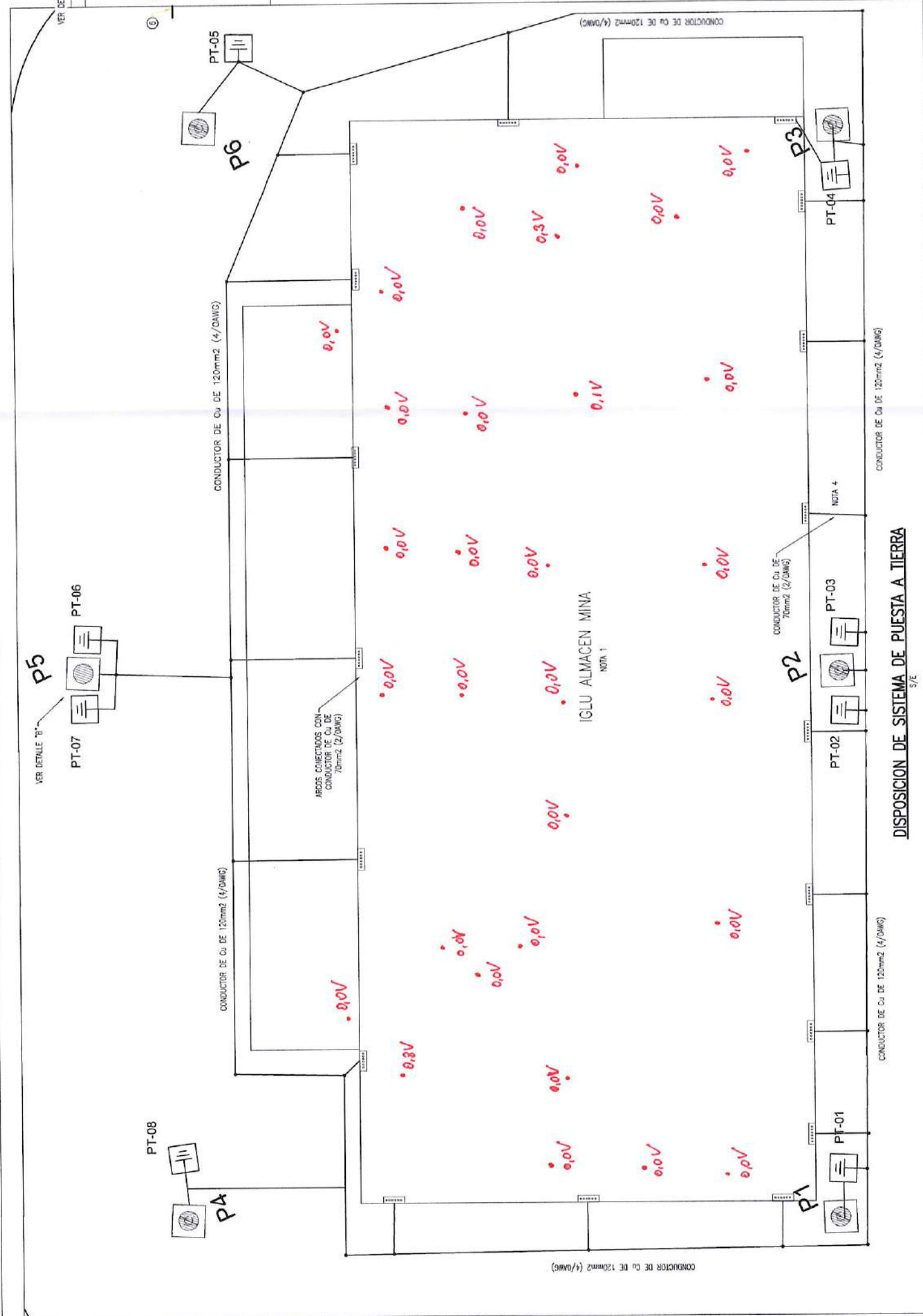
Signature and stamp of Ing. CIP ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI, REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Angel Ramon Ramon
Fecha: 05-05-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: HERMES DÍAZ FRONES
Fecha: 05-MAY-21
Firma: [Signature]

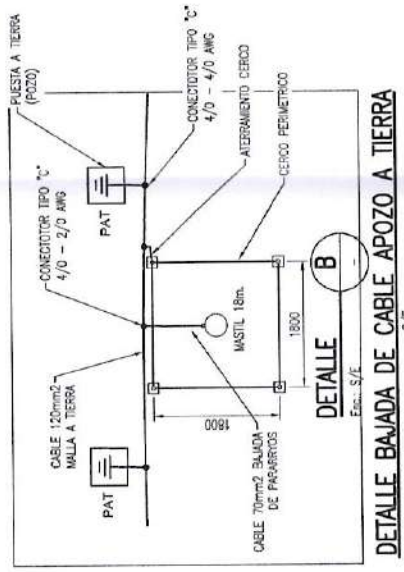
Aprobado por Residencia LCE
Nombre: [Signature]
Fecha: [Signature]
Firma: Eliazar Coana Tairo Residente
05/05/21

Todo el contenido de este documento es propiedad de LAS BAMBAS, y debe ser tratado como confidencial. Este documento es confidencial a quien lo recibe electrónicamente por su intención y es válido en su totalidad. No puede ser copiado, reproducido, distribuido ni usado para otros fines sin el consentimiento escrito de LAS BAMBAS. Todos los copios o extractos deben ser tratados en igual forma.

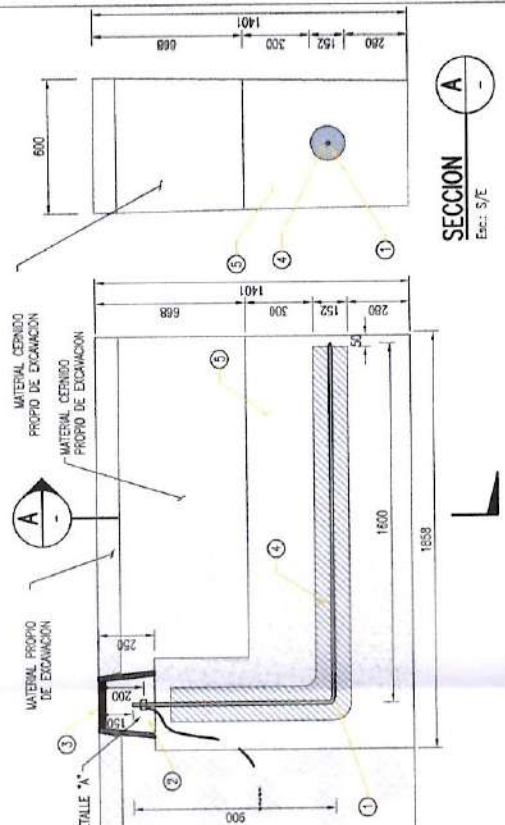


DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
Esc.: 5/E

- NOTAS:**
1. MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA LAS TENSIONES DE TOQUE Y DE PASO, EL DIMENSIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA SPAT GARANTIZA QUE LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO NO SUPEREN LOS 50V QUE INDICA LA NORMA, DICHA VALORES ESTAN CONTEMPLADOS EN EL MODELO MIENTO DE SPAT. (Item 6.2 NTP-02 62305-3).
 2. MATERIALES Y CONFIGURACIONES MINIMAS DE ELECTRODOS DE PAT. (Tabla N° 7 NTP-02 62305-3).
 3. DIMENSIONES MINIMAS DE CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS EQUIPOTENCIALES O QUE CONECTAN LAS BARRAS EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PAT. (Tabla N° 8 NTP-02 62305-3).
 4. CABLE BAO GRUENTE (TIERRA PROFUNDA) SECCION 4/0 AWG (120mm²), CABLE SOBRE GRADIENTE Y BARRAS DE PARABAYOS SECCION 2/0 AWG (70mm²), CABLE DE CONEXION HACIA BARRAS EQUIPOTENCIALES 2 AWG (70mm²).
- PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:**
1. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
 2. HACER UN FONDO DE TIERRA TORCIONAL EN LA EXCAVACION REALIZADA HASTA POR UNA ALTURA DE 250mm.
 3. COLOCAR UN CEMENTO CONDUCTIVO EN EL FONDO DE TIERRA TORCIONAL CON UN DIAMETRO DE 150mm Y UNA ALTURA DE 150mm.
 4. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO EN EL FONDO DE TIERRA TORCIONAL CON UN DIAMETRO DE 150mm Y UNA ALTURA DE 150mm.
 5. VACIAR AGUA AL CEMENTO CONDUCTIVO HASTA QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
 6. DEJAR SECAR HASTA QUE SE CONVIERTE EN UNA MASA CONSISTENTE.
 7. COLOCAR APROXIMADAMENTE LA VARILLA DE PUESTA A TIERRA EN UNA MASA CONSISTENTE.
 8. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO HASTA POR UNA ALTURA DE 75mm Y (SEGUN PASO 3 Y 6).
 9. INSTALAR TOPSOL EN LA MASA SECA HASTA UNA ALTURA DE 300mm. PREVA COMPACTACION CADA 150mm.
 10. LA PROTECCION POR POZO ES US BOLSAS DE 25 KG. DE CEMENTO CONDUCTIVO



DETALLE B
Esc.: 5/E

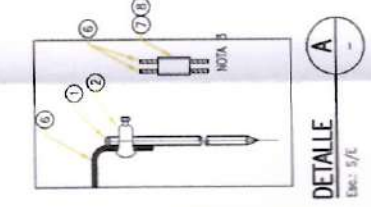


SECCION A-A
Esc.: 5/E

CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
NOTA 2

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UNO	Ø3/4" x 2500mm (Ø.2") DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "PAT" DE BURINDY	1	UNO	CABLE #4/0 AWG A VARILLA #3/4"
3	CAPA REGISTRIO CON TAPA	1	UNO	287 x 352 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPSOL CERAMIA	VAR.	m ³	-
6	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE TEMPLE SEGUN (LONG. PROFUNDA)	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONDUCTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURINDY	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONDUCTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURINDY	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #2/0 AWG



DETALLE A
Esc.: 5/E

LEYENDA

	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRESTRE
	ZONA PROTECCION CONTRA RIVOS
	POZO A TIERRA SIN CALA DE REGISTRIO
	POZO A TIERRA CON CALA DE REGISTRIO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARABAYOS (PT - PR)
	MASTIL METALICO CON PARABAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL
	BARRA EQUIPOTENCIAL DE Cu PUESTA A TIERRA

CENTRO DE COSTOS		LOGISTICA		EVALUACION DE RIESGOS		REVISION	
NO.	DESCRIPCION	FECHA	POR	NO.	DESCRIPCION	FECHA	POR
1	LA BUILT	15-05-21	D.B.				

