



UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO A. C.
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MANUAL PARA CONTROL DE RIESGOS EN
EXCAVACIONES EN EL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO LA
LUCHA, CEBALLOS, DURANGO.”**

TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

DANIEL LOPEZ LOPEZ

ASESOR DE TESIS:

ING. VIRGINIA ARIAS MARQUEZ



COATZACOALCOS, VER.

MAYO 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación representa el deseo y sacrificio para poder llegar a la superación.

A la facultad de Ingeniería de la UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO por la ayuda intelectual y material recibida para la realización de la investigación.

A mis maestros, amigos y compañeros de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sotavento por compartir sus conocimientos y ayudarme en mi formación académica y sobre todo su amistad.

A la Ing. Virginia Arias Márquez por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios, por su tiempo compartido, por apoyarnos en todo momento, por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional y por su gran ayuda como Directora de la Carrera.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por brindarme una vida llena aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad ya que sin esas cosas no lograría ser quien soy hasta ahora.

A mi esposa Fabiola que estuvo conmigo en todo momento, siendo mi soporte, apoyo y parte fundamental en la conclusión de esta etapa de mi vida.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, por los ejemplos de perseverancia y constancia que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante pero más que nada, por su amor.

Daniel López López



TÍTULO

PROPUESTA DE MANUAL PARA CONTROL DE RIESGOS EN EXCAVACIONES
EN EL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO “LA LUCHA”.



HIPOTESIS

MEDIANTE LA REALIZACION DE UN MANUAL PARA EL CONTROL DE RIESGOS EN LAS EXCAVACIONES SE PODRAN DISMINUIR LOS DAÑOS Y ACCIDENTES DURANTE LA EJECUCION DE LOS TRABAJO.



JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a las inspecciones realizadas se ha detectado un carente sistema en materia de seguridad y salud ocupacional cuando se llevan a cabo actividades para la realización de excavaciones en el Parque Solar Fotovoltaico “La Lucha”.

La propuesta de un manual, se realizará con el fin de mejorar los siguientes aspectos:

- Referencia en las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social, y la Secretaria de Salud.
- Aumentar eficiencias sin poner en riesgo la integridad física de los trabajadores, las instalaciones, equipos y maquinaria.
- Disminuir los accidentes de trabajos causados por la falta de implementación de las medidas de seguridad.

Esto podrá realizarse debido a la necesidad de contar con un sistema de seguridad y salud, que cumpla con las especificaciones que establece la normatividad mexicana vigente, que no contribuyan al deterioro del medio ambiente y no dañen la salud humana.

Mediante inspecciones en el área de trabajo, en la cuales se realizarán diferentes observaciones del sistema, tanto en el ámbito operacional como de salud, que establece la propuesta del manual.

Al llevarse a cabo las especificaciones de la propuesta, se evitarán situaciones de riesgo para los trabajadores, se mantiene el buen estado las instalaciones y el equipo y se previenen sanciones por incumplimiento de la normatividad.



OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de manual cuyo objetivo será mejorar el nivel de formación de los trabajadores que se desempeñan realizando labores de excavaciones en construcción, con el fin de disminuir accidentes laborales dentro del Parque Solar Fotovoltaico “LA LUCHA”.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Realizar una investigación sobre las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- b) Identificar los peligros en el área de trabajo.
- c) Conocer las características del terreno para evaluar las condiciones del mismo.
- d) Evaluar los riesgos a los que los trabajadores y el entorno están expuestos y minimizarlos.
- e) Determinar el sistema de seguridad y salud que se llevará a cabo para dar cumplimiento a la normatividad relacionada al tema.



INDICE

CAPITULO I GENERALIDADES	11
INTRODUCCIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN HISTORICA.....	13
1.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	18
1.2.1. Componentes de una planta solar fotovoltaica	19
1.2.2. BUS Colector de Media Tensión.....	23
1.3. SUBESTACIÓN ELEVADORA.....	23
1.3.1. Transformador de Elevación De Energía.....	23
1.4. RIESGOS EN EL ÁREA DE TRABAJO	25
CAPITULO II MANUAL PARA EL CONTROL DE RIESGOS EN EXCAVACIONES	28
2.1. OBJETIVO Y ALCANCE	28
2.1.1. Objetivo	28
2.1.2. Alcance.....	29
2.2. RESPONSABILIDADES.....	29
2.3. CONDICIONES GENERALES	30
2.4. CONCEPTOS BÁSICOS DE SUELOS	30
2.4.1. Clasificación de los tipos de suelo	31
2.4.2. Tipos de excavaciones	35
2.5. ACCIDENTES EN EXCAVACIONES	37
2.5.1. Tipos de Accidentes en Excavaciones	37
2.5.2. Efectos de atrapamiento por derrumbe en el cuerpo humano	39
2.5.3. Qué hacer en caso de derrumbe/atrapamiento	39



2.6. MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS EN ZONA DE EXCAVACIÓN	40
2.6.1. Antes de comenzar la excavación	40
2.6.2. Excavaciones con talud natural	41
2.6.3. Excavaciones con entibación	43
2.6.4. Tipos de entibaciones	44
2.6.5. Recomendaciones para excavaciones con variación de humedad.....	46
2.6.6. Recomendaciones para los accesos a la excavación.....	47
2.6.7. Medidas de control de riesgos en los bordes de la excavación	49
2.6.8. Medidas de control de riesgos en el interior de la excavación.....	50
2.6.9. Medidas de control de riesgos en el uso de maquinaria	51
2.6.10. Medidas de protección en áreas públicas	52
2.6.11. Protección del personal en zonas de excavación.....	53
2.6.12. Revisiones y controles para zonas de excavación	55
CAPITULO III IMPLEMENTACION	56
3.1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN	57
3.2. ANÁLISIS DE SEGURIDAD	62
CAPITULO IV Resultados	63
4.	63
4.1. RESULTADOS OBTENIDOS	64
4.2. COSTOS GENERADOS	64
CONCLUSIONES.....	65
ANEXO 1. FORMATO DE REGISTRO DEL ANALISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (AST).	67



ÍNDICE DE IMÁGENES

Fig. 1. Ubicación del proyecto en México.....	15
Fig. 2. Estado de Durango, México.	16
Fig. 3. Ubicación del proyecto en el estado de Durango.	16
Fig. 4. Ubicación de la localidad de Ceballos.	17
Fig. 5. Ubicación del PSFV LA LUCHA.	17
Fig. 6. Paneles Solares.	20
Fig. 7. Inversor.	21
Fig. 8. Seguidor Solar.....	22
Fig. 9. Cableado.	22
Fig. 10. Excavación para la fosa recolectora de aceite.	24
Fig. 11. Tipos de suelo.	31
Fig. 12. Excavación en zanja.....	36
Fig. 13. Excavación masiva.....	36
Fig. 14. Excavación en Pozos.	37
Fig. 15. Distanciamiento de la excavación.	42
Fig. 16. Entibación semi continua.....	45
Fig. 17. Entibación continua.	45
Fig. 18. Pasarela en excavación de zanja.	48



Fig. 19. Protección del borde de la zanja.	50
Fig. 20. Señalero dirigiendo.....	53
Fig. 21. Uso del Equipo de Protección Personal (EPP).....	54
Fig. 22. Delimitación del área de trabajo.	57
Fig. 23. Sistema de pasamanos.	58
Fig. 24. Vista frontal.	58
Fig. 25. Prueba realizada al pasamanos.	59
Fig. 26. Uso del arnés.	59
Fig. 27. Colocación de malla de protección contra derrumbe.	60
Fig. 28. Soporte para la malla de protección.	60
Fig. 29. Colocación de capuchones para puntas expuestas.	61
Fig. 30. Colocación del tope para retención de material.	61
Fig. 31. Colocación de etiquetas de “Excavaciones”.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ángulos de Talud.....	41
Tabla 2. Medidas de Seguridad y su costo.	65
Tabla 3. Gastos derivados de un accidente de trabajo.	65



CAPITULO I

GENERALIDADES



INTRODUCCIÓN

Esta investigación se realiza en la localidad de Ceballos, en el municipio de Mapimí, Durango, proyecto de construcción de un Parque Solar Fotovoltaico denominado “La Lucha”.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

Este tipo de energía se usa principalmente para producir electricidad a gran escala a través de redes de distribución, aunque también permite alimentar innumerables aplicaciones y aparatos autónomos.

La energía eléctrica es transportada desde su generación, para su posterior distribución y transporte.

Uno de los pasos por donde pasa la energía eléctrica en media tensión es a través de una subestación de potencia que en este caso es llamada *Elevadora*, que mediante un transformador convierte esa energía de media a alta tensión para conectarse al sistema de transmisión y distribución.

Cada transformador debe contar con un sistema de captación de derrames de aceite dieléctrico. Dicho sistema consistirá en una fosa contenedora, trinchera o charola de concreto armado, el cual deberá conducir el aceite hasta una fosa contenedora con una capacidad igual al 100% del transformador más grande.

Para hacer esta fosa es necesario realizar la remoción y extracción del material para tener una excavación de 4 metros de profundidad y se deben tomar en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias para salvaguardar la integridad física de las personas, así como las instalaciones, equipo y maquinaria.



1.1. DESCRIPCIÓN HISTORICA

Desde la antigüedad, la obtención de energía se ha basado en los recursos naturales para su explotación y aprovechamiento humano, desde calentar un hogar con la quema de leña, pasando por la quema de carbón para movimiento de máquinas en la revolución industrial y hasta la extracción y derivación del petróleo para su uso en distintas formas de transformación de la energía, todo poco a poco ha ido agotando las fuentes de obtención de energía al punto en el que un día pasarán a ser prácticamente obsoletas.

Las energías renovables se dividieron en contaminantes y no contaminantes, destacando entre ellas el aprovechamiento de la energía producida por el viento (energía eólica), el sol (energía solar o fotovoltaica), el calor emanado por la tierra (energía geotérmica), el movimiento de los cuerpos de agua (energía hidráulica y mareomotriz), de materia orgánica (biomasas y biocombustibles) y algunas otras derivadas de las mismas. La investigación a través de los años se ha encargado de diseñar y desarrollar nuevos y mejores dispositivos para el aprovechamiento de todas éstas energías presentes en el entorno. La energía eólica no emite sustancias tóxicas ni contaminantes al aire, no genera residuos ni contaminación de aguas; es inagotable, tienen huella de consumo de agua muy bajo y es clave en la preservación de recursos hídricos.

