	<b>Título:</b> EXCAVACIONES - LINIAMIENTOS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE CONTROL	
<b>Código:</b> PE-3-SSTCB-19-B	<b>Aprobador:</b> DGSMS/SSTCB	<b>Fecha de aprobación:</b> 13/02/2023
	<b>Gestor:</b> DGSMS/SSTCB	<b>Firma:</b> Franz Alejandro Camacho Calle

## 1. OBJETIVO

Este procedimiento pretende establecer lineamientos de seguridad y medidas de control para las actividades de excavación con el objetivo principal de:

Excavar sin riesgo en zonas en las que puede haber cañerías, conductores eléctricos, tuberías, etc., que puedan constituir un serio peligro para las operaciones instalaciones y equipos.

Evitar desmoronamientos en la zona de la excavación que puedan afectar directa o indirectamente la integridad de las personas y las instalaciones.

## 2. ALCANCE

El presente procedimiento se aplica a todas las excavaciones realizadas en instalaciones dependientes de la Refinería Gualberto Villarroel e incluye los trabajos que sean realizados en el Ducto Refinería Aeropuerto de Cochabamba, Sumumpaya y La Palca

## 3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

### 3.1. NORMAS

ISO 45001 Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

### 3.2. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

### 3.3. LEGISLACIÓN

NTS 007/17 Trabajos de excavación

## 4. DEFINICIONES Y SIGLAS

### 4.1. DEFINICIONES

**Fiscal:** Personal propio o contratista encargado del seguimiento del servicio desde la concepción, inicio, ejecución y finalización del mismo, para verificar y asegurar el cumplimiento de los requisitos, cláusulas y especificaciones previstas en el contrato y sus anexos.

**Gerente del Contrato:** Persona a cargo del servicio encargado de la gestión del servicio

**Planos:** Los dibujos detallados para la ejecución de la obra y/o servicio a los que se hace referencia en las especificaciones, que de acuerdo a las circunstancias podrán ser modificadas por el ingeniero fiscal de obras.

**Trinchera:** Significa una excavación estrecha. Por lo general, la profundidad es mayor que la anchura, pero la anchura de una trinchera (medido al fondo) no es mayor de 15 pies.

**Excavación:** Todo hueco, hendidura, depresión, zanja, trinchera, grieta o perforación hecho por el hombre o natural con una profundidad mayor de 30 centímetros del nivel natural del suelo donde existe el riesgo de una persona quede atrapado, enterrado o asfixiado por derrumbe, inundación o ingreso de materiales peligrosos o tóxicos, se considera una excavación y requiere de algún tipo de protección para eliminar o minimizar los riesgos.

**Calicata :** Excavación con herramientas manuales efectuada con el fin de ubicar instalaciones enterradas existentes y con una sección transversal de hasta 1 x 1 metros y de profundidad variable.

**Sistema de protección:** Estructura que se diseña y construye para sostener los lados de una excavación y prevenir los derrumbes. Permite mejorar la estabilidad de los terrenos excavados y proteger a las personas de los derrumbes, evitar el colapso de estructuras adyacentes o dañar instalaciones subterráneas. Los sistemas de protección incluyen los entibados o sistemas de soporte, sistemas de coraza, sistemas de escalones y otros sistemas que proporcionan la protección necesaria.

**Sistema de escalones:** Método para mejorar la estabilidad de los terrenos excavados, conformando en los lados de la excavación uno o una serie de niveles horizontales, generalmente con superficies verticales o casi verticales entre cada nivel.

**Derrumbe:** Separación de una masa de suelo o material rocoso de un lado de una excavación, o la pérdida de suelo de la parte inferior de una zanja o del sistema de soporte, y su movimiento repentino dentro de la excavación, ya sea cayendo o resbalando suficiente cantidad de manera que puede atrapar, enterrar o por el contrario lastimar o inmovilizar a una persona, dañar estructuras adyacentes o instalaciones subterráneas.

**Resguardo o defensa:** Estructura que es capaz de sostener las fuerzas impuestas en ella en un derrumbe y que con ella se protege a los empleados dentro de la estructura. Las defensas pueden ser estructuras permanentes o pueden diseñarse para que sean portátiles y moverse durante todo el desarrollo del trabajo.