FECHA	APROBADO	FECHA	REVISOR
03/04/21	L. CAAMA	03/04/21	E. CAAMA
03/04/21	E. CAAMA	03/04/21	E. CAAMA

FECHA	LOGISTICA	FECHA	LOGISTICA
03/04/21	E. CAAMA	03/04/21	E. CAAMA
03/04/21	E. CAAMA	03/04/21	E. CAAMA

PLANO	REVISION	FECHA	DESCRIPCION
LCE-PL-PT-001	1	03/04/21	DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

COMPANIA MINERA LAS BAMBAS
APURIMAC, PERU



HABILITACION DE IGLU ALMACEN
MINA COMO REFUGIO
LOGISTICA - ALMACEN MINA

CONTRATA
Jefe de Proyecto: E. CAAMA
DISEÑADO POR: E. CAAMA
DIBAJADO POR: A. LUGUE

ESCALA
E/C
E/C

VER DETALLE "A"
VER DETALLE "B"VER DETALLE "X"MATERIAL CERVIDO PROPIO DE EXCAVACION

NOTA 1
NOTA 2

NOTA 3
NOTA 4

INFORME DE LA PRUEBA

Operario:

**GILMER GUTIERREZ CH.
HERMES A. DIAZ FLORES**

Lugar de la prueba:

**ALMACEN DE MINA
ALMACEN DE MINA**

Datos del instrumento

Tipo: STEP CONTACT METER

N° serie: 19220032

Informe creado el

04/05/2021


Modelo: MI 3295M

Fabricante: Metrel d.d.


Num	Resultados	
1	30.04.2021 15:49:46 CONTACT VOLT U: 0.3V Um: 0.12mV Igen: 1.2A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
2	30.04.2021 15:53:30 CONTACT VOLT U: 0.3V Um: 0.13mV Igen: 1.2A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
3	30.04.2021 15:54:16 CONTACT VOLT U: 0.5V Um: 0.19mV Igen: 1.2A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
4	30.04.2021 15:56:56 CONTACT VOLT U: 0.2V Um: 0.08mV Igen: 1.2A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA PASA
5	30.04.2021 15:59:17	PASA


.....
Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA


INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	CONTACT VOLT U: 0.2V Um: 0.09mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
6	30.04.2021 15:59:46	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.4V Um: 0.14mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
7	30.04.2021 16:02:04	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.3V Um: 0.13mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
8	30.04.2021 16:03:52	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.5V Um: 0.18mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
9	30.04.2021 16:06:01	PASA
	CONTACT VOLT U: 14.7V Um: 5.56mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
10	30.04.2021 16:06:47	PASA
	CONTACT VOLT U: 39.2V Um: 14.64mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
11	30.04.2021 16:07:26	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	CONTACT VOLT U: 37.3V Um: 14.17mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
12	30.04.2021 16:08:03	PASA
	CONTACT VOLT U: 7.7V Um: 2.91mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
13	30.04.2021 16:13:32	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.0V Um: 0.01mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
14	30.04.2021 16:15:21	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
15	30.04.2021 16:17:40	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
16	30.04.2021 16:19:50	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
17	30.04.2021 16:21:06	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	CONTACT VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
18	30.04.2021 16:22:51	PASA
	CONTACT VOLT U: 0.0V Um: 0.00mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
19	30.04.2021 16:25:12	PASA
	CONTACT VOLT U: 35.0V Um: 13.23mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
20	30.04.2021 16:26:35	PASA
	CONTACT VOLT U: 21.6V Um: 8.14mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
21	30.04.2021 16:28:32	PASA
	CONTACT VOLT U: 18.9V Um: 7.16mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
22	30.04.2021 16:30:23	PASA
	CONTACT VOLT U: 5.8V Um: 2.18mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA
	 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA	
23	30.04.2021 16:31:10	PASA

INFORME DE LA PRUEBA

Num	Resultados	
	CONTACT VOLT U: 43.8V Um: 16.54mV Igen: 1.1A Iflt: 3.0kA Rinp: 1.0kΩ Ulim: 50V	PASA

Comentarios:

REALIZACION DE MEDICIONES DE TOQUE EN EL ALMACEN DE MINA TIPO IGLU.



Ing. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA



REGISTRO

LCE-SGC-R-026

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas 1 de 2

REGISTRO DE PRUEBA DE TENSION DE TOQUE Y TENSION DE PASO

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: ALMACEN MINA
PLANOS: LCE-PL-PT-001
N° REGISTRO: LCE-R-LOG-006
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 30-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: MEDIDOR DE TENSION T/P METREL MI3295M: 19220032 MI3295S: 19220032
CERTIFICADO DE CALIB. N° 210988

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

- 1. Medir la tensión de toque en las areas de trabajo y ambientes como oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de ...50... Vol.
2. Medir la tensión de paso en las zonas de transito comunes en las proximidades de oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de Vol.

Prueba de tensión de Toque [X] Prueba de tensión de Paso []

Table with 4 columns: Equipo Eléctrico Tag No. / Descripción de la Prueba, Plano, Voltaje Medido (Vol.), Iniciales/Fecha. Contains 13 rows of test data for 'Almacen de mina (perímetro)' with various voltage readings.

ANOTACIONES

Se garantiza que las tensiones de toque y paso no superen los 50 Vol según las recomendaciones del ítem 8.2 NTP-ICE 62305-3 - 2015 Protección contra el Rayo

Signature of Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI, REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

Approval section with three columns: Elaborado por Supervisión LCE, Aprobado por Calidad LCE, and Aprobado por Residencia LCE. Includes names and dates for each role.



REGISTRO

LCE-SGC-R-026

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas 2 de 2

REGISTRO DE PRUEBA DE TENSION DE TOQUE Y TENSION DE PASO

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS N° REGISTRO: LCE-R-LOG-006
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO ORDEN DE COMPRA: 4400338893
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA FECHA: 30-ABR-2021
ENTREGABLE / TAG: ALMACEN MINA EQUIPO DE PRUEBA: MEDIDOR DE TENSION T/P METREL MI3295M: 19220032 MI3295S: 19220032
PLANOS: LCE-PL-PT-001 CERTIFICADO DE CALIB. N° 210988

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

1. Medir la tensión de toque en las areas de trabajo y ambientes como oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de ...50... Vol.
2. Medir la tensión de paso en las zonas de transito comunes en las proximidades de oficinas, comedores, talleres, accesos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La tension no debe de exceder de Vol.

Prueba de tensión de Toque Prueba de tensión de Paso

Equipo Eléctrico Tag No. / Descripción de la Prueba	Plano	Voltaje Medido (Vol.)	Iniciales/Fecha
Almacen de mina (interior)	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (interior)	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (interior)	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (interior)	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (interior)	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (interior)	LCE-PL-PT-001	0.0	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (perímetro)	LCE-PL-PT-001	35.0	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (perímetro)	LCE-PL-PT-001	21.6	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (perímetro)	LCE-PL-PT-001	18.9	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (perímetro)	LCE-PL-PT-001	5.8	H.D. / 30-ABR-2021
Almacen de mina (perímetro)	LCE-PL-PT-001	43.8	H.D. / 30-ABR-2021

ANOTACIONES

Se garantiza que las tensiones de toque y paso no superen los 50 Vol según las recomendaciones del Item 8.2 NTP-ICE 62305-3 - 2015 Protección contra el Rayo.

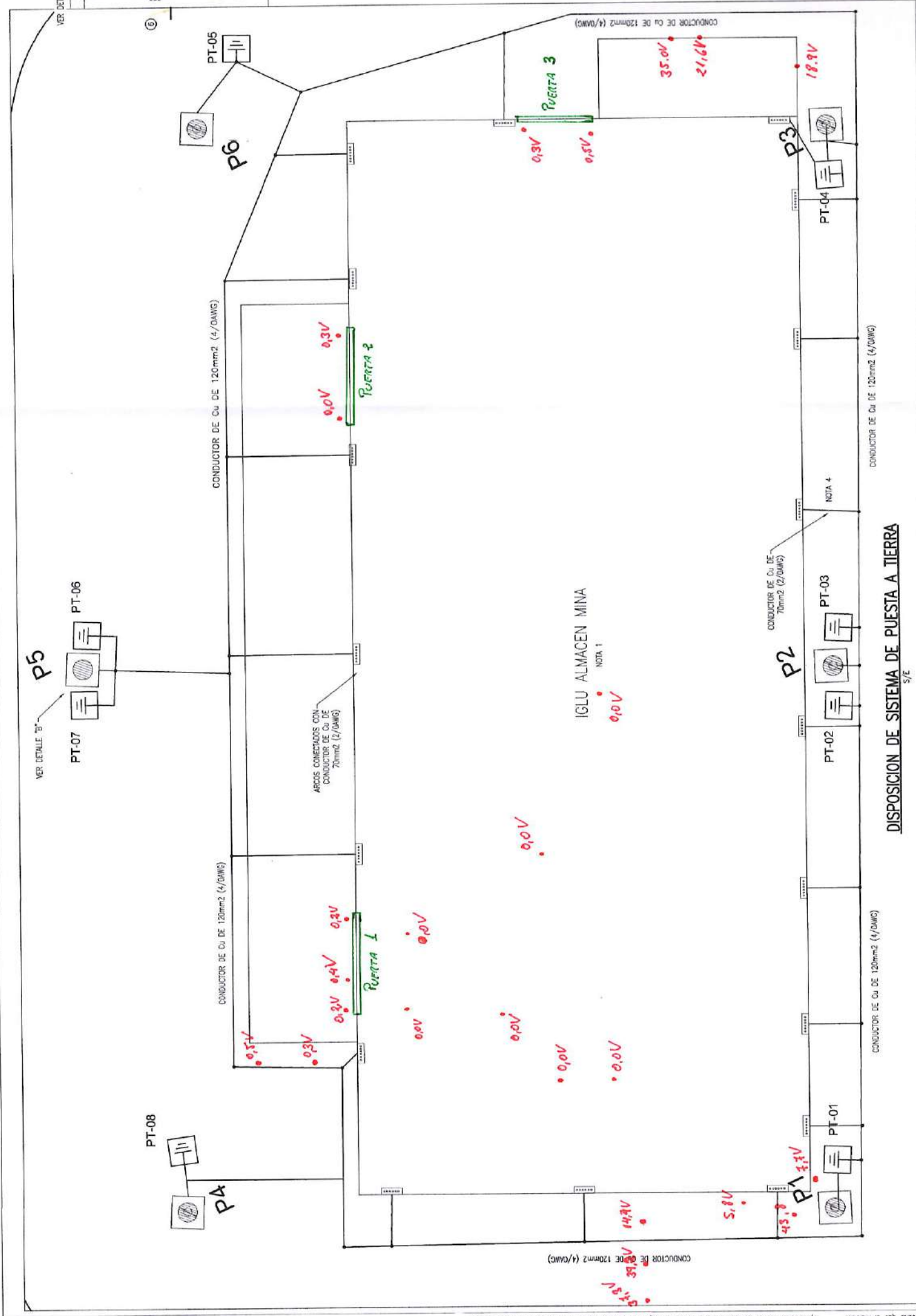
Ing. CIP ERICK WILLIAM PACCAPA MAMANI
REGISTRO Y33329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Angel Romero Pano
Fecha: 05-05-21
Firma:

Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: HERNAN DIAZ FLORES
Fecha: 05-MAY-21
Firma:

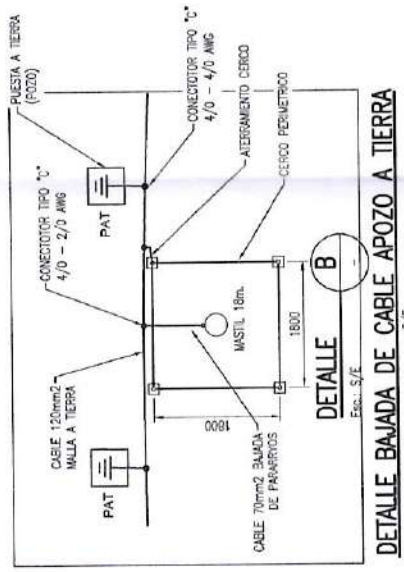
Aprobado por Residencia LCE
Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha:
Firma: Eliazar Ocana Tairo
Residente
05/05/21

Toda el contenido de este documento es propiedad de LAS BAMBAS, y debe ser tratado como información confidencial. No puede ser copiado, reproducido, distribuido o usado para otros fines sin el consentimiento escrito de LAS BAMBAS. Todos los cables y extractos deben ser validados en su totalidad.

