



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE EXCAVACIONES EN SÓTANOS PARA EDIFICIOS

Luis Roberto Moscozo Barrios

Asesorado por el Ing. Luis Adolfo Chicas Torres

Guatemala, julio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE
EXCAVACIONES EN SÓTANOS PARA EDIFICIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS ROBERTO MOSCOZO BARRIOS

ASESORADO POR EL ING. LUIS ADOLFO CHICAS TORRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Pedro Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE EXCAVACIONES EN SÓTANOS PARA EDIFICIOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha julio de 2010.


Luis Roberto Moscozo Barrios

Guatemala, 03 de enero de 2011.

Ingeniero

José Gabriel Ordoñez Morales

Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles

Escuela de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Apreciables ingeniero.

Por medio de la presente me permito informarle, que he revisado el trabajo de graduación del alumno: LUIS ROBERTO MOSCOZO BARRIOS; carnet No. 200714389; titulado **“METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE EXCAVACIONES EN SÓTANOS PARA EDIFICIOS”**. Habiéndose realizado todas las correcciones indicadas, por lo tanto el suscrito lo da por aprobado, para poder continuar con los trámites correspondientes.

Atentamente,

Ing. Luis Adolfo Chicas Torres

Asesor

Luis Adolfo Chicas Torres
INGENIERO CIVIL
Cpl. 7577



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
13 de mayo de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Guatemala

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE EXCAVACIONES EN SÓTANOS PARA EDIFICIOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Roberto Moscozo Barrios, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Adolfo Chicas Torres.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante Moscozo Barrios, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES
USAC

José Gabriel Ordóñez Morales
Coordinador del Área de Materiales y
Construcciones Civiles

/bbdeb.



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Adolfo Chicas Torres y del Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles, Ing. José Gabriel Ordóñez Morales, al trabajo de graduación del estudiante Luis Roberto Moscozo Barrios, titulado METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE EXCAVACIONES EN SÓTANOS PARA EDIFICIOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio de 2011.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE EXCAVACIONES EN SÓTANOS PARA EDIFICIOS**, presentado por el estudiante universitario **Luis Roberto Moscozo Barrios**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA
*

Guatemala, julio de 2011

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Mis padres Eldin Leonidas Moscozo Xitumul, Alba Lizeth Barrios
Sánchez de Moscozo.

Mi hermana Edlin Martha Beatriz Moscozo Barrios.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Mis padres Por brindarme su apoyo y amor incondicional, en todas las etapas de mi formación, tanto como persona como profesional.

Mi hermana Por ser mi apoyo y brindarme su amor incondicional.

Mis amigos

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Definición de excavación.....	1
1.2. Tipos de excavación.....	1
1.2.1. Por su profundidad.....	1
1.2.2. Por su nivel de complejidad.....	11
1.2.3. Por tipo de material excavado.....	12
1.2.4. Por su grado de humedad	13
1.3. Definición de sótano en edificio.....	14
1.4. Estudios necesarios para la ejecución del proyecto.....	14
1.4.1. Estudio de suelos.....	15
1.4.1.1. Clasificación de suelos.....	15
1.4.1.1. Estudio granulométrico y límites de Atterberg.....	18
1.5. Aprovechamiento del suelo.....	19
1.6. Obras de contención para protección de colindancias.....	20
1.6.1. Muros de contención.....	21
1.6.1.1. Tipos de muro de contención.....	22
2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	41
2.1. Aspectos administrativos.....	41