**Taludes:** Inclinationes a los lados de la excavación para mejorar la estabilidad de los terrenos excavados y para evitar los derrumbes. El ángulo de inclinación requerido para evitar los derrumbes varía por diferentes factores tales como el tipo de suelo, el contenido de agua del suelo y la presencia de sobrecargas en las proximidades de la excavación.

## 4.2. SIGLAS

**APR :** Análisis preliminar de riesgo

**DGSMS:** Dirección de Gestión, Seguridad, Medio Ambiente, Salud y Responsabilidad Social Empresarial.

**DRAC:** Ducto Refinería Aeropuerto de Cochabamba.

**EPP:** Equipo de Protección Personal.

**ING:** Gerencia de ingeniería

**PDAI:** Proyecto digitalización automatización industrial

**PT:** Permiso de trabajo

**RCBA:** Refinería Cochabamba

**SSTCB:** Jefatura de Seguridad y Salud en el Trabajo de la RCBA.

**UE:** Unidad Ejecutora

## 5. RESPONSABILIDADES

### Ejecutor de la excavación:

- Solicitar a ING y/o UE PDAI los equipos de escaneado para verificar la existencia de cables, tuberías u otros elementos en el trayecto a ser excavado.

- Realizar la excavación aplicando las medidas de control descritas en el presente procedimiento.
- Solicitar autorización a Gerencia de RCBA en caso de que se requiera interrumpir el tráfico en calles de la Refinería para llevar a cabo la excavación.

#### **Técnico de SSTCB**

- Participar del análisis de riesgo antes de liberar el PT para el trabajo y verificar que el ejecutor cuente con todos los materiales requeridos para implementar las medidas de control (escáner, escaleras, material de entibado, señalización)

#### **Fiscal del servicio**

- Participar del análisis de riesgo antes de liberar el PT para el trabajo y verificar que el ejecutor cuente con todos los materiales requeridos para implementar las medidas de control (escáner, escaleras, material de entibado, señalización).
- Solicitar a ING y/o UE PDAI los equipos de escaneado para verificar la existencia de cables, tuberías u otros elementos en el trayecto a ser excavado

#### **Ingeniero civil a cargo:**

- Determinar la necesidad de un Plan de Excavación para excavaciones con profundidad mayor a 2 metros.
- Participar del análisis de riesgo inicial incluido en el PT específico de excavaciones

## **6. MEDIDAS DE SMS**

Desarrolladas en el cap. 7

## **7. DESARROLLO**

### **Eventos NO deseados en trabajos de excavación**

- Derrumbes.(Enterramientos)
- Acumulación de Agua
- Caídas desde altura
- Resbalones.
- Golpes.
- Caída de Maquinaria cercana.
- Choque. Eléctrico.
- Inhalación de partículas
- Sobresfuerzos (Ergonomía)

### **CAUSAS**

- a) Operaciones con maquinaria;
- b) Sobrecargas en los bordes de los taludes de la excavación;
- c) Ejecuciones en el talud inadecuado;
- d) Aumento de humedad en el suelo;
- e) Falta de identificación del flujo;
- f) Vibraciones adyacentes a la obra;
- g) Excavaciones por debajo del nivel freático;

- h) Realización de trabajos en condiciones meteorológicas adversas;
  - i) Interferencias de cables eléctricos, redes de agua potable, redes de alcantarillado, redes de productos
  - j) Obstrucciones en vías públicas o de circulación vehicular;
  - k) Bombeo de aguas freáticas;
  - l) Falta de espacio suficiente para el movimiento de máquinas y personas.
- Toda excavación se debe realizar con un PT específico para excavaciones (RG-144-A-PE-3-SSTCB-1) que incluye una etapa inicial de análisis de riesgo para definir medidas de control específicas para la excavación en curso. La 2da parte del PT de excavaciones está orientada a verificar medidas de seguridad que son necesarias en cualquier tipo de excavación.