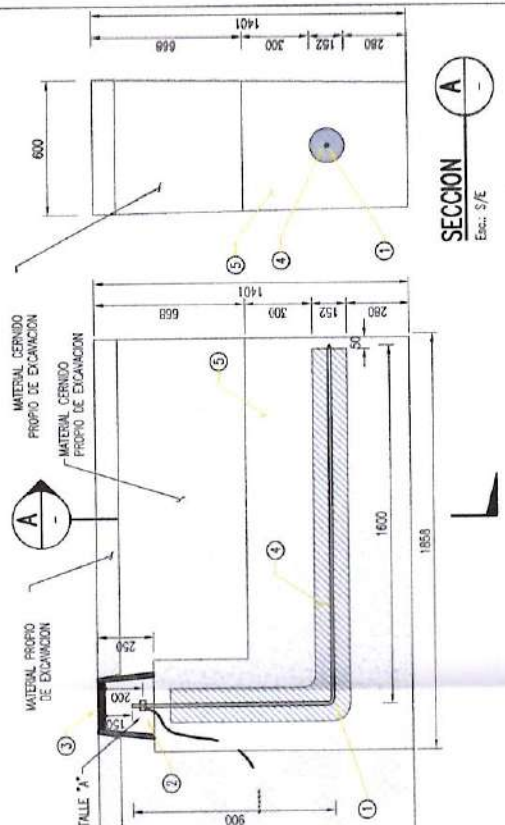


DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
Escala: 5/1

- NOTAS:**
1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA LAS TENSIONES DE TOQUE Y DE PASO. EL DIMENSIONAMIENTO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA SPAF GARANTIZA QUE LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO NO SUPEREN LOS 50V QUE INDICA LA NORMA, DICHO VALORES ESTAN CONTEMPLADOS EN EL MODELO MIENTO DE SPAF. (Item 6.2 NTP-ICE 62305-3).
 2. MATERIALES Y CONFIGURACIONES MINIMAS DE ELECTRODOS DE PAT. (Ítem N° 7 NTP-ICE 62305-3).
 3. DIMENSIONES MINIMAS DE CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PAT. (Ítem N° 8 NTP-ICE 62305-3).
 4. CABLE BAJO GRADIENTE (TIERRA PROFUNDA) SECCION 4/0 AWG (120mm²), CABLE SOBRE GRADIENTE Y BANCOS DE PARABANOS SECCION 2/0 AWG (70mm²), CABLE DE CONEXION HACIA BARRAS EQUIPOTENCIALES 2 AWG (70mm²)
- PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:**
1. SE REALIZA LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
 2. VACIAR DE MANERA UNIFORME PARABANOS EN LA EXCAVACION REALIZADA HASTA POR UNA ALTURA DE 250mm.
 3. EN EL INTERIOR DE LA EXCAVACION ALCANZAR CON MALLA DE TIERRA PAC DE DIMENSIONES 120mm x 0.4" DE DIAMETRO.
 4. VACIAR CEMENTO CON AGUA EN LA MASA DE CEMENTO CON AGUA HASTA QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
 5. DEJAR SECAR HASTA QUE SE CONECTA EN UNA MASA CONSISTENTE.
 6. COLOCAR APROPIADAMENTE LA VARELLA DE PUESTA A TIERRA ENCIMA DE LA MASA SECA DE CEMENTO CONDUCTIVO.
 7. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO HASTA POR UNA ALTURA DE 75mm Y (SEGUN PASO 5 Y 6).
 8. INSTALAR TOPSOL ENCIMA DE LA MASA SECA HACIA UNA ALTURA DE 300mm. PREVIA COMPACTACION CADA 150mm.
 9. LA PROPORCION POR POZO ES 03 BOLSA DE 25 KG. DE CEMENTO CONDUCTIVO



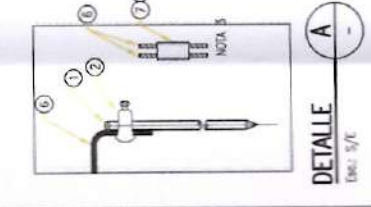
DETALLE BAJADA DE CABLE APOZO A TIERRA
Escala: 5/1



CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
NOTA 2
Escala: 5/1

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT. UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARELLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1 UNO	03/4" x 2500mm (8.2') DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARELLA TIPO "C" DE BURDIDY	1 UNO	CABLE #4/0 AWG A VARELLA #3/4"
3	CAJA REGISTRO CON TAPA	1 UNO	267 x 362 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3 BLS	25 Kg
5	TOPSOL CERVIDA	VAR.	m3
6	CONDUCTOR DE COBRE CEMENTO DE TEMPLE BUNDO (LONG. APROX.)	VAR.	m
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURDIDY	VAR.	UNO
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURDIDY	VAR.	UNO



LEYENDA

	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRENO
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRO
	MASTIL METALICO DE 18mm. CON PARABANOS (PT - PE)
	MASTIL METALICO CON PARABANOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL
	BARRA EQUIPOTENCIAL DE Cu PUESTA A TIERRA

CENTRO DE COSTOS		LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C		Artes: LOGISTICA	
N°	DESCRIPCION	FECHA	APROBADO	FECHA	REVISION
1	AS BUILT	10-05-21	L. CHAMA	02/04/21	1
			E. PACANA	03/04/21	
			E. PACANA	03/04/21	
			E. COAMA	03/04/21	
			E. MORALES	03/04/21	

PLANOS DE REFERENCIA

COMPANIA MINERA LAS BAMBAS
APURIMAC, PERU

HABILITACION DE IGLU ALMACEN
MINA COMO REFUGIO
LOGISTICA - ALMACEN MINA

FLANO N° LCE-PL-PT-001

- Se debe realizar el aterramiento de todas las nuevas instalaciones que se implementen como contenedores oficinas o carpas en el área del almacén de mina.

V. Reporte fotográfico



Montaje y sincronización de equipos de medición



Ubicación de pica de inyección de corriente



Valor de corriente generada por el equipo



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



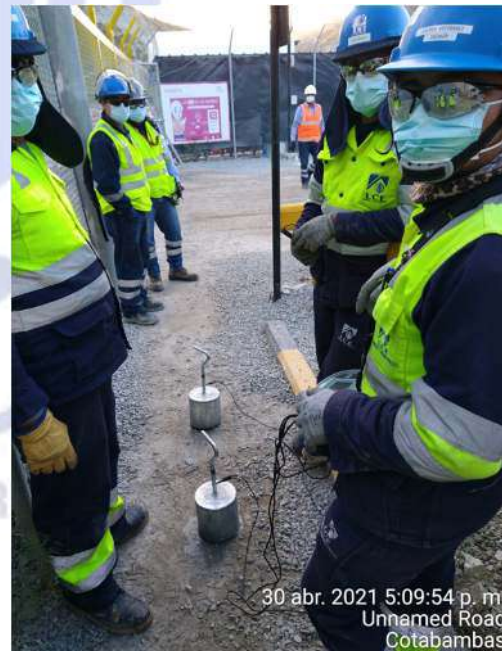
Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso exteriores almacén



Medición de tensión de paso interiores de almacén



Medición de tensión de paso interiores de almacén



Medición de tensión de paso interiores de almacén



Medición de tensión de paso interiores de almacén



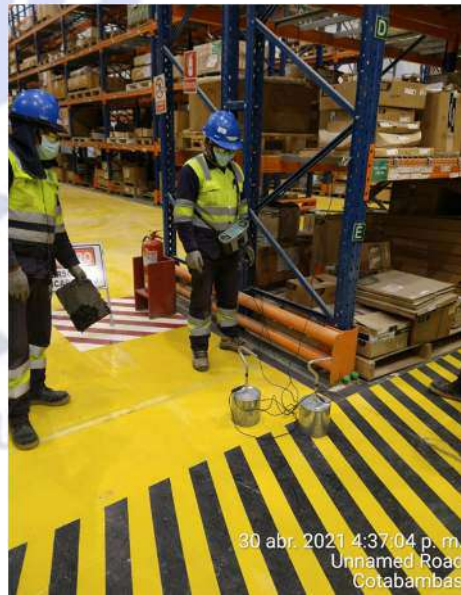
Medición de tensión de paso interiores de almacén



Medición de tensión de paso interiores de almacén



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



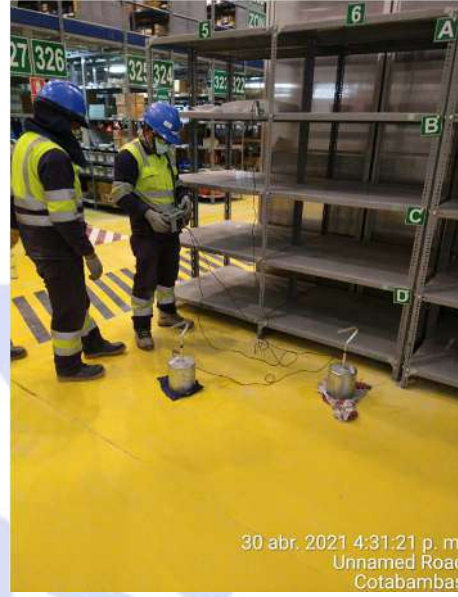
Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina



Medición de tensión de toque en almacén mina

anexos 4

PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DE CONTINUIDAD ELECTRICA



REGISTRO

LCE-SGC-R-007

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas 1 de 2

REGISTRO DE PRUEBA DE CONTINUIDAD DE CONEXIÓN A TIERRA (Equipos eléctricos y barras)

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS N° REGISTRO: LCE-R-LOG-007
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO ORDEN DE COMPRA: 4400338893
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA FECHA: 30-ABR-2021
ENTREGABLE / TAG: POZOS A TIERRA EQUIPO DE PRUEBA: PINZA MULTIMETRICA AEMC 514 Serie: 48764TACT
PLANOS: LCE-PL-PT-001-SK CERTIFICADO DE CALIB. N° 210481 / 28-ENE-2021

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

- 1. Equipos eléctricos conectados al Sistema de tierra o electrodos dedicated ground, indicados en los planos listados mas abajo
2. Medir la resistencia de los conductores de tierra desde la derivación hasta las barras del equipo o cubiertas de los mismos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La resistencia no debe de exceder de ...1.0 ... ohms.