La generación de energía eléctrica inició en México a fines del siglo XIX. La primera planta generadora que se instaló en el país (1879) estuvo en León, Guanajuato, y era utilizada por la fábrica textil "La Americana". Casi inmediatamente se extendió ésta forma de generar electricidad dentro de la producción minera y, marginalmente, para la iluminación residencial y pública.

El gobierno federal creó, el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que tendría por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios



técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales.

La CFE comenzó a construir plantas generadoras y ampliar las redes de transmisión y distribución, beneficiando a más mexicanos al posibilitar el bombeo de agua de riego y la molienda, así como mayor alumbrado público y electrificación de comunidades.

Los primeros proyectos de generación de energía eléctrica de CFE se realizaron en Teloloapan (Guerrero), Pátzcuaro (Michoacán), Suchiate y Xía (Oaxaca), y Ures y Altar (Sonora). A partir de los años 60 se comenzó a integrar el Sistema Eléctrico Nacional, extendiendo la cobertura del suministro y acelerando la industrialización. El Estado mexicano adquirió los bienes e instalaciones de las compañías privadas, las cuales operaban con serias deficiencias por la falta de inversión y los problemas laborales.

Desde de Octubre de 2009, CFE es la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el país.

El proyecto Aura Solar, situado en La Paz (Baja California Sur), inaugurado a principios de 2014, que pretendía generar 82 GWh al año, suficiente para abastecer el consumo de 164 000 habitantes (65 % de la población de La Paz), pero fue arrasado por el huracán Odile en septiembre del mismo año y la planta dejó de operar por varios meses. En el año 2016 se llevó a cabo la reconstrucción de la planta que terminó a finales del mismo año y desde 2017 a la fecha se encuentra en operación nuevamente.

Otra planta fotovoltaica de 47 MW se encuentra en fase de planificación en Puerto Libertad (Sonora).²²¹La planta, originalmente diseñada para albergar 39 MW, se amplió para permitir la generación de 107 GWh/año.

México cuenta ya con más de 3000 MW instalados. Se espera que experimente un mayor crecimiento en los próximos años, con el fin de alcanzar el objetivo de cubrir el 35 % de su demanda energética a partir de energías renovables en 2024, según una ley aprobada por el gobierno mexicano en 2012.

Los predios donde se desarrollarán los trabajos del Parque Solar Fotovoltaico de Generación de Energía Eléctrica “La Lucha” se ubican en la Comunidad de Ceballos, Durango, la cual pertenece al municipio de Mapimí, y se localiza a 83 km al noroeste de dicha cabecera municipal. El Proyecto se ubica sobre la Carretera Federal No. 49 (Jiménez-Torreón), km 131.



Fig. 1. Ubicación del proyecto en México.



Fig. 2. Estado de Durango, México.

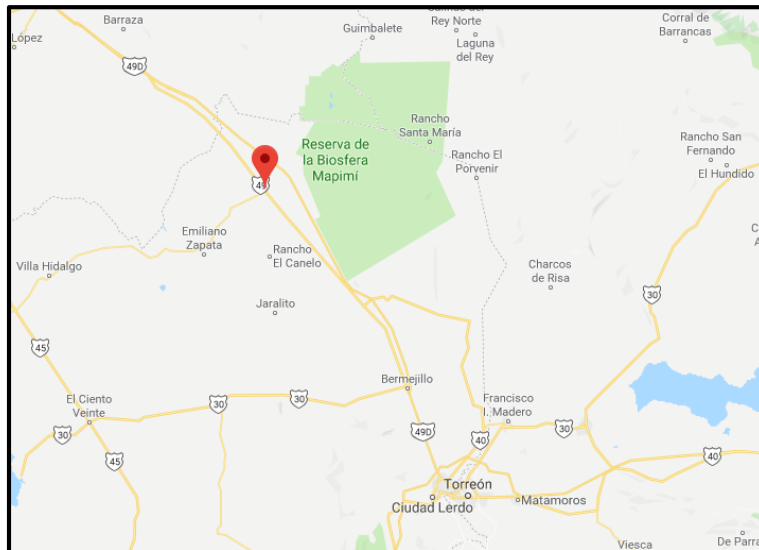


Fig. 3. Ubicación del proyecto en el estado de Durango.



Fig. 4. Ubicación de la localidad de Ceballos.

La localidad de Ceballos se encuentra en las siguientes coordenadas GPS:

- Longitud (dec): -104.129167
- Latitud (dec): 26.526111

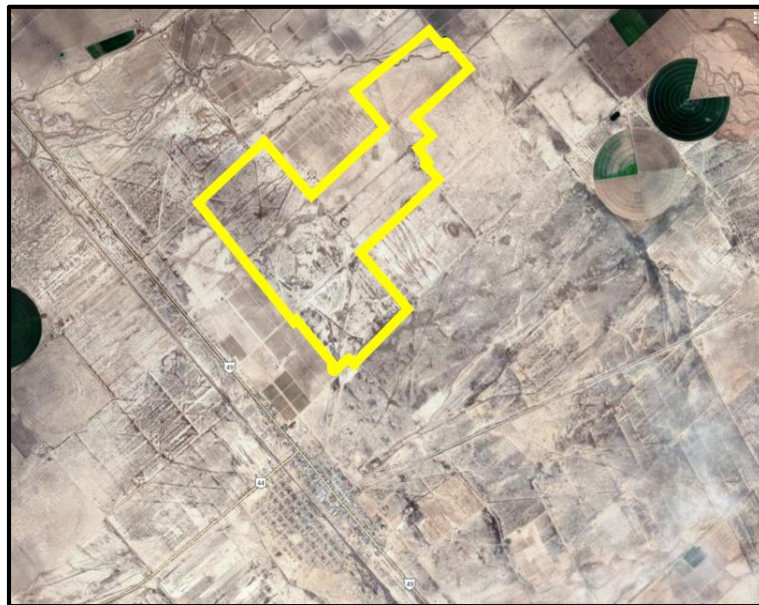


Fig. 5. Ubicación del PSFV LA LUCHA.



1.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

Este tipo de energía se usa principalmente para producir electricidad a gran escala a través de redes de distribución, aunque también permite alimentar innumerables aplicaciones y aparatos autónomos, así como abastecer refugios de montaña o viviendas aisladas de la red eléctrica. Debido a la creciente demanda de energías renovables, la fabricación de células solares e instalaciones fotovoltaicas ha avanzado considerablemente en los últimos años. Comenzaron a producirse en masa a partir del año 2000, cuando medioambientalistas alemanes y la organización Eurosolar obtuvo financiación para la creación de diez millones de tejados solares.

Programas de incentivos económicos, primero, y posteriormente sistemas de autoconsumo fotovoltaico y balance neto sin subsidios, han apoyado la instalación de la fotovoltaica en un gran número de países. Gracias a ello, la energía solar fotovoltaica se ha convertido en la tercera fuente de energía renovable más importante en términos de capacidad instalada a nivel global, después de las energías hidroeléctrica y eólica. A finales de 2018 la potencia total instalada en todo el mundo alcanzó los 500 GW de potencia fotovoltaica, y solo en 2018 se instalaron 100 GW.

La energía fotovoltaica no emite ningún tipo de polución durante su funcionamiento, contribuyendo a evitar la emisión de gases de efecto invernadero. Su principal desventaja consiste en que su producción depende de la radiación solar, por lo que si la célula no se encuentra alineada perpendicularmente al Sol se pierde entre un 10-25 % de la energía incidente. Debido a ello, en las plantas de conexión a red se ha popularizado el uso de seguidores solares para maximizar la producción de energía. La producción se ve afectada asimismo por las condiciones meteorológicas



adversas, como la falta de sol, nubes o la suciedad que se deposita sobre los paneles. Esto implica que para garantizar el suministro eléctrico es necesario complementar esta energía con otras fuentes de energía gestionables como las centrales basadas en la quema de combustibles fósiles, la energía hidroeléctrica o la energía nuclear.

Gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y la economía de escala, el coste de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales, aumentando a su vez la eficiencia, y logrando que su coste medio de generación eléctrica sea ya competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red.

1.2.1. Componentes de una planta solar fotovoltaica

Una planta solar fotovoltaica cuenta con distintos elementos que permiten su funcionamiento, como son los paneles fotovoltaicos para la captación de la radiación solar, y los inversores para la transformación de la corriente continua en corriente alterna. Existen otros, los más importantes se mencionan a continuación:

1.2.1.1. Paneles Solares Fotovoltaicos

Generalmente, un módulo o panel fotovoltaico consiste en una asociación de células, encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico u otra lámina de cristal cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia. Muy frecuentemente este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio anodizado con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte.



Fig. 6. Paneles Solares.

1.2.1.2. Inversores

La corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna mediante un aparato electrónico llamado inversor e inyectar en la red eléctrica (para venta de energía) o bien en la red interior (para autoconsumo).

El proceso, simplificado, sería el siguiente:

- Se genera la energía a bajas tensiones (380-800 V) y en corriente continua.
- Se transforma con un inversor en corriente alterna.
- En plantas de potencia inferior a 100 kW se inyecta la energía directamente a la red de distribución en baja tensión (400 V en trifásico o 230 V en monofásico).
- Y para potencias superiores a los 100 kW se utiliza un transformador para elevar la energía a media tensión (hasta 36 kV) y se inyecta en las redes de transporte para su posterior suministro.

En las etapas iniciales del desarrollo de los inversores fotovoltaicos, los requisitos de los operadores de las redes eléctricas a la que se conectaban solicitaban únicamente el aporte de energía activa y la desconexión del inversor de la red si ésta excedía de unos ciertos límites de tensión y frecuencia. Con el progresivo desarrollo de estos equipos y la cada vez mayor importancia de las redes eléctricas inteligentes, los inversores son ya capaces de proveer energía reactiva e incluso aportar estabilidad a la red eléctrica.

Fig. 7. Inversor.