## 7.1. PLAN DE EXCAVACIÓN

Para excavaciones menores a 2 metros el "Plan de excavación" será el PT específico de trabajos de excavación ya que el mismo establece la necesidad de realizar un análisis de riesgo específico y posteriormente verifica las condiciones de seguridad de la excavación.

Para excavaciones con profundidad mayor a 2 metros, el Ingeniero Civil puede decidir en base a la función de la excavación y profundidad la necesidad de estudio.

En caso determinarse que se requiere un plan de excavación, el contenido mínimo del mismo será el siguiente:

- Plano de planta donde se realizará la excavación
- **Estudio de suelo:** clasificación y tipo de suelo, capacidad portante, nivel freático, contenido de humedad.
- Grado sísmico del lugar de la excavación.
- **Planificación de la excavación** (especificar si se realizará en etapas) y las medidas de control en cada una de las etapas.
- Determinar si será excavación manual, mecánica o mixta.
- Posibles fuentes de vibración cercanas.
- Posibles filtraciones, cuerpos de agua o instalaciones sanitarias cercanas
- Resultados de la verificación de líneas y cables eléctricos (ver 7.2)
- Listados de capacitación que se realice al personal involucrado

## 7.2. VERIFICACIÓN DE LÍNEAS Y CABLES ELÉCTRICOS ENTERRADOS

**En caso de excavaciones donde se considera que haya cables/tuberías u otro elemento enterrado en la zona a intervenir, cualquier gerencia y/o proyecto que realice excavaciones deberá realizar un sondeo una vez que se cuente con el trazo para la excavación definido.**

Esta verificación aplica también en excavaciones externas donde existe la posibilidad de interferencia de líneas eléctricas, alcantarillado, etc. Sería muy difícil considerando que es muy complejo obtener planos de estos servicios públicos, la verificación previa cobra una especial importancia.

Realizar un sondeo mediante un detector de líneas/ductos. Este sondeo se realizará de la siguiente manera y con los siguientes equipos (considerando que los equipos no son intrínsecamente seguros se deberá realizar medición de explosividad por SST en caso de ser utilizado en área industrial):

### **Equipo RIDGID Detector de líneas energizadas:**

- Se deberá solicitar el equipo a ING con la debida anticipación para garantizar su disponibilidad. Las baterías que el mismo utiliza (4 baterías tipo C deberán ser provistas por el solicitante).
- El equipo sólo tiene la capacidad de detectar líneas con corriente alterna, permite seleccionar la frecuencia de detección en caso que se tenga una suposición del tipo de cables que se encuentren enterrados. De igual forma tiene la opción de un rango de detección de frecuencias universal.
- El equipo cuenta con el accesorio ST-510 que permite inducir una señal en el caso que un extremo de la línea/cable/tubería esté disponible. Una vez que se induce electricidad por el elemento se procede a realizar el rastreo con el equipo.
- NOTA: Considerando que la red de botoneras de RCBA utiliza corriente continua no podrá ser detectada, por lo tanto en excavaciones que se tenga la sospecha de la presencia de cableado de la red de botoneras se deberá proceder con mucha calma y realizar calicatas de exploración en coordinación con la gerencia de MAN-ME

- **Equipo Radar GEOSCANNER:**

- Diseñado para detectar cambios de densidad en el suelo y de esta forma detectar cualquier tipo de elemento (no solamente líneas energizadas)
- Inicialmente se debe calibrar el equipo.
- Posteriormente se ingresa el tipo de suelo (en caso de ser conocido) al software
- Se realiza el escaneado realizando un barrido en forma de grilla

El resultado del sondeo deberá ser registrado posteriormente en el Permiso de Trabajo específico de Excavaciones.

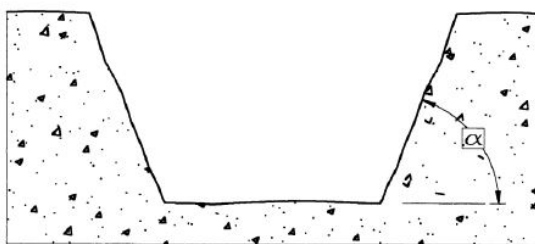
En caso de encontrar conductores eléctricos en la zona de excavación, se solicitará la presencia de los responsables del departamento eléctrico evaluando las mismas y certificando la ausencia de conectores energizados para proseguir con las excavaciones.