Table with 4 columns: Equipo Electrico Tag No., Plano, Resistencia Medida (ohms) / Continuidad, Iniciales/Fecha. Contains 8 rows of data with resistance values like 0.002 / OK and dates like A.R / 30-ABR-2021.

ANOTACIONES

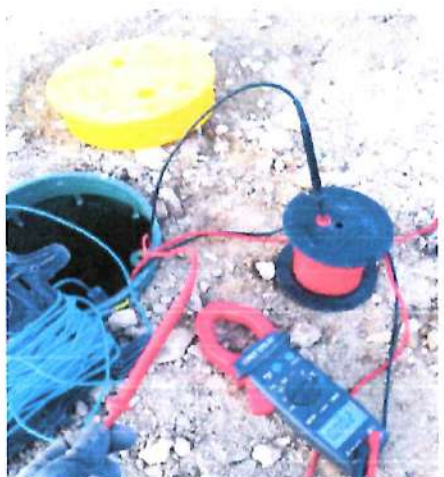
Handwritten signature and stamp: ING. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Angel Ramos Ramos
Fecha: 05-05-21
Firma: [Signature]

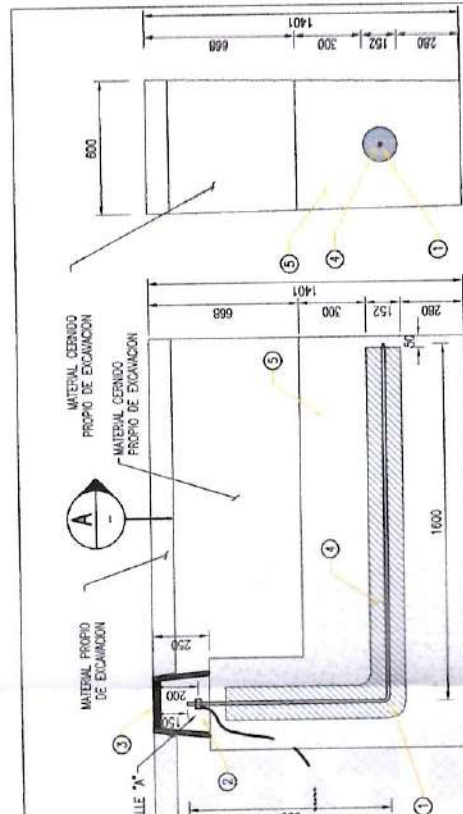
Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: HENNES DIAZ FROES
Fecha: 05-MAY-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Residencia LCE
Nombre: LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC.
Fecha: [Signature]
Firma: Eliazar Ceana Tairo 05-05-21

MEDICIONES DE CONTINUIDAD A TIERRA



Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 753329 - ELECTRICISTA

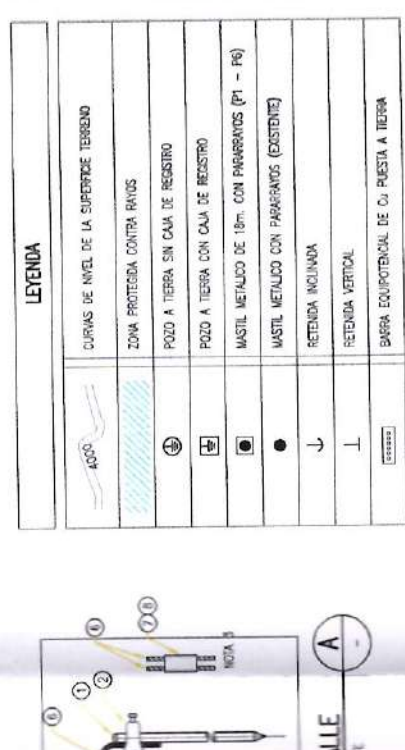


SECCION
Esc.: 5/8

CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO A TIERRA
NOTA 2

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

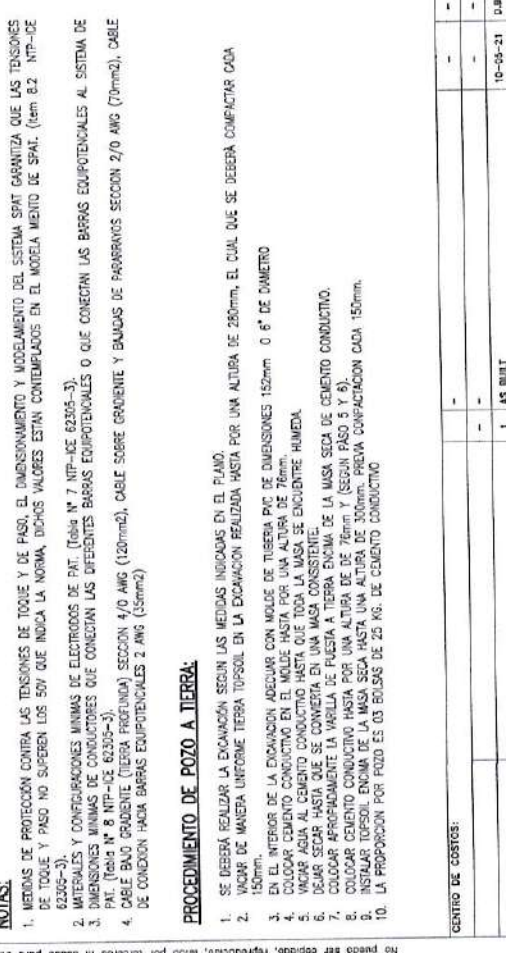
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE CEBRE	1	UNO	83/4" x 2550mm (8-2) DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "CAR" DE BURNDY	1	UNO	CABLE #4/0 AWG A VARILLA #3/4"
3	CAJA REGISTRO CON TAPA	1	UNO	287 x 362 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPSOIL CERAMICA	VAR.	m ³	-
6	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE TEMPLE BLANCO (LONG. APROX.)	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #2/0 AWG



LENDIA
Esc.: 5/8



DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
S/E



DETALLE BAJADA DE CABLE APOZO A TIERRA
Esc.: 5/8

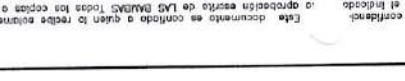


SECCION
Esc.: 5/8

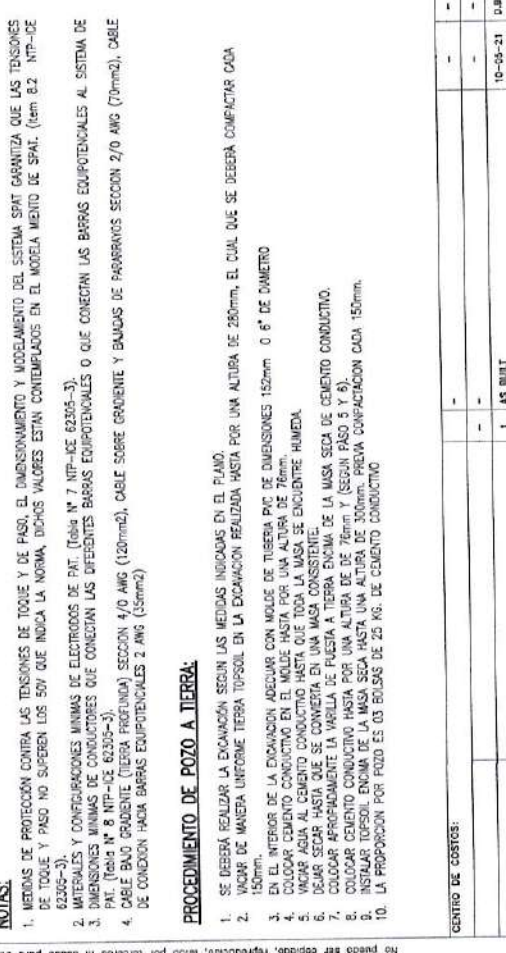
CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO A TIERRA
NOTA 2

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE CEBRE	1	UNO	83/4" x 2550mm (8-2) DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "CAR" DE BURNDY	1	UNO	CABLE #4/0 AWG A VARILLA #3/4"
3	CAJA REGISTRO CON TAPA	1	UNO	287 x 362 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPSOIL CERAMICA	VAR.	m ³	-
6	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE TEMPLE BLANCO (LONG. APROX.)	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UNO	CABLE #4/0 AWG A CABLE #2/0 AWG



LENDIA
Esc.: 5/8



DETALLE BAJADA DE CABLE APOZO A TIERRA
Esc.: 5/8

NOTAS:

- MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA LAS TENSIONES DE TOQUE Y DE PASO, EL DIMENSIONAMIENTO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA SPAT GARANTIZA QUE LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO NO SUPEREN LOS 50V QUE INDICA LA NORMA, DICHO VALORES ESTAN CONTEMPLADOS EN EL MODELA MIENTO DE SPAT. (Item 8.2 NTP-DE 62305-3).
- MEDIDAS Y CONFIGURACIONES MINIMAS DE ELECTRODOS DE PAT. (Tabla N° 7 NTP-DE 62305-3).
- DIMENSIONES MINIMAS DE CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PAT. (Tabla N° 8 NTP-DE 62305-3).
- CABLE BAJO GRADIENTE (TIERRA FRECUENTA) SECCION 4/0 AWG (120mm²), CABLE SOBRE GRADIENTE Y BAJADA DE PARABRAJOS SECCION 2/0 AWG (70mm²), CABLE DE CONEXION HACIA BARRAS EQUIPOTENCIALES 2 AWG (50mm²).

PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:

- SE DEBERA REALIZAR LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
- SE DEBERA REALIZAR LA EXCAVACION DE TIERRA TOPSOIL EN LA EXCAVACION REALIZADA HASTA POR UNA ALTURA DE 280mm, EL CUAL QUE SE DEBERA COMPACTAR CADA 150mm.
- EN EL INTERIOR DE LA EXCAVACION ADECUAR CON MOLDE DE TIERRA POR DE DIMENSIONES 150mm x 0 6" DE DIAMETRO.
- COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO EN EL MOLDE, QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
- VIORAR AGUA AL CEMENTO CONDUCTIVO EN EL MOLDE, QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
- COLOCAR PERFORACIONES EN LA VARILLA DE PUESTA A TIERRA EN LA MASA SECA DE CEMENTO CONDUCTIVO.
- COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO HASTA POR UNA ALTURA DE 76mm Y (SEGUN PASO 5 Y 6).
- INSTALAR TOPSOIL EN LA MASA SECA HASTA UNA ALTURA DE 300mm, PREVIA COMPACTACION CADA 150mm.
- LA PROPORCION POR FOLIO ES 03 BOLSA DE 25 KG. DE CEMENTO CONDUCTIVO.