1.2.1.3. Seguidores Solares

El uso de seguidores a uno o dos ejes permite aumentar considerablemente la producción solar, en torno al 30 % para los primeros y un 6 % adicional para los segundos, en lugares de elevada radiación directa.

Los seguidores solares son bastante comunes en aplicaciones fotovoltaicas. Existen de varios tipos:

- En dos ejes: la superficie se mantiene siempre perpendicular al Sol.
- En un eje polar: la superficie gira sobre un eje orientado al sur e inclinado un ángulo igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol
- En un eje azimutal: la superficie gira sobre un eje vertical, el ángulo de la superficie es constante e igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano local que contiene al Sol.



- En un eje horizontal: la superficie gira en un eje horizontal y orientado en dirección norte-sur. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol.

Fig. 8. Seguidor Solar.

1.2.1.4. Cableado

Es el elemento que transporta la energía eléctrica desde su generación, para su posterior distribución y transporte. Su dimensionamiento viene determinado por el criterio más restrictivo entre la máxima caída de tensión admisible y la intensidad máxima admisible. Aumentar las secciones de conductor que se obtienen como resultado de los cálculos teóricos aporta ventajas añadidas como:

- Líneas más descargadas, lo que prolonga la vida útil de los cables.
- Posibilidad de aumento de potencia de la planta sin cambiar el conductor.
- Mejor respuesta a posibles cortocircuitos.
- Mejora del performance ratio (PR) de la instalación.

Fig. 9. Cableado.

1.2.1.5. Energía Solar en México

México es el país latinoamericano con mayor capacidad instalada, y tiene aún un enorme potencial en lo que respecta a energía solar. Un 70 % de



su territorio presenta una irradiación superior a 4,5 kWh/m²/día, lo que lo convierte en un país muy soleado, e implica que utilizando la tecnología fotovoltaica actual, una planta solar de 25 km² en cualquier lugar del estado de Chihuahua o el desierto de Sonora (que ocuparía el 0,01 % de la superficie de México) podría proporcionar toda la electricidad demandada por el país.

1.2.2. BUS Colector de Media Tensión

La energía transformada por los paneles, es recogida a lo largo del parque por medio de un Bus Colector de forma subterránea mediante la apertura de zanjas a un nivel de tensión de 34.5 kV.

El Bus Colector llega a estructuras de celosía en la entrada de la subestación elevadora, que cuenta con un transformador elevador para llevar el nivel de tensión de 34.5 kV a 115 kV para transmisión. La línea de transmisión viaja a través de 1.5 km a una subestación de maniobras.

La subestación de maniobras es la encargada de conectar la línea proveniente de la subestación elevadora, en un punto de entronque donde se interconecta con la línea de transmisión de Camargo II, operadas por CFE y que ya son parte del sistema eléctrico nacional. Ésta subestación de maniobras solo es de interconexión y no transforma energía.

1.3. SUBESTACIÓN ELEVADORA

1.3.1. Transformador de Elevación De Energía

El transformador elevador de energía es es equipo principal en la subestación elevadora del PSFV, es el encargado de llevar el nivel de tensión de 34.5 kV a 115 kV para su transmisión. La línea de transmisión



viaja a través de 12.5 km a la subestación de maniobras. Ésta subestación de maniobras interconecta y no transforma energía.

1.3.1.1. Fosa colectora de Aceite

Cada transformador deberá contar con un sistema de captación de derrames de aceite dieléctrico. Dicho sistema consistirá en una charola de concreto armado, el cual deberá conducir el aceite hasta una fosa contenedora con una capacidad igual al 100% del transformador principal.

Para realizar dicha fosa es necesario realizar una excavación de 4 mts de profundidad con ayuda de una excavadora (*ver Figura 10*), y para realizar la excavación es necesario contar con un manual que indique las medidas y el control de seguridad y salud que se van a tomar para ejecutar los trabajos.

Fig. 10. Excavación para la fosa recolectora de aceite.

La descripción general es que alrededor de la cimentación del transformador, y como parte integral de ésta para evitar filtraciones, se tiene una fosa de derrames. La fosa está llena hasta nivel de piso, de grava gruesa. La capacidad de la fosa con grava más el contenedor es el volumen del aceite del transformador. La grava es usada para disminuir el peligro de incendio. El piso debe tener una pendiente tal que permita el desalojo del agua o del aceite.

En la parte más baja de la fosa de derrames se coloca un tubo para drenar, del diámetro suficiente para que no se tape con facilidad, y evitar su mantenimiento. El otro extremo del tubo entra a la fosa contenedora para el agua y/o el aceite.



1.4. RIESGOS EN EL ÁREA DE TRABAJO

Los riesgos son aquellos elementos que, directa o indirectamente, ponen en duda la continuidad y el buen desempeño de los negocios. Concretamente, en lo que se refiere a la norma OHSAS 45001, se definen como aquellas amenazas que aparecen durante el ejercicio de las labores profesionales.

Un riesgo laboral es sinónimo de amenazas, obstáculos, daños, incidentes, siniestros y accidentes. Tienen diferentes fuentes y su clasificación genérica habla de dos tipos: los que se producen dentro de las empresas y los que se producen fuera.

Como es obvio, no todos los trabajos suponen los mismos riesgos ni el mismo nivel de exposición a éstos. Los riesgos dependen de factores como el lugar, la tarea, el cargo y, por supuesto, la actividad comercial de la empresa.

Sin embargo, vale la pena dejar claro que no todas las amenazas pueden catalogarse como riesgos. Algunas, generalmente las de menor repercusión, no llegan a tener esta calificación, por lo que se les suele denominar como condicionantes o elementos que forman parte de los entornos.

1.4.1. Principales tipos de Riesgos Laborales

- 1) **Mecánicos:** aquellos que se derivan del uso de máquinas, herramientas, equipos y objetos que puedan ocasionar accidentes.
- 2) **Físicos:** los que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos, como por ejemplo la iluminación, la radiación, la temperatura, el ruido y otros tantos que puedan afectar la integridad física de los trabajadores.
- 3) **Químicos:** se derivan del uso de sustancias que, al entrar en contacto con los cuerpos, pueden ocasionar quemaduras, intoxicación o lesiones sistémicas. Dependen del nivel de



concentración de la sustancia y del tiempo de exposición de los trabajadores con ésta.

- 4) **Locativos:** tienen que ver con las características del diseño, la construcción, el mantenimiento y el deterioro de las instalaciones en las que los trabajadores realizan sus tareas. También incluye los materiales con los que están hechos los pisos, escaleras, pasillos, mobiliario, entre otros.
- 5) **Biológicos:** son grupos de agentes orgánicos como hongos, bacterias, virus, parásitos, plumas y polen, entre otros, que están presentes en ciertos climas laborales y que pueden afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores.
- 6) **Psicosociales:** se refiere a la interacción del personal en el ambiente de trabajo, las condiciones de organización laboral y las necesidades, capacidades y hábitos de las personas que forman parte de dichos ambientes. La depresión, el estrés y las cargas laborales excesivas son algunos ejemplos.
- 7) **De la información:** habla de aquellos que afectan la confidencialidad, la integridad y la gestión de datos e informaciones que, por derecho propio, son exclusivas de las empresas o de sus clientes. Este tipo de riesgos pueden ser causados por motivos muy diversos, desde ataques externos hasta errores del equipo humano que maneja esta información.
- 8) **Meteorológicos:** son todos los fenómenos naturales de origen geológico, meteorológico e hidrológico como erupciones volcánicas, desbordamientos de ríos, terremotos, tormentas, inundaciones, huracanes, etc.



1.4.2. Consecuencias que puede generar un riesgo de trabajo (Artículo 477 Ley Federal del Trabajo)

- I. Incapacidad temporal
- II. Incapacidad permanente parcial
- III. Incapacidad permanente total
- IV. La muerte.



CAPITULO II

MANUAL PARA EL

CONTROL DE RIESGOS EN

EXCAVACIONES

2.1. OBJETIVO Y ALCANCE

2.1.1. Objetivo

Establecer los lineamientos necesarios de seguridad y salud para llevar a cabo los trabajos que deban ejecutarse en excavaciones para la prevención de accidentes.



2.1.2. Alcance

El presente manual será de aplicación general en todos los proyectos en los que la empresa participa, sin importar la modalidad en que lo haga, salvo que en términos contractuales se indique de otro modo.

2.2. RESPONSABILIDADES

- *Dirección y Gerencia del Proyecto*
Proveer los elementos y el soporte necesarios para facilitar la comunicación, implementación y seguimiento de lo establecido en este manual.
- *Responsable de Seguridad Y Salud*
Se hará cargo del entrenamiento a las personas involucradas, la implementación y la aplicación de este manual en todos los frentes del proyecto a su cargo, y verificará su seguimiento.
- *Supervisores de Seguridad y Salud*
Están a cargo del entrenamiento sobre este manual a la totalidad del personal de supervisión de todas las contratistas, con el fin de asegurar el seguimiento de lo establecido en este procedimiento y en cualquier otra relacionada en todos los niveles de su organización.
- *Personal en general*
Todas las personas involucradas en el proyecto, obra o servicio, incluyendo a todo el personal de supervisión, tanto del cliente como de las contratistas, deben contribuir constantemente para asegurar el seguimiento estricto a lo establecido en este manual, y en cualquier otra relacionada, para asegurar



la administración adecuada de riesgos en todas las áreas bajo su responsabilidad.

2.3. CONDICIONES GENERALES

Las operaciones que requieren movimiento de tierras implican el riesgo de derrumbe y otros asociados, aún para las personas que trabajan cerca de excavaciones. Por lo tanto, deben ser ejecutadas considerando la aplicación de las medidas de seguridad necesarias para asegurar que los riesgos identificados antes de su ejecución están controlados.

En términos generales, este manual aplica para todas las excavaciones y/o zanjas, sin importar la profundidad y/o longitud de las mismas. Todas las excavaciones deben cumplir con las señalizaciones de seguridad en obra, sin importar su profundidad o extensión.

2.4. CONCEPTOS BÁSICOS DE SUELOS

¿Qué es el suelo?

Es el estrato o capa superficial de la corteza terrestre, resultante de un proceso natural de desintegración a través de los años, producto de agentes atmosféricos como el viento, la nieve, las heladas, el agua, etc.

