

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Aplicación del método PHVA en la supervisión de la ejecución de
los sistemas de utilización Pamolsa y Texfina utilizando la
herramienta Power bi**

Para obtener el título profesional de:
Ingeniero Electricista.

Elaborado por

Augusto Javier Esteves Olivares

 [0009-0005-1943-6861](https://orcid.org/0009-0005-1943-6861)

Asesor

M.Sc. Estanislao Ubaldo Rosado Aguirre

 [0000-0003-3019-2456](https://orcid.org/0000-0003-3019-2456)

LIMA – PERÚ

2024

Citar/How to cite	Esteves Olivares [1]
Referencia/Reference	[1] A. Esteves Olivares, “ <i>Aplicación del método PHVA en la supervisión de la ejecución de los sistemas de utilización Pamolsa y Texfina utilizando la herramienta Power bi</i> ” [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Esteves, 2024)
Referencia/Reference	Esteves, A. (2024). <i>Aplicación del método PHVA en la supervisión de la ejecución de los sistemas de utilización Pamolsa y Texfina utilizando la herramienta Power bi</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

Otorgo este trabajo a mis reinas:

Liz, Nirsal y Ximena, ejemplos de lucha y sacrificio.

Porque nunca perdieron la Fe.

Resumen

El procedimiento mediante el cual se supervisa las redes eléctricas de las concesionarias, para garantizar la seguridad pública es aprobado mediante resolución N° 228-2009-OS/CD del Osinergmin. Asimismo, teniendo en cuenta que las redes eléctricas de los clientes de los sistemas de utilización también están instaladas en vía pública desde un punto de diseño hasta llegar a una subestación en el interior de las redes eléctricas del cliente. Se propone una metodología cíclica de supervisión constante durante el proceso de ejecución de la obra mediante el método PHVA. Se aplica un formato previamente definido por un supervisor calificado y con experiencia referenciado en el procedimiento aprobado por Osinergmin (anexos) en lo que respecta a los conductores instalados en vía pública y a los tipos de subestaciones (según concuerde con el proyecto a ejecutar). Finalmente, los datos obtenidos se gestionan en un software de visualización en línea (*Power bi*), que nos permite la toma de decisiones para la mejora continua. Se concluye que el método y la herramienta aplicados son muy adecuados, ya que permiten reducir los índices de error en supervisión de obras eléctricas.

Palabras clave — Sistema de utilización, media tensión, supervisión, calidad.

Abstract

The procedure by which the electrical networks of the concessionaires are monitored, to guarantee public safety, is approved by resolution No. 228-2009-OS/CD of the Osinergmin. Likewise, taking into account that the electrical networks of the clients of the utilization systems are also installed on public roads from a design point until reaching a substation within the client's electrical networks. A cyclical methodology of constant supervision is proposed during the work execution process using the PHVA method. A format previously defined by a qualified and experienced supervisor referenced in the procedure approved by Osinergmin (annexes) is applied with respect to conductors installed on public roads and types of substations (as consistent with the project to be executed). Finally, the data obtained is managed in online visualization software (Power bi), which allows us to make decisions for continuous improvement. It is concluded that the method and tool applied are very appropriate, since they allow reducing error rates in supervision of electrical works.

Keywords — Utilization system, medium voltage, supervision, quality.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Introducción.....	xii
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo.....	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Descripción del trabajo de investigación.....	2
1.2.1 Situación problemática	2
1.2.2 Problema a resolver.....	2
1.3 Objetivos del estudio	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Antecedentes	8
Capítulo II. Marcos teórico y conceptual	10
2.1 Marco teórico	10
2.1.1 Normativas y regulaciones.....	10
2.1.2 Procedimientos de supervisión de obras eléctricas.....	10
2.1.3 La norma ISO 9001:2015.....	12
2.1.4 El supervisor de calidad de servicio	13
2.1.5 Tecnologías y herramientas disponibles para la supervisión.....	14
2.2 Marco conceptual	18
2.2.1 Los sistemas de utilización en el Perú	18
2.2.2 Pruebas eléctricas	18
2.2.3 El ciclo <i>Deming</i> PHVA	21
2.2.4 Materiales y equipos utilizados en las obras eléctricas	26
Capítulo III: Desarrollo del trabajo de investigación	28
3.1 Descripción de las actividades realizadas en el sistema de utilización.....	28

3.2	Topografía y ubicación del proyecto	28
3.3	Características generales del proyecto.....	29
3.3.1	Empresa Pamolsa	29
3.3.2	Empresa Texfina	30
3.4	Cronograma de trabajo ejecutado	31
3.5	Coordinaciones para la ejecución del proyecto.....	33
3.5.1	Coordinaciones con cliente Pamolsa	33
3.5.2	Coordinaciones con cliente Texfina	34
3.5.3	Coordinaciones con la empresa concesionaria de distribución	34
3.6	Proceso constructivo del proyecto	35
3.6.1	Actividades de excavación, instalación cables y empalmes.....	35
3.6.2	Trabajos ejecutados en empresa Pamolsa	42
3.6.3	Trabajos ejecutados en empresa Texfina	50
3.7	Pruebas eléctricas.....	51
3.7.1	Pruebas en cables de media tensión	51
3.8	Corte, maniobra y reposición del servicio del proyecto	52
3.8.1	Maniobra en empresa Pamolsa	56
	Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados.....	70
4.1	Ejecución de nuevo alimentador de la empresa Pamolsa.....	70
4.2	Ejecución de nuevo alimentador de la empresa Texfina 1 y 2	72
	Conclusiones.....	74
	Recomendaciones.....	75
	Referencias bibliográficas.....	76
	Anexos	78

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Resistencia de aislamiento en interruptores.....	20
Tabla 2: Tipificación de deficiencias de subestaciones de distribución 1	23
Tabla 3: Tipificación de deficiencias de subestaciones de distribución 2	24

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Procedimiento para supervisión de las instalaciones de distribución eléctrica.....	4
Figura 2 Kilómetros de extensión de redes	6
Figura 3 Evolución de los indicadores de calidad de servicio.....	6
Figura 4 Esquema referencial de la organización de trabajo.....	7
Figura 5 Procedimientos de supervisión	11
Figura 6 Procedimiento escrito de trabajo seguro	12
Figura 7 Evidencia de formulario aplicado a la supervisión 1.....	15
Figura 8 Evidencia de formulario aplicado a la supervisión 2.....	16
Figura 9 Evidencia de formulario aplicado a la supervisión 3.....	16
Figura 10 Estadística de supervisión con Power bi	17
Figura 11 Ejemplo de fórmulas aplicadas en lenguaje dax 1	18
Figura 12 Ejemplo de fórmulas aplicadas en lenguaje dax 2	18
Figura 13 Criterio de prueba de aislamiento del concesionario.....	19
Figura 14 Esquema básico del ciclo phva	21
Figura 15 Formato de actividades de supervisión de calidad.....	25
Figura 16 Equipos y herramientas de maniobras	27
Figura 17 Normativa técnica de excavación.....	36
Figura 18 Evidencia de ejecución de proyecto total 1	37
Figura 19 Evidencia de ejecución de proyecto total 2	37
Figura 20 Evidencia de ejecución de proyecto total 3	38
Figura 21 Evidencia de ejecución de proyecto total 4	38
Figura 22 Evidencia de ejecución de proyecto total 5	39

Figura 23	Evidencia de ejecución de proyecto total 6	39
Figura 24	Evidencia de ejecución de proyecto total 7	40
Figura 25	Evidencia de ejecución de proyecto total 8	40
Figura 26	Evidencia de ejecución de proyecto total 9	41
Figura 27	Evidencia de ejecución de proyecto total 10	41
Figura 28	Evidencia de ejecución de proyecto total 11	42
Figura 29	Evidencia de ejecución de proyecto total 12	43
Figura 30	Evidencia de ejecución de proyecto total 13	43
Figura 31	Evidencia de ejecución de proyecto total 14	44
Figura 32	Evidencia de ejecución de proyecto total 15	45
Figura 33	Evidencia de ejecución de proyecto total 16	45
Figura 34	Evidencia de ejecución de proyecto total 17	46
Figura 35	Evidencia de ejecución de proyecto total 18	47
Figura 36	Planos civiles en empresa Pamolsa.....	48
Figura 37	Obras civiles en empresa Pamolsa.....	49
Figura 38	Planos civiles en empresa Pamolsa.....	49
Figura 39	SSEE existente – empresa Texfina 1.....	50
Figura 40	SSEE empresa Texfina 2.....	51
Figura 41	Problemas típicos en cables de media tensión	52
Figura 42	Celdas convencionales del concesionario de distribución 1.....	53
Figura 43	Celdas convencionales del concesionario de distribución 2.....	53
Figura 44	Celdas convencionales del concesionario de distribución 3.....	54
Figura 45	Celdas convencionales del concesionario de distribución 4.....	54
Figura 46	Celdas convencionales del concesionario de distribución 5.....	55
Figura 47	Celdas convencionales del concesionario de distribución 6.....	55

Figura 48	Celdas convencionales del concesionario de distribución 7.....	56
Figura 49	Conexionado de equipo de prueba de aislamiento	57
Figura 50	Cortadora hidráulica e inalámbrica de cable	58
Figura 51	Corte de cables con equipo inalámbrico	58
Figura 52	Diagrama unifilar proyectado empresa Pamolsa.....	60
Figura 53	Terminales dobles tipo codo en empresa Pamolsa 1	61
Figura 54	Terminales dobles tipo codo en empresa Pamolsa 2.....	61
Figura 55	Terminales triples tipo codo en empresa Pamolsa 3.....	62
Figura 56	Celdas modulares de alimentación de las empresas Pamolsa y Texfina 1 y 2.....	63
Figura 57	Terminales exteriores en empresa Texfina 1	64
Figura 58	Terminales exteriores en empresa Texfina 2	65
Figura 59	Prueba de aceptación de cable instalado 1.....	66
Figura 60	Prueba de aceptación de cable instalado 2.....	67
Figura 61	Prueba de aceptación de cable instalado 3.....	67
Figura 62	Prueba de aceptación de cable instalado 4.....	68
Figura 63	Gráfico de supervisión de seguridad tomado en campo 1	70
Figura 64	Gráfico de supervisión de seguridad tomado en campo 2.	71
Figura 65	Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 1	71
Figura 66	Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 2.....	72
Figura 67	Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 3.....	73
Figura 68	Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 4.....	73

Introducción

El presente informe se basa en la experiencia de supervisión de obras electromecánicas en el área de media tensión para el sector de distribución de la empresa Enel Distribución S.A.A, que tiene un sistema de gestión integrado que involucra entre sus certificaciones el ISO 9001:2015 referido a la calidad del servicio. La empresa concesionaria contrata los servicios de empresas contratistas especializadas para la ejecución de sus reformas y mantenimientos, que consisten en obras electromecánicas y civiles, y también contrata los servicios de una supervisión externa de seguridad y calidad para la gestión de sus obras eléctricas. En este caso, como supervisor externo se ha llegado a automatizar la gestión de las actividades electromecánicas diarias en el área de obras de distribución. Las que se basan en un seguimiento estadístico en línea mediante gráficas que indican la calidad de los trabajos. Además, permiten identificar tendencias de fallas y tomar decisiones preventivas y no correctivas.

Las inspecciones se llevan a cabo a diario en cantidades de 02 por día a diferentes grupos de trabajo. También, a clientes particulares que ejecutan sistemas de utilización y distribución. Por lo tanto, la información necesaria para los cálculos de los indicadores es recopilada de estas inspecciones.

Se propone aplicar el ciclo PHVA (ciclo *Deming*: planear, hacer, verificar, actuar) a la supervisión de actividades ejecutadas mediante el control como señala Joseph M. Juran. En el proceso de control se observa el desempeño actual y si es diferente se toma las medidas correspondientes. Con este concepto se realiza un seguimiento mensual/diario de notificaciones cuyo objetivo es determinar la calidad del trabajo ejecutado y evaluar a la empresa contratista. Para esto, la empresa concesionaria ha determinado penalidades cuyas multas dependen de un porcentaje de una UIT (unidad impositiva tributaria).

La supervisión se registra mediante un formulario (FORM) y procesada en un software de visualización online de datos (*Power bi*) que nos permite tomar decisiones rápidamente.

El cuerpo de trabajo se divide en 4 capítulos.

El capítulo I, Parte introductoria del trabajo, detalla las generalidades de estas redes, para luego pasar a una descripción del problema de investigación. Luego se plantean los objetivos del estudio y se finaliza con el historial investigativo del mismo.

El capítulo II, Marcos teórico y conceptual, explica las normas que regulan un sistema eléctrico y procedimientos particulares sobre las que se sustenta el informe. Además, la normativa ISO 9001 en su capítulo relacionado a la calidad de supervisión, y concluye con las tecnologías y herramientas disponibles como son el *Power bi* y los formularios de Google para una adecuada gestión de la supervisión. El marco conceptual nos muestra los conceptos de sistema de utilización, los parámetros de pruebas eléctricas realizadas, finalmente, el método PHVA aplicado en el presente informe.

El capítulo III, Desarrollo del informe, detalla todo el proceso de construcción del sistema de utilización presentado en el informe. Actividades de excavación cimentación, tendido de cables de media tensión y tapado de zanjas. Además, montaje de los equipos en la subestación particular y finalmente la puesta en servicio de las empresas Pamolsa y Texfina en su nuevo punto de diseño.

El capítulo IV, Análisis y discusión de resultados, nos explica la eficiencia del método aplicado y sus tendencias a reducir los errores y fallas.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

Las empresas de distribución eléctrica, con el objetivo de operar sus redes, distribuir y comercializar energía eléctrica, deben realizar diversas actividades como atención de nuevos suministros, ejecutar reformas sustanciales y básicas de sus redes de distribución eléctrica. Además, debe mantener en condiciones óptimas sus redes para garantizar la calidad de su servicio.

Para tal fin, contrata empresas que ejecutan trabajos civiles y electromecánicos. La construcción eléctrica está regulada por el Código Nacional de Electricidad, la parte civil se rige bajo la normativa G.050 de Seguridad durante la Construcción DS N°010-2009-Vivienda y la parte de seguridad eléctrica por el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad RESESATE RM-111-2013 MEM/DM y sus modificaciones.

Para los casos de obras de media tensión, el Ministerio de Energía y Minas, aplica la siguiente resolución R.D. N° 018-2002-EM/DGE.

Asimismo, las empresas particulares ejecutan sistemas de utilización para los que elaboran un proyecto de acuerdo a tres casos.

1. Solicitan nuevo medidor eléctrico en media tensión para un predio privado.
2. Reforma del proyecto con el visto bueno del concesionario.
3. Por aumento de energía, de acuerdo a los casos aprobados.

En ambos casos, la empresa concesionaria y la empresa particular solicitan la intervención de empresas contratistas para la asesoría, elaboración del expediente y ejecución del proyecto aprobado.

En cualquiera de los casos, las empresas contratistas buscan generar mayores ganancias y para esto buscan maximizar la producción de sus trabajos, que en teoría debería ir acompañados de la mano de sus respectivas áreas de seguridad.

Es responsabilidad de la empresa de distribución y particulares, plantear objetivos claros y políticas precisas para cumplir sus objetivos; además, evitar accidentes laborales.

1.2 Descripción del trabajo de investigación

1.2.1 Situación problemática

Osinergmin, a través de la Gerencia de Fiscalización Eléctrica, mediante la resolución de Consejo Directivo Osinergmin N° 228-2009-OS/CD, aprueba el Procedimiento para la Supervisión de las Instalaciones de Distribución Eléctrica por Seguridad Pública, la cual está encargada de supervisar sectores de energía y minería, mediante la mejora del proceso de supervisión eléctrica en base a reportes y muestreo con información proporcionada por la concesionaria. Establece periodos de subsanación y sanciones en caso se incumpla el levantamiento de las observaciones según figura 1.

La subsanación de deficiencias se obtiene en función de las estadísticas y nivel de riesgo de las deficiencias encontradas por subsanar. Por lo expuesto y como aporte a la carrera de ingeniería, el presente trabajo pretende verificar que se ejecute un correcto sistema de utilización, tanto en vía pública como en las instalaciones de clientes particulares, en nivel de media tensión.