FECHA	REVISOR	REVISION	FECHA	REVISOR	REVISION
03/04/21	L. CANA	1	03/04/21	L. CANA	1
03/04/21	L. CANA	2	03/04/21	L. CANA	2
03/04/21	L. CANA	3	03/04/21	L. CANA	3



REGISTRO

LCE-SGC-R-007

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 1 de 2

REGISTRO DE PRUEBA DE CONTINUIDAD DE CONEXIÓN A TIERRA (Equipos eléctricos y barras)

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS N° REGISTRO: LCE-R-LOG-008
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO ORDEN DE COMPRA: 4400338893
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA FECHA: 30-ABR-2021
ENTREGABLE / TAG: BARRAS EQUIPOTENCIALES EQUIPO DE PRUEBA: PINZA MULTIMETRICA AEMC 514 Serie: 48764TACT
PLANOS: LCE-PL-PT-001-SK CERTIFICADO DE CALIB. N° 210481 / 28-ENE-2021

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

- Equipos eléctricos conectados al Sistema de tierra o electrodos dedicated ground, indicados en los planos listados mas abajo
- Medir la resistencia de los conductores de tierra desde la derivación hasta las barras del equipo o cubiertas de los mismos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La resistencia no debe de exceder de ... 1.0 ... ohms.

Equipo Electrico Tag No.	Plano	Resistencia Medida (ohms) / Continuidad	Iniciales/Fecha
BE-01 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-02 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-03 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-04 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.004 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-05 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.003 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-06 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-07 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-08 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-09 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-10 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.003 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-11 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.001 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-12 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-13 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.003 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-14 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.000 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-15 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.001 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-16 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-17 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021
BE-18 - GND	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R. / 30-ABR-2021

ANOTACIONES

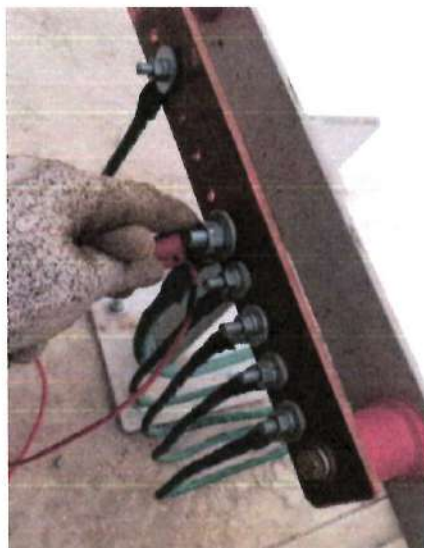
Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANÍ
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Angel como Pama
Fecha: 05-05-21
Firma:

Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: HERNAN DIAZ FLORES
Fecha: 05-MAY-21
Firma:

Aprobado por Residencia LCE
Nombre:
Fecha:
Firma: Eliazar Ccama Tairo
RESIDENTE
15-MAY-21

MEDICIONES DE CONTINUIDAD A TIERRA



Ing. CIP. ERICK VILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 193329 - ELECTRICISTA

Todo el contenido de este documento es propiedad de LAS BAMBAS y debe ser tratado como información confidencial. Este documento es confiable a quien lo recibe omanera para su información y refutación. No puede ser copiado, reproducido, hecho por terceros ni usado para otros fines que el indicado.

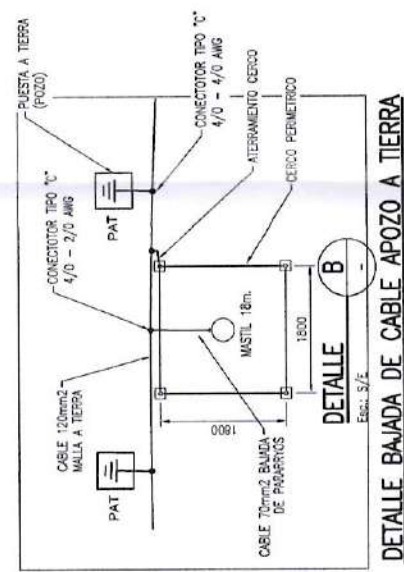
CONTROL DE COSTOS	PLANOS DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	FECHA	REVISIÓN
-	-	1 AS BULT	10-05-21	04

FECHA	REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
03/04/21	1	LOGÍSTICA - ALMACEN MINA
03/04/21	2	MINA COMO REFUGIO
03/04/21	3	DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

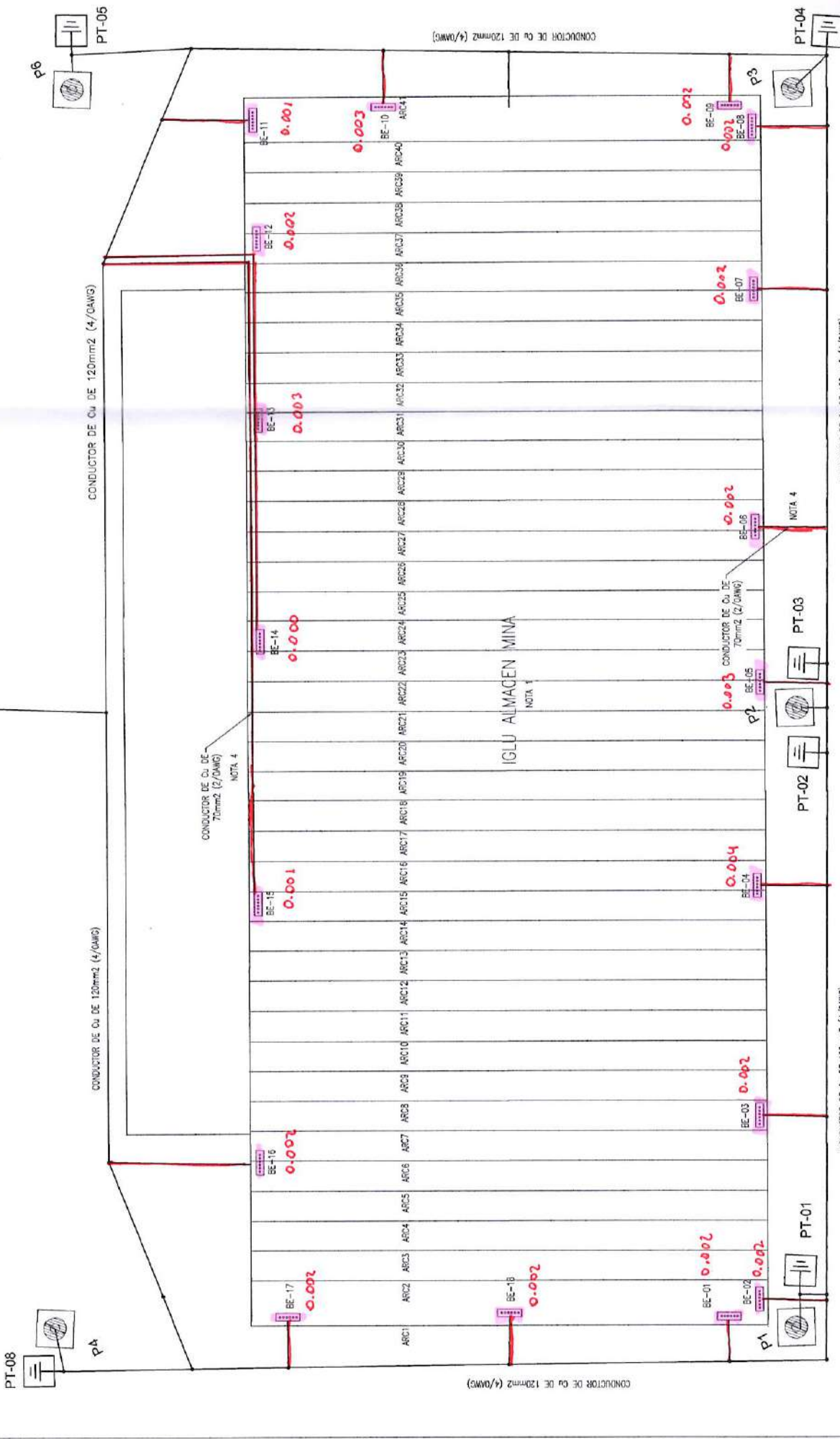


COMPANIA MINERA LAS BAMBAS APURIMAC, PERU
 LOGISTICA - ALMACEN MINA
 MINA COMO REFUGIO
 DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
 PLANO N° LCE-PL-PT-001-SK
 REV. 1

- NOTAS:**
1. MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA LAS TENSIONES DE TOQUE Y DE PASO, EL DIMENSIONAMIENTO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA SPAT GARANTIZA QUE LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO NO SUPEREN LOS 50V QUE INDICA LA NORMA, DICHO VALORES ESTAN CONTEMPLADOS EN EL MODELA MIENTO DE SPAT. (Item B.2 NTP-IE 62305-3).
 2. MATERIALES Y CONFIGURACIONES MINIMAS DE ELECTRODOS DE PAT. (Tomar N° 7 NTP-IE 62305-3)
 3. DIMENSIONES MINIMAS DE CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PAT. (Tomar N° 8 NTP-IE 62305-3).
 4. CABLE BAO GRADIENTE (TIERRA PROFUNDA) SECCION 4/0 AWG (120mm²), CABLE SOBRE GRADIENTE Y BAJOS DE PARARRAYOS SECCION 2/0 AWG (70mm²), CABLE DE CONEXION HACIA BARRAS EQUIPOTENCIALES 2 AWG (50mm²)
- PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:**
1. SE DEBERA REALIZAR LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
 2. VAGAR DE MANERA UNIFORME TIERRA TOPSOIL EN LA EXCAVACION REALIZADA HACIA POR UNA ALTURA DE 200mm, EL CUAL QUE SE DEBERA COMPACTAR CADA 150mm.
 3. COLAR UN CEMENTO CONDUCTIVO EN LA EXCAVACION HACIA POR UNA ALTURA DE 200mm, EL CUAL QUE SE DEBERA COMPACTAR CADA 150mm.
 4. COLAR CEMENTO CONDUCTIVO EN EL FONDO DE LA EXCAVACION HACIA POR UNA ALTURA DE 70mm.
 5. VAGAR AGUA AL FONDO CONDUCTIVO HASTA QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
 6. DEJAR SECAR HASTA QUE SE CONVIERTA EN UNA MASA CONSISTENTE.
 7. COLAR APROXIMADAMENTE LA VARILLA DE PUESTA A TIERRA EN LA MASA SECA DE CEMENTO CONDUCTIVO.
 8. COLAR CEMENTO CONDUCTIVO HASTA POR UNA ALTURA DE 70mm Y (SEGUN PASO 5 Y 6).
 9. INSTALAR TOPSOIL EN LA MASA SECA HASTA UNA ALTURA DE 300mm. FREJA COMPACTACION CADA 150mm.
 10. LA PROPORCION POR POZO ES 03 BOLSA DE 25 KG. DE CEMENTO CONDUCTIVO.