Dependiendo del resultado del sondeo del punto anterior y si todavía existen dudas con respecto a la posible presencia de líneas o cables eléctricos en el trazo de la excavación se debe primeramente realizar calicatas de exploración.

### **7.3. MEDIDAS PREVENTIVAS CONSTRUCTIVAS: Talud, entibado y apuntalamiento**

#### **TALUD**

- Para excavaciones menores a 1,25 metros se permiten taludes verticales.
- Para excavaciones mayores a 1,25 metros se deben construir taludes que cumplan el ángulo establecido en la Tabla 1 (extraída del Art. 7.1 de NTS 007/17).



Algunos ángulos de talud con respecto a la horizontal recomendados para diferentes tipos de terreno son los que se indican en el cuadro siguiente:

**Tabla 1:** Ángulos para talud dependiendo el tipo de suelo

Naturaleza del terreno	Angulo $\alpha$ (grados)	
	Terreno seco	Terreno húmedo
Roca dura	80 a 90	80
Roca blanda	55	55
Trozos de roca	45	40
Terreno vegetal	45	30
Mezcla de arena y arcilla	45	30
Arcilla	40	20
Gravilla	35	30
Arena fina	30	20

- Se podría construir taludes verticales en excavaciones mayores a 1,25 sólo en el caso que se haya determinado la Altura crítica de excavación –  $H_c$ , que corresponde a la máxima altura que se puede excavar en forma vertical sin entibación. La fórmula es la siguiente:

$$H_c = 1,3 \frac{q_u}{\gamma}$$

Donde:

$q_u$  = corresponde a la resistencia al corte de una muestra inalterada de suelo en el ensayo de compresión simple (Mono axial),  $\text{kg/m}^2$ ;

$\gamma$  = corresponde a la densidad natural del terreno,  $\text{kg/m}^3$

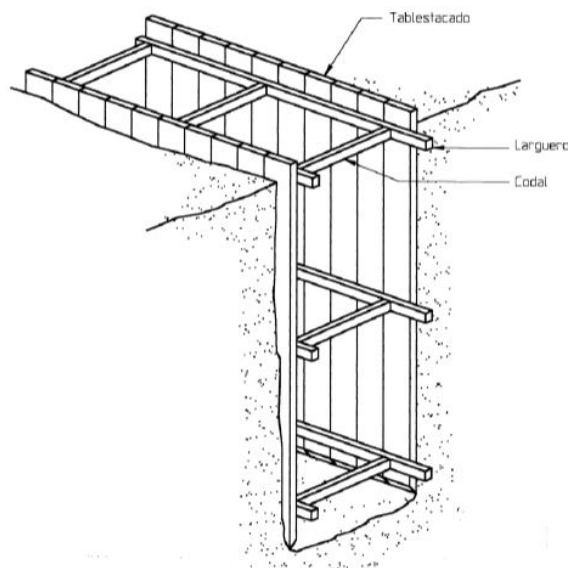
- Considerando que los datos para calcular  $H_c$  son limitados, y no se pueda calcular este valor se debe optar por taludes de acuerdo a la Tabla 1 o entibado.
- Las excavaciones con profundidad menor a 1,25 metros también deben ser protegidas de esta forma, cuando exista la posibilidad de deslizamiento de tierra

## ENTIBADO

- El entibado debe cumplir las dimensiones y especificaciones establecidas en la Tabla 2 (extraída del Art. 14.3 de NTS 007/17).
- El material usado en el entibado debe estar en buenas condiciones de uso. La instalación debe cubrir los lados de la excavación hasta el fondo de la misma