1.2.2 Problema a resolver

Debido a las reformas a realizar en la avenida Elmer Faucett, por la construcción del patio taller y de la estación 5 del Metro, es necesario reubicar la subestación 01563S, que actualmente alimenta de energía a la fábrica Pamolsa y Texfina 1 y Texfina 2. Por este motivo, se reubica un nuevo punto de diseño para las empresas en mencionadas hacia las celdas 5, 6 y 7 de la subestación 01032S proyectada y ejecutada por Enel Distribución S.A.A. Está ubicada, aproximadamente, a 700 m del predio del cliente con una demanda máxima de 6000 kW a la tarifa MT4. La red existente será abandonada y se instalará un nuevo cable alimentador.

La reubicación del punto de diseño trae como consecuencia un replanteo de las redes eléctricas particulares. En el caso de la empresa Pamolsa, se proyecta instalar dos celdas modulares, una de llegada y una de salida, una nueva ruta de su alimentador en media tensión, que incluirán bandejas metálicas para el ingreso del nuevo cable, obras civiles y pozos a tierra. Para la empresa Texfina 1 y 2, se proyecta un nuevo alimentador y nuevas rutas de ingreso a sus dos celdas convencionales. No habrá mayores modificaciones a las subestaciones existentes de los clientes. De parte del concesionario, se proyecta construir una nueva subestación, la SE01032 e implementar nuevas celdas modulares 5, 6 y 7 en su interior, una para cada cliente.

Para la ejecución del sistema de utilización, los clientes particulares han contratado los servicios de la empresa Enel X, quien a través de su contratista Cobra Perú S.A. ejecutará el proyecto aprobado por Enel Distribución S.A.A.

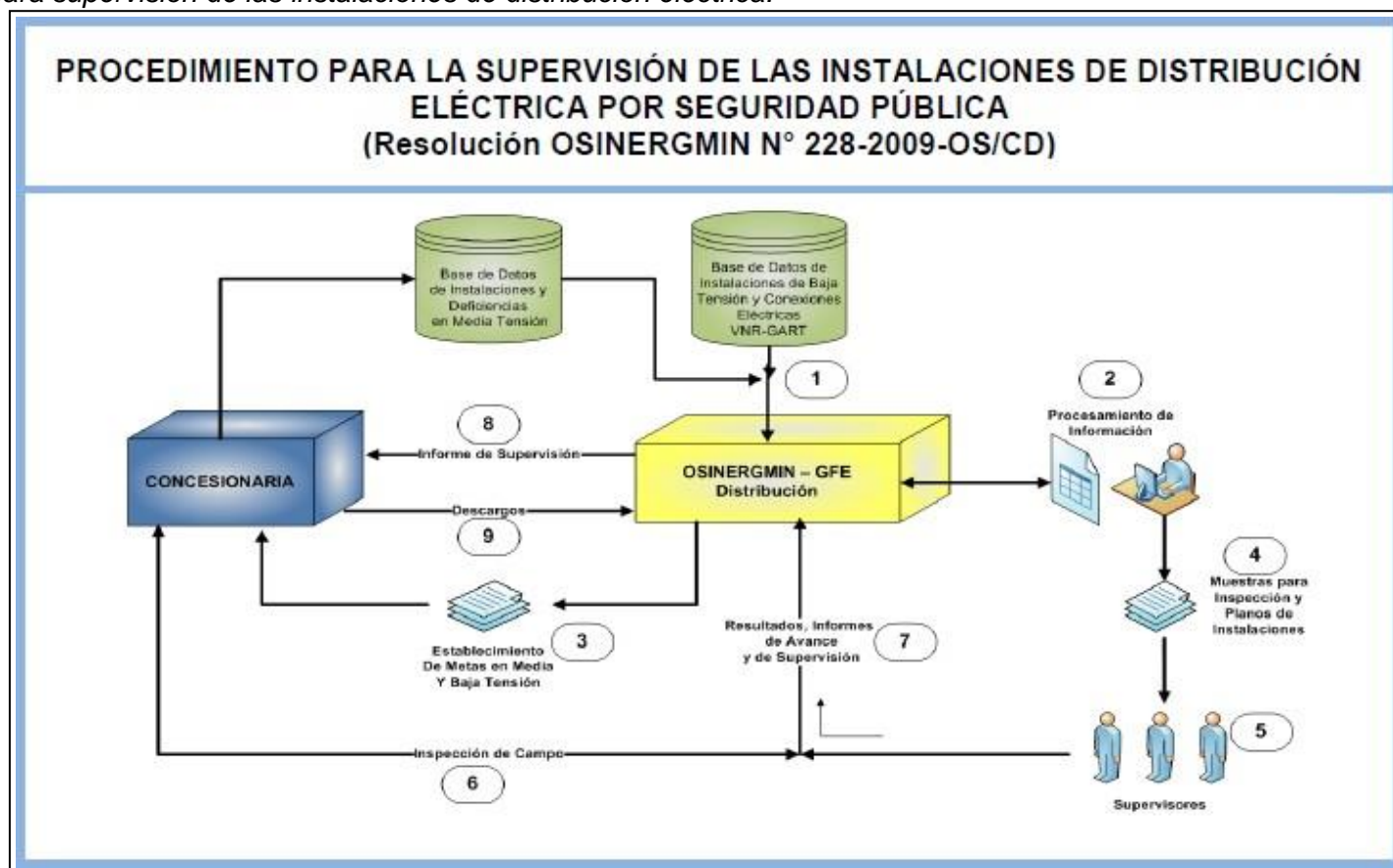
Enel X contrata la supervisión externa de la obra con la Empresa Bureau Veritas del Perú S.A. para todo el proceso de ejecución, coordinación y puesta en servicio de sus clientes Pamolsa y Texfina.

El objetivo de la supervisión de parte de Bureau Veritas del Perú S.A. es prevenir retrasos en los cronogramas propuestos, ejecutar retrabajos, evitar fallas constructivas, que deriven en pérdidas materiales y personales durante la ejecución y la conexión final de las empresas Pamolsa y Texfina 1 y Texfina 2. Entre las funciones del supervisor de calidad se puede considerar lo siguiente:

1. Confirmar que se cumpla con las normas que regulan los equipos eléctricos de media tensión.
2. Garantizar la seguridad del personal que labora en las instalaciones particulares y quienes transitan en la vía pública expuestos a las redes eléctricas.
3. Reducir los índices de mantenimiento correctivo de las empresas particulares, específicamente en los elementos de empalmes y terminaciones.

Figura 1

Procedimiento para supervisión de las instalaciones de distribución eléctrica.



Nota: Memoria anual Enel Distribución 2022, (p.92), fuente <https://www.enel.pe/es/inversionistas/enel-distribucion-peru/memorias-anuales.html>

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

Estipular si el método PHVA es útil para la supervisión de la ejecución de los sistemas de utilización de Pamolsa y Texfina, apoyado en la herramienta de visualización de datos *power bi*, mediante un formulario basado en el procedimiento de fiscalización eléctrica definido por Osinergmin y la experiencia como supervisor de obras en media tensión en la fase de desarrollo de los trabajos supervisados.

1.3.2 Objetivos específicos

Se resuelven los siguientes:

1. Determinar si la fase de planificación mejora la calidad de la supervisión de la ejecución de los sistemas de utilización de las empresas Pamolsa y Texfina.
2. Determinar si la fase de verificación mejora la calidad de la supervisión de la ejecución de los sistemas de utilización de las empresas Pamolsa y Texfina.
3. Determinar si la funcionalidad de la herramienta *power bi* mejora la supervisión de la ejecución de los sistemas de utilización de las empresas Pamolsa y Texfina.

En este informe, se referirá a las instalaciones en media tensión de las empresas Pamolsa y Texfina. De manera general, las redes eléctricas en distribución están conformadas por redes en baja tensión (BT), media tensión (MT) y de alumbrado público. Y estas a su vez pueden ser subterráneas y aéreas.

Como referencia, se menciona que las redes de media tensión para el concesionario han tenido un incremento del 1.6% del año 2021 al 2022, lo que equivale a 81 km en solo 1 año ver figura 2. Podemos intuir que una parte de este incremento es para atender nuevos suministros solicitados por clientes, también para ejecutar reformas que permitan los Incrementos de potencia solicitados y otra parte para los reforzamientos de sus propias redes.

Figura 2

Kilómetros de extensión de redes

Kilómetros de extensión		2022	2021	2020	Variación 2022/2021
Alta Tensión (AT)	Aéreas	554	554	573	
	Subterráneas	162	162	154	
	Sub Total AT	716	716	727	0.00%
Media Media (MT)	Aéreas	2,174	2,171	2,192	
	Subterráneas	3,040	2,962	2,861	
	Sub Total MT	5,214	5,133	5,053	1.60%
Baja Tensión (BT)	Aéreas	6,238	6,193	6,119	
	Subterráneas	7,382	7,347	7,226	
	Sub Total BT	13,620	13,540	13,345	0.60%
Alumbrado Público	Aéreas	6,263	6,189	6,106	
	Subterráneas	4,925	4,901	4,858	
	Sub Total AP	11,188	11,090	10,972	0.90%
Total		30,738	30,479	30,097	0.85%

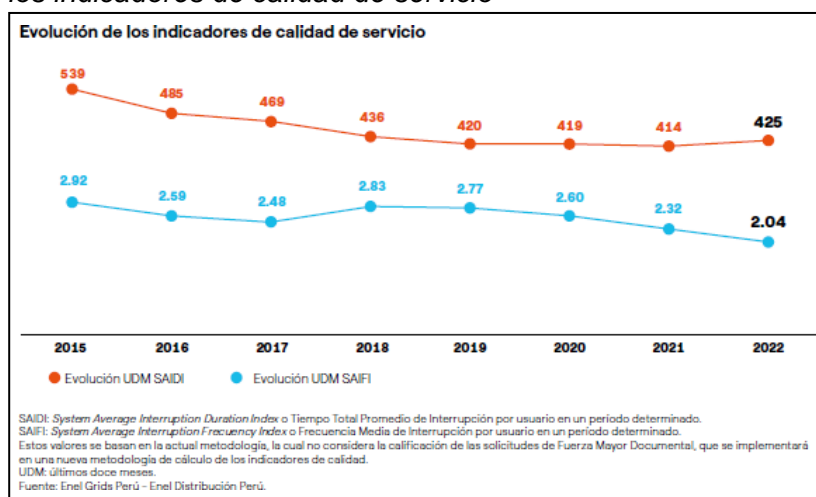
Fuente: Enel Grids Perú - Enel Distribución Perú.

Nota: Memoria anual Enel Distribución 2022, (p.94), fuente <https://www.enel.pe/es/inversionistas/enel-distribucion-peru/memorias-anuales.html>

Enel trabaja con un sistema de gestión para garantiza la calidad, la satisfacción de sus usuarios y cumplir con el suministro eléctrico continuo, adecuado, confiable y oportuno. Se hace un seguimiento continuo de los indicadores propuestos por la entidad reguladora como Osinergmin como son el Saidi y Saifi (figura 3).

Figura 3

Evolución de los indicadores de calidad de servicio



Nota: Memoria anual, Enel Distribución, 2022 (p.98), fuente <https://www.enel.pe/es/inversionistas/enel-distribucion-peru/memorias-anuales.html>

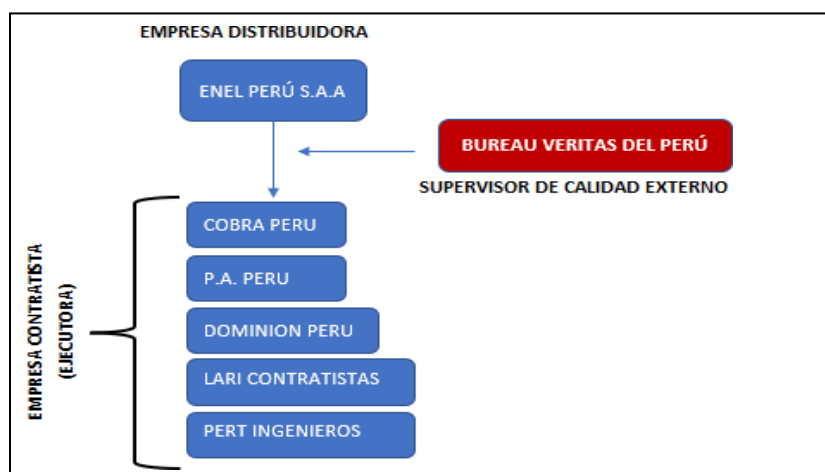
Para cumplir los objetivos proyectados, Enel Distribución Perú S.A.A. contrata empresas particulares especializadas llamadas empresas contratistas ejecutoras que realizan los trabajos civiles y electromecánicos. La parte civil está regulada bajo la normativa G.050 y la parte eléctrica por el Reglamento en Electricidad Resesate RM-111-2013 MEM/DM y sus modificaciones.

Asimismo, Enel Distribución Perú S.A.A cuenta con certificaciones internacionales como Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, además de un sistema de Gestión de Energía (ISO 50001:2018), entre otras. Por lo tanto, como parte del ISO 9001, Enel Distribución Perú S.A.A. contrata una empresa proveedora del servicio de supervisión de calidad de obras eléctricas.

En la (figura 4), se muestra el organigrama referencial de la organización del trabajo, que indica los nombres de las actuales empresas contratistas ejecutoras (Cobra Perú S.A., P.A. Perú, Dominión Perú, Lari Contratistas, Pert Ingenieros), y la empresa supervisora internacional Bureau Veritas del Perú S.A.

Figura 4

Esquema referencial de la organización de trabajo



Los trabajos electromecánicos están definidos en procedimientos internos operativos y de seguridad. En estos documentos se describen las actividades mínimas a cumplir evitando así accidentes no deseados.

Las inspecciones de las actividades son efectuadas por profesionales capacitados en ingeniería eléctrica y/o mecánica eléctrica con conocimientos del Resesate, normas de construcción y normas técnicas de calidad del servicio eléctrico, con experiencia en obras eléctricas y normativa interna de la empresa concesionaria.

Durante las actividades electromecánicas diarias, se producen incidentes que permiten definir un indicador de conformidad de la actividad y accidentes para establecer un indicador de seguridad de la empresa contratista. Los accidentes son clasificados de acuerdo a la cantidad de días de descanso, determinada por el área médica que los atiende.

La formulación de los indicadores de conformidad y seguridad es definida, aprobada y revisada por la línea más alta de la empresa de distribución. Luego, difundida mediante instructivos y aplicada tomando como data la información recopilada por supervisores, mediante una aplicativo de celular.

Los índices de gestión contienen coeficientes de ponderación, que son estimados, anualmente, por la empresa concesionaria de acuerdo a la accidentabilidad de las sus empresas contratistas o proveedores de servicio.

Bajo este marco y para cumplir con el objetivo de Cero accidentes, se plantea la política de *Stop work*, la cual ordena paralizar toda actividad ante una duda o mala condición de trabajo no controlado.

1.4 Antecedentes

Debido a las reformas a realizar en la avenida Elmer Faucett por la construcción del patio taller y de la estación 5 del metro, es necesario reubicar la subestación 01563S, que actualmente alimenta de energía a las empresas Pamolsa y Texfina. Esta cuenta con 02 suministros, por lo que se les llamará Texfina 1 y Texfina 2. Por ello, se diseñó un proyecto para cada cliente.

El nuevo punto de diseño de la empresa Pamolsa se encuentra en la celda 6 de la nueva subestación 01032S, ubicada a 700 m del predio del cliente, con una demanda máxima de 6000 kW a la tarifa MT4.

La red existente será abandonada y se instalará un nuevo cable alimentador.

El nuevo punto de diseño de Texfina S.A. se encuentra en la celda 5 de la nueva subestación 01032S, ubicada a 670 m del predio del cliente, con una demanda máxima de 700 kW a la tarifa MT4.

La red existente será abandonada y se instalará un nuevo cable alimentador.

El nuevo punto de diseño de Texfina S.A. se encuentra en la celda 7 de la nueva subestación 01032S, ubicada a 732 m del predio del cliente, con una potencia de 700 kW a la tarifa MT 4, como máximo.

Las redes existentes de todas las empresas serán abandonadas y se instalará un nuevo cable alimentador para cada una.

Capítulo II. Marco teórico y conceptual

2.1 Marco teórico

2.1.1 Normativas y regulaciones

Dichas normas son las siguientes:

- a) La RD N° 018-2002-EM/DGE “Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y elaboración de obras en sistemas de distribución y utilización en media tensión en zonas de concesión”
- b) La RM N° 214-2011 – MEM/DM “Norma técnica del Código Nacional de Electricidad”
- c) El N° 228-2009-OS-CD “El Procedimiento de Supervisión de las Instalaciones de Distribución Eléctrica por Seguridad Pública de Osinergmin”.