El suelo presenta variadas características que lo convierten en un tipo de material muy complejo:

- El suelo está bajo la superficie y no puede observarse en su totalidad, sino que se debe estudiar a partir de pequeñas muestras obtenidas en puntos localizados.
- El suelo es diferente, prácticamente, en cada lugar.
- Los suelos se alteran al tomar muestras, por lo que el comportamiento medido en pruebas puede ser diferente al suelo que se tiene en sitio.
- El suelo puede considerarse también como un material de construcción, pero a diferencia de estos no suele ser elegido por los diseñadores de proyectos.

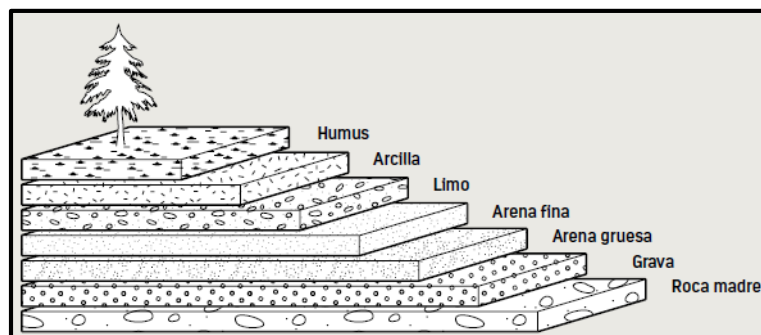


Fig. 11. Tipos de suelo.

2.4.1. Clasificación de los tipos de suelo

2.4.1.1. Tipos de suelos, sus características y propiedades

A. Rocas

- Es resistente y no se modifican sus características con el agua.
- Es rígida, por lo tanto, no puede deformarse. No disipa la energía sísmica y la transmite a la edificación, un camino o cualquier construcción superior.
- Las rocas fracturadas pueden presentar planos de deslizamiento en una determinada dirección, lo que obliga a reforzarlas con pernos u otras soluciones.



- La excavación en roca es compleja: requiere para su remoción de explosivos, barrenos y maquinaria especializada, lo que la convierte en un trabajo peligroso, de alto costo y muy bajo rendimiento.

B. Suelos de grano grueso

- En general son suelos con buenas características de resistencia, estabilidad y drenaje para fundaciones, especialmente cuando están bien compactados y confinados.
- Presentan buenas características de drenaje. Son muy permeables.
- La estabilidad depende del grado de compactación.
- Su resistencia está dada por la fricción entre sus partículas.
- Bajo nivel de asentamiento.
- No tienen propiedades cohesivas, por lo que es altamente inestable en taludes pronunciados.
- Dentro de esta tipología se tienen:
 - Gravas:** tamaño comprendido entre 4,76 y 75 mm.
 - Arenas:** tamaño entre 0,074 y 4,76 mm.
 - Bolones:** tamaño entre 75 y 250 mm.
 - Bloques o rocas:** tamaño de partículas sobre 250 mm

C. Suelos de grano fino

La resistencia de este tipo de suelos depende principalmente de la cohesión de las partículas. Dentro de esta tipología se tienen limos y arcillas inorgánicas. En ambos casos corresponden a material de tamaño menor a 0,074 mm.

- i. Limos inorgánicos: Comúnmente llamados “tierra”
 - Baja o ninguna plasticidad.



- Presentan malas características de drenaje.
 - Presentan fragilidad en estado seco.
 - Muy compresibles.
- ii. Arcillas inorgánicas: La mayoría de las veces es de color rojizo
- Características de drenaje muy malas.
 - Pueden absorber gran cantidad de agua, aumentando su volumen y su plasticidad quedando sin capacidad de soporte.
 - En estado seco pueden ser muy duras y se contraen en forma importante, generando variaciones de volumen.
 - Pueden asentarse muy lentamente, incluso por siglos como en el caso de la torre de Pisa.

Las clasificaciones y descripciones visuales de los suelos permiten hacer estimaciones preliminares, con el fin de determinar la extensión de las prospecciones de terreno adicionales requeridas para el buen desarrollo del proyecto.

Lo que debe ser complementado con ensayos de laboratorio como: granulometría (distribución porcentual de tamaño de granos), límites de Atterberg (plasticidad), Proctor (densidad de terreno a obtener con la óptima cantidad de humedad), CBR (capacidad de soporte), entre otros.

2.4.1.2. Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos se realiza para determinar las propiedades mecánicas y/o hídricas del subsuelo y para analizar la estabilidad, deformabilidad y/o conductividad hidráulica del suelo, sometido a sollicitaciones estáticas y/o dinámicas por la acción del agua.



En este estudio se determina la composición real del suelo y se evalúan las condiciones en que está el terreno para evitar fallas durante la construcción y en toda su vida útil.

Además, el mecánico de suelos define la profundidad de fundación para la estructura, el tipo de suelo o roca apto para fundar, la resistencia de dicho suelo o roca ante cargas estáticas o sísmicas, el tipo de fundación recomendado y la zonificación sísmica.

Las condiciones del suelo, ya sea para proyectos pequeños o de gran envergadura, siempre deben ser evaluadas mediante una correcta investigación de mecánica de suelos, ya que si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o las deformaciones son considerables, se pueden producir fisuras, grietas o desniveles que en casos extremos pueden generar el colapso de la obra.

En este tipo de informe se establece la resistencia del terreno, es decir, la capacidad que tiene el suelo para soportar las cargas que actúen sobre él sin deformarse.

Es posible aumentar la resistencia del terreno mediante la compactación del suelo, que es un proceso constructivo donde se aplica sobrepresión, disminuyendo los vacíos entre las partículas. Los factores principales que determinan el grado de compactación son la humedad, el tipo de suelo y la energía de compactación. El índice de compactación más utilizado es el "Proctor", ensayo realizado en laboratorio que define la humedad óptima para obtener el máximo grado de compactación. Además de mejorar la resistencia del terreno, la compactación reduce los asentamientos y disminuye su permeabilidad.

Otra de las variables indicadas en el informe de mecánica de suelos es la condición del agua presente en el terreno, agua de infiltración en el subsuelo y el nivel freático (nivel de la napa subterránea).



Por último, indica el ángulo de reposo del suelo, llamado talud natural, inclinación máxima en la que el suelo se mantiene estable, tema que será tratado más adelante con mayor detalle.

El proyecto de taludes, entibación y/o socialzado, según corresponda, debe incluir una especificación

técnica donde se indique:

- El procedimiento constructivo.
- La especificación de materiales.
- El control de calidad, el control de desplazamiento y/o el control de deformaciones, según lo establecido en el protocolo de la inspección técnica de las normas oficiales.

2.4.2. Tipos de excavaciones

2.4.2.1. Excavaciones en zanjas

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno y se utiliza para instalar tuberías subterráneas de aguas, electricidad o gas o para construcción de fundaciones superficiales, entre otros usos.

Las excavaciones de zanjas son, en general, peligrosas cuando su profundidad es superior a 80 centímetros y principalmente cuando los terrenos en los que se excava son inestables, o cuando no se cuenta con un estudio de mecánica de suelos. Presentan planos de deslizamiento por ambos lados inclinados hacia el fondo, lugar donde laboran los trabajadores.

La excavación en zanjas se puede hacer de forma manual o mecanizada, o la mediante la combinación de ambas técnicas.

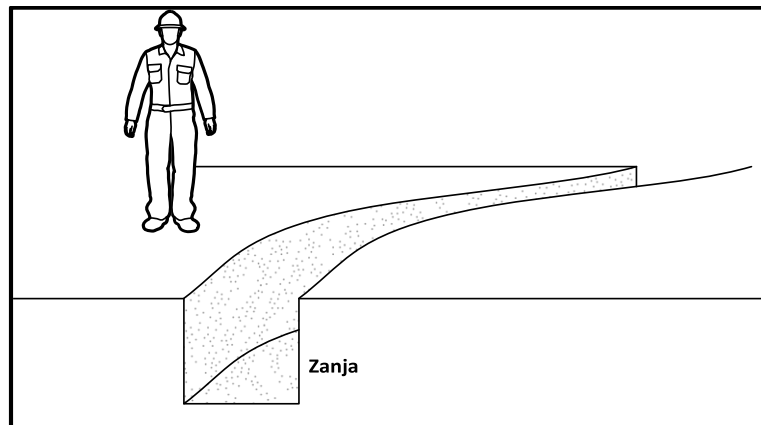


Fig. 12. Excavación en zanja.

2.4.2.2. Excavación masiva

La excavación masiva consiste en la remoción de grandes volúmenes de suelo natural. Se realiza complementariamente de forma mecanizada (excavadoras) y manual en la construcción de subterráneos de edificios, caminos, muros de contención, etc.

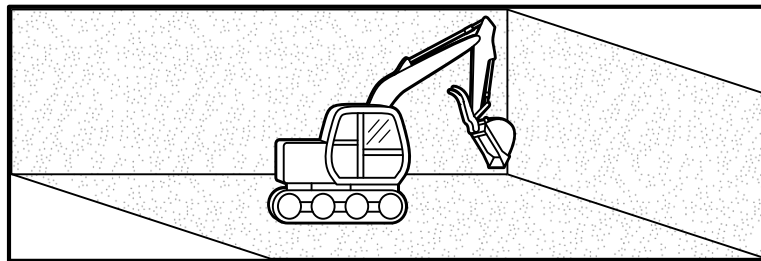


Fig. 13. Excavación masiva.

2.4.2.3. Excavación en Pozos

Excavaciones ejecutadas verticalmente. Pueden ser de sección circular o cuadrada, y por lo general son de gran profundidad. Se utilizan para la construcción de pilas de entibación, para pozos de reconocimiento de suelos o captación de aguas. En estos casos la excavación generalmente es manual.