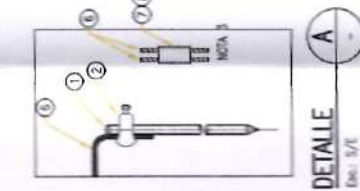


DISPOSICION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
 S/E



LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

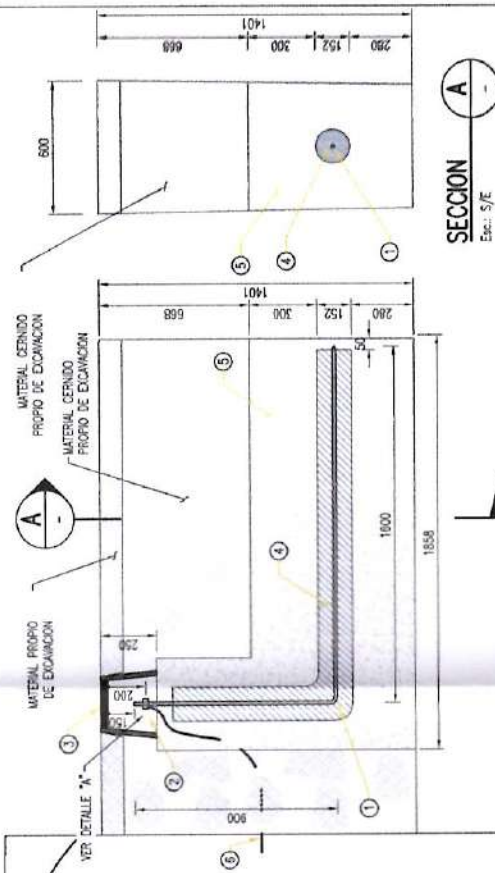
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UND	Ø 1/2" x 2500mm (Ø 12.7 DE LONGITUD)
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "CAR" DE BURNDY	1	UND	CABLE #4/0 AWG A VARILLA #3/4"
3	CAMA REGISTRIO CON TPA	1	UND	287 x 352 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPSOIL CERAMIA	VAR.	m ³	-
6	CONDUCTOR DE COBRE (SERVADO DE TEMPLE ELABO (LONG. APROX.)	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURNDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #2/0 AWG



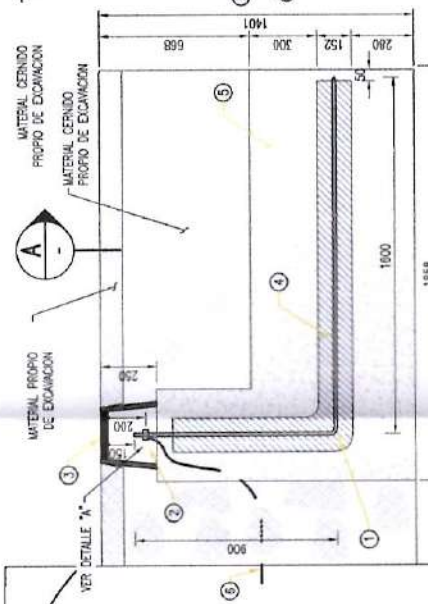
LEYENDA

	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRESTRE
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAMA DE REGISTRIO
	POZO A TIERRA CON CAMA DE REGISTRIO
	MASTIL METALICO DE 18m. CON PARARRAYOS (PI - P6)
	MASTIL METALICO CON PARARRAYOS (EXISTENTE)
	RETIENDA INCLINADA
	RETIENDA VERTICAL
	BARRA EQUIPOTENCIAL DE CUI PUESTA A TIERRA

CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA POZO HORIZONTAL
 ESC.: S/E
 NOTA 2



SECCION
 ESC.: S/E





REGISTRO

LCE-SGC-R-007

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas: 2 de 2

REGISTRO DE PRUEBA DE CONTINUIDAD DE CONEXIÓN A TIERRA (Equipos eléctricos y barras)

CLIENTE: UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
PROYECTO: HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO
AREA: LOGISTICA / ALMACEN MINA
ENTREGABLE / TAG: BARRAS EQUIPOTENCIALES
PLANOS: LCE-PL-PT-001-SK
Nº REGISTRO: LCE-R-LOG-008
ORDEN DE COMPRA: 4400338893
FECHA: 30-ABR-2021
EQUIPO DE PRUEBA: PINZA MULTIMETRICA AEMC 514 Serie: 48764TACT
CERTIFICADO DE CALIB. N° 210481 / 28-ENE-2021

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:

- 1. Equipos eléctricos conectados al Sistema de tierra o electrodos dedicated ground, indicados en los planos listados mas abajo
2. Medir la resistencia de los conductores de tierra desde la derivación hasta las barras del equipo o cubiertas de los mismos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La resistencia no debe de exceder de ...1.0 ... ohms.

Table with 4 columns: Equipo Electrico Tag No., Plano, Resistencia Medida (ohms) / Continuidad, Iniciales/Fecha. Contains 18 rows of test data.

ANOTACIONES

Empty lines for annotations.

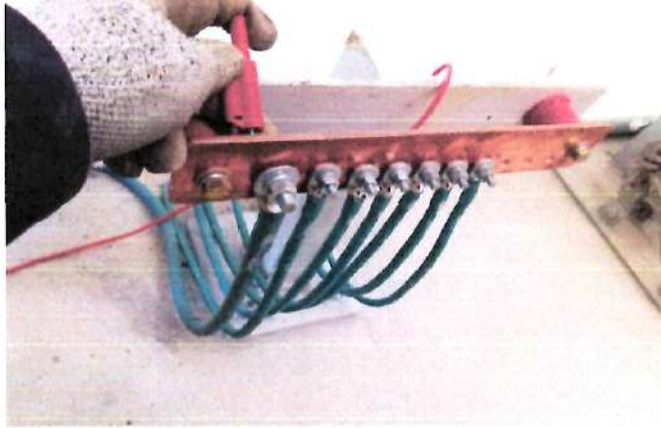
Handwritten signature and stamp: Ing. CIP ERICK WILLIAM PAUCARA MAMANI, REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
Nombre: Angel Ramo Ramo
Fecha: 05-05-21
Firma: [Signature]

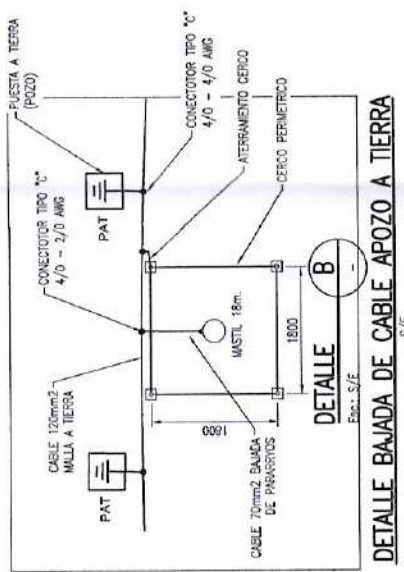
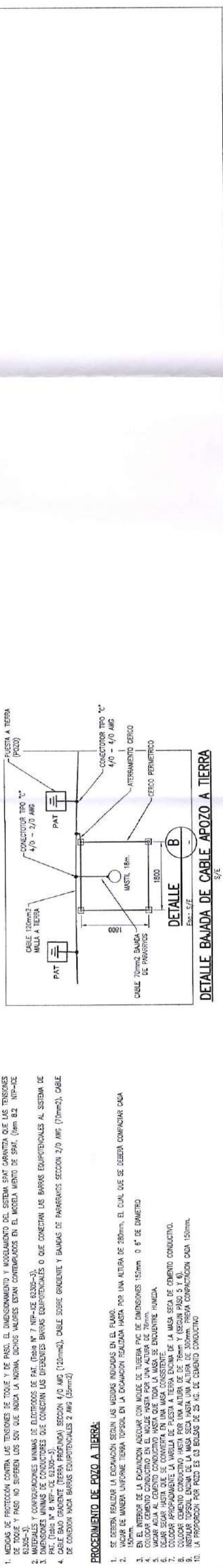
Aprobado por Calidad LCE:
Nombre: Hernes Diaz Flores
Fecha: 05-MAY-21
Firma: [Signature]

Aprobado por Residencia LCE
Nombre: [Signature]
Fecha: [Signature]
Firma: Eliazar Ceana Tairo, RESIDENTE, 09-MAY-21

MEDICIONES DE CONTINUIDAD A TIERRA



Ing. CIP. ERICK VIKLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 103329 - ELECTRICISTA



NOTAS:

1. MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA LAS TENSIONES DE TOQUE Y DE PASO. EL DIMENSIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA SPAT GARANTIZA QUE LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO NO SOBREPASEN LOS VALORES QUE INDICA LA NORMA. DICHOS VALORES ESTAN CONTEMPORANEOS EN EL MODELO MIENTO DE SPAT. (Item B.2 NTP-402-3).
2. MEDIDAS Y CONDICIONES MINIMAS DE DISEÑOS DE PAT. (Item N° 7 NTP-402-3).
3. LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO DE LOS CONDUCTORES QUE CONECTAN LAS DIFERENTES BARRAS EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA, DEBE SER MENOR A 1V.
4. CABLE BAJO TENSIONE (TIERRA PROTEGIDA) SECCION 4/0 AWG (120mm²), CABLE SOBRE GRADIENTE Y BARRAS DE PARARAYOS SECCION 2/0 AWG (70mm²), CABLE DE CONEXION HACIA BARRAS EQUIPOTENCIALES 2 AWG (55mm²).