2.1.2 Procedimientos de supervisión de obras eléctricas

Todas las contratistas que prestan servicio a las concesionarias de distribución disponen de procesos de control de dicha gestión basado en las normas de seguridad, calidad y medio ambiente que deben ser aplicados durante todas las actividades. A requerimiento de la empresa concesionaria, todo supervisor debe aplicar la política de *stop work* ante un peligro inminente y/o no identificado, sin que ello tenga implicancia para el trabajador. Bajo este concepto, para el presente informe, además de los procedimientos de calidad, también mencionaremos los procedimientos de seguridad.

A. Procedimientos de supervisión de seguridad. Los procedimientos de seguridad también llamados AST (análisis de seguridad en el trabajo) son una serie de documentos ordenados de acuerdo con los trabajos realizados que contienen por cada actividad.

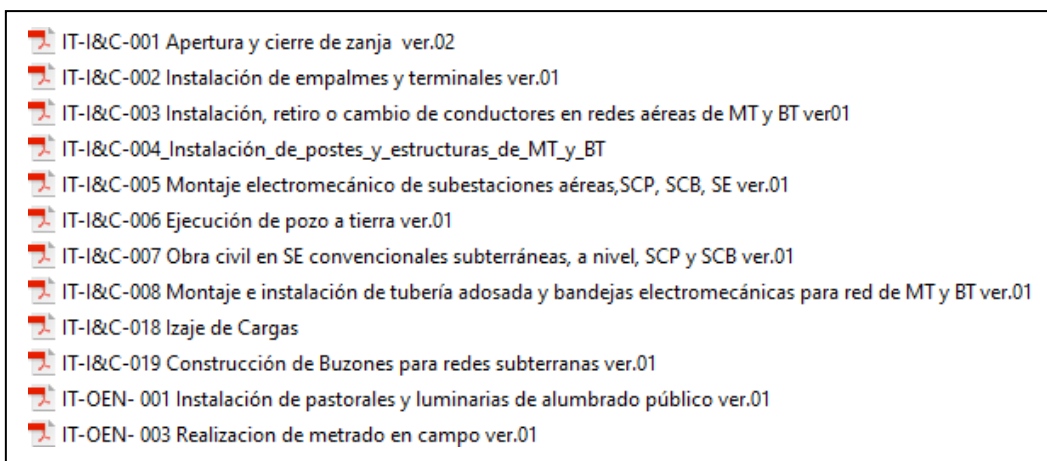
- a) Las etapas (preparación, identificación y coordinación, ejecución, culminación y retiro).

- b) Los riesgos de la actividad
- c) Los elementos de protección para cada actividad
- d) Los procedimientos de trabajo seguro
- e) Los controles y recomendaciones

En la (figura 5) se detalla el listado de todos los procedimientos de seguridad que aplicaron a nuestra labor de supervisor de obras de media tensión definidos y entregados por la empresa concesionaria.

Figura 5

Procedimientos de supervisión




Nota. Fuente Instructivos del concesionario de electricidad

B. Procedimientos de Supervisión de calidad de servicios. La empresa que ejecuta la actividad de supervisión, según su contrato en las diversas áreas de la concesionaria, debe establecer su propio procedimiento para ejecutar su actividad (figura 6). Para los trabajos de supervisión de calidad de obras se emplea el procedimiento PETS-IND-ENEL X-01. En este documento se detalla el proceso a seguir cuando se llega a la zona de trabajo.

Figura 6

Procedimiento escrito de trabajo seguro

		PETS PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO DEL INSPECTOR QHSE		Código: PETS-IND-ENELX-01 Versión: 01 Fecha: 14/06/2022
RIESGO EN EL TRABAJO			PROCEDIMIENTO ESTANDAR DEL TRABAJO	
ETAPAS DEL TRABAJO	RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCION	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (Actos y Condiciones Seguras)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> • Caída al mismo nivel. • Golpes. • Traumatismo. • Accidente de Tránsito. • Exposición a rayos UV. • Riesgo biológico: Contagio COVID 19. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ropa de trabajo estandarizada. • Casco dieléctrico con barbijeto. • Zapatos dieléctricos con punta reforzada. • Chaleco • Protector solar • Cinturón de seguridad vehicular. • Lentes de protección • Guantes descartables • Mascarillas NK95 • Alcohol gel • Solución desinfectante en base a cloro 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador del servicio realiza de forma mensual, quincenal y/o diaria la asignación de trabajos a cada Inspector QHSE considerando, las necesidades comunicadas del cliente, actividades previamente coordinadas, etc. En caso el cliente solicite alguna inspección específica, el Coordinador designa al inspector y comunica las actividades a realizar. Recibe y comunica a los inspectores sobre los trabajos programados de las empresas contratistas, en adelante EECC (programa semanal, parte diario de trabajo, etc.). 2. El Inspector QHSE revisa los partes diarios, programa de actividades, considerando su zona y las actividades de mayor riesgo. Asimismo, considera como criterio los puntos a inspeccionar de acuerdo a los accidentes, incumplimientos o no conformidades que la EECC tenga como histórico. En función de lo anterior, planifica la mejor ruta para la inspección de las diferentes actividades. 3. Tener en cuenta para la planificación de las actividades cubrir la mayor cantidad de actividades críticas y de alto riesgo en las unidades de cada línea de negocio. 4. El inspector revisa su temperatura corporal e informa sobre su estado de salud. Para ello utiliza el Formulario AUTOREPORTE CONDICIONES DE SALUD para su registro. 5. Antes de iniciar el desplazamiento a las zonas a inspeccionar el inspector es responsable de verificar las condiciones del vehículo y teléfono móvil para el registro de las inspecciones. Es obligación del inspector realizar la limpieza y desinfección del vehículo utilizando solución desinfectante en base a cloro. 6. El inspector QHSE debe realizar la comprobación del estado de los equipos de protección personal. Asimismo, realizan limpieza y desinfección de los equipos necesarios. Para ello utilizan solución desinfectante en base a cloro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el estado del vehículo, EPPs, aplicativos, centros de trabajo y planificar la ruta a realizar teniendo en cuenta el horario, zona, estado del tráfico, etc. a fin de planificar de mejor manera la ruta a elegir para realizar las inspecciones. • Tener en cuenta de planificar la inspección de las actividades de mayor riesgo, considerando la zona, unidad operativa, EECC, accidentes e incumplimientos previamente notificados. • La documentación obligatoria que debe portar el inspector es: <ul style="list-style-type: none"> a. Fotocheck vigente b. Licencia de conducir y documentación del vehículo. c. Aviso de Prevención d. Formatos (otros) • En caso se detecte alguna observación respecto a la inspección del vehículo, EPPs, teléfonos celulares, comunicarlo inmediatamente. • Mantener el vehículo en buenas condiciones de orden y limpieza. • Cada inspector debe contar con un medio de comunicación en buen estado y operativo, asimismo debe ser compatible con el sistema de

Nota. fuente Instructivo de seguridad del contratista supervisor

2.1.3 La norma ISO 9001:2015

Estándar internacional que describe las condiciones para que una empresa desarrolle un sistema enfocado en la satisfacción del cliente a través de la mejora continua de sus procesos para ayudar a las empresas a cumplir con sus objetivos.

Se basa en la mejora continua de los procesos, que incluye el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) y pensando en los riesgos de la actividad. Este enfoque ayuda organizar sus procesos y sus interacciones de manera efectiva.

El método propuesto asegura que los procesos tengan los recursos necesarios y se gestionen correctamente, identificando oportunidades de mejora y actuando en consecuencia.

Además, la reducción de errores es otro beneficio de implementar un sistema de gestión de calidad enfocado, porque puede ayudar a identificar y prevenir errores, lo que a su vez puede mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos.

El enfoque basado en riesgos posibilita a una organización identificar factores que podrían afectar sus procesos y su sistema de gestión de la calidad, se coordinan controles preventivos minimizando los efectos negativos y maximizando las oportunidades.

2.1.4 El supervisor de calidad de servicio

La empresa concesionaria contrata una empresa de supervisión externa para verificar la seguridad y la calidad del servicio que van a ejecutar sus empresas contratistas. La empresa encargada de la supervisión externa propone a un supervisor para el área correspondiente.

El supervisor es un profesional que se encarga de garantizar que todas las actividades ejecutadas por las empresas contratistas (servicios de ejecución de obras) cumplan con las especificaciones técnicas mínimas solicitadas por la empresa concesionaria, además ayuda a cumplir con los objetivos planteados por cada obra.

Asimismo, detallamos lo establecido en el principio número 7, de la norma ISO 9001:2015.

Los cuales son los siguientes:

- **7.2 Competencia.** La empresa debe garantizar que las personas que trabajan y afectan la calidad sepan desempeñar correctamente sus funciones. Es fundamental que cuenten con la educación, formación o experiencia necesaria para ello.
- **7.3 Toma de conciencia.** La empresa debe garantizar que sus empleados comprendan la importancia de la calidad, los objetivos de calidad, cómo su trabajo impacta en la calidad y las consecuencias si no cumplen con los requisitos de calidad.
- **7.4 Comunicación.** La empresa debe tomar decisiones sobre cómo y cuándo comunicar información sobre calidad, tanto dentro como fuera de la organización, para asegurarse de que todos estén informados y puedan trabajar juntos de manera efectiva.

Las competencias del supervisor de calidad son la siguientes:

- Experiencia demostrada en las actividades de construcción, montaje y pruebas de equipos de media tensión.
- Capacitaciones específicas (excavaciones, empalmes de media tensión, ejecución de terminales de media tensión exteriores e interiores, instalación de celdas modulares y convencionales).
- Conocimiento de CNE (distancias mínimas de seguridad con redes domiciliarias, públicas y surtidores de combustibles).
- Especificaciones técnicas de materiales (características técnicas mínimas de materiales a emplearse en las instalaciones).
- Elementos auxiliares de protección y maniobra para redes eléctricas de media tensión (extintor clase C, banco de maniobras, pértiga, guantes aislantes, botines dieléctricos, ropa ignífuga, placas de señalización, revelador de tensión, entre otros)
- Especificaciones técnicas de montaje (específicamente se refiere al conocimiento de la construcción y montaje de las subestaciones particulares de los clientes)
- Coordinación de trabajos con la empresa concesionaria (tener conocimiento de procedimientos de trabajos en maniobra y procedimiento de trabajos con líneas energizadas).
- Transporte y manipuleo de materiales (carga y descarga de equipos y materiales cumpliendo los procedimientos establecidos por la empresa distribuidora.
- Procedimiento para pruebas de materiales y equipos como cables, transformadores y celdas (continuidad y aislamiento).

2.1.5 Tecnologías y herramientas disponibles para la supervisión

Con la finalidad de gestionar las inspecciones diarias que nos lleven hacia el control y el cumplimiento de nuestros objetivos, se utilizaron dos herramientas modernas de toma,

procesamiento y visualización de datos. Para esto se eligen las herramientas Form y el software *Power Business Intelligent (Power bi)* como herramienta de visualización, que usa el lenguaje de fórmulas DAX (*Data analisis expressions / Expresiones de análisis de datos*), apoyados con el software de hoja de cálculo *Sheet* de Excel todos en su modo libre de Microsoft.

I. Form de Microsoft. Herramienta de uso libre que permite crear cuestionarios y encuestas, ver los resultados enseguida y fácilmente, ver figura 7, figura 8 y figura 9.

Los datos generados, se almacenan en la nube y comparten a través de enlaces web o links para ser utilizados con softwares de gestión de datos en línea.

Figura 7

Evidencia de formulario aplicado a la supervisión 1.

SUPERVISION DE CALIDAD DE OBRA DE MEDIA TENSION

controlbvenel@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

El nombre y la foto asociados a tu cuenta de Google se registrarán cuando subas archivos y envíes este formulario. Tu correo no forma parte de tu respuesta.

* Indica que la pregunta es obligatoria

CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE MEDIA TENSION

ACTIVIDAD A INSPECCIONAR *

- ☐ DOCUMENTACIÓN Y COORDINACIÓN
- ☒ SUPERVISIÓN DE ACTIVIDADES AEREAS EN VIA PUBLICA
- ☐ SUPERVISIÓN DE SUBESTACIONES PARTICULARES CONVENCIONALES O BOVEDAS O PEDESTALES
- ☐ SUPERVISIÓN DE ACTIVIDADES SUBTERRANEAS EN VIA PUBLICA
- ☐ SUPERVISIÓN DE PRUEBAS Y PROTOCOLOS
- ☐ REPORTAR INCUMPLIMIENTO DE CALIDAD
- ☐ ENVIAR INSPECCIÓN DE CALIDAD

[Atrás](#) [Siguiente](#) [Borrar formulario](#)

Figura 8

Evidencia de formulario aplicado a la supervisión 2.

The screenshot shows a form titled "SUPERVISION DE SUBESTACIONES PARTICULARES CONVENCIONALES O BOVEDAS O PEDESTALES". It contains three sections: 1. "ACTIVIDAD: SUPERVISION DE SUBESTACIONES PARTICULARES CONVENCIONALES O BOVEDAS O PEDESTALES" with a checkbox labeled "SUPERVISION DE SUBESTACIONES PARTICULARES CONVENCIONALES O BOVEDAS O PEDESTALES". 2. "OBRAS CIVILES DE ACUERDO A PLANOS DE PROYECTO" with three radio buttons: "CUMPLE", "NO CUMPLE", and "NO APLICA". 3. "VENTILACION DE CELDA DE ACUERDO A PLANOS DE PROYECTO" with three radio buttons: "CUMPLE", "NO CUMPLE", and "NO APLICA".

Figura 9

Evidencia de formulario aplicado a la supervisión 3.

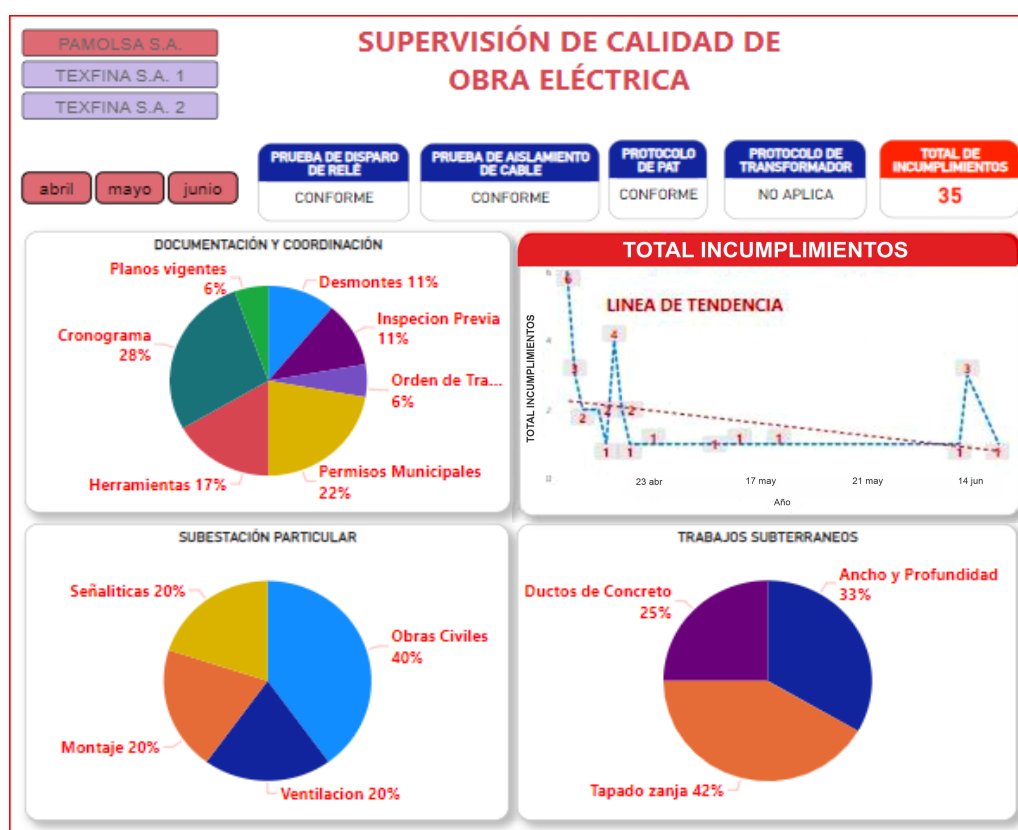
The screenshot shows a form titled "SUPERVISION DE PRUEBAS Y PROTOCOLOS". It contains three sections: 1. "ACTIVIDAD: SUPERVISION DE PRUEBAS Y PROTOCOLOS" with a checkbox labeled "SUPERVISION DE PRUEBAS Y PROTOCOLOS". 2. "SE REALIZAN PRUEBAS DE DISPARO DE RELE DE PROTECCION Y SECCIONADOR" with three radio buttons: "CUMPLE", "NO CUMPLE", and "NO APLICA". 3. "SE REALIZA PRUEBA DE AISLAMIENTO DE CONDUCTOR INSTALADO" with three radio buttons: "CUMPLE", "NO CUMPLE", and "NO APLICA".