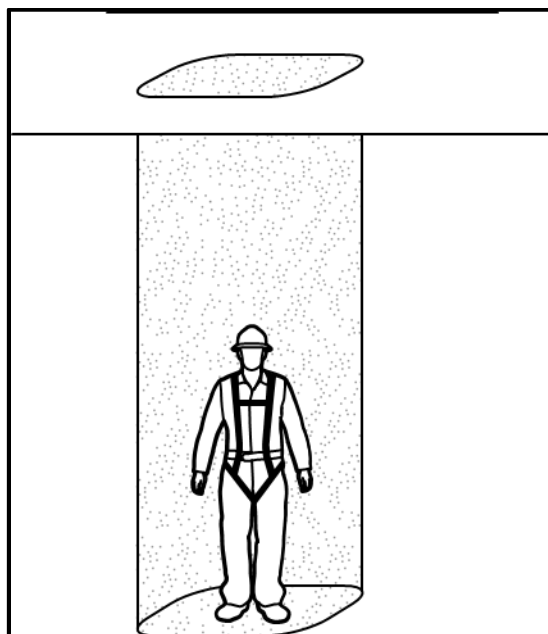


Fig. 14. Excavación en Pozos.

2.5. ACCIDENTES EN EXCAVACIONES

2.5.1. Tipos de Accidentes en Excavaciones

A. Los accidentes más frecuentes en excavaciones son los derrumbes con consecuencia de atrapamiento de uno o más trabajadores. Algunas de sus causas son:

- Efectuar excavaciones no considerando o desconociendo las características técnicas del material a excavar. Por ejemplo, su ángulo natural de terreno.
- No instalar entibación (estructura de soporte lateral) de acuerdo a la naturaleza del terreno.
- Entibación defectuosa, sin conservación o con materiales inapropiados.
- Cambios en las condiciones climáticas, que puedan afectar al terreno durante la excavación.
- Vibraciones generales creadas por maquinaria y tránsito de vehículos.



- Sobrecarga en el borde de la excavación por acopio de material, maquinaria pesada o instalación de faena (no considerada en el cálculo), entre otros.
- Exceso de humedad que altera las condiciones del terreno por ruptura de redes subterráneas, filtración de llaves para riego, infiltraciones por baños en malas condiciones, lavado de camiones, etc.
- Deshidratación del terreno.

B. En el proceso de la excavación comúnmente ocurren accidentes por el uso de máquinas. Sus causas más frecuentes son:

- Caídas desde la cabina o estructura de la máquina.
- Atropellos (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Contactos con líneas eléctricas aéreas.
- Vuelco de maquinaria (inclinación del terreno superior a la admisible por la máquina).
- Deslizamiento de la maquinaria (terrenos fangosos).
- Maquinaria en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar el sistema hidráulico de bloqueo).
- Caída de la maquinaria por aproximación excesiva al trabajar al borde de taludes, cortes y similares.
- Choques con camiones de carga.



C. Otro tipo de accidentes en excavaciones son:

- Intoxicación por presencia de gases en el interior de la excavación.
- Golpes por caída de materiales o herramientas al interior de la excavación.
- Caídas de personas al transitar por el borde de la excavación o por pasarelas.
- Contacto eléctrico con redes eléctricas subterráneas.

2.5.2. Efectos de atrapamiento por derrumbe en el cuerpo humano

Un trabajador atrapado por un derrumbe puede fallecer por asfixia o por el síndrome del aplastamiento.

Asfixia: Se produce cuando deja de fluir oxígeno a los pulmones. La mayoría de las personas muere cuatro o seis minutos después de la detención de ingreso de aire.

Síndrome del aplastamiento: Cuadro clínico que, como efecto secundario a la compresión prolongada de los músculos, puede provocar una insuficiencia renal aguda. Se puede producir cuando el aplastamiento es por más de 15 minutos, dependiendo del grado de compresión (un metro cúbico de suelo natural pesa más de una tonelada).

2.5.3. Qué hacer en caso de derrumbe/atrapamiento

- A. **Solicitar ayuda especializada** para enfrentar la situación.
- B. **Evacúa el sector del accidente** hasta que exista certeza de que la zona es segura, tanto el perímetro superior como el fondo de la excavación (verifica que no existe riesgo de otro derrumbe, caída de objetos o materiales inestables).
- C. **Detén la operación de todo equipo** o maquinaria del sector de la excavación.
- D. Si algún trabajador queda atrapado en la excavación, **aplica el plan de emergencia.**



2.6. MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS EN ZONA DE EXCAVACIÓN

2.6.1. Antes de comenzar la excavación

- Si la obra requiere estudio de mecánica de suelos, se recomienda que sea conocido por la línea de supervisión (administrador de obra, profesional de terreno, jefe de obra, supervisores, experto en prevención de riesgos, entre otros).
- El equipo de prevención debe analizar las indicaciones del estudio de mecánica de suelos. Éstas se consideran como parte del programa de prevención de riesgos.
- Revisar en el estudio de mecánica de suelos el ángulo de inclinación máximo del talud, si se indica algún sistema de entibación o protección de las paredes de la excavación.
- Capacitar a los trabajadores sobre los riesgos a que están expuestos en la zona, los métodos correctos de trabajo, procedimientos y elementos de protección personal a utilizar.
- Instalar el cierre perimetral, como lo marca la NOM-031-STPS-2011.
- Instalar la señalización que corresponda en la obra.
- Evaluar si es necesario algún sistema de bombas para extracción de agua.
- Evaluar si la luz natural es suficiente o si es necesario instalar luz artificial.
- Redactar un procedimiento de emergencia que permita asistir en forma oportuna la ocurrencia de algún accidente, el que debe ser difundido y evaluado periódicamente.



2.6.2. Excavaciones con talud natural

El talud natural es la máxima inclinación o pendiente (ángulo con la horizontal) que una pared de suelo puede mantener sin que se desmorone, asegurando la estabilidad estática y sísmica.

Tabla 1. Ángulos de Talud

NATURALEZA DEL TERRENO	ÁNGULO (GRADOS)	
	TERRENO SECO	TERRENO HÚMEDO
Roca dura	80 a 90	80
Roca blanda	55	55
Trozos de roca	45	40
Terreno vegetal	45	30
Mexcla de arena y arcilla	45	30
Arcilla	40	20
Gravilla	35	30
Arena Fina	30	20

Todas las excavaciones sin entibación deben dejar en su coronamiento (borde superior) una berma de 2 m de ancho, la que no se debe cargar ni ser utilizada como pasillo de circulación, a menos que esa condición sea considerada en el diseño.

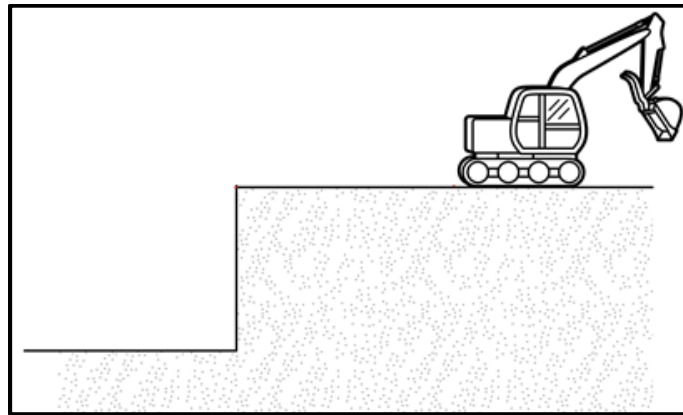


Fig. 15. Distanciamiento de la excavación.

2.6.2.1. Algunas recomendaciones adicionales para proteger taludes

- Se debe eliminar el material sobresaliente cuando el talud esté socavado (excavación excesiva sólo en la parte inferior del talud).
- Si el talud es en suelo gravoso, roca fracturada u otro tipo de material que sea susceptible de desprendimiento, debe considerar la colocación de una malla de protección.
- Se deben proteger las paredes del talud de la pérdida de humedad por altas temperaturas o por el viento, por ejemplo, con hormigón proyectado.
- Los taludes se deben proteger de los impactos por golpes de elementos levantados por la grúa o choques de vehículos.
- Señalizar los bordes de la excavación.



2.6.3. Excavaciones con entibación

Los sistemas de entibación son una estructura de contención provisional y flexible que puede ser parcial o total y que permite excavar con paredes verticales o con talud.

Codal (travesaño): Elemento resistente, atravesado horizontalmente entre taludes de una excavación y que sólo trabaja como puntal.

Larguero: Elemento resistente, colocado en sentido horizontal, paralelo al talud de la excavación y que recibe la carga perpendicularmente a su longitud.

Panel de entibación: Placas de diversos materiales (madera o metal, por ejemplo) que va contra terreno para contener el suelo.

El uso de una entibación es requerido cuando:

- No se tiene altura crítica o su resultado es menor a la profundidad requerida.
- Existen empujes o presiones por construcciones vecinas.
- Existen factores que pueden afectar la estabilidad del terreno, por ejemplo, agua, vibración o sobrecargas.
- No hay espacio para generar el ángulo de talud para el tipo de suelo.
- Hay poca cohesión del suelo.



2.6.4. Tipos de entibaciones

2.6.4.1. Entibaciones de madera

Este tipo de entibaciones es el sistema más antiguo y se recomienda para excavaciones de corto tiempo de ejecución, en excavaciones y que no comprometan la napa subterránea. Deben ser construidas con madera estructural y de dimensiones calculadas según el esfuerzo a que estará sometida.

Las entibaciones de madera pueden ser continuas o semi-continuas, según el tipo de suelo y el empuje al que estará sometida la entibación, solución que será definida por el mecánico de suelos.

> Ventajas de una entibación de madera

- Es versátil, permite diferentes anchos de excavación.
- Para su construcción se utilizan materiales comunes y normalmente disponibles.
- Su costo es bajo.

> Desventajas de una entibación de madera

- Tiene limitaciones en la altura de excavación.
- Tiene limitaciones en la capacidad de carga.
- Su construcción es lenta.
- Tiene poca vida útil.
- Es necesario un mantenimiento constante a las placas de soporte y clavado.
- Requiere un mayor uso de mano de obra.
- Determina un factor importante de riesgo en su construcción y desinstalación para los trabajadores que deben estar al interior de la excavación.
- Los puntales y otros elementos pueden sufrir hinchamiento, torsión u otras deformaciones.