**Tabla 2:** Dimensiones de los elementos para el entibado

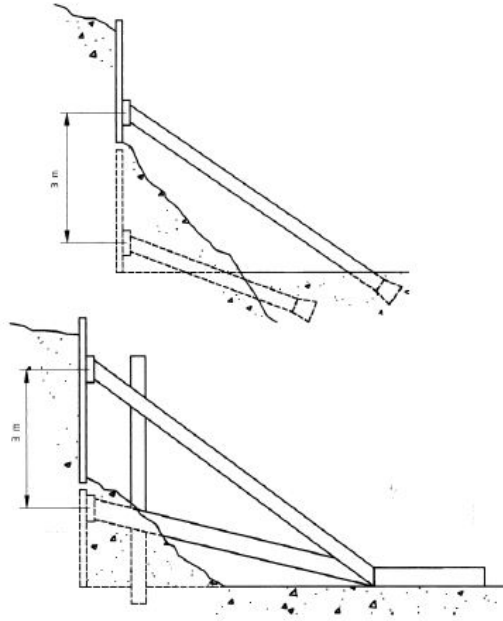
Profundidad de la zanja	Calidad o condiciones del suelo	Dimensiones y espaciamiento de los elementos								
		Vertical		Larguero horizontal		Sección de los codales			Espaciamiento máximo	
		Dimensiones mínimas	Espaciamiento máximo	Dimensiones mínimas	Espaciamiento máximo	Ancho de la zanja				
						Hasta 1,0 m	1,0 a 2,0 m	2,0 a 3,2 m	Vertical	Horizontal
m		cm	m	cm	m	cm	cm	cm	m	m
1,5 a 3,0	Duro, compacto	7,5 x 10	2,4	2,5 x 1,5	0,5 bajo el borde superior	7,5 x 7,5	10 x 10	10 x 10	1,5	2,5
	Poco conglomerado	7,5 x 10	0,9	10 x 15	1,2	7,5 x 7,5	10 x 10	10 x 10	2,0	2,5
	Blando, arenoso, o de relleno	5 x 15	Tablestacado	10 x 10	1,0	10 x 10	10 x 15	15 x 15	1,0	1,0
3,0 a 4,5	Duro, compacto	7,5 x 10	1,2	2,5 x 15	"j	10 x 10	10 x 10	10 x 10	1,5	2,5
	Poco conglomerado	7,5 x 10	0,6	10 x 15	1,0	10 x 10	10 x 15	10 x 15	1,5	2,5
	Blando, arenoso, o de relleno	7,5 x 10	Tablestacado	10 x 15	1,0	10 x 10	15 x 15	15 x 20	1,5	2,5



## APUNTALAMIENTO

- En las excavaciones en donde sea necesario colocar puntales para soportar el empuje del suelo, éstos en ningún caso deben estar distanciados más de 2,5 metros entre sí.
- Los macizos de anclajes de los tirantes deben enterrarse.
- Cuando se coloque sólo una hilera de puntales, éstos no deben formar un ángulo mayor de 40° con la horizontal.
- En excavaciones de profundidad mayor de 3 m. se deben colocar apuntalamientos que apoyen la defensa a distancias no superiores a 3 m.





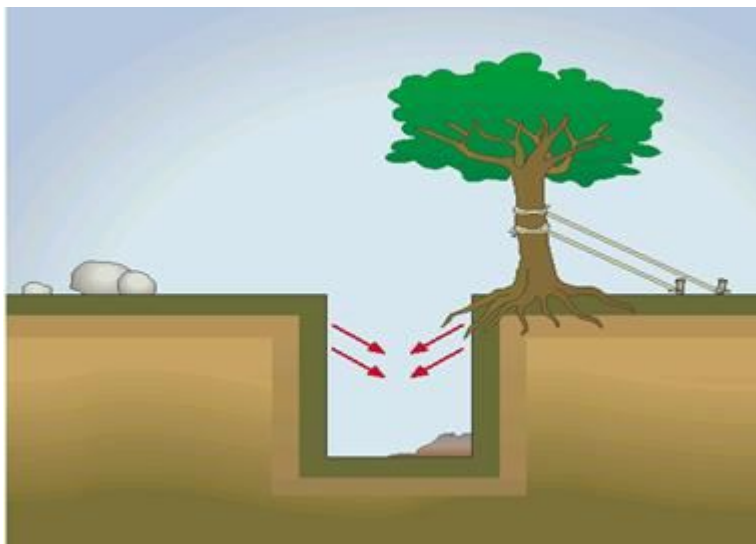
#### 7.4. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