II. Power bi - Power business intelligent. Es una herramienta que permite a las empresas revisar datos de manera visual y distribuir información de forma sencilla en toda la organización o en sus aplicaciones y sitios web. Asimismo, permite conectarse a diversas fuentes de datos y elaborar paneles e informes interactivos para dar vida a los datos., (figura 10).

III. El lenguaje DAX. El lenguaje DAX es un conjunto de funciones, operadores y constantes que se usan en fórmulas para calcular valores. Permite crear nueva información a partir de datos existentes en un modelo. Las fórmulas DAX es útil para trabajar con datos relacionales y desarrollar cálculos dinámicos. Se puede emplear para crear cálculos personalizados en columnas o medidas, similar a las funciones de Excel, pero adaptadas para trabajar con datos relacionales.

Figura 10

Estadística de supervisión con Power bi



Algunas de las funciones utilizadas para nuestros cálculos son las planteadas en la (figura 11) y (figura 12), se tuvo cuidado en el lenguaje utilizado.

Algunas formulas en lenguaje DAX usadas en la gestión estadística son las siguientes:

Figura 11

Ejemplo de fórmulas aplicadas en lenguaje dax 1

```
VAR anchprof = CALCULATE (COUNTA('Tabla 1'[ANCHO Y PROFUNDIDAD DE ZANJA APERTURADA DE ACUERDO A LA NORMA DEL CLIENTE]), 'Tabla 1'[ANCHO Y PROFUNDIDAD DE ZANJA APERTURADA DE ACUERDO A LA NORMA DEL CLIENTE]="NO CUMPLE")
```

Figura 12

Ejemplo de fórmulas aplicadas en lenguaje dax 2

```
IF(ISBLANK(anchprof),0,anchprof)
```

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Los sistemas de utilización en el Perú

La infraestructura encargadas de suministrar energía eléctrica a los usuarios, equipos y maquinaria en diferentes contextos, ya sea en terrenos no destinados para vivienda o en áreas urbanas se le conoce como sistema de utilización.

Estos sistemas tienen como objetivo satisfacer la demanda eléctrica de manera eficiente y segura, cumpliendo con las normativas establecidas para garantizar un suministro adecuado de energía. A excepción de la subestación, que se debe instalar en la propiedad o predio del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto, las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados.

2.2.2 Pruebas eléctricas

Pruebas de aislamiento de cables de media tensión

Según IEEE 400-2012, la prueba de aceptación de cables de media tensión se realiza antes del servicio como parte de una puesta en servicio o una nueva puesta en servicio en el sitio. El objetivo de la prueba de aceptación es demostrar que durante el transporte, manipulación e instalación del cable no ha sufrido daño, además, demostrar mano de obra deficiente; por ejemplo, durante un empalme, así como demostrar que el equipo ha sido exitosamente reparado.

Si un cable o accesorio no pasa la prueba y se repara o reemplaza, la prueba de aceptación se repite hasta que pase.

Para el concesionario Enel Distribución SAA, el valor mínimo permitido de corriente de fuga en una prueba de rigidez dieléctrica es menor a los 15 mA. Véase figura 13.

Figura 13

Criterio de prueba de aislamiento del concesionario

Criterios de Prueba: Se debe aplicar las siguientes tensiones de prueba:		
Tensión de Designación del Cable kV	Tensión de ensayo con corriente directa durante 5 min. Máximo	
	Al terminar la instalación kV.	Después de la instalación en caso de falla kV.
10*	28	10
20*	28	20

-Rango aceptable <15 mA
*Valores determinados en pruebas.

Nota. fuente procedimiento técnico del concesionario eléctrico.

I. Pruebas en celdas de media tensión

- **Pruebas de resistencia de aislamiento.** Estas pruebas se realizan entre el interruptor y la carcasa de la celda modular. Se toma como referencia lo siguiente:

Tabla 1:*Resistencia de aislamiento en interruptores*

Nominal Rating of Equipment in Volts	Minium Test Voltage, DC	Recomended Minium Insulation Resistance in Megohms
250	500	25
600	1000	100
1000	1000	100
2500	1000	500
5000	2500	1500
8000	2500	2500
15000	2500	5000
25000	5000	10000
34500	5000	100000
46000 and above	5000	100000

In the absence of consensus standars dealing w ith insulation resistanc test, the Standards Review Council suggests the above representative values

Nota: tabla 100.1 ANSI-NETA ATS-2013

- **Pruebas de resistencia de contacto.** Realizar las pruebas es fundamental en partes donde configuran gran cantidad de corriente como barras e interruptores es muy importante, ya que una resistencia elevada en el contacto puede causar pérdidas significativas, disminuir la corriente y generar puntos calientes peligrosos en la subestación. Estas pruebas se utilizan para detectar y prevenir posibles problemas futuros al verificar el estado del circuito o equipo.

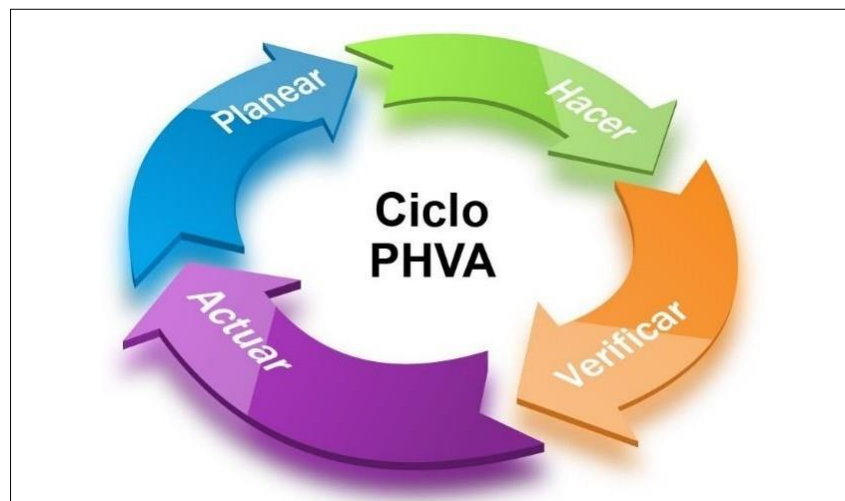
2.2.3 El ciclo Deming PHVA

El ciclo PHVA es un modelo de mejora continua que consta de cuatro etapas interrelacionadas. Se utiliza para discutir y plantear soluciones a los procesos de la gestión de proyectos. Las empresas que aplica el ciclo PHVA desarrollan de manera positiva una mejora continua, ya que implementan un proceso continuo e iterativo.

El ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) puede describirse brevemente como sigue, figura 14.

Figura 14

Esquema básico del ciclo phva



I. Aplicación del método PHVA en la supervisión

Según las definiciones para aplicar el concepto de Denim, se procedió cada paso de la manera siguiente:

Planear: en coordinación con nuestras áreas se definieron las actividades a ejecutar durante toda la obra. Tener en cuenta que los trabajos electromecánicos tienen muchas más actividades y sería muy engorroso y tedioso elaborar un solo formato para todos los trabajos. Por lo tanto, basados en la experiencia se definen las actividades que llevarían a una observación de calidad durante la ejecución del proyecto. En la figura 15, se detalla el formato final, que se aplicará durante la supervisión de la ejecución de los sistemas de utilización.

Hacer: luego de haber definido el formato se procede a elaborar los formularios basados en esas actividades (véase ítem 2.1.5), además de elaborar el aplicativo en la plataforma Power bi para tener un control estadístico de las actividades supervisadas.

Los formularios se deben rellenar cada vez que se inspeccione una obra y de acuerdo a la actividad correspondiente.

Verificar: con el proceso anterior nos daremos cuenta de forma diaria los avances, tipos de incumplimiento detectados y en qué dirección camina la ejecución de las obras.

Actuar: al tener las estadísticas diarias de la gestión de supervisión, podemos tomar decisiones en que actividades se pueden producir errores y hacer las correcciones de manera instantánea. Es decir, hacer seguimiento a sus mejoras continuas.

Para elaborar el formato de actividades a supervisar en un sistema de utilización, se deberá tener en cuenta las tablas adjuntas en el método de supervisión de las instalaciones de distribución eléctrica por seguridad pública de Osinergmin N° 228-2009-OS-CD, véase tabla 2 y tabla 3.

Tabla 2:*Tipificación de deficiencias de subestaciones de distribución 1*

Componente	Código	Deficiencia	Criterios de Identificación	Norma Trasgredida
CASETA O BOVEDA	3052	Sin rejillas o con rejillas de ventilación y de ingreso rotas, hundidas o sin cierre seguro.	Rejillas ubicadas a nivel del piso, que por su mal estado pueden ocasionar accidentes a los peatones o permitir su ingreso, ausencia de seguros en accesos.	Art. 31° inciso b) de LCE
	3054	Sin puerta o con puerta rota, arqueada o sin cierre seguro.	Mal estado de la puerta, o ausencia de seguro que permita el acceso de personas extrañas a la SED.	Art. 31° inciso b) de LCE
GABINETE O CAJA PORTAMEDIDOR, A NIVEL DE SUPERFICIE	3074	Gabinete y/o Caja portamedidor en mal estado.	Gabinete roto o con agujeros por corrosión, puerta abierta, sin seguro o en mal estado, bisagra deteriorada.	Art. 19° párrafo "c" del RSSTAE

Nota. Anexo1 de Osinergmin N° 228-2009-OS-CD/Anexo 3

Tabla 3:*Tipificación de deficiencias de subestaciones de distribución 2*

Componente	Código	Deficiencia	Criterios de Identificación	Norma Trasgredida
TABLERO DE BT, EQUIPO DE MEDICIÓN	4028	Tablero y/o caja portamedidor en mal estado	Rejillas ubicadas a nivel del piso, que por su mal estado pueden ocasionar accidentes a los peatones o permitir su ingreso, ausencia de seguros en accesos.	Art. 31° inciso b) de LCE, Art. 19° párrafo "c" del RSSTAE
	4026	Tablero y/o caja portamedidor sin conexión a P.T.	Mal estado de la puerta, o ausencia de seguro que permita el acceso de personas extrañas a la SED.	Regla 180.A.9 del CNE-S
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	4042	Resistencia de puesta a tierra > Máxima permitida	Resistencia >25 Ohmios	Regla 036 B del CNE -S
	4049	Sistema de puesta a tierra inexistente, incompleto o en mal estado	Cuando no existe puesta a tierra de manera efectiva o con elemento deteriorado que no ofrece continuidad o inexistente	Reglas 033A y 123 A del CNE-S, Art. 31° inciso b) de LCE
CARCASA	4072	Sin puerta o rejilla, o con puerta o rejilla rota, arqueada y sin cierre seguro.	Mal estado de la puerta o rejilla, posible acceso de personas extrañas a partes con lesión.	Art. 31° inciso b) de LCE,

Nota. Anexo1 de Osinergmin N° 228-2009-OS-CD/Anexo 3

Figura 15

Formato de actividades de supervisión de calidad

ACTIVIDADES A SUPERVISAR - CALIDAD				
EMPRESAS: PAMOLSA S.A. Y TEXFINA S.A.				
	ACTIVIDADES	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA
DOCUMENTACIÓN Y COORDINACIÓN				
DC001	CUENTA CON INSPECCION PREVIA DE OBRA			
DC002	CUENTA CON ORDEN DE TRABAJO			
DC003	CUENTA CON PERMISOS MUNICIPALES VIGENTES Y COMUNICADOS			
DC004	CUENTA CON PLANOS VIGENTES			
DC005	CUENTA CON ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCION			
DC006	DISPONE DE HERRAMIENTAS ADECUADAS PARA LA ACTIVIDAD			
DC007	SE EJECUTAN LAS ACTIVIDADES PROGRAMADAS			
DC008	SE IDENTIFICAN LAS INTERFERENCIAS DOMICILIARIAS AGUA DESAGUE TELECOMUNICACIONES GAS			
DC009	EXISTE VEREDAS SIN RESANE POR MAS DE 48H			
DC010	EXISTE DESMONTES SIN RETIRAR POR MAS DE 24H			
DC011	EL PERSONAL ESTA CAPACITADO EN LA ACTIVIDAD QUE EJECUTA			
SUPERVISION DE ACTIVIDADES AEREAS EN VIA PUBLICA				
ACOB01	APERTURA DE HOYOS DE ACUERDO A PROYECTO			
ACOB02	SE INSTALAN LAS ESTRUCTURAS AEREAS RESPETANDO EL DMS RESPECTO DE LIMITE DE PROPIEDAD 2.5 mts			
ACOB03	SE INSTALA EQUIPO DE PROTECCION HOMOPOLAR RECLOSER O SECCIONADOR AEREO DE ACUERDO AL PROYECTO			
ACOB04	IZADO Y CIMENTACION DE POSTES DE ACUERDO AL PROYECTO			
ACOB05	EJECUCION DE SUBIDA O BAJADA EN POSTES CUMPLE CON DISTANCIA MINIMA SEGUN CNE			
ACOB06	INSTALACION DE PASTORAL DE FOGO NUEVO Y ALINEADO			
ACOB07	INSTALACION DE LUMINARIAS SODIO O LED NUEVO Y ALINEADO			
ACOB08	INSTALACION DE RETENIDAS DE ACUERDO A LAS NORMAS TECNICAS Y AL PROYECTO			
ACOB09	EJECUCION DE TERMINALES CON MATERIALES NORMADOS			
ACOB10	RETIRO DE POSTES DE BT DE ACUERDO AL PROYECTO			
ACOB11	RETIRO DE CONDUCTOR AEREO EXISTENTE COORDINADO CON EL CLIENTE			
SUPERVISION DE SUBESTACIONES PARTICULARES CONVENCIONALES O BOVEDAS O PEDESTALES				
SEP001	OBRAS CIVILES DE ACUERDO A PLANOS DE PROYECTO			
SEP002	VENTILACION DE CELDA DE ACUERDO A PLANOS DE PROYECTO			
SEP003	MONTAJE DE EQUIPOS ELECTROMECANICOS CONFORME A PROYECTO TRANSFORMADOR CELDAS MODULARES O CONVENCIONALES TOROIDALES EQUIPOS DE MEDIDA			
SEP004	TERMINALES O EMPALMES DE MEDIA TENSION EJECUTADOS CON MATERIALES ADECUADOS			
SEP005	CURVATURA DE CONDUCTOR DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PROYECTO			
SEP006	SUBESTACION CUMPLE CON SISTEMA DE DETECTOR DE HUMO LUCES DE EMERGENCIA EXTINTOR DE ARCO ELECTRICO			
SEP007	SEÑALITICAS DE SEGURIDAD EN CASITA			
SEP008	CELDA CUENTA CON GABETA DE EPPS DE MANIOBRA CARETA PERTIGA GUANTES DIELECTRICOS MANTENIMIENTO DE MEDIA TENSION			
SUPERVISION DE ACTIVIDADES SUBTERRANEAS EN VIA PUBLICA				
OVP001	CORTE Y ROTURA DE VEREDAS DE ACUERDO A PROYECTO			
OVP002	ANCHO Y PROFUNDIDAD DE ZANJA APERTURADA DE ACUERDO A LA NORMA DEL CLIENTE			
OVP003	TAPADO DE ZANJA DE ACUERDO A LA NORMA DEL CLIENTE CONCRETO COMPACTADO CINTA DE MT			
OVP004	SE INSTALA DUCTOS DE CONCRETO O TUBOS PARA PROTECCION DE CABLES DE ACUERDO A PROYECTO			
OVP005	EMPALMES EN MEDIA TENSION CON MATERIAL ADECUADO			
OVP006	RESANE DE VEREDAS JUNTAS PISTA CON ACABADOS IGUAL O MEJOR A LO ENCONTRADO			
OVP007	REPINTAR CON PINTURA DE TRAFICO EN ZONAS AFECTADAS			
OVP008	SE INSTALA CONDUCTOR CUIDANDO NO DANAR SU CAPA DE AISLAMIENTO			
OVP009	CALIBRE DEL CONDUCTOR AEREO O SUBTERRANEO INSTALADO DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PROYECTO			
SUPERVISION DE PRUEBAS Y PROTOCOLOS				
PPT001	SE REALIZAN PRUEBAS DE DISPARO DE RELE DE PROTECCION Y SECCIONADOR			
PPT002	SE REALIZA PRUEBA DE AISLAMIENTO DE CONDUCTOR INSTALADO			
PPT003	SE CUENTA CON PROTOCOLOS DE PUESTA A TIERRA			
PPT004	SE CUENTA CON PROTOCOLO DE TRANSFORMADOR INSTALADO			
OBSERVACION:				

2.2.4 Materiales y equipos utilizados en las obras eléctricas

Los principales materiales que se utilizan durante las actividades en las instalaciones de media tensión fueron los siguientes:

- Cables o conductor (aéreos o subterráneos)
- Celdas convencionales y/o modulares.
- Transformadores de distribución.
- Terminaciones interiores y exteriores para cables instalados.
- Empalmes derechos.
- Pozos a tierra para las instalaciones.
- Obras civiles para albergar los equipos de llegada y salida, o equipos de maniobra.