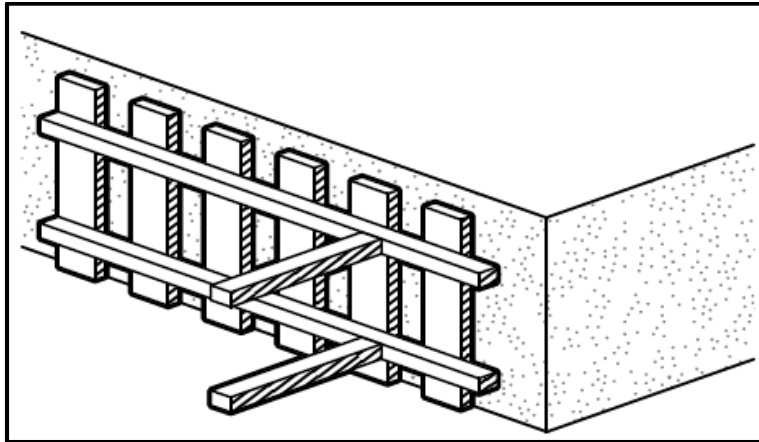


Fig. 16. Entibación semi continua.

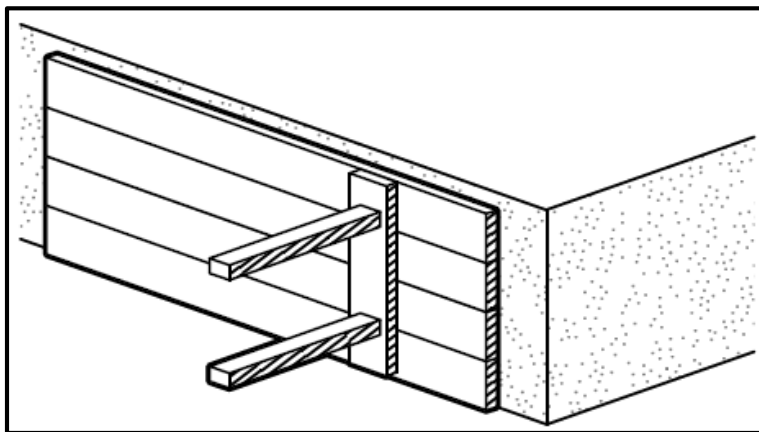


Fig. 17. Entibación continua.

2.6.4.2. Medidas de prevención de riesgos para la utilización y construcción de entibaciones de madera

- La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.
- Las entibaciones deben ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que estén sueltos. Se extremarán estas inspecciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o luego de lluvias, heladas o sismos.



- Se deben reforzar las entibaciones en caso de sobrecargas por máquinas, camiones, materiales, suelos u otros.
- Se debe tener mayor precaución al desentibar, ya que las condiciones del terreno pueden ser peores que las iniciales.
- En algunos casos es preferible perder el material de entibación, pues al procederse a desentibar y descomprimirse el terreno pueden producirse derrumbes.
- Debe desentibar de abajo a arriba, procurando trabajar desde fuera de la zanja, levantando con ganchos y cuerdas el material.
- Debe hacerse en pequeñas etapas, procurando no quitar de una vez los últimos 1.5 metros de entibado.

2.6.5. Recomendaciones para excavaciones con variación de humedad

La variación de humedad en los suelos genera alteraciones en su comportamiento, por lo que es muy importante tomar algunas consideraciones y medidas preventivas para evitar incidentes. La pérdida de humedad natural del terreno puede provocar disminución de la cohesión del suelo, reflejada en grietas.

El incremento de la humedad de manera excesiva genera un aumento en la densidad del terreno y, en algunos casos, aumento de volumen y reblandecimiento, disminuyendo su capacidad de soporte.

Algunas recomendaciones son:

- Las paredes de la excavación se deben proteger de la erosión producida por el resecamiento del terreno al perder humedad. La aparición de grietas en los taludes es un síntoma de la pérdida de humedad en los suelos, es decir, disminución de la cohesión de ellos. Una medida muy utilizada es cubrir las



paredes con capas de polietileno, con mortero de cemento proyectado (shotcret) o regar las paredes sin saturarlas ni provocar el arrastre de finos.

- Las paredes de la excavación se deben proteger de la lluvia para evitar arrastre de finos y socavación.
- Las napas subterráneas se deben agotar para realizar trabajos en las excavaciones, con el fin de evitar arrastre de finos y socavación. La solución debe ser dada por el especialista en suelos.

2.6.6. Recomendaciones para los accesos a la excavación

Con el fin de controlar los riesgos relacionados con la circulación de personas dentro de la zona de excavación, deben considerarse los accesos y las estructuras que apoyan los traslados en la obra, las escalas de mano, las escalas andamio, las rampas y las pasarelas.

A continuación, se describen las recomendaciones para los accesos a excavaciones:

2.6.6.1. Pasarelas

En excavaciones en zanjas de profundidad superior a 0.80 m se deben instalar pasarelas sólidas, de al menos 0.75 metros de ancho para el tránsito de personas y de un metro de ancho si son utilizadas para el tránsito de materiales.

Las pasarelas deben:

- Contar con rodapié y barandales sólidos, la más alta ubicada entre 0.80 y 1 metro de altura con respecto al piso, y otra intermedia.
- Ser construidas de tal forma que cuenten con apoyo suficiente sobre el terreno, considerando los posibles sobreesfuerzos que generarán y no se deben ubicar a una distancia superior a 30 m entre ellas.

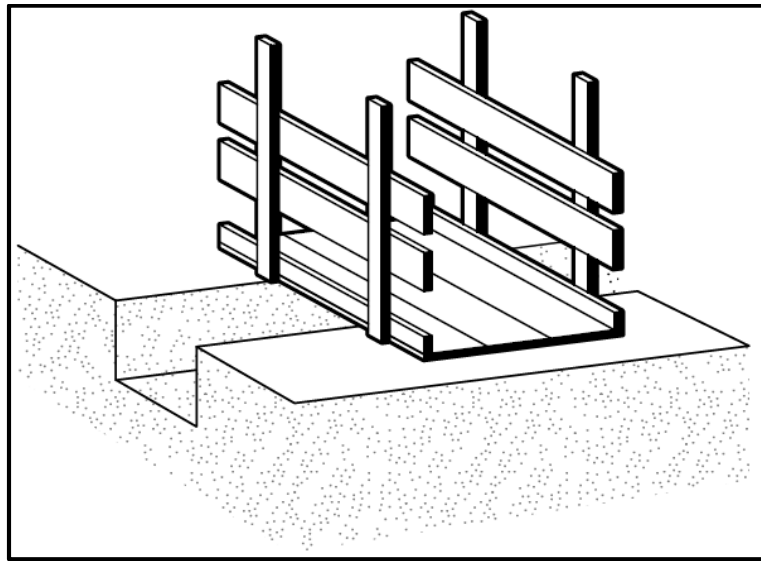


Fig. 18. Pasarela en excavación de zanja.

2.6.6.2. Las rampas y los pasadizos

- Las rampas y pasadizos que se construyen dentro de las excavaciones para uso de camiones u otros vehículos deben tener un ancho útil no inferior a 3.6 metros y debe señalizarse su borde con una baranda o cinta plástica de señalización.
- En caso de utilizarse cinta, ésta debe colocarse al menos a un metro de distancia del borde del talud y se debe asegurar su conservación.
- Si los trabajadores deben transitar por la misma rampa para vehículos, se debe construir un pasillo de ancho mínimo igual a un metro a un costado de ésta, provisto de barandas que protejan a los trabajadores del tránsito de vehículos y de posibles caídas al interior de la excavación. Los trabajadores sólo pueden transitar por este pasillo.
- Las rampas y pasadizos sometidos a grandes cargas, como la de palas mecánicas, tractores, bulldozer, camiones, etc., deben ser reparadas e inspeccionadas constantemente.



- Debe verificarse que sean construidos lo suficientemente firmes para resistir la carga que les impone y se deben tomar precauciones para evitar el volcamiento de cualquier vehículo.
- En las rampas y pasadizos destinados al tránsito de camiones cargados con material proveniente de la excavación no se permite la acumulación de barro ni material granular suelto.
- Cuando el declive de la rampa lo requiera, se debe estacionar e instalar una cuña con una manilla, a fin de bloquear cualquier rueda trasera del vehículo que se detenga o sea forzado a detenerse en la rampa.

2.6.7. Medidas de control de riesgos en los bordes de la excavación

- Instalar protección perimetral y/o señalizar el borde superior de la excavación.
- Implementar señales que indiquen riesgo de caída en toda excavación abierta en sectores de tránsito peatonal.
- Efectuar zonas con vibración a una distancia mínima de 1.5 veces la profundidad de la excavación. Se debe tener especial cuidado al compactar el fondo y bordes.
- Mantener elementos de contención en los bordes de excavaciones cuando exista riesgo de caída de materiales.
- No acumular el material proveniente de las excavaciones sobre el borde de los taludes de excavaciones que no hayan sido previamente definidos como estables y con posibilidades de recibir alguna sobrecarga. Se deben mantener limpios y ordenados los bordes de las excavaciones.
- Depositar el material extraído a una distancia igual o superior a la mitad de la profundidad de la excavación, con un mínimo de 0.6 metros. Se deben instalar rodapiés ante el peligro de caída de materiales al interior de la excavación.
- Acuñar los materiales susceptibles de rodar al interior, como tuberías.

- Controlar el tránsito en borde superior de la excavación mientras no se defina la estabilidad y capacidad de recibir sobrecarga.

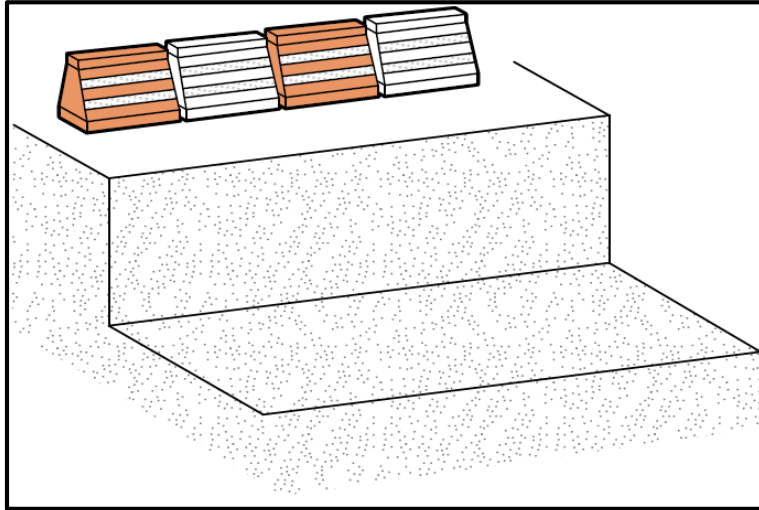


Fig. 19. Protección del borde de la zanja.