PROCEDIMIENTO DE POZO A TIERRA:

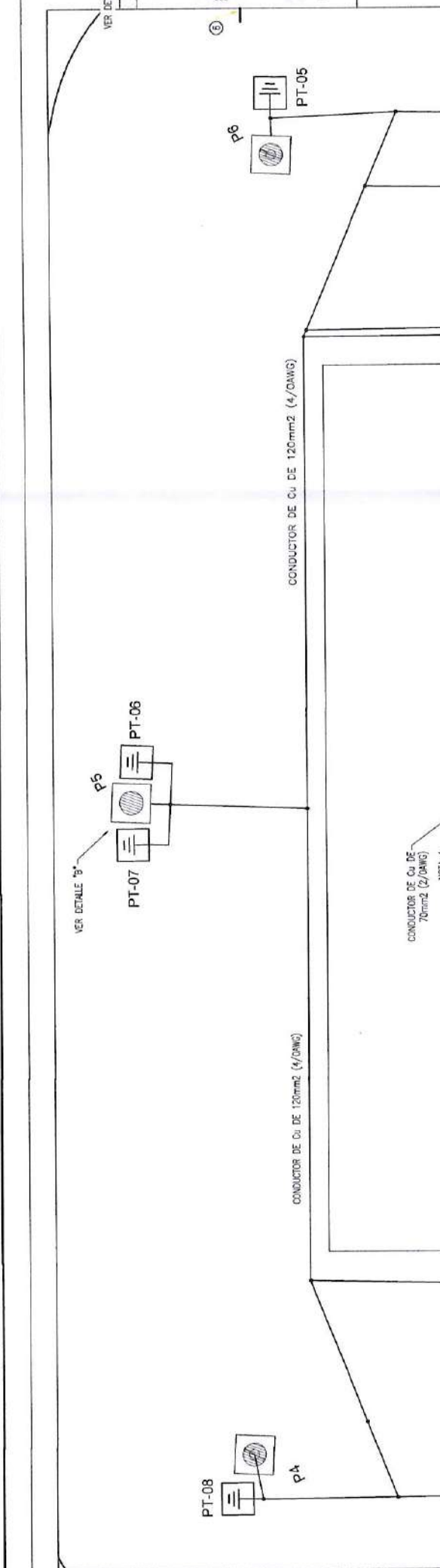
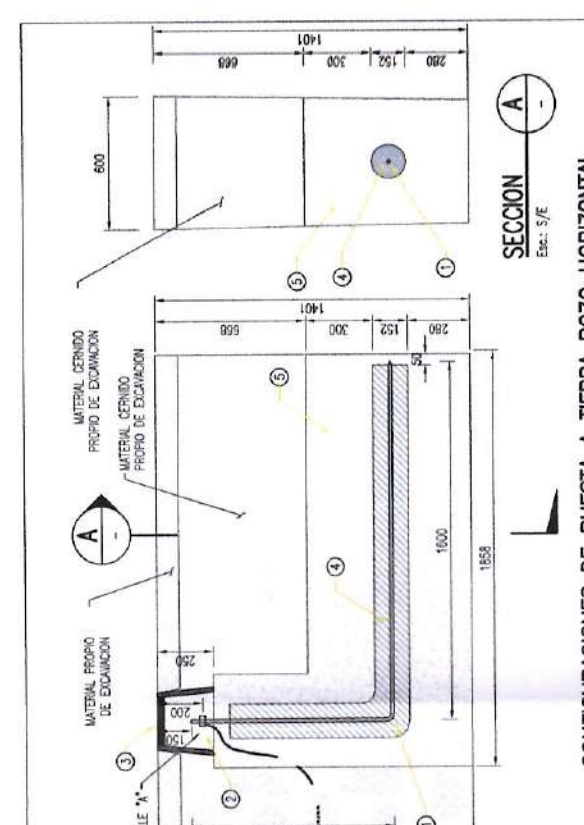
1. SE DEBERA REALIZAR LA EXCAVACION SEGUN LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.
2. VACIAR DE MANERA UNIFORME TIERRA TOPSOIL EN LA EXCAVACION REALIZADA HASTA POR UNA ALTURA DE 280mm, EL CUAL QUE SE DEBERA COMPACTAR CADA 150mm.
3. EN EL INTERIOR DE LA EXCAVACION ADECUAR CON MOLDE DE TUBERIA PAC DE DIMENSIONES 150mm Ø 6" DE DIAMETRO.
4. VACIAR CEMENTO CONDUCTIVO EN EL MOLDE HASTA POR UNA ALTURA DE 76mm.
5. VACIAR AGUA AL CEMENTO CONDUCTIVO HASTA QUE TODA LA MASA SE ENCUENTRE HUMEDA.
6. DEJAR SECAR HASTA QUE SE CONVERTA EN UNA MASA CONSISTENTE.
7. COLOCAR APROPIADAMENTE LA VARILLA DE PUESTA A TIERRA ENCIMA DE LA MASA SECA DE CEMENTO CONDUCTIVO.
8. COLOCAR CEMENTO CONDUCTIVO HASTA POR UNA ALTURA DE 76mm DESDE LA SUPERFICIE DEL TERRENO (VER DETALLE "A").
9. EL CEMENTO CONDUCTIVO DEBE SER COMPACTADO CON UN MARIPIANO DE 30mm DE DIAMETRO Y 150mm DE LONGITUD.
10. LA PROFUNDIDAD POR POZO ES DE 150mm.

LISTA DE MATERIALES POR PUESTA (POZO) A TIERRA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	DIMENSIONES
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE COBRE	1	UND	Ø3/4" x 2500mm (ØB.2) DE LONGITUD
2	CONECTOR PARA CABLE A VARILLA TIPO "BAR" DE BURINDY	1	UND	CABLE #4/0 AWG A VARILLA #3/4"
3	CAJA REGISTRIO CON TAPA	1	UND	287 x 302 x 350mm (10 1/2" x 14 1/4" x 14")
4	CEMENTO CONDUCTIVO	3	BLS	25 Kg
5	TOPSOIL CERVIDA	VAR.	m³	-
6	CONDUCTOR DE COBRE DISEÑO DE TEMPLE BLANCO (LONG. APROX.)	VAR.	m	#4/0 AWG
7	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURINDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #4/0 AWG
8	CONECTOR PARA CABLE TIPO "C" DE BURINDY	VAR.	UND	CABLE #4/0 AWG A CABLE #2/0 AWG

LEYENDA

	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE TERRESTRE
	ZONA PROTEGIDA CONTRA RAYOS
	POZO A TIERRA SIN CAJA DE REGISTRIO
	POZO A TIERRA CON CAJA DE REGISTRIO
	MASTIL METALICO DE 15m. CON PARARAYOS (EXISTENTE)
	MASTIL METALICO CON PARARAYOS (EXISTENTE)
	RETENIDA INCLINADA
	RETENIDA VERTICAL
	BARRA EQUIPOTENCIAL DE CU PUESTA A TIERRA





REGISTRO

LCE-SGC-R-007

Revisión: 0
Fecha: 18/02/21
Hojas 1 de 1

REGISTRO DE PRUEBA DE CONTINUIDAD DE CONEXIÓN A TIERRA (Equipos eléctricos y barras)

CLIENTE:	<u>UNIDAD MINERA LAS BAMBAS</u>	N° REGISTRO:	<u>LCE-R-LOG-009</u>
PROYECTO:	<u>HABILITACION DE IGLU ALMACEN MINA COMO REFUGIO</u>	ORDEN DE COMPRA:	<u>4400338893</u>
AREA:	<u>LOGISTICA / ALMACEN MINA</u>	FECHA:	<u>30-ABR-2021</u>
ENTREGABLE / TAG:	<u>BARRAS EQUIPOTENCIALES Y ESTRUCTURA</u>	EQUIPO DE PRUEBA	<u>PINZA MULTIMETRICA AEMC 514 Serie: 48764TACT</u>
PLANOS:	<u>LCE-PL-PT-001-SK</u>	CERTIFICADO DE CALIB.	<u>N° 210481 / 28-ENE-2021</u>

CLIMA: PARCIALMENTE NUBLADO

Notas:


- Equipos eléctricos conectados al Sistema de tierra o electrodos dedicated ground, indicados en los planos listados mas abajo
- Medir la resistencia de los conductores de tierra desde la derivación hasta las barras del equipo o cubiertas de los mismos, y algunos otros puntos indicados en los planos. La resistencia no debe de exceder de ...1.0... ohms.


Equipo Electrico Tag No.	Plano	Resistencia Medida (ohms) / Continuidad	Iniciales/Fecha
BE-18 - ARC1	LCE-PL-PT-001-SK	0.001 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-17 - ARC3	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-17 - ARC6	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-16 - ARC9	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-16 - ARC11	LCE-PL-PT-001-SK	0.003 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-15 - ARC14	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-15 - ARC17	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-14 - ARC20	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-14 - ARC25	LCE-PL-PT-001-SK	0.001 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-13 - ARC28	LCE-PL-PT-001-SK	0.001 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-13 - ARC31	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-12 - ARC34	LCE-PL-PT-001-SK	0.001 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-12 - ARC37	LCE-PL-PT-001-SK	0.000 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-11 - ARC39	LCE-PL-PT-001-SK	0.002 / OK	A.R / 30-ABR-2021
BE-10 - ARC41	LCE-PL-PT-001-SK	0.000 / OK	A.R / 30-ABR-2021

ANOTACIONES

.....
.....
.....


 Ing. CIP ERICK WILLIAM PACCARA MAMAN
 REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

Elaborado por Supervisión LCE
 Nombre: Angel Ramos Ramos
 Fecha: 05-05/21
 Firma: 

Aprobado por Calidad LCE:
 Nombre: HERNAN DIAZ F.
 Fecha: 05-MAY-21
 Firma: 

Aprobado por Residencia LCE
 Nombre:  LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC.
 Fecha: 
 Firma: Eliazar Ccaña Tatro
 RESIDENTE
09-MAY-21

MEDICIONES DE CONTINUIDAD A TIERRA




Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANÍ
REGISTRO 103320 - ELECTRICISTA

Anexos 5

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 210985**Datos Generales**

Solicitante	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección	NRO. SN BAR. PUEBLO LIBRE - CHUQUIBAMBILLA - GRAU - APURIMAC
Equipo	MEGOHMETRO
Marca	Megabras
Modelo	MD1000R
Número de serie	18C2110
Fecha de Calibración	2021-02-25
Registro	14-9024

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestro Patrón
Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
CAJA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Marca:MEGABRAS Modelo:CPR-20G	MG7036E	INACAL Certificado N°: LE - 015 - 2020 Calibrado 2020-06-08	1 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
22,5 °C ± 1 °C	70,0 % ± 5 %

Nota

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



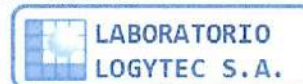
Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 210985
Resultado de la calibración
Resistencia

Escala de tensión	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (K=2)
250 V	10 M Ω	9,982 M Ω	10,04 M Ω	0,581 %	1,156 %
	100 M Ω	98,147 M Ω	97,4 M Ω	-0,76 %	1,16 %
	1000 M Ω	997 M Ω	997 M Ω	0,0 %	1,2 %
	10 G Ω	10,007 G Ω	10,08 G Ω	0,729 %	1,156 %
500 V	10 M Ω	9,982 M Ω	10,05 M Ω	0,681 %	1,156 %
	100 M Ω	98,147 M Ω	99,2 M Ω	1,07 %	1,16 %
	1000 M Ω	997 M Ω	1002 M Ω	0,5 %	1,2 %
	10 G Ω	10,007 G Ω	10,09 G Ω	0,829 %	1,156 %
1000 V	10 M Ω	9,982 M Ω	10,04 M Ω	0,581 %	1,156 %
	100 M Ω	98,147 M Ω	99,3 M Ω	1,17 %	1,16 %
	1000 M Ω	997 M Ω	1004 M Ω	0,7 %	1,2 %
	10 G Ω	10,007 G Ω	10,08 G Ω	0,729 %	1,156 %

Observaciones

Del resultado de las mediciones se concluye que el instrumento se encuentra calibrado.