Los principales equipos que se utilizan para ejecutar las actividades de maniobra y puesta en servicio en las instalaciones de media tensión, véase figura 16, son los siguientes:

- Pértiga aislada (tipo bastón o telescópicas)
- Guantes aislantes (clase 2 en adelante)
- Ropa Ignifuga (de 25 cal/cm²)
- Careta antiarco (antiflama) eléctrica
- Capucha ignifuga (de 25 cal/cm²)
- Botas de caña alta
- Banco aislante
- Mantas aislantes de media tensión

Figura 16

Equipos y herramientas de maniobras



Capítulo III: Desarrollo del trabajo de investigación

3.1 Descripción de las actividades realizadas en el sistema de utilización

El presente trabajo explica todo el proceso, paso a paso, de supervisión de calidad de la ejecución de los proyectos de sistema de utilización de las empresas Pamolsa y Texfina, que se ejecutaron entre los meses de diciembre 2022 y abril 2023.

El trabajo de suficiencia comprende el desarrollo de la supervisión del proceso constructivo, montaje electromecánico, pruebas eléctricas, maniobra y conexión final de los sistemas de utilización de las empresas Pamolsa y Texfina, de manera que cumplan las normas especificadas en el Código Nacional de Electricidad, las especificaciones técnicas de los materiales a instalar siguiendo los procedimientos de trabajo seguro normados por la empresa concesionaria y respetando lo indicado en la normativa RD_018_2002_DGE. Para el trabajo de supervisión, se ha elaborado un *check list*, que incluye las actividades más relevantes que corresponden a los trabajos de media tensión teniendo en cuenta las recomendaciones de seguridad propuestas por la empresa distribuidora, siempre buscando la satisfacción del cliente.

Una supervisión controlada evita retrabajos, retrasos en el cronograma propuesto, multas innecesarias y accidentes laborales personales y/o materiales.

3.2 Topografía y ubicación del proyecto

La topografía del proyecto se caracteriza por ser plana en toda su extensión. La altitud del área del proyecto aproximadamente es 23 metros sobre el nivel del mar.

Dirección: avenida Elmer Faucett y avenida Bocanegra

Distrito: Callao

Provincia Constitucional del Callao

3.3 Características generales del proyecto

Debido a las reformas a realizar en la avenida Elmer Faucett por la construcción del patio taller y de la estación 5 del metro, es necesario reubicar la subestación 01563S, que actualmente alimenta de energía a las empresas Pamolsa y Texfina S.A., por este motivo se proyecta realizar reformas a las instalaciones eléctricas de los clientes particulares, por lo que el concesionario ha definido nuevos puntos de alimentación en una nueva subestación proyectada SE 01032S, a ser construida e implementada por el área de obras de distribución de la empresa concesionaria Enel.

3.3.1 Empresa Pamolsa

Actualmente, la empresa Pamolsa tiene con un medidor activo en media tensión, 2829263, con una demanda máxima contratada de 6000 kW a la tarifa MT4.

El sistema de utilización existente está formado por tres ternas de cable alimentador seco de 70 mm² 8.7/15 kV y una subestación particular tipo caseta ubicada en el interior del predio del cliente.

El nuevo punto de diseño de Pamolsa se encuentra en la celda 6 de la nueva subestación 01032S, ubicada a 700 m del predio del cliente con una demanda máxima de 6000 kW a la tarifa MT4.

La red existente será abandonada y se instalará un nuevo cable alimentador.

Adicionalmente, se está proyectando instalar dos celdas modulares 24 kV, 630 A, 20 kA, con interruptor a 13.5 m en el interior del predio del cliente, con su respectivo pozo a tierra. De tal forma que el nuevo cable alimentador sea instalado desde la celda 6 de la SED 01032S hasta las dos celdas con interruptor proyectadas en el interior del predio del cliente. Además, se deberán trasladar las tres ternas de cable 70 mm² hacia las salidas de las celdas modulares proyectadas y mantener sin modificar el recorrido interior de dichos cables.

Se propone esta solución, debido a que todo el recorrido de las tres ternas es por toda la planta de producción y van instaladas en ductos y buzones.

A las celdas proyectadas se les instalará un cerco perimétrico de metal para restringir el acceso al personal.

Las características de las redes de media tensión proyectadas y ejecutadas son las siguientes:

- Estará diseñado para operar en el nivel de tensión 20 kV (Operación inicial en 10 kV), 60 Hz, sistema trifásico de tres hilos.
- Se instalará un nuevo cable alimentador desde la celda 6 de la subestación 01032S hasta la celda de llegada ubicada a 13.5 m del interior del predio del cliente. El cable será seco unipolar de cobre tipo N2XSY de 150 mm² en doble terna, para 18/30 kV, en una longitud aproximada de 700 m
- Las terminaciones serán conectores tipo T de 24 kV para cable de cobre de 150 mm².
- El cliente deberá suministrar, a Enel Distribución Perú S.A.A., el terminal interior de media tensión tipo T para conexión a la celda 6 de la subestación 01032S en el punto de diseño.

3.3.2 Empresa Tefina

La empresa Tefina cuenta con 02 suministros en media tensión que para distinguir llamaremos Tefina 1 S.A. y Tefina 2 S.A. Se detallan las siguientes características:

- **La planta Tefina 1 S.A.**, actualmente, cuenta con un medidor en media tensión, 2795104, ha contratado una potencia de 700 kW como máximo, en la tarifa MT4.

El sistema de utilización existente está formado por un cable alimentador de 70 mm² N2XSY 8.7/15 kV y una subestación tipo caseta.

El nuevo punto de diseño de Tefina 1 S.A. se encuentra en la celda 5 de la nueva subestación 01032S, ubicada a 670 m del predio del cliente, con una demanda máxima de 700 kW a la tarifa MT 4.

La red existente será abandonada y se instalará un nuevo cable alimentador.

- **La planta Texfina 2 S.A.**, actualmente, cuenta con un medidor en media tensión, 2795106, ha contratado una potencia de 700 kW como máximo a la tarifa MT4.

El sistema de utilización existente está formado por un cable alimentador de 70 mm² N2XSY 8.7/15 kV y una subestación tipo caseta.

El nuevo punto de diseño de Texfina 2 S.A. se encuentra en la celda 7 de la subestación 01032S, ubicada a 732 m del predio del cliente, con una demanda máxima de 700 kW a la tarifa MT4.

La red existente será abandonada y se instalará un nuevo cable alimentador.

Características de las redes de media tensión proyectadas y ejecutadas

- Estará diseñado para operar en el nivel de tensión 20 kV (operación inicial en 10 kV), 60 Hz, sistema trifásico de tres hilos.
- Se instalará un nuevo cable alimentador desde la celda 5 y celda 7 de la subestación 01032S hasta las subestaciones particulares del cliente. El cable será seco unipolar tipo N2XSY de 50 mm², para 18/30 kV, en una longitud aproximada de 670 m y 732 m respectivamente.
- Las terminaciones serán termocontraíbles de 24 kV, para cable de cobre de 50 mm².
- El cliente deberá suministrar a Enel Distribución Perú S.A.A. el terminal interior de media tensión tipo T para conexión a la celda 5 y celda 7 de la subestación 01032S en el punto de diseño.

3.4 Cronograma de trabajo ejecutado

El proyecto total de redes de media tensión se ejecutó en 11 semanas y se han definido los ítems siguientes:

A. Trabajos preliminares

- Comunicación, designación de residente

- Trámites y permisos municipales
- Coordinación con el cliente
- Replanteo general de obra
- Solicitud y adquisición de materiales
- Traslado de materiales a obra

B. Trabajos de red primaria

- Trazo y replanteo
- Ejecución de calicatas de inspección (sondeos)
- Corte y rotura de pavimento
- Apertura y cierre de zanja de media tensión (en estacionamientos)
- Entubado y vaciado de concreto
- Entubado directamente enterrado
- Ejecución de buzones ciegos
- Ejecución de cruzadas subterráneas
- Reparación de asfalto
- Corte y rotura de vereda para abrir buzones ciegos
- Apertura de buzones ciegos
- Tendido de cable de media tensión
- Ejecución de empalmes en media tensión
- Colocación de cinta particular en buzón ciego
- Colocación de tierra cernida en buzón ciego
- Tapado de buzones ciegos
- Reparación de veredas
- Eliminación de desmonte y cascotes

C. Pruebas y supervisión

- Supervisión del concesionario
- Pruebas eléctricas

D. Trabajos en subestación existente (parada de planta)

- Apertura de zanja para ingreso de cable
- Corte y rotura de vereda y concreto
- Desconexión de cable media tensión existente y retiro de terminales existentes
- Pasar nuevo cable media tensión por tubo de PVC existente hacia celda de llegada en subestación existente
- Ejecución de terminaciones en media tensión
- Conexión de cable a celda media tensión existente
- Tapado de zanja de media tensión

3.5 Coordinaciones para la ejecución del proyecto

3.5.1 *Coordinaciones con cliente Pamolsa*

Pamolsa es una empresa con altos estándares de certificación propios de su actividad, por lo su área de seguridad solicita cursos de inducción para cada grupo de trabajo. Dichos cursos dependen de la actividad a ejecutar. Los cursos de inducción solicitados son de carácter obligatorio y deben ser aprobados con notas mínimas.

Los cursos solicitados fueron los siguientes:

- Inducción general
- Trabajos en caliente
- Trabajos eléctricos
- Trabajos en altura
- Trabajos en espacios confinados
- Inducción para transportistas

Para este proyecto y como supervisor de calidad de toda la obra se tuvo que aprobar todos y cada uno de los cursos antes mencionados.

3.5.2 Coordinaciones con cliente Texfina

La empresa Texfina en sus dos locales, Texfina 1 y Texfina 2, solo requiere coordinaciones por correo del personal, que ingresará a las subestaciones donde se ejecutará el trabajo y horarios de ingreso.

3.5.3 Coordinaciones con la empresa concesionaria de distribución

La empresa concesionaria como parte de su procedimiento supervisión de obras de sistemas de utilización (referido a la 018), solicita lo siguiente: expediente de replanteo final ingresado por mesa de partes, conteniendo protocolo de pruebas de disparo del relé de protección, planos de replanteo final del proyecto en formato CAD, cuaderno de obra debidamente firmado por el residente de obra ejecutada.

Con esta información, la empresa distribuidora programa la puesta en servicio del proyecto ejecutado. A este trabajo se le conoce como Maniobra de puesta en servicio.

Se debe tener en cuenta que, la Maniobra de puesta en servicio, la solicita el cliente con una anticipación de no menos de 21 días hábiles, ya que internamente hay una coordinación con varias áreas en la empresa distribuidoras, solicitud de permisos con Osinerg por las horas de corte de energía que pueden afectar a otros clientes, inspecciones previas a las subestaciones de donde se alimentan los clientes, coordinaciones con las áreas de mantenimiento para evaluar la cantidad de personal de media tensión que ejecutará el proceso, coordinación con el área de medición de energía para la instalación y configuración de los nuevos medidores en la nueva subestación 01032S, entre otras actividades.

3.6 Proceso constructivo del proyecto

3.6.1 *Actividades de excavación, instalación cables y empalmes*

Este acápite refiere actividades que se han ejecutado en ambas empresas.

En el proceso de excavación de zanja se utilizó maquinaria excavadora. Se excavó a una profundidad de 1.20 m y un ancho de 1.20 m, (figura 17), se instaló 2 tubos HDPE de 8" (para las 2 ternas en media tensión de cable 3-1x150mm² N2XSY de Pamolsa) y 2 tubos HDPE de 6" (para las 2 ternas en media tensión de cable 3-1x50mm² N2XSY para Texfina1 y Texfina2). Se tapó, en toda su longitud, con concreto de 210 kg/cm².

Asimismo, se utilizó cinta roja de señalización de peligro, cables eléctricos de 20 kV, se concluye con el proceso de compactado y resane de asfalto en toda su extensión.

Debido a la longitud del tramo de cable a instalar (730 m aproximadamente), se recomendó ejecutar la instalación del cable en 2 tramos, que según la geografía se realiza a 300 m de la subestación proyectada SE01032S. Personal experimentado y capacitado ejecutó los empalmes en media tensión de las 4 ternas.

Normativa técnica de excavación



Las siguientes figuras muestran las actividades ejecutadas:

Apertura de zanja

Figura 18

Evidencia de ejecución de proyecto total 1



Instalación de tubos HDPE de 6" y 8"

Figura 19

Evidencia de ejecución de proyecto total 2



Tapado y concretado

Figura 20

Evidencia de ejecución de proyecto total 3



Figura 21

Evidencia de ejecución de proyecto total 4



Instalación de cables

Figura 22

Evidencia de ejecución de proyecto total 5



Figura 23

Evidencia de ejecución de proyecto total 6



Tapado de zanja ejecutada.

Figura 24

Evidencia de ejecución de proyecto total 7



Figura 25

Evidencia de ejecución de proyecto total 8



Figura 26

Evidencia de ejecución de proyecto total 9



Figura 27

Evidencia de ejecución de proyecto total 10



3.6.2 Trabajos ejecutados en empresa Pamolsa

I. Instalación de cables de media tensión hacia celda proyectada. A puertas de la empresa Pamolsa, (figura 28) y (figura 29), llegan las dos ternas de cable N2XSY de 3-1x150mm². El ingreso de estas dos ternas se instaló (según proyecto) sobre el techo de una subestación existente en 20kV de la empresa Pamolsa (figura 30) y (figura 31) en bandejas metálicas hasta dos celdas modulares proyectadas.

Figura 28

Evidencia de ejecución de proyecto total 11



Figura 29

Evidencia de ejecución de proyecto total 12

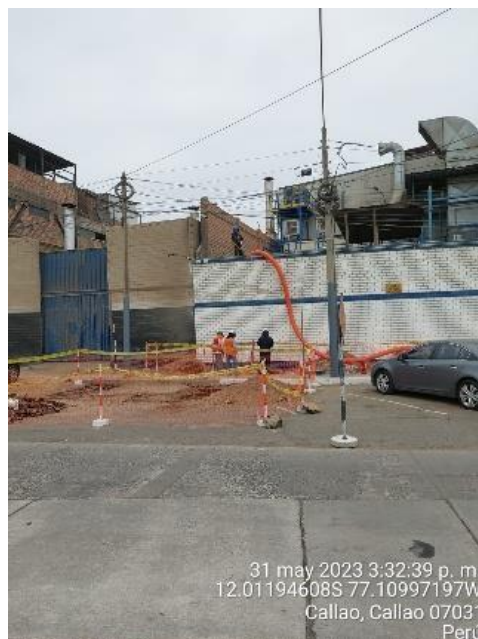


Figura 30

Evidencia de ejecución de proyecto total 13



Figura 31

Evidencia de ejecución de proyecto total 14



II. Montaje de celdas modulares de media tensión proyectadas. La empresa Pamolsa tiene una subestación eléctrica ubicada en el interior del predio, que opera en 10 kV, y su sistema de utilización está conformado por tres ternas de cable de alimentación de calibre 70 mm².