2.1.1.	Licencia de construcción.....	41
2.1.2.	Licencia de demolición.....	41
2.1.3.	Licencia de excavación.....	44
2.2.	Disposiciones especiales por parte de la Municipalidad de Guatemala.....	45
2.3.	Tiempo de entrega.....	46
2.4.	Cronograma de actividades.....	47
2.4.1.	Presentación y ejemplo de cronograma.....	48
2.5.	Solución de posibles contingencias y contratiempos.....	53
2.6.	Metodología según profundidad del sótano.....	55
3.	ASPECTOS TÉCNICOS.....	59
3.1.	Presupuesto.....	59
3.1.1.	Renglones de trabajo básicos.....	60
3.1.1.1.	Demoliciones.....	60
3.1.1.2.	Excavación masiva.....	61
3.1.1.3.	Excavación estructural.....	63
3.1.1.4.	Excavación en rampa.....	64
3.1.1.5.	Botaderos.....	64
3.1.1.6.	Limpieza de calles.....	65
3.1.2.	Ejemplo de presupuesto.....	65
3.1.3.	Factores a considerar para la formulación del presupuesto.....	72
3.1.3.1.	Factores de variación del precio.....	74
3.1.3.2.	Materiales, maquinaria y equipo.....	77
3.1.3.2.1.	Materiales.....	77
3.1.3.2.2.	Herramienta.....	78
3.1.3.2.3.	Cantidad de mano de obra.....	79

	3.1.3.2.4.	Maquinaria.....	80
3.2.		Metodología de ejecución.....	84
	3.2.1.	Reconocimiento del área de trabajo.....	84
	3.2.2.	Medición del polígono.....	85
	3.2.3.	Determinación de cantidades de cortes.....	86
	3.2.4.	Trabajos preliminares.....	87
	3.2.4.1.	Protección de edificaciones aledañas por actividades de excavación.....	87
	3.2.4.2.	Cerramiento perimetral.....	88
	3.2.4.3.	Construcción de guardianía y bodega.....	90
	3.2.4.4.	Cubicación de camiones.....	91
	3.2.5.	Limpieza del área de excavación.....	91
	3.2.6.	Topografía inicial.....	93
	3.2.7.	Excavación masiva.....	93
	3.2.7.1.	Topografía durante el proceso de corte.....	93
	3.2.7.2.	Trazado de área de corte (selección de bermas).....	93
	3.2.8.	Rampa de salida.....	95
	3.2.8.1.	Construcción de rampa.....	95
	3.2.8.2.	Posibles problemas con rampa.....	96
	3.2.8.3.	Solución de posibles problemas con rampa.....	97
	3.2.9.	Excavación estructural.....	98
	3.2.9.1.	Topografía para el trazado de cimentaciones.....	98

3.2.9.2.	Modo de ejecución para la excavación estructural.....	99
3.2.10.	Entrega final de la excavación de cimentación.....	100
3.2.10.1.	Corrección final de niveles.....	100
3.2.10.2.	Acabado final.....	100
3.2.11.	Trabajos complementarios.....	101
3.2.11.1.	Limpieza de calles.....	101
3.3.	Estimaciones de trabajo y control.....	103
3.3.1.	Presentación de estimaciones de trabajo.....	103
3.3.2.	Control de actividades.....	107
3.3.2.1.	Topográficos	107
3.3.2.2.	De excavación masiva.....	108
3.3.2.3.	De excavación para la cimentación.....	108
4.	SEGURIDAD EN OBRA.....	109
4.1.	Aspectos de seguridad.....	109
4.2.	Equipo de seguridad.....	117
4.3.	Lineamientos de seguridad.....	120
	CONCLUSIONES.....	123
	RECOMENDACIONES.....	125
	BIBLIOGRAFÍA.....	127
	ANEXOS.....	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

1.	Sistema de apuntalamiento, excavaciones poco profundas.....	2
2.	Equilibrio de potenciales energéticos por parte de las masas de tierras.....	4
3.	Altura máxima para taludes entre 30° y 60°.....	5
4.	Altura máxima para taludes entre 60° y 90°.....	7
5.	Altura máxima para taludes que se consideran solicitados.....	7
6.	Comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano.....	9
7.	Representación gráfica de la estratigrafía del suelo.....	18
8.	Esquema sobre la protección de colindancias.....	20
9.	Detalle típico del muro enclavado.....	25
10.	Colocación de acero de refuerzo.....	26
11.	Colocación de refuerzo longitudinal.....	26
12.	Proceso de lanzado.....	27
13.	Pantalla continua de concreto armado <i>in situ</i>	28
14.	Grúa con aditamento para excavación de pantallas.....	31
15.	Aditamento especial para excavación de pantallas.....	31
16.	Proceso constructivo de pantallas de concreto.....	32
17.	Proceso de hincado de pilotes.....	33
18.	Proceso constructivo del pilote.....	36
19.	Detalle de trabe entre tablestacas.....	38
20.	Dimensiones de tablestacas.....	38
21.	Uso de tablestacas para la contención de suelo (a) y (b).....	39
22.	Esquema del terreno a excavar.....	49