2.6.8. Medidas de control de riesgos en el interior de la excavación

- Los operadores que trabajen en las excavaciones de zanjas deben mantenerse a distancia unos de otros con el fin de evitar que se golpeen con las herramientas mientras trabajan. Esta distancia debe ser de dos metros como mínimo.
- Si al excavar se percibe un brusco cambio en las características del terreno, o aparecen mantos de arena, bancos de grava, basurales, pozos negros o cualquier otro accidente, no se debe continuar con las faenas hasta que personal especializado indique las medidas a adoptar.
- En caso de usar en las excavaciones elementos con motores a combustión, deben tomarse las medidas adecuadas de ventilación.
- Revisar periódicamente el estado de los mangos de palas, picos, combos, etc. Y el filo de las palas, picos, chuzos, cuñas, puntos, etc.
- Revisar permanentemente el estado de cordones y mangos de herramientas eléctricas.



- No utilizar herramientas o extensiones eléctricas si en el interior de la excavación hay agua ó se encuentran en mal estado.

2.6.9. Medidas de control de riesgos en el uso de maquinaria

- Los operadores deben estar capacitados y certificados para conducir u operar las máquinas asignadas y deben contar con la licencia de conducir de la clase que corresponda.
- Durante el carguío mediante pala mecánica o retroexcavadora, todo vehículo de carga debe estacionarse de modo que el balde cargado no pase sobre la cabina del camión.
- El conductor del vehículo debe abandonar la cabina durante la faena de carga si ella no está debidamente protegida.
- Cuando se efectúa el carguío del material proveniente de la excavación no se debe permitir el tránsito de personas por el costado del vehículo de carga al lado contrario al cual se está realizando la faena a una distancia inferior a dos metros.
- Cuando la excavación se efectúa mediante pala mecánica o retroexcavadora se debe establecer una zona de seguridad alrededor de la máquina superior en 1,5 metros al radio de giro del brazo de ésta. En esta zona se debe prohibir el tránsito de personas.
- Toda maquinaria pesada que trabaja en zonas de excavación debe contar con sistema de luces, alarma de retroceso y bocina. La alarma de retroceso debe funcionar automáticamente cuando efectúa este tipo de maniobra y la bocina debe utilizarse para advertir cualquier otro tipo de maniobra inesperada o como señal de advertencia o peligro.
- Se debe contar con señalero que dirija los desplazamientos de la maquinaria pesada mediante banderas o paletas de colores, el cual debe estar en todo momento visible por el operador de la máquina y así advertir a éste y a peatones cualquier posible peligro. Se debe disponer de señalero en especial cuando la máquina se aproxima al borde de la excavación o a cables eléctricos aéreos.



2.6.10. Medidas de protección en áreas públicas

- En caso de que una acera o pasillo público quedara instalada en el borde de una excavación, la zona debe protegerse para evitar que se produzcan socavaciones debajo de ellas.
- Todo pasillo público, acera o vía que se encuentre a menos de 1,5 metros de distancia, o pase a través de una excavación, debe estar provisto de un cerco de 1,8 metros de altura, debe ser de estructura resistente con dos barandas a doble altura, la más alta colocada entre 0,80 y 1 metro de alto y la otra a la mitad de ésta. Además debe estar revestida de malla metálica tipo gallinero en todo su alto. Para cumplir con el punto anterior se acepta el cierre provisorio de obra si es que éste cumple como mínimo con las características descritas.
- No utilizar las aceras y pasillos para almacenar materiales, escombros, herramientas ni ningún objeto que constituya un obstáculo.
- Colocar los tabloncillos usados en las aceras o en sus protecciones en dirección al tránsito y deben afianzarse a fin de impedir que se desplacen. Los tabloncillos deben ser de espesor uniforme y se deben colocar alineados y nivelados de tope, no permitiéndose resaltos o desniveles entre uno y otro.
- Sólo se pueden utilizar tabloncillos de pino en las superficies de tránsito si es que éstos se encuentran apoyados en el terreno en todo su largo.
- Colocar señales adecuadas en todas las entradas y salidas de vehículos en las zonas de excavación. Se debe contar con un señalero para dirigir éstos dentro y fuera del lugar de la faena y para que prevenga al público de la llegada y salida de los camiones.
- No se permite a las personas que transiten bajo cargas levantadas por palas mecánicas, retroexcavadoras, perforadoras, elevadores o grúas a menos que se proporcionen cubiertas de protección segura.

- En los casos en que dichas excavaciones o zanjas se hagan en la vía pública se deben colocar durante la noche luces rojas que adviertan al público su proximidad.



Fig. 20. Señalero dirigiendo.

2.6.11. Protección del personal en zonas de excavación

Los trabajadores que laboren en zonas de excavación deben utilizar los elementos de protección personal básicos, como casco de seguridad, gafas de seguridad, barbiquejo, ropa de trabajo, chaleco de seguridad con reflejante, guantes de seguridad, polainas viboreras y botas de seguridad.

Cuando el trabajo se desarrolle en los bordes de excavaciones de profundidad superior a 1,5 metros y exista riesgo de caída al interior de ella, los trabajadores deben utilizar cinturón de seguridad tipo arnés para el cuerpo, asegurado a alguna estructura soportante.

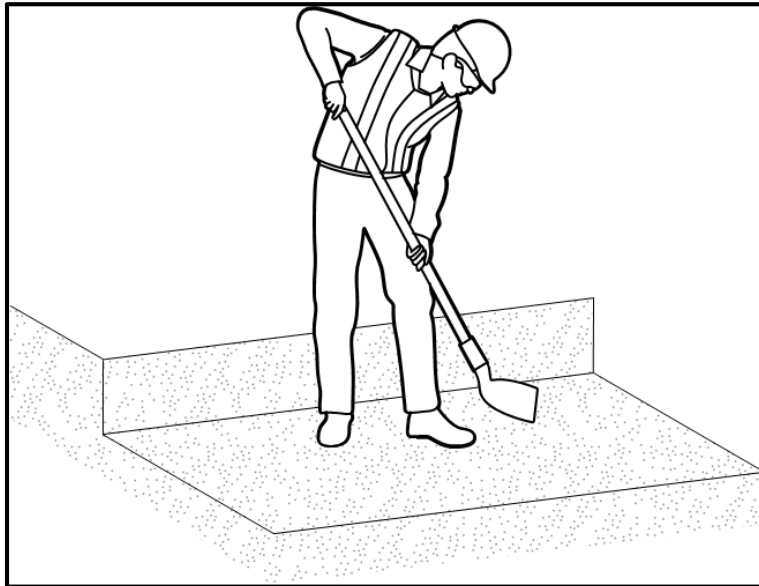


Fig. 21. Uso del Equipo de Protección Personal (EPP).

- Cuando se trabaje en presencia de agua o barro se deben utilizar botas de goma con punta de seguridad.
- Cuando se utilice martillo rompedor se deben utilizar protectores auditivos tipo fono, no permitiéndose el uso de tapón auditivo.
- Los señaleros deben utilizar en todo momento chaleco reflectante.
- Los trabajadores que se encuentren extrayendo material desde el interior de la excavación, siempre deben utilizar el cuerpo del arnés, para tener un punto de anclaje en caso de requerirse un rescate.



2.6.12. Revisiones y controles para zonas de excavación

- El supervisor a cargo debe efectuar una revisión diaria del borde superior de la excavación cuando ésta no cuente con entibaciones, con el fin de advertir la posible aparición de grietas que pueden indicar alguna posible falla en el terreno.
- Inspeccionar las excavaciones y entibaciones después de una tormenta, de un sismo u otro suceso que ponga en peligro la faena o alguna parte de ella y deben aumentarse las protecciones y defensas si es necesario.
- Diariamente el supervisor debe revisar los refuerzos, las cuñas y las entibaciones para asegurar que mantengan sus características estructurales.
- Revisar las excavaciones y entibaciones por parte de personal especializado antes de reanudar los trabajos después de un período prolongado de paralización de las zonas.
- Los supervisores y los trabajadores deben inspeccionar que las paredes se encuentren libres de piedras grandes, masas duras de tierra, escombros u otros objetos pesados que puedan caer al interior. Si existen esas condiciones, se debe provocar su caída en forma controlada, adoptando todas las medidas para la protección de los trabajadores y el resto del terreno.
- Realizar periódicamente inspecciones, monitoreos y seguimientos a los parámetros de las excavaciones de faena, sello de fundación, humedad, socavamientos, desprendimientos y bordes de la excavación. Las inspecciones realizadas deben ser debidamente documentadas y archivadas.



CAPITULO III IMPLEMENTACION

Durante las actividades dentro del proyecto La Lucha, participe en la elaboración del procedimiento y se llevó a cabo la implementación del mismo para una excavación de la fosa colectora del transformador principal de la Subestación Elevadora. La fosa anteriormente mencionada tiene una profundidad de 4 metros, alrededor de la excavación había otras actividades que podían estar expuestas ante tal peligro.

3.1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Como parte de los sistemas de protección en materia de seguridad y salud para la realización de la excavación de la fosa colectora de aceite se tomaron en cuenta las siguientes medidas:

- ✓ Se delimito el área de la excavación a 2 metros, evitando que personal ajeno ingrese a la zona de riesgo, de igual forma para prevenir que cualquier tipo de vehículo o maquinaria circule en las cercanías de la excavación.



Fig. 22. Delimitación del área de trabajo.

- ✓ Se realizó una rampa de acceso con un sistema de pasamanos para que el personal pudiese ingresar a laborar en la excavación de una forma segura.



Fig. 23. Sistema de pasamanos.



Fig. 24. Vista frontal.



Fig. 25. Prueba realizada al pasamanos.