Se proyectó instalar dos celdas modulares 24 kV, 630 A, 20 kA, con interruptor a 13.5 m en el interior del predio del cliente, véase figuras 32 y figura 33. De tal forma que el nuevo cable alimentador sea instalado desde la celda 6 de la SED 01032S hasta las dos celdas con interruptor proyectadas en el interior del predio del cliente, además se trasladaron las tres ternas de cable 70 mm² hacia las salidas de las celdas modulares proyectadas y no se modificó el recorrido interior de dichos cables.

Se propuso esta solución debido a que todo el recorrido de las tres ternas es por toda la planta de producción, que van instaladas en ductos y buzones.

A las celdas proyectadas se les instaló un cerco perimétrico de metal para restringir el acceso al personal.

La figura 34 nos muestra una parte del esquema ortogonal donde se diagrama la reforma a ejecutar respecto de las alimentaciones de los clientes (verde = existente, rojo=proyectado).

Figura 32

Evidencia de ejecución de proyecto total 15



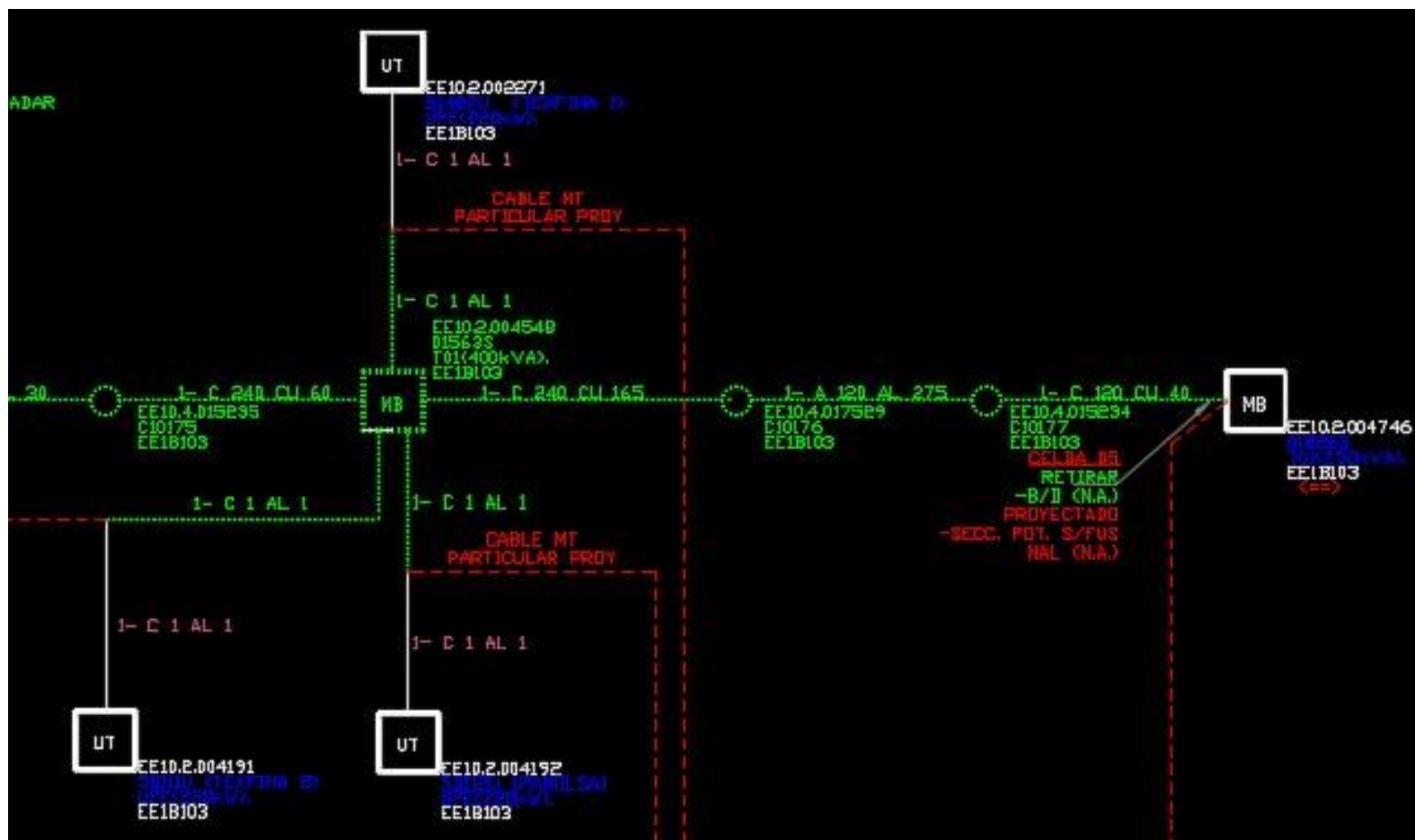
Figura 33

Evidencia de ejecución de proyecto total 16



Figura 34

Evidencia de ejecución de proyecto total 17



III. Instalación de pozos a tierra de media y baja tensión. Todas las partes metálicas se conectan a un pozo de puesta a tierra ubicado frente a la subestación privada.

En la subestación eléctrica particular, la resistencia de los pozos a tierra para MT y BT no será mayor a 25Ω . La figura 35 muestra la construcción de los pozos a tierra según proyecto detallado en la figura 36.

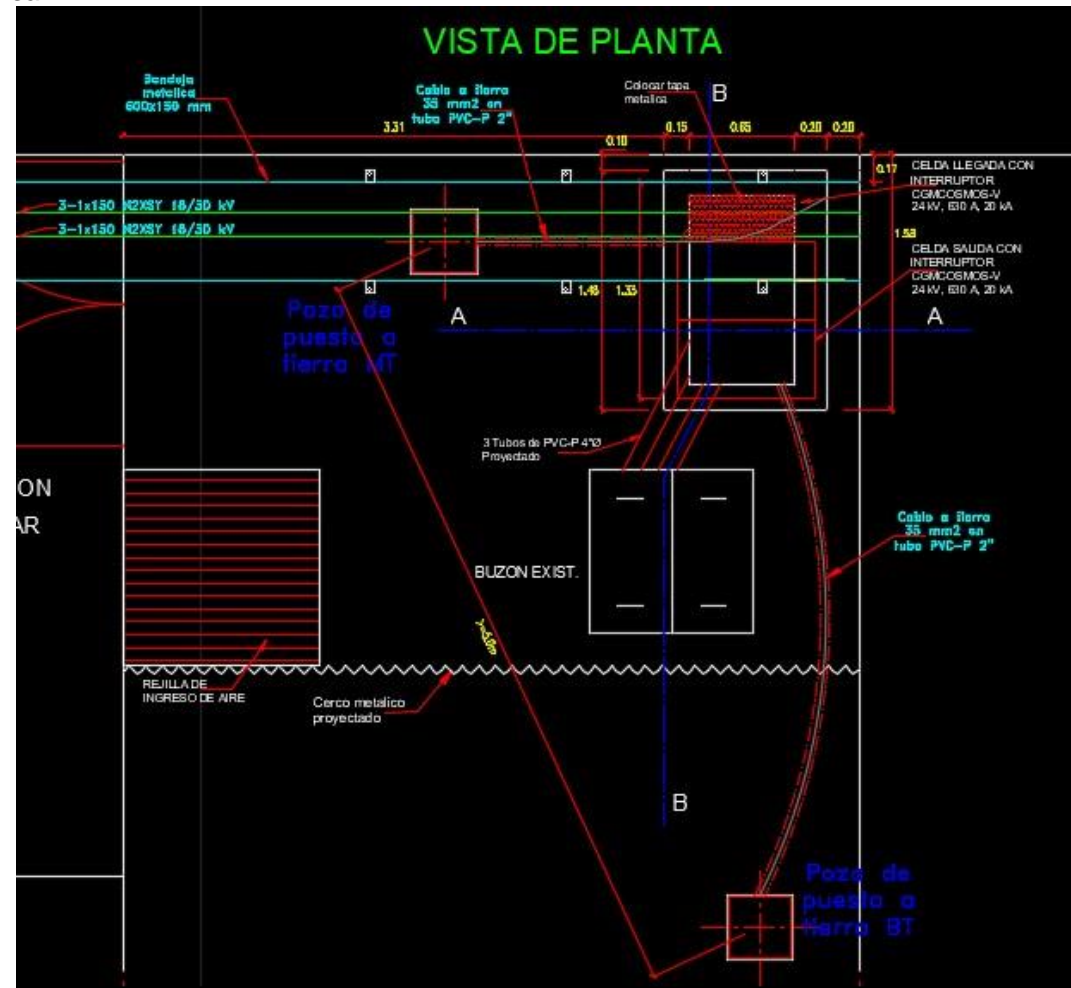
Figura 35

Evidencia de ejecución de proyecto total 18



Figura 36

Planos civiles en empresa Pamolsa 1



IV. Obras civiles. Las celdas modulares instaladas reposan sobre una base de concreto, figura 37, con buzones y dimensiones suficientes para el ingreso y salida de los cables de media tensión instalado, según la figura 38 que refiere las obras civiles.

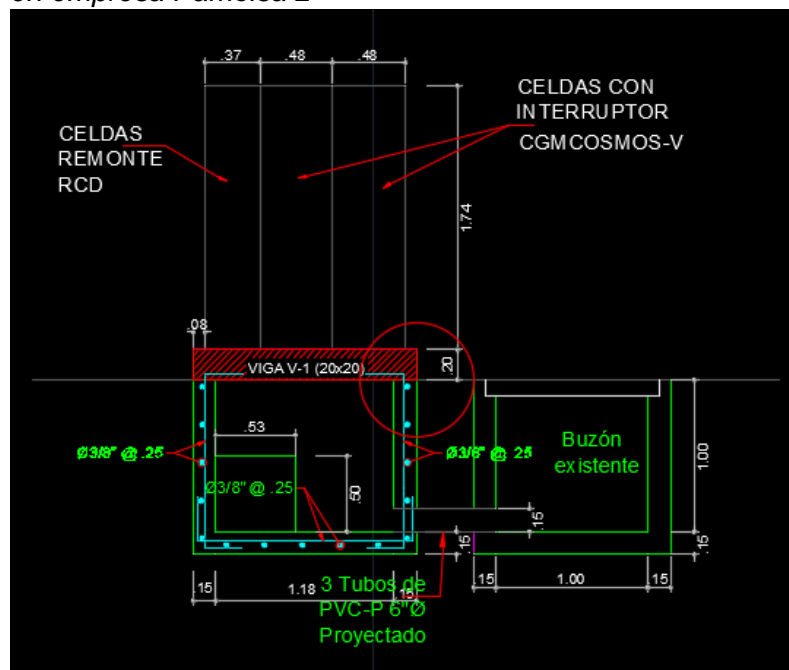
Figura 37

Obras civiles en empresa Pamolsa



Figura 38

Planos civiles en empresa Pamolsa 2



3.6.3 Trabajos ejecutados en empresa Texfina

Como ya se indicó, la empresa Texfina cuenta con dos suministros y cada uno con una subestación independiente.

I. Instalación de cables y ejecución de terminaciones interiores.

Empresa Texfina 1: para ingresar los cables de media tensión se reutilizó los ductos existentes por donde pasan sus redes antiguas. Como la celda de llegada existente es del tipo Felmec, se instaló terminales tipo termocontraible para cables de 50 mm² de media tensión, véase figura 39.

Figura 39

SSEE existente – empresa Texfina 1



Empresa Texfina 2: para ingresar los cables de media tensión, se abandonan las redes existentes (porque se encontraba en ductos obstruidos). Como la celda existente de la empresa Texfina2 se encuentra a pie del muro exterior de la empresa, se procedió a ingresar desde afuera el nuevo cable de 50 mm² hacia la celda de llegada e instalar terminaciones termocontraible para cables de 50 mm² de media tensión (figura 40).

Figura 40

SSEE empresa Texfina 2



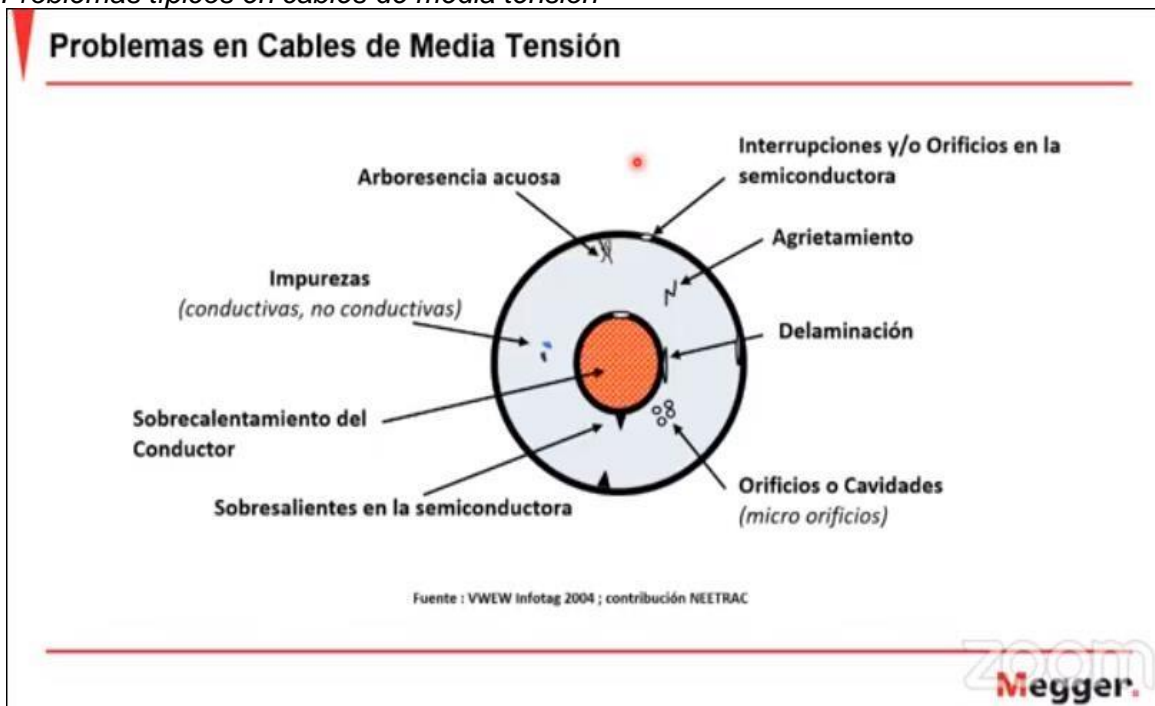
3.7 Pruebas eléctricas

3.7.1 Pruebas en cables de media tensión

A los cables de media tensión instalados, se les realizó prueba de aislamiento de la capa semiconductora. Teniendo en cuenta los tipos de aislamiento de los conductores de media tensión se escoge el tipo de prueba a realizar. Además, mencionamos las fallas típicas que pretendemos encontrar con la prueba de aislamiento (figura 41).

Figura 41

Problemas típicos en cables de media tensión



3.8 Corte, maniobra y reposición del servicio del proyecto

Para la puesta en servicio eléctrico de un sistema de utilización, se ejecuta una serie de actividades entre el corte del suministro y su posterior reconexión. Estas actividades son enunciadas en los siguientes ítems con mayor detalle.

El proceso de corte de servicio eléctrico en media tensión, de cualquier empresa particular, es una gestión propia de la empresa concesionaria, solicitada por el cliente una vez culminado la ejecución de proyecto aprobado de sistema de utilización. Esta solicitud suele ser atendida en un periodo de 21 días calendario y ejecutada por su área de mantenimiento de media tensión, respetando una serie de procedimientos de seguridad como las 5 reglas de oro en electricidad y solicitando autorizaciones de su centro de control. Para el corte del servicio de la empresa Pamolsa, se apertura el interruptor ubicado en la celda 4 de la SE01563 (véase figura 42, 43 y 44) y para la empresa Texfina 1 (figura 45, 46) y Texfina 2 (figura 47 y 48), se aperturan los seccionadores de línea ubicados en las celdas 8 y 9 respectivamente ubicados en la SE01563S.

Figura 42

Celdas convencionales del concesionario de distribución 1.



Figura 43

Celdas convencionales del concesionario de distribución 2.



Figura 44

Celdas convencionales del concesionario de distribución 3.



Figura 45

Celdas convencionales del concesionario de distribución 4.