- Cuando se realice excavaciones cerca de ductos que se encuentran apoyados al piso que es removido, este debe ser apuntalado para evitar que sufra esfuerzos de flexión y posterior ruptura del mismo.
- En los casos de riesgo de caída de árboles, líneas de transmisión, deslizamiento, rocas u objetos de otra naturaleza, es necesario realizar la limpieza y retiro de estos objetos extraños para no causar obstrucciones ni situaciones de emergencia.
- Se deberán tomar medidas de precaución adicionales, cuando las excavaciones se hagan en lugares sujetos a vibraciones, como consecuencia de proximidad de calles, caminos, maquinarias y otras fuentes y también por efecto de posibles fuertes lluvias ocasionando ablandamiento de terreno.
- El proceso de excavación debe ser monitoreado en todo momento, observando zonas de inestabilidad, deformaciones en edificaciones, etc.
- Cuando por razones de urgencia o del tipo de trabajo, deben ser empleadas excavadoras mecánicas para realizar las tareas, se deberá tener especial precaución a las maniobras en las proximidades de líneas aéreas y subestaciones transformadoras, por el riesgo que significaría el corte de una alimentación de alta tensión o la electrificación de la excavadora mecánica.
- En las excavaciones se deberán colocar las señalizaciones de advertencia como barreras de advertencias. Las más comúnmente usadas son las siguientes:
  - a) Conos;
  - b) Cintas;
  - c) Caballetes;
  - d) Pedestal con iluminación;
  - e) Letreros de señalización;
  - f) Banderolas
- Cuando haya personal dentro de la excavación, el material retirado de la misma debe ser amontonado en función a la profundidad de la excavación, excepto que se lo contenga con una barricada continua y firme.



- Ante cualquier signo de deslizamiento del material, el personal debe ser evacuado de inmediato.
- Se debe contar con una escalera, en toda excavación de más de 1,00 mts. de profundidad
- El responsable del trabajo debe verificar en los alrededores del lugar donde se efectuará la excavación, que las tapas de cloacas u otros puntos potenciales de descarga o purga de gases o vapores, se encuentren perfectamente sellados o bloqueados. Ante cualquier anomalía, relacionada con ruptura de conductos, cámaras, que origine escape de gases u olores, se evacuará la excavación inmediatamente y se requerirá el asesoramiento del ente responsable.
- 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 m. al radio de giro del brazo de ésta, en la cual se prohíbe el tránsito de personas.
- Se debe contar con banderillero 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.
- Todo pasillo público, acera o vía que se encuentre a menos de 1,5 m. de distancia, o pase a través de una excavación, debe estar provisto de un cerco de 1,80 m. de altura, de estructura resistente, con dos barandas a doble altura, la más alta colocada entre 0,80 m. y 1 m. de alto y la otra a la mitad de ésta. Además debe estar revestida de malla metálica tipo gallinero en todo su alto.





El procedimiento PE-3-SSTCB-19 reemplaza al procedimiento PE-3-SSHCB-1-B

■

## ANEXOS

No Aplica.

## REGISTROS

NRO	REGISTRO	TITULO DEL REGISTRO
1	RG-144-A-PE-3-SSTCB-19	<a href="#">PERMISO DE TRABAJO EXCAVACIONES</a>

## REGISTROS COMPLEMENTARIOS

No Aplica.

## SUMARIO DE REVISIONES

REVISION	FECHA	DESCRIPCION
A	05/01/2022	Emisión original
B	13/02/2023	Se actualizo la fecha de analisis critico

## LISTA DE DISTRIBUCION

GAF/ADMC, GRCBA/ING, GRCBA/MAN, GRCBA/MAN/MEC, GRCBA/MAN/MEL, GRCBA/MAN/MIN, GRCBA/PRO, GRCBA/PRO/CAR, GRCBA/PRO/LUB, GRCBA/PRO/LUT, GRCBA/PRO/SET, GRCBA/INSP, GRCBA/GLE/PNR, DGSMs/SSTCB, GGL/DGSMs, DGSMs/MARSE

## FECHA DE ANALISIS CRITICO

La próxima fecha de análisis crítico es **19/12/2024**