23.	Cronograma de actividades.....	51
24.	Modelo 3D, de un sótano de 8 metros de profundidad con forma de terreno irregular.....	56
25.	Vista en elevación del área de rampa.....	56
26.	Proceso de excavación.....	57
27.	Variación de factores de hinchamiento según el volumen aparente	62
28.	Esquema del terreno a excavar.....	66
29.	Protección de edificaciones aledañas con plástico.....	88
30.	Instalación de alambre espigado y cerramiento perimetral (a) y (b)	89
31.	Terreno luego de remoción de árboles y demolición de casa.....	92
32.	Trazo y selección de bermas.....	94
33.	Bermas luego de realizar la excavación	94
34.	Ángulo de talud lateral de la rampa.....	96
35.	Colocación de material no plástico (povillo), en rampa.....	97
36.	Contornos para la excavación estructural.....	99
37.	Excavación de zapata ya finalizada.....	101
38.	Limpieza de calle con camión cisterna y personal con escobas.....	102
39.	Trabajador dentro del área de trabajo de maquinaria pesada.....	111
40.	El trabajador utiliza la maquinaria pesada como medio de transporte.....	112
41.	Trabajos durante la noche.....	112
42.	Personal dentro del área de derribo de árboles.....	113
43.	Pozos perforados sin señalización.....	114
44.	Maquinaria con poca área de maniobra	115
45.	Uso de grúas para introducir maquinaria al sitio de excavación.....	116
46.	Derrumbes en zanjas debido a la falta de apuntalamiento.....	117

TABLAS

I.	Altura máxima de taludes para ángulos entre 30° y 60°.....	5
II.	Altura máxima de taludes para ángulos entre 60° y 90°.....	6
III.	Valores de “S”, para taludes con requerimiento.....	8
IV.	Relaciones para el cálculo del factor de influencia.....	9
V.	Relaciones para el cálculo de la sobrecarga debida al espaldón en kg/cm ²	10
VI.	Dimensiones de tablestacas.....	39
VII.	Resumen de presupuesto.....	67
VIII.	Integración de precios unitarios, renglón demolición.....	68
IX.	Integración de precios unitarios, renglón excavación masiva.....	69
X.	Integración de precios unitarios, renglón excavación en rampa.....	70
XI.	Integración de precios unitarios, renglón limpieza.....	71
XII.	Materiales utilizados generalmente.....	78
XIII.	Mano de obra recomendada.....	79
XIV.	Maquinaria y sus rendimientos aproximados.....	82
XV.	Ángulos de talud.....	96
XVI.	Presentación de estimaciones de trabajo.....	105

GLOSARIO

AASHTON	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> (Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportes)
Ángulo de fricción	Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción entre dos superficies en contacto a la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre la otra (fuerza de fricción cinética) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (fuerza de fricción estática).
Bentonita	Es una arcilla de grano muy fino del tipo de montmorillonita que contiene bases de hierro, utilizada en cerámica.
Cascajo	Conjunto de fragmentos de piedra y otros materiales quebradizos.
Cohesión	Es la atracción entre moléculas que mantiene unidas las partículas de una sustancia, en particular tratándose de terrenos o tipos de suelos.
Enrasar	Hacer que dos obras tengan la misma altura.