Figura 46

Celdas convencionales del concesionario de distribución 5.



Figura 47

Celdas convencionales del concesionario de distribución 6.



Figura 48

Celdas convencionales del concesionario de distribución 7.



3.8.1 Maniobra en empresa Pamolsa

I. Identificación y seccionamiento de cables de media tensión

Luego de desenergizar todas las alimentaciones en media tensión para las dos empresas Pamolsa y Texfina, se procede con la actividad de maniobra propiamente dicha, que consta de identificar cables sin servicio, seccionarlos, ejecutar terminaciones, volverlas a instalar en sus nuevas celdas correspondientes, ejecutar pruebas continuidad y aislamiento de los nuevos cables instalados para finalmente reponer el servicio. Todas estas actividades se resumen en un proceso de maniobra.

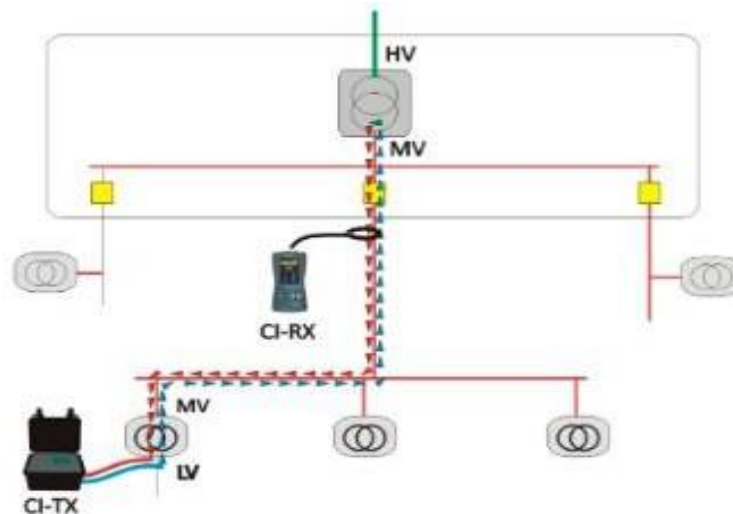
Una de las actividades más importantes que corresponde a este tipo de maniobras es la identificación y seccionamiento de cables, y es por dos motivos.

A. Identificar el cable correcto. Nunca debemos confiar de un cable enterrado hasta tener la certeza que es nuestro cable a seccionar. Esto se logra mediante equipos electrónicos digitales que permiten identificar cables con o sin tensión, trabajar con

conductores de 1 fase, 3 fases o 3 fases con neutro. Eso se logra mediante inyección de pulsos de corriente que alimenta la línea que deseamos identificar. Tenemos como referencia el esquema de la figura 49.

Figura 49

Conexionado de equipo de prueba de aislamiento



B. El tiempo que demora esta actividad. El periodo que demora la identificación y seccionamiento del cable de media tensión siempre está entre 2 a 3 horas, ya que el cable en un extremo se alimenta de una subestación perteneciente a la empresa concesionaria, y el ingreso y permisos a este punto depende de coordinaciones y disponibilidades en línea, y, en el otro extremo, llega a una subestación que está en el interior del predio del cliente por lo que es de fácil acceso.

Una vez que ya está plenamente identificado el cable de media tensión, procedemos a seccionarlo. Como medida de protección por seguridad se utiliza una cortadora hidráulica de cable inalámbrica (figura 50) y (figura 51).

Figura 50

Cortadora hidráulica e inalámbrica de cable



Figura 51

Corte de cables con equipo inalámbrico



II. Identificación de secuencia de fases en cables de media tensión

Debido a que las empresas Pamolsa y Texfina ya se encuentran eléctricamente operativas, es muy importante identificar el orden de las tres fases con las que están operando, ya que un error en la nueva conexión podría tener accidentes laborales personales y materiales de muy altos costos para la contratista que ejecuta el trabajo.

III. Ejecución de terminaciones en cables de media tensión

Empresa Pamolsa: debido a la configuración del sistema de utilización de la empresa, fue necesario ejecutar terminales dobles en la celda modular de alimentación ubicada en la subestación SE01032S, véase figura 53, y también en la celda modular de llegada en la empresa Pamolsa, véase figura 54.

Asimismo, se ejecutan tres terminaciones por fase llamado terminal triple en la celda modular de salida hacia la subestación existente en la empresa Pamolsa, véase figura 55.

En la figura 52, se muestra el diagrama unifilar conforme a la obra, donde indica la ubicación de los terminales instalados.

Figura 52

Diagrama unifilar proyectado empresa Pamolsa

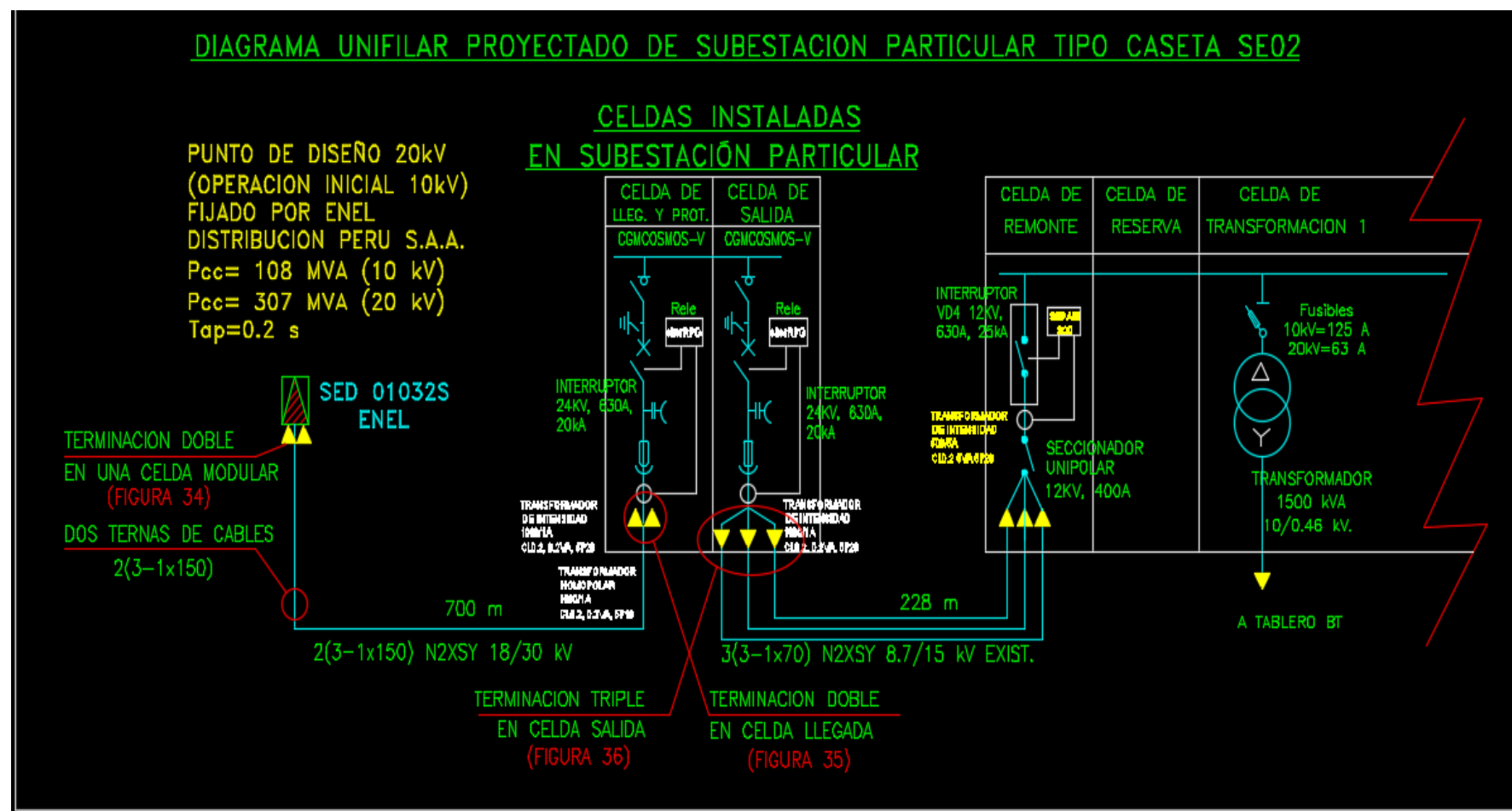


Figura 53

Terminales dobles tipo codo en empresa Pamolsa 1



Figura 54

Terminales dobles tipo codo en empresa Pamolsa 2



En la figura 55, se muestra las celdas modulares de alimentación de las empresas Pamolsa y Texfina.

Figura 55

Terminales tripes tipo codo en empresa Pamolsa 3



Figura 56

Celdas modulares de alimentación de las empresas Pamolsa y Texfina 1 y 2



3.8.2 Maniobra en empresa Texfina

Ejecución de terminaciones en celdas existentes

Luego de haber instalado el nuevo cable de energía hasta las celdas las empresas Texfina 1 y Texfina 2, se procede a desconectar las terminaciones exteriores existentes, ejecutar nuevas terminaciones exteriores del tipo termocontraible en el nuevo cable instalado y reconectarlas en el mismo lugar de los retirados, véase figura 57 y figura 58, respectivamente.

Figura 57

Terminales exteriores en empresa Texfina 1



Figura 58

Terminales exteriores en empresa Texpina 2



3.8.3 Reposición del servicio del Proyecto.

A. Reposición del servicio de empresa Pamolsa

Para reponer el servicio eléctrico de la empresa Pamolsa, se requiere que el área del centro de control de la empresa concesionaria dé su conformidad. Debido a que va a autorizar la energización de una nueva subestación en 10 kV particular y, como medida de seguridad, solicita una “prueba de aceptación”, que consiste en una prueba de aislamiento del nuevo cable a energizar. Esta prueba no debe tener una antigüedad mayor de 24 horas y la responsabilidad del ingeniero residente de parte del cliente en el tramo que le corresponde y en el tramo de la empresa concesionaria el responsable de su empresa contratista que ejecutó su reforma. El sistema de utilización de la empresa Pamolsa consta de 2 ternas de cable de 150mm² de cobre en una longitud de 730 m con terminaciones tipo codo en ambos extremos. Para este caso, se solicitó el Test Van de la empresa concesionaria para realizar la prueba de aislamiento solicitada. Los resultados de la prueba

fueron $0\mu\text{A}$ de corriente de fuga con una tensión de 15 kV durante 1 min, véase figura 59, Según IEEE 400 – 2012, la prueba de aceptación se realiza antes y después.

Figura 59

Prueba de aceptación de cable instalado 1.



Figura 60

Prueba de aceptación de cable instalado 2.



Figura 61

Prueba de aceptación de cable instalado 3.



Figura 62

Prueba de aceptación de cable instalado 4.



El objetivo de la prueba de aceptación es demostrar que el transporte, manipulación e instalación no han dañado el cable. Además, demostrar mano de obra deficiente, así como también demostrar que el equipo ha sido exitosamente reparado.

Si un cable o accesorio no pasa la prueba y se repara o reemplaza, la prueba de aceptación generalmente es repetida hasta que el sistema de cable pase la prueba.

Finalmente, para nuestro caso, una vez probado el cable se confirma una corriente de fuga de cero miliamperios; por lo tanto, el área de mantenimiento de media tensión de la empresa concesionaria procedió a energizar la celda de llegada del cliente informando de esto al residente de obra, quien a su vez pone en servicio las cargas de la empresa particular. Se destaca que en este caso para la empresa Pamolsa, se instalaron celdas modulares y debe tener su propio personal para su respectiva maniobra.

B. Reposición del servicio de empresa Texpina1 y Texpina2

En la empresa Texpina 1 y Texpina 2, para la reposición del servicio eléctrico, se requiere que el departamento de centro de control de la empresa concesionaria dé su conformidad y, debido a que va a autorizar la energización de una nueva subestación en 10 kV particular y como medida de seguridad, se solicita una prueba de aceptación de aislamiento del nuevo cable a energizar. La prueba no debe tener una antigüedad mayor de 24 horas y la responsabilidad del ingeniero residente de parte del cliente en el tramo que le corresponde y en el tramo de la empresa concesionaria el responsable de su empresa contratista que ejecutó su reforma.

Finalmente, para el presente caso, una vez probado el cable, se confirma una corriente de fuga de cero miliamperios, por lo tanto, el área de mantenimiento de media tensión de la empresa concesionaria procedió a energizar la celda de llegada del cliente informando de esto al residente de obra, quien a su vez pone en servicio las cargas al interior de la empresa particular. Se destaca en este caso, para la empresa Texpina1 y Texpina2, se instalaron los nuevos terminales exteriores a las celdas convencionales metálicas existentes, que a su vez debe tener su propio personal para su respectiva maniobra.

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

4.1 Ejecución de nuevo alimentador de la empresa Pamolsa

En la primera etapa constructiva del proyecto, se ejecuta una excavación de 750 m, donde se instalarán los cables de media tensión proyectada.

Es en esta etapa, según figura 63, donde se observa que durante el mes de abril se tuvo un total de 23 incumplimientos. En la figura 64, se observa que se tuvo incumplimientos de documentación como ejecución de cronograma (33%), permisos municipales (27%), inspección previa de obra (13%), uso de herramientas de acuerdo a la actividad (13%), planos vigentes (7%) y orden de trabajo en campo (7%).

Véase la línea de tendencia de incumplimientos, que es hacia el cero durante el primer mes.

Figura 63

Gráfico de supervisión de seguridad tomado en campo 1

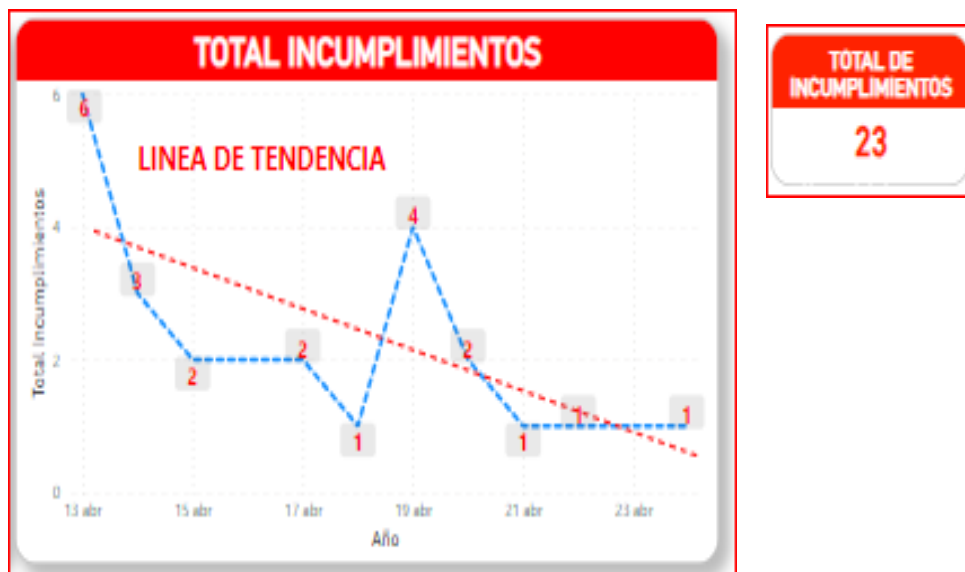
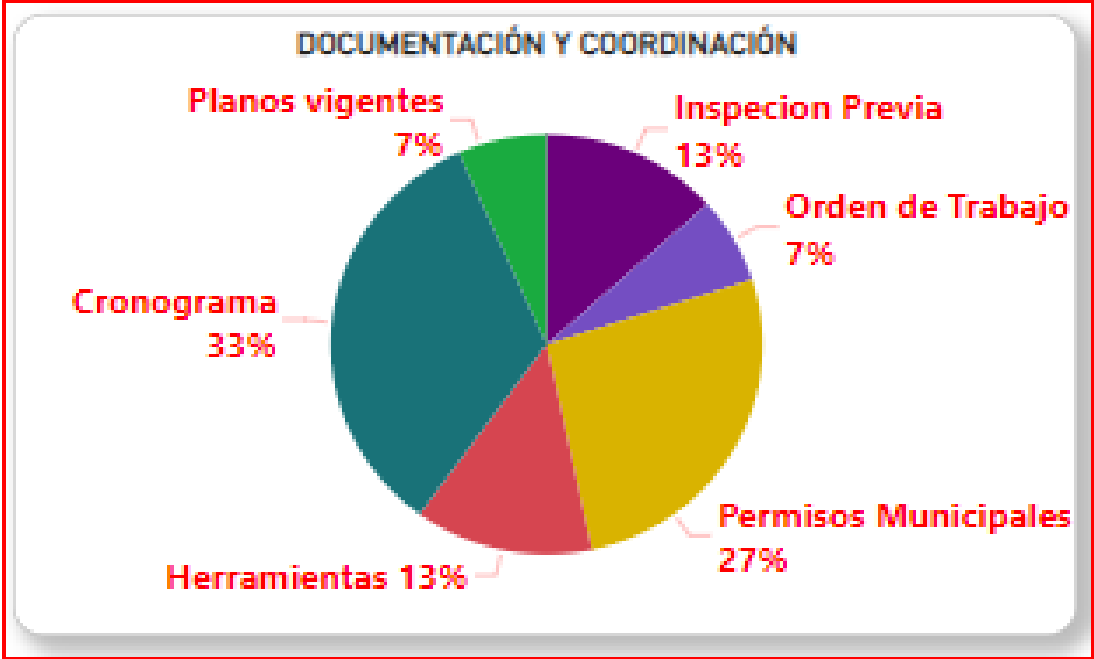