- ✓ Al personal que estará laborando dentro de la excavación se le colocará el cuerpo del arnés como prevención en caso de emergencia, ya que el trabajador contará con un sistema de fijación y sujeción para su rescate. Al mismo tiempo el trabajador podrá retirarse las polainas o viboreras para evitar el atascamiento al momento de estar armando el acero y el desgaste del equipo de protección.



Fig. 26. Uso del arnés.

- ✓ De acuerdo a la NOM-031-STPS en su apartado "11. Trabajos de excavaciones" instaló una malla de protección contra derrumbes en las paredes de la excavación y se colocaron soportes para su retención en 3 puntos verticales. A su vez las puntas expuestas de las varillas fueron subsanadas con capuchones de prevención para evitar accidentes dentro de la fosa.



Fig. 27. Colocación de malla de protección contra derrumbe.



Fig. 28. Soporte para la malla de protección.



Fig. 29. Colocación de capuchones para puntas expuestas.

- ✓ Para prevenir que la rampa de acceso sufra deslaves se colocó un tope con tablas de madera para retener el material y evitar que entre al área de trabajo y el personal tenga que retirar dicho material.

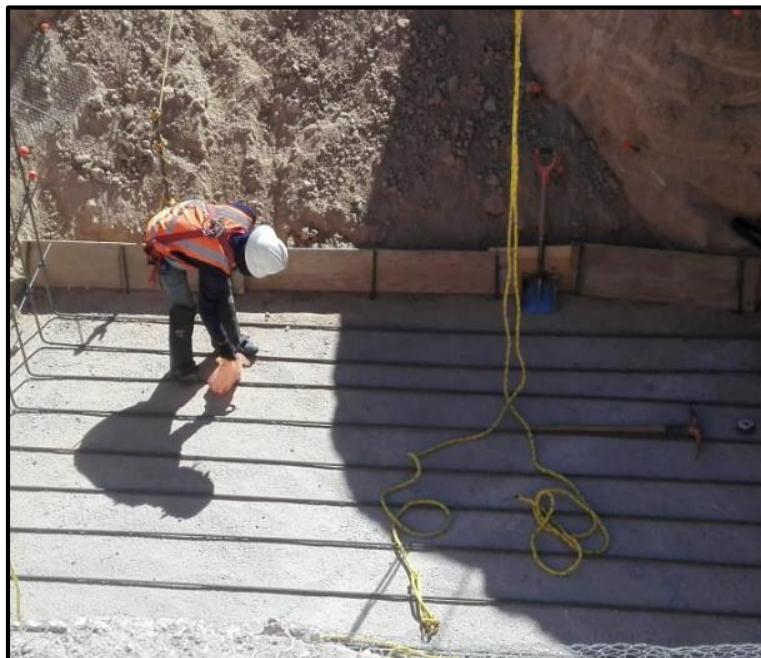


Fig. 30. Colocación del tope para retención de material.

3.2. ANÁLISIS DE SEGURIDAD

Se presenta el Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST) como Anexo 1, elaborado para la tarea como anexo. Para la identificación del personal que puede ingresar a realizar actividades en las excavaciones y cuenta con una constancia de habilidades laborales (DC-3) de espacios confinados, se le colocó una etiqueta en su casco con la leyenda “EXCAVACIONES” por parte del departamento de H&S (Seguridad y Salud por sus siglas en inglés).



Fig. 31. Colocación de etiquetas de “Excavaciones”.



CAPITULO IV

CONCLUSION



4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados que se obtuvieron al ejecutar el procedimiento fueron:

- Hubo una mayor coordinación de los trabajos dentro del área.
- Los equipos, vehículos y maquinaria se mantuvieron a una distancia en la cual no se exponían a sí mismos ni a los trabajadores de la excavación.
- Se cumplieron con las medidas de seguridad marcadas por la normatividad vigente en materia de seguridad.
- El personal se informo acerca de los peligros y los riesgos asociados a esa actividad.
- Durante el desarrollo de la excavación se apegó al procedimiento de seguridad y no se obtuvieron puntos u observaciones negativas, de igual forma no se expuso a ningún trabajador y se terminó la actividad cumpliendo con la meta de 0 accidentes.

4.2. COSTOS GENERADOS

Con la implementación del procedimiento se ajustó el precio para la ejecución de las actividades, en la cual no se tiene contemplado en un principio las medidas propuestas por el departamento de Seguridad y Salud.

Con las medidas anteriormente mencionadas se obtuvo un impacto económico que se describe en la siguiente Tabla.



Tabla 2. Medidas de Seguridad y su costo.

Medida de Seguridad implementada	Costo Neto
Barandales rígidos alrededor del perímetro de la excavación con malla plástica color naranja.	\$ 1,450.00
Pasamanos para descender a la excavación	\$ 650.50
Malla de protección ciclónica	\$ 895.50
Varilla de refuerzo	\$ 1,348.00
Capuchones de protección para varillas	\$ 1,050.00
Conos de indicación con reflejante	\$ 2,460.00
Capacitación al departamento de seguridad y salud	\$ 3,500.00
TOTAL	\$ 11,354.00

Tabla 3. Gastos derivados de un accidente de trabajo.

Gastos derivados de un Accidente/Incidente	Costo Neto
Servicio de ambulancia (incluye traslado del accidentado)	\$ 4,700.00
Servicio del Médico*	\$ 1,000.00
Servicio de paramédicos	\$ 1,000.00
Servicio de Primeros Auxilios	\$ 3987.00
Viáticos, alimentos y hospedaje del responsable del seguimiento y tramites del accidentado	\$ 2,000.00



Atención de Urgencias	\$ 5,000.00
Presupuesto de Atención Hospitalaria**	De \$ 8,000.00 a \$ 30,000.00
TOTAL	De \$ 25,687.00 a \$ 47,687.00

En total con una inversión de **\$ 11,354.00** se pudieron corregir los errores en la obra para realizar las actividades y tener cubierto los requerimientos ante las normas oficiales mexicanas y lo más importante que se asegura la integridad del capital humano.

**Es indispensable contar con un médico laboral en sitio después de 100 trabajadores según la Ley Federal del Trabajo.*

***El presupuesto de la Atención Hospitalaria puede variar según la gravedad del accidente, esto contando que se realice por la vía particular; en caso de realizarse el trámite por el Instituto Mexicano del Seguro Social dependerá del resultado del Estudio Socio-Económico que se presente.*



ANEXO 1. FORMATO DE REGISTRO DEL ANALISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (AST).

	Nombre del Documento	Fecha de Actualización	No. de Revisión	Código Documento
	Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST)	23-Diciembre-2019	Rev. 1	GO-MEX-SST-RGT-35

Este documento contiene información privada y no puede ser duplicado, modificado o divulgado a terceros sin el consentimiento escrito de Ortiz Energía S.A.U. y su grupo. La única copia controlada de este documento está en el Sistema de Gestión de Grupo Ortiz.

EMPRESA: <i>CIGSA</i>	FOLIO DEL PERMISO DE TRABAJO:	
DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR: <i>HABILITADO EN FOSA COLECTORA EN S.E. ELEVARORA</i>		
1. Análisis por Tarea		
Actividad	Peligros y Riesgos	Medidas de Control
<i>HABILITADO DE FOSA COLECTORA EN S.E. ELEVARORA</i>	<i>1- DERRUMBE</i>	<i>1.1- LIMPIEZA DE MATERIAL EXTRAÍDO A UNA DISTANCIA MINIMA DE 2MTS 1.2- PROHIBIR EL ACCESO A MAQUINARIA PESADA Y VEHICULOS LIGEROS CERCA DE LA ACTIVIDAD. 1.3- RETIRAR PARTES DEBILES DE PAREDES DE LA EXCAVACIÓN</i>
	<i>2- MASUNARIA PESADA CERCA DE LA ACTIVIDAD.</i>	<i>2.1- DELIMITACIÓN ADECUADA DEL ÁREA DE TRABAJO.</i>
	<i>3- CAIDA A DIFERENTE LUGAR.</i>	<i>3.1- USO CORRECTO Y ADECUADO DEL EPP. 3.2- CHARLA DE SEGURIDAD CON EL PERSONAL INVOLUCRADO. 3.3- PERSONAL CAPACITADO PARA LA ACTIVIDAD. 3.4- UTILIZACIÓN DE ARNESES Y LINEA DE VIDA PARA PERSONAL INVOLUCRADO.</i>
	<i>4- CAIDA AL MISMO LUGAR (NIVEL)</i>	<i>4.1- ORDEN Y LIMPIEZA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA ACTIVIDAD.</i>
	<i>5- TROPEZONES</i>	<i>6.1- USO DEL EPP ADECUADO</i>
	<i>7- PERSONAL AJENO A LA ACTIVIDAD</i>	<i>7.1- USO DE SEÑALIZACIÓN ADECUADA PARA LA ACTIVIDAD.</i>
		<i>- HABILITADO Y LIMPIEZA EN RPA DE ACCESO - SE COLOCO BARRANDAS (PASAMANGOS) PARA PERSONAL QUE REALIZA LA ACTIVIDAD. - SE COLOCO MALLA EN PAREDES DE LA EXCAVACIÓN) - TOMA DE T/A PARA PERSONAL INVOLUCRADO. - DISPONER DE UN VIGIA. - PROHIBIR EL ACCESO A TODO PERSONAL AJENO A LA ACTIVIDAD. - CAPUCHONES PARA PUNTAS EXPUESTAS.</i>

MAVIRADOC MONEG IAD BERTHMAN
800-392-7333-800-392-7333
MEXICO CITY, MEXICO
88-58-850-600-130



BIBLIOGRAFIA

- **Ley Federal del Trabajo**
- **Normas Oficiales Mexicanas** de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social.
- **González Héctor**, Puntos Finos Sobre Seguridad Social, Edc. ISEF, México.
- **Ruiz Moreno, Ángel Guillermo**. El Derecho Social en México a inicios del Siglo XXI, Porrúa, México.
- **Buen Lozano, Nestor**. *Seguridad Social, Porrúa, México 2006*.
- **OHSAS 18000**. Normativa de Seguridad.
- **Lopez Muñoz G**. Éxito en la gestión de la salud y de la seguridad.
- **Menéndez, F**. Manual para la formación de especialistas en higiene industrial.