Calibrado por:



Eduardo Fernandez Ulfee
Laboratorio de calibraciones



Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 210986**Datos Generales**

Solicitante	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección	NRO. SN BAR. PUEBLO LIBRE - CHUQUIBAMBILLA - GRAU - APURIMAC
Equipo	PINZA MULTIMETRICA
Marca	AEMC
Modelo	514
Número de serie	42355QCCT
Fecha de Calibración	2021-02-25
Registro	14-9013

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestro Patrón
Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
CALIBRADOR MULTIFUNCION Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:5025C	1235A13	Time Electronics Certificado N°: 0457301 (UKAS) Calibrado 2019-06-19	3 año(s)
MULTIMETRO DIGITAL 7 1/2 DIGITOS Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:5075	1380G14	Time Electronics Certificado N°: 0457302 (UKAS) Calibrado 2019-06-05	3 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
23,0 °C ± 1 °C	60,0 % ± 5 %

Nota

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 210986
Resultado de la calibración
Corriente AC 60 Hz

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
40 A	5 A	5 A	4,96 A	-0,800 %	0,172 %
	20 A	20 A	20,04 A	0,200 %	0,122 %
	30 A	30 A	30,09 A	0,300 %	0,119 %
400 A	50 A	50 A	50,2 A	0,40 %	0,27 %
	200 A	200 A	200,1 A	0,05 %	0,24 %
	300 A	300 A	299,4 A	-0,20 %	0,23 %
1000 A	500 A	500 A	505 A	1,0 %	0,3 %
	700 A	700 A	704 A	0,6 %	0,2 %

Voltaje AC 60 Hz

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
750 V	100 V	100,078 V	100,5 V	0,42 %	0,37 %
	500 V	500,02 V	497 V	-0,6 %	0,5 %
	700 V	699,94 V	694 V	-0,8 %	0,4 %

Corriente DC

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
40 A	5 A	5 A	4,96 A	-0,800 %	0,126 %
	20 A	20 A	19,86 A	-0,700 %	0,055 %
	30 A	30 A	29,82 A	-0,600 %	0,050 %
400 A	50 A	50 A	49,4 A	-1,20 %	0,14 %
	200 A	200 A	197,7 A	-1,15 %	0,08 %
	300 A	300 A	296,4 A	-1,20 %	0,07 %
1000 A	500 A	500 A	500 A	0,0 %	0,1 %
	700 A	700 A	698 A	-0,3 %	0,1 %

Voltaje DC

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
1000 V	100 V	99,998 V	99,7 V	-0,30 %	0,06 %
	500 V	500,019 V	498 V	-0,4 %	0,1 %
	700 V	700,035 V	698 V	-0,3 %	0,1 %

Resistencia


Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
Ω	10 Ω	10,004 Ω	10,0 Ω	-0,04 %	0,58 %
	100 Ω	100,005 Ω	99,6 Ω	-0,40 %	0,06 %
	1000 Ω	1000,01 Ω	996 Ω	-0,4 %	0,1 %

Observaciones

Del resultado de las mediciones se concluye que el instrumento se encuentra calibrado.



Calibrado por:


 Eduardo Fernandez Ulfee
 Laboratorio de calibraciones


 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
 REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 210987**Datos Generales**

Solicitante	LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección	NRO. SN BAR. PUEBLO LIBRE - CHUQUIBAMBILLA - GRAU - APURIMAC
Equipo	PINZA MULTIMETRICA
Marca	AEMC
Modelo	514
Número de serie	46516RLCT
Fecha de Calibración	2021-02-25
Registro	14-9012

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestro Patrón
Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
CALIBRADOR MULTIFUNCION Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:5025C	1235A13	Time Electronics Certificado N°: 0457301 (UKAS) Calibrado 2019-06-19	3 año(s)
MULTIMETRO DIGITAL 7 1/2 DIGITOS Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:5075	1380G14	Time Electronics Certificado N°: 0457302 (UKAS) Calibrado 2019-06-05	3 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

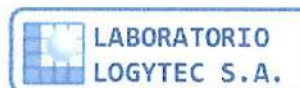
Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
23,0 °C ± 1 °C	60,0 % ± 5 %

Nota

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 210987
Resultado de la calibración
Corriente AC 60 Hz

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
40 A	5 A	5 A	5,04 A	0,800 %	0,172 %
	20 A	20 A	20,25 A	1,250 %	0,122 %
	30 A	30 A	30,41 A	1,367 %	0,119 %
400 A	50 A	50 A	50,2 A	0,40 %	0,27 %
	200 A	200 A	199,7 A	-0,15 %	0,24 %
	300 A	300 A	298,8 A	-0,40 %	0,23 %
1000 A	500 A	500 A	501 A	0,2 %	0,3 %
	700 A	700 A	697 A	-0,4 %	0,2 %

Voltaje AC 60 Hz

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
750 V	100 V	100,078 V	100,5 V	0,42 %	0,37 %
	500 V	500,02 V	499 V	-0,2 %	0,5 %
	700 V	699,94 V	698 V	-0,3 %	0,4 %

Corriente DC

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
40 A	5 A	5 A	5,02 A	0,400 %	0,126 %
	20 A	20 A	20,13 A	0,650 %	0,055 %
	30 A	30 A	30,22 A	0,733 %	0,050 %
400 A	50 A	50 A	49,5 A	-1,00 %	0,14 %
	200 A	200 A	198,0 A	-1,00 %	0,08 %
	300 A	300 A	296,8 A	-1,07 %	0,07 %
1000 A	500 A	500 A	497 A	-0,6 %	0,1 %
	700 A	700 A	693 A	-1,0 %	0,1 %

Voltaje DC

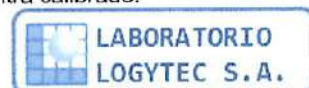
Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
1000 V	100 V	99,998 V	99,9 V	-0,10 %	0,06 %
	500 V	500,019 V	500 V	-0,0 %	0,1 %
	700 V	700,035 V	701 V	0,1 %	0,1 %

Resistencia

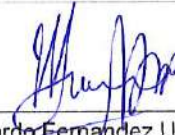
Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
Ω	10 Ω	10,004 Ω	10,0 Ω	-0,04 %	0,58 %
	100 Ω	100,005 Ω	99,6 Ω	-0,40 %	0,06 %
	1000 Ω	1000,01 Ω	998 Ω	-0,2 %	0,1 %

Observaciones

Del resultado de las mediciones se concluye que el instrumento se encuentra calibrado.



Calibrado por:


 Eduardo Fernandez Ulfee
 Laboratorio de calibraciones


 Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
 REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 210984**Datos Generales**

Solicitante LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección NRO. SN BAR. PUEBLO LIBRE - CHUQUIBAMBILLA - GRAU - APURIMAC
Equipo TELUROMETRO
Marca Megabras
Modelo EM4058
Número de serie 1710202
Fecha de Calibración 2021-02-26
Registro 14-9034

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestro Patrón
Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
DECADA DE RESISTENCIA DE BAJO VALOR Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:1051	8151C18	INACAL Certificado N°: LE - 338 - 2020 Calibrado 2020-12-09	1 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

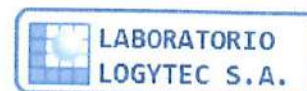
Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
23,0 °C ± 1 °C	60,0 % ± 5 %

Nota

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

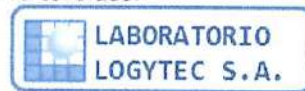
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 210984

Resultado de la calibración

Rango	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (K=2)
Ω	5 Ω	5,016 Ω	5,06 Ω	0,877 %	0,588 %
	10 Ω	10,016 Ω	10,04 Ω	0,240 %	0,580 %
	50 Ω	50,074 Ω	50,2 Ω	0,25 %	0,16 %
	90 Ω	90,175 Ω	90,3 Ω	0,14 %	0,13 %
	600 Ω	599,524 Ω	600 Ω	0,1 %	0,2 %
	900 Ω	899,77 Ω	899 Ω	-0,1 %	0,1 %
	5 k Ω	5,0006 k Ω	4,99 k Ω	-0,212 %	0,164 %
	10 k Ω	10,0015 k Ω	9,96 k Ω	-0,415 %	0,129 %

Observaciones

Del resultado de las mediciones se concluye que el instrumento se encuentra calibrado.



Calibrado por:

Eduardo Fernandez Ulfee
Laboratorio de calibraciones
Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N.º 210988

Cliente LCE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección NRO. SIN BAR. PUEBLO LIBRE APURIMAC - GRAU - CHUQUIBAMBILLA
Fecha de calibración 2021-02-25

Datos del instrumento

Tipo MEDIDOR DE TOQUE Y PASO
Marca METREL
Modelo MI3295
Serie MEDIDOR: MI3295M SERIE: 19220032
 SOURCE: MI3295S SERIE: 19260102

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestros patrones
 Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal

Patrón(es) utilizado(s)

Descripción	Número de serie	Trazabilidad	Validez
Multímetro de precisión 7 dígitos marca TIME ELECTRONICS	1380G14	Certificado N°: 0457302 Calibrado: 2019-06-05 UKAS	3 años
CALIBRADOR MULTIFUNCION TIME ELECTRONICS 5025C	1235A13	Certificado N°: 0457301 Calibrado: 2019-06-05 UKAS	3 años

Lugar de calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
 Calle Isidoro Suárez 236 - San Miguel - Lima

Condiciones Ambientales

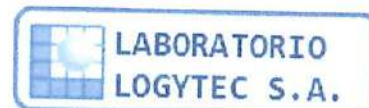
Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
22,5 °C ± 3 °C	60 % ± 7 %

Nota:

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración.




Ing. CIP. ERICK WILLIAM PACCARA MAMANI
 REGISTRO 133329 - ELECTRICISTA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N.º 210988

Resultado de la calibración

Función: Tensión de paso (MI3295M)

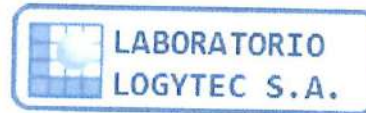
Alcance	Nominal	Patrón	Lectura	Error	Incertidumbre
60 V	1 mV	0,998 mV	0,97 mV	-0,028 mV	0,02 mV
	18 mV	17,897 mV	17,87 mV	-0,027 mV	0,02 mV
	40 mV	39,598 mV	39,2 mV	-0,358 mV	0,03 mV
	160 mV	158,040 mV	158,0 mV	-0,040 mV	0,03 mV
	400 mV	399,590 mV	399 mV	-0,490 mV	0,05 mV
	1600 mV	1598,400 mV	1599,00 mV	0,600 mV	0,05 mV
	4 V	3,988 V	4,00 V	0,012 V	0,09 V
	16 V	15,966 V	15,96 V	-0,006 V	0,09 V
	24 V	23,756 V	23,60 V	-0,156 V	0,12 V

Función: Fuente de corriente

Potencia	Nominal	Patrón	Lectura	Error	Incertidumbre
10,00 %	6 A	6,500 A	6,20 A	-0,300 A	0,02 A
25,00 %	18 A	17,500 A	17,20 A	-0,300 A	0,02 A
50,00 %	36 A	32,200 A	32,00 A	-0,200 A	0,02 A

Calibrado por :


Eduardo Fernández



Fin del documento