F'c	Esfuerzo máximo a la compresión del concreto.
Hincado	Proceso de introducir o clavar una cosa en otra.
Hp	Caballos de fuerza, unidad de potencia, del sistema internacional.
ICAITI	Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial.
Inclusión	Acción y efecto de incluir.
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional para la Estandarización).
Normas OSHA	Salud Ocupacional y la Serie de Evaluación de Seguridad.
Profundidad de diseño del sótano	Es la profundidad máxima que poseerá la excavación.
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada, unidad de presión, del sistema inglés.
Suelo	Es un medio poroso, biológicamente activo y estructurado, desarrollado en la superficie emergida de la Tierra.
Suelo enclavado	Técnica de protección de taludes, conocida como <i>soil nailing</i> .

RESUMEN

El presente trabajo de graduación pretende dar a conocer, tanto a estudiantes como a profesionales de la ingeniería civil, la metodología a aplicar al momento de desarrollar un proyecto de excavación de sótanos para edificios.

En el primer capítulo se presentan diferentes tipos de definiciones y conceptos, los cuales ayudarán a entender aquellos elementos que toman relevancia al momento de realizar la excavación de un sótano, tales como los diferentes tipos de excavación, dividiéndose en cuatro grandes grupos como lo son: por su profundidad, su nivel de detalle, por el tipo de material excavado y por su grado de humedad. El grupo de “por su profundidad” establece la diferencia entre una excavación poco profunda y aquellas que se consideran profundas, las en cambio el grupo de “por su nivel de detalle”, establece la diferencia entre el proceso de excavación masiva, estructural y en rampa, el grupo “por el tipo de material excavado” hace la diferencia entre excavación en roca y la del tipo común en tierra, conglomerado y roca descompuesta y finalmente el grupo “por su grado de humedad”, establece la diferencia entre excavación humedad y seca. Además se hace mención de estudios necesarios, tales como la clasificación de suelos, estratigrafía, entre otros.

Debido a la diferencia de alturas que se genera por el proceso de excavación se realiza una mención de los diferentes métodos para la protección de taludes.

El capítulo dos presenta las disposiciones técnico-administrativas que deberán ser tomadas en cuenta para iniciar el proceso de excavación, haciendo mención de aspectos como el tiempo de entrega del proyecto, licencias de

construcción y excavación, así como disposiciones especiales establecidas por la municipalidad de Guatemala.

El capítulo tres incluye todos aquellos aspectos técnicos que deberán tomarse en cuenta al momento de realizar la formulación del presupuesto del proyecto, diferenciando los renglones básicos de trabajo y haciendo mención de aquellos factores que pueden realizar una modificación directa al precio del proyecto.

También se considera todo aquel material y equipo que deberá ser empleado al momento de realizar el proyecto, tomando en cuenta tanto la maquinaria pesada como la herramienta menor empleada.

En este capítulo también se realiza la descripción de la metodología para realizar el proceso de excavación, iniciado desde los primeros levantamientos topográficos, pasando por la protección de edificaciones aledañas, excavación masiva y estructural, como también la entrega de las zapatas al final de proyecto.

El capítulo cuatro menciona el proceso de control de calidad, refiriéndose a aquellos puntos a los cuales se les deberá prestar atención para poder concluir el procedimiento de excavación con calidad y seguridad.

OBJETIVOS

General

Aportar información de la metodología sobre la ejecución y control de excavaciones en sótanos para edificios.

Específicos

1. Definir de forma clara las etapas de los trabajos de excavación, en donde se involucre al ingeniero civil.
2. Establecer los procedimientos de ejecución, que deben seguirse al momento de iniciar la obra civil dentro del sitio de excavación.
3. Proporcionar información sobre la realización del cronograma, para poder tener una visión clara de las actividades a desempeñar y el tiempo necesario para cada una.
4. Enumerar los factores principales que se deben tomar en cuenta para realizar el movimiento de tierras durante la excavación de los sótanos.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, actualmente la excavación de sótanos, se da en su mayoría en edificios, ya que éstos han presentado una buena opción para la solución de problemas de espacio, en especial para el establecimiento del área de parqueos o bien, de cuartos de máquinas.

Esta actividad se desarrolla principalmente en la construcción de edificios y no de casas; debido a los altos costos de excavación y la protección de los taludes.

Sin importar el tipo de obra civil que se pretenda ejecutar, se debe conocer la metodología específica, ya que por desconocimiento del proceso metodológico se podría incurrir en contratiempos, contingencias o incremento de los costos de construcción.

Cada actividad constructiva posee una forma específica de ejecución, de esta manera, se presenta la metodología para la ejecución y control de excavaciones en sótanos para edificios, la cual contempla aquellos aspectos administrativos que deberán ser llevados a cabo antes de iniciar la ejecución del proyecto y aquellos técnicos, propios de la construcción.

La metodología establece cuáles son aquellas actividades relevantes y que no se deben dejar pasar al emprender la ejecución de una obra de este tipo, de esta manera se pretende crear un documento de consulta, tanto para estudiantes como profesionales de la ingeniería civil.

1. GENERALIDADES

1.1. Definición de excavación

Es la operación de cortar y remover cualquier clase de suelo independiente de su naturaleza o de sus características físico-mecánicas, dentro o fuera de los límites de construcción. Su ejecución incluye las operaciones de nivelación y evacuación del material removido a su lugar de disposición final.

1.2. Tipos de excavación

La excavación se establece de cuatro maneras, siendo estas:

- Por su profundidad
- Por su nivel de detalle
- Por tipo de material excavado
- Por su grado de humedad

1.2.1. Por su profundidad

- **Poco profundas**

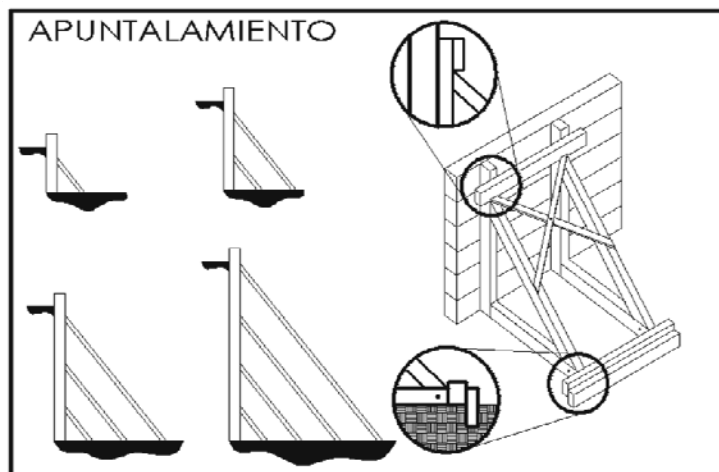
Son aquellas que se encuentran en el rango de uno a cinco metros de profundidad.

Se puede llevar a cabo ya sea con maquinaria, de una potencia de 80 Hp o menor, como lo son retroexcavadoras, o también con uso de mano de obra de forma intensiva, se da sin construcción de rampas para la salida de camiones, únicamente de aquellas utilizadas por el personal.

A pesar de su poca altura, si se debe tomar en cuenta el uso de sistemas de protección de taludes durante su realización, como lo son los apuntalamientos, los cuales son los más recomendados, debido a su fácil colocación y desmontaje al finalizar el proceso de excavación.

En su mayoría estas excavaciones, los sistemas definitivos de protección del talud, no son demasiados complejos, esto debido su poca altura, ya que en la mayoría de casos se utilizan, muros de mampostería reforzada.

Figura 1. **Sistema de apuntalamiento, excavaciones poco profundas**



- **Profundas**

Son aquellas que superan los cinco metros de profundidad, se realizan con maquinaria que supere una potencia de 80 Hp; para su ejecución debe

tomarse en cuenta elementos tales como: sistemas complejos de protección de taludes y rampa de salida de camiones.

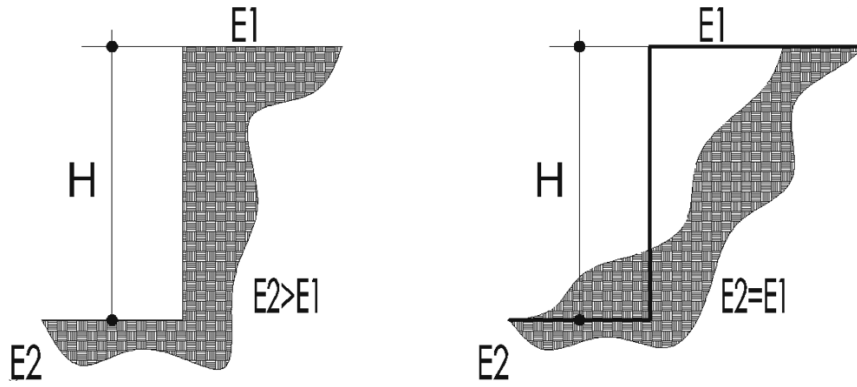
La construcción de los sistemas de protección de taludes se realiza durante el proceso de excavación o bien se realizan antes de este, estos van desde el método de suelo enclavado, micropilotes, pilotes o tablestacas, entre otros.

Para llevar a cabo este tipo de excavación es importante que el ingeniero, considere el peligro que el desprendimiento de tierra de los taludes es mayor, y por ende la vida de los trabajadores corre mayor riesgo.

Esto debido a que diferencia de niveles topográficos, entre los dos planos unidos por un talud, existe una tendencia natural de las masas a equilibrar sus potenciales energéticos.

Esta inestabilidad física, encontraría su estado teóricamente de equilibrio final, cuando las masas igualan sus energías, eliminando la diferencia de potencial inicial. Este equilibrio tiende a alcanzar, como estado límite, la formación de un plano horizontal. Las fuerzas que causan la inestabilidad son la gravedad (peso de la masa), y las presiones neutras, como por ejemplo las generadas por un flujo.

Figura 2. **Equilibrio de potenciales energéticos por parte de las masas de tierras**



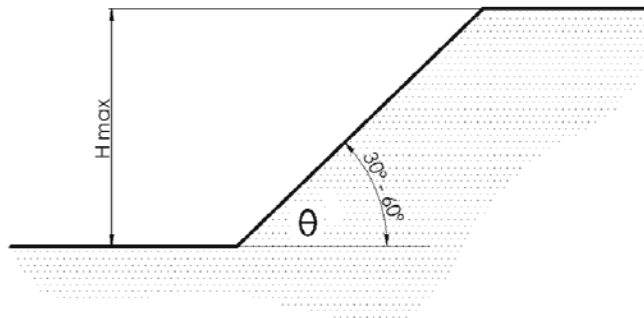
Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, radiación solar, entre otros, dando lugar a hundimientos y desplazamientos en los taludes, es recomendable que en excavaciones donde el muro de contención se construye conjuntamente como con la excavación, como es el caso de el método de suelo enclavado, los cortes no excedan la altura máxima establecidos en la tabla I, para ángulos en el talud de 30° a 60° , si los taludes se encentrarán sin solicitud vial o de cimentación.

Tabla I. **Altura máxima de taludes para ángulos entre 30° y 60°**

Tipo de terreno	Angulo de talud	Resistencia a compresión simple R_u en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
		H máx en metros				
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

Figura 3. **Altura máxima para taludes entre 30° y 60°**



Para ángulos comprendidos entre 60° y 90° (talud vertical), sin sollicitación de sobre carga, las alturas máximas se determinan por medio de la tabla II.

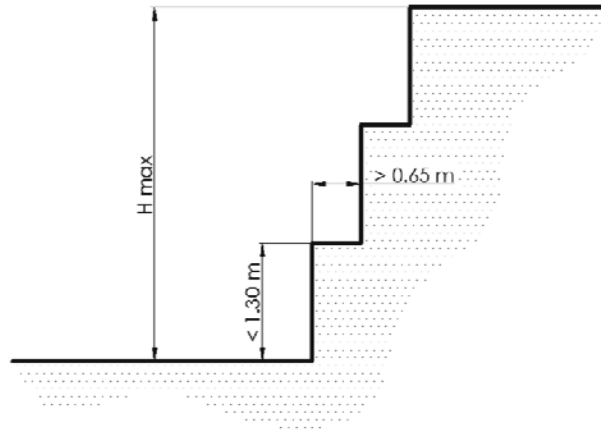
Tabla II. **Altura máxima de taludes para ángulos entre 60° y 90°**

Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm ²	Peso específico en g/cm ³				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
	H máx en metros				
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
≥ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

De los datos anteriores, en las excavaciones profundas se podrán emplear bermas escalonadas con mesetas no menores a los 0,65 metros y no mayores de 1,30 metros en cortes con talud del terreno con ángulo entre 60° y 90°, para una altura máxima admisible.

Figura 4. **Altura máxima para taludes entre 60° y 90°**



El corte de terreno se considera solicitado de forma vial o por cimentación, cuando la separación “S”, entre la corona del corte y el borde de la sollicitación, sea mayor o igual a los valores “S” de la tabla III.

Figura 5. **Altura máxima para taludes considerados solicitados**

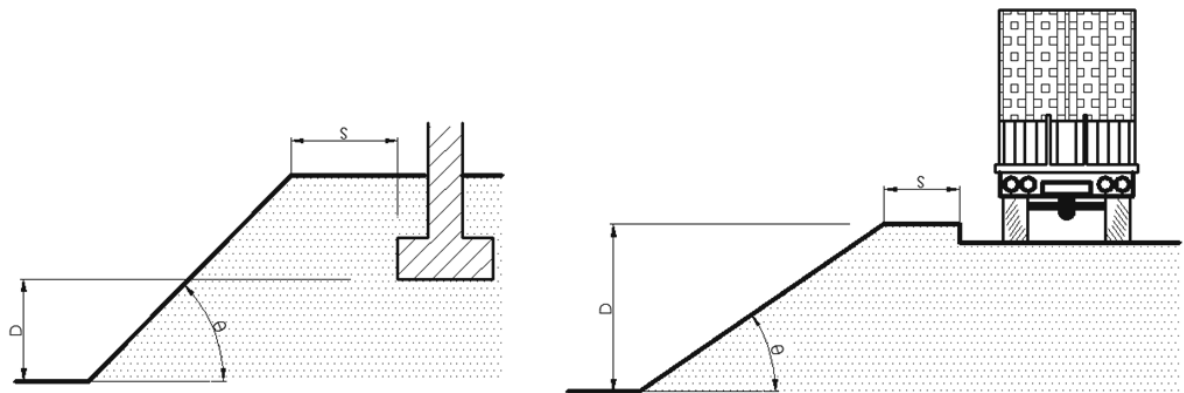


Tabla III. Valores de “S”, para taludes con requerimiento

Tipo de solicitud	Ángulo de talud	
	$\theta > 60^\circ$	$\theta < 60^\circ$
	Valores de S	Valores de S
Cimentaciones	D	D
Vial o estructuras similares	D	D/2

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

En este caso se utilizarán las mismas alturas recomendadas en las tablas I y II, con la única diferencia de respetar el valor de “S” entre la corona del corte y el borde de la solicitud.

En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberán comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique que:

$$q_s \leq 0,90 (m * R_w + n) \quad (\text{Ecuación. 1})$$

Siendo

q_s = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en kg/cm^2 .

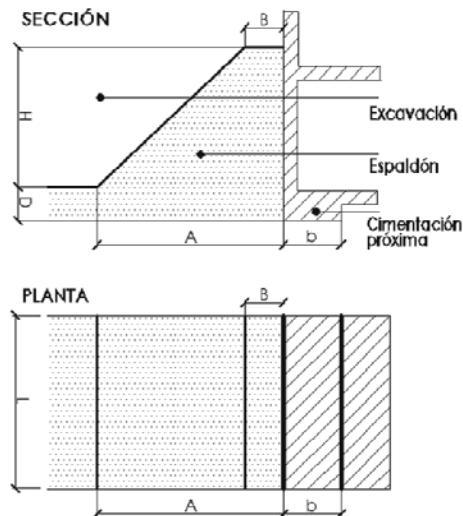
R_w = Resistencia a compresión simple del terreno en kg/cm^2 .

m = Factor de influencia (Tabla IV).

n = Sobrecarga debida al espaldón en kg/cm^2 (Tabla V).

Para valores de $A < b$, debe tomarse en general $n = 0$.

Figura 6. **Comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano**



Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

Tabla IV. **Relaciones para el cálculo del factor de influencia**

b/L	D/b									
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
< 0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,52	2,90	3,28
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,56	2,94	3,32
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,60	2,98	3,36
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,65	3,03	3,41
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,69	3,07	3,45
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,74	3,12	3,50
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,78	3,16	3,54
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,82	3,20	3,58
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,87	3,25	3,63
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,91	3,29	3,67
>1,0	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,96	3,34	3,72

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

- Siendo:
- b = Ancho de la cimentación en metros.
 - L = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.
 - D = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en metros.

Tabla V. **Relaciones para el cálculo de la sobrecarga debida al espaldón en kg/cm²**

Peso específico del terreno en g/cm ³	[(A + B)/(2A)]*H en metros						
	1	2	3	4	5	6	7
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

Siendo:

- A = Ancho en pie del espaldón en metros.
- B = Ancho en coronación del espaldón en metros.
- H = Profundidad del corte en metros.

Luego, comprobar la falta de peligro. Se utilizarán las mismas alturas recomendadas en las tablas I y II, con la única diferencia de respetar el valor de "S" entre la corona del corte y el borde de la sollicitación.

1.2.2. Por su nivel de complejidad

- **Excavación masiva**

Consiste en realizar el movimiento de grandes cantidades de material, se emplea maquinaria que supere la potencia de 80Hp, para este tipo de excavación presenta el mayor rendimiento ya que, al momento de realizar los cortes, únicamente se debe prestar especial cuidado al tallado de taludes y la profundidad máxima de excavación.

Debido a la potencia de la maquinaria empleada los niveles de rendimiento de corte pueden oscilar entre 110 y 125 metros cúbicos por hora, este rendimiento puede ser menor o mayor dependiendo de factores tales como: distancia de acarreo, pericia del operario de la maquinaria, el tipo de maquinaria y el tamaño de la pala hidráulica de corte y la clase de suelo excavado.

Durante el proceso de excavación es importante el correcto tallado de los taludes, respetando los ángulos mínimos y las alturas máximas.

- **Excavación estructural**

Se establece como excavación estructural a la que se realiza para la conformación de las fosas para la cimentación, en esta actividad la cantidad de material movilizado es menor, ya que los rendimientos se reducen en comparación a la excavación masiva a un rango entre 50 y 60 metros cúbicos por hora, a pesar que se emplean tanto maquinaria que supera los 80 Hp de potencia como de menor, otro factor importante es debido a que la capacidad de la pala hidráulica se puede reducir hasta 0,30 metros cúbicos.

La complejidad radica en que durante el proceso del tallado de las fosas se debe respetar las longitudes establecidas de estas, como también la profundidad con la que se debe contar.

- **Excavación en rampa**

Consiste en retirar la rampa de salida de los camiones, este proceso se realiza tomando en cuenta la altura del sótano y el tipo de maquinaria disponible.

A pesar que es la última excavación a realizar, se deberá de planificar desde el inicio del proceso de excavación, ya que su localización depende de elementos tales como: la profundidad, maquinaria disponible y forma de acceso.

Para llevar a cabo este tipo de excavación, los rendimientos oscilan entre los 50 y 60 metros cúbicos por hora, al igual que la excavación estructural, esto debido a lo ya mencionado.

1.2.3. Por tipo de material excavado

- **Excavación en roca**

Se define como roca a aquel material cuyo tamaño exceda de 50 cm y la dureza y textura las cuales no pueden excavarse por métodos diferentes de demoliciones controladas o por trabajo manual por medio de fracturas y cuñas, según las condiciones del lugar o las características de la roca. La excavación en roca no tendrá sub