Figura 64

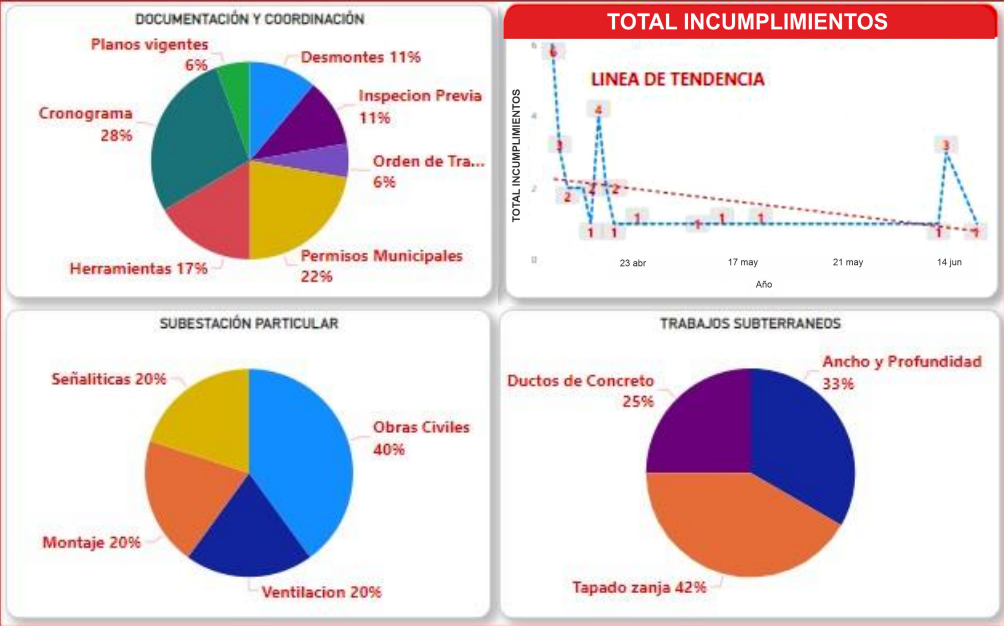
Gráfico de supervisión de seguridad tomado en campo 2.



De la misma manera se observa (figura 65), que durante los tres meses que duró la ejecución del sistema de utilización, la línea de tendencia de incumplimientos de calidad es hacia el cero. Hasta la puesta en servicio del sistema.

Figura 65

Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 1



4.2 Ejecución de nuevo alimentador de la empresa Texfina 1 y 2

En la primera etapa constructiva del proyecto se ejecuta la mayor excavación (700 mts), donde se instalarán los cables de MT proyectada.

Es en esta etapa (figura 66), que se observa que durante el primer mes (abril) se tuvo un total de 37 incumplimientos. En la figura 66), se observa que se tuvo incumplimientos de documentación, como inspección previa (26%), planos vigentes (22%), permisos municipales (22%), cronogramas (11%), herramientas (11%), orden de trabajo (7%).

Trabajos subterráneos, como Corte y rotura (60%), ancho y profundidad (40%).

Véase la línea de tendencia de incumplimientos que es hacia el cero durante el primer mes.

Figura 66

Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 2

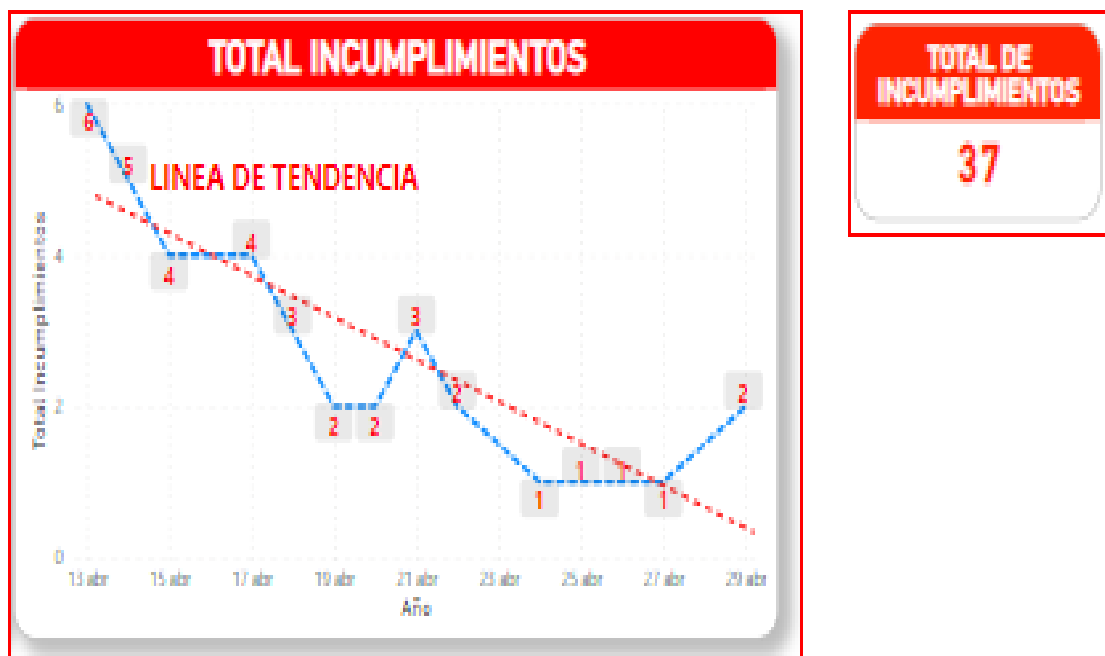
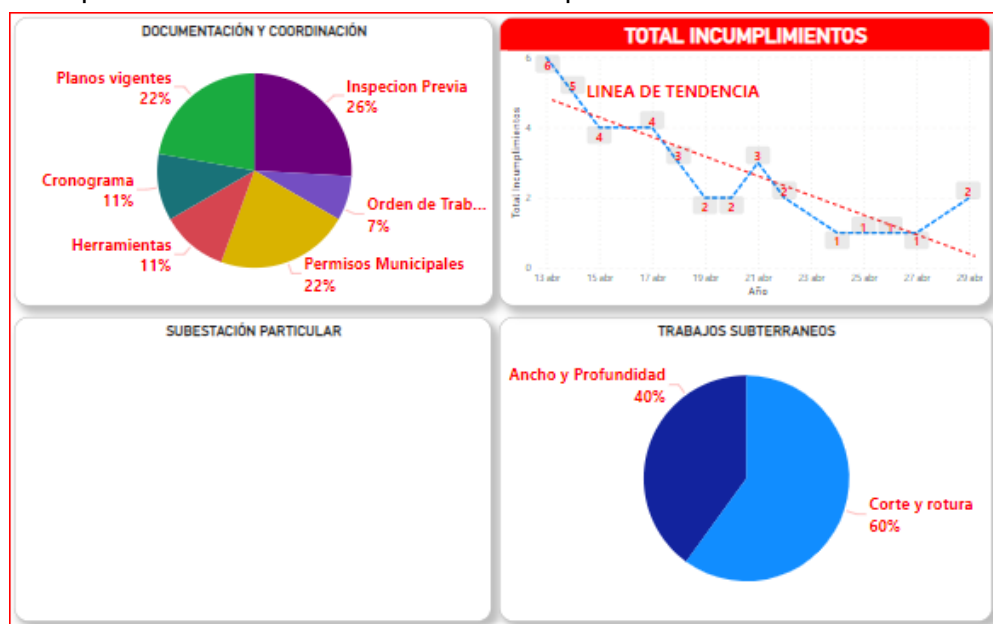


Figura 67

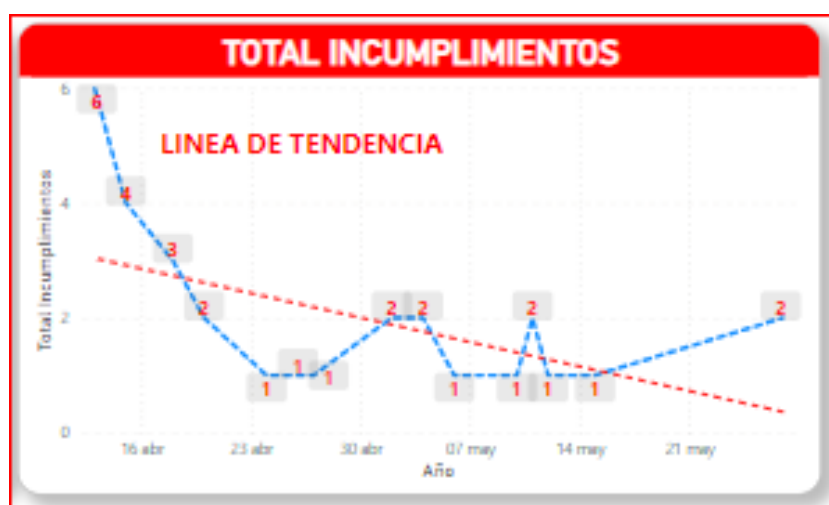
Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 3



De la misma manera se observa, (Figura 68), que durante los tres meses que duró la ejecución del sistema de utilización la línea de tendencia de incumplimientos de calidad es hacia el cero. Hasta la puesta en servicio del sistema, inclusive en el mes junio no hubo incumplimientos de calidad.

Figura 68

Gráfico de supervisión de calidad tomados en campo 4



Conclusiones

- Se concluye que, para una mejor calidad de supervisión, el haber definido correctamente, durante la etapa de planificación las actividades ejecutadas, ha permitido controlar dichas variables y corregir los errores que se observen durante todo el proceso.
- Se concluye que, para una mejor calidad de supervisión, haber realizado una revisión continua de las actividades, durante la etapa de verificación, ha permitido controlar dichas variables y corregir los errores que se observen durante todo el proceso de ejecución de las obras.
- Se concluye y verifica la total funcionalidad de la herramienta de visualización de datos en línea (*Power bi*) para una mejora continua de la supervisión de obras eléctricas.
- Se destaca la importancia de la aplicación del método PHVA en la supervisión diaria de una obra electromecánica, junto con herramientas de análisis de datos en línea, ya que se demuestra que se puede controlar la tendencia de los errores hacia un cero. Lo que trae como conclusión, la satisfacción del cliente que nos contrata.

Recomendaciones

- Se debe continuar con el proceso de supervisión de las obras electromecánicas definiendo previamente las deficiencias según corresponda teniendo como referencia la normativa Osinergmin 228-2009-OS-CD.
- Un supervisor de calidad de obras eléctricas debe tener la experiencia, los conocimientos y capacitaciones suficientes que le permitan organizar una correcta y efectiva supervisión. Esto debe venir acompañado de herramientas de análisis digitales y modernas.
- Un motivo adicional es que, si la tendencia de los incumplimientos de calidad es hacia el cero, se evitan multas innecesarias, replanteos durante las actividades y hasta afecta, de manera positiva, a otras áreas de la empresa concesionaria como el área de mantenimiento correctivo y preventivo de media tensión.

Referencias bibliográficas

Blog de la calidad (2023, marzo). Gurús de la calidad: William Edwards Deming.

Blogdelacalidad. <https://blogdelacalidad.com/gurus-de-la-calidad-william-edwards-deming/>

Código Nacional de Electricidad Suministro 2011 (29 de abril de 2011). Normas legales, N° 214-2011-MEM/DM, Diario Oficial El Peruano.

<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20%20y%20CNE%202011.pdf>

Google (2023, octubre). Generador de encuestas en línea de Google (forms). Google Forms. https://www.google.com/intl/es-419_pe/forms/about/

Microsoft (2023, octubre). Power bi. Power Platform. <https://powerbi.microsoft.com/es-es>

Microsoft (2023, octubre). Referencia de funciones DAX. Microsoft learn. <https://learn.microsoft.com/es-es/dax/dax-function-reference>

Neta (2021). Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems. ANSI/NETA ATS.

<https://www.netaworld.org/standards/ansi-neta-ats#:~:text=Standard%20for%20Acceptance%20Testing%20Specifications%20for%20Electrical%20Power%20Equipment%20and%20Systems&text=These%20specifications%20are%20designed%20to,in%20accordance%20with%20design%20specifications.>

Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución (25 de setiembre de 2002). Normas legales, R.D. N° 018-2002-EM/DGE, Diario Oficial El Peruano.

<https://minem.gob.pe/legislacionM.php?idSector=6&idLegislacion=6506>

Norma G.050 Seguridad durante la construcción (8 mayo del 2009). Normas legales, DS N° 010-2009, Diario Oficial El Peruano.

<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes->

[publicaciones/2619670-norma-g-050-seguridad-durante-la-construccion-ds-n-010-2009](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/863758/OSINERGMIN-228-2009-OS-CD.pdf)

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2009). *Procedimiento para la Supervisión de las Instalaciones de Distribución Eléctrica por Seguridad Pública*. Osinergmin.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/863758/OSINERGMIN-228-2009-OS-CD.pdf>

Organización Internacional de Normalización (2015). ISO 9001:2015(es) Sistemas de gestión de la calidad. ISO. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad – 2013 (21 de marzo de 2013). Normas legales, R. M. N° 111-2013-MEM-DM, Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/738504-111-2013-mem-dm>

Anexos

Anexo 1: Glosario de términos	1
-------------------------------------	---

Anexo 1

Glosario de términos

Conexiones de media tensión. Conjunto de dispositivos e instalaciones efectuadas a tensiones mayores a 1 kV y menores de 30 kV. Comprende los dispositivos de maniobra y dispositivos de protección, el sistema de medición y elementos complementarios, la estructura de soporte o compartimiento que alberga los equipos, las barras y accesorios para la conexión eléctrica correspondiente.

Concesionario de distribución de energía eléctrica. Persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolla actividades de distribución de energía eléctrica en una zona de concesión establecida por el Ministerio de Energía y Minas, cuya demanda supere los 500 kW.

Contratista especialista. Persona natural o jurídica especializada en la construcción de instalaciones electromecánicas de sistemas de distribución y utilización con red aérea y subterránea, construcción de subestaciones eléctricas. Incluye construcción civil requerida para este tipo de instalaciones, construcción de instalaciones de alumbrado público y conexiones domiciliarias.

Tiene conocimiento de la legislación vigente relacionada con otros servicios públicos que ocupan la misma vía o zona donde se ejecutarán las obras. Debe contar con la sustentación de su conocimiento, capacidad y profesionalismo para estos tipos de trabajo. Es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas, económicas y legales que se deriven de su actuación.

Punto de entrega (diseño). Para los suministros en media o baja tensión, se considera, como punto de entrega, el empalme de las instalaciones de propiedad del usuario y las instalaciones del concesionario.

Supervisor responsable. Trabajador capacitado y entrenado por la entidad o empresa contratista. Tiene las competencias para supervisar la ejecución de la tarea cumpliendo con las normas de seguridad y salud vigentes. Sus deberes están establecidos en la regla 421.A “Deberes de un supervisor o de la persona encargada” del Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).

Zona de concesión. Zona geográfica delimitada por un polígono, cuyos vértices están expresados en coordenadas UTM pertenecientes a un datum horizontal wgs84 o psad56, dentro del cual el concesionario está obligado a prestar servicio público de electricidad y a todos aquellos que con sus propias líneas lleguen a esta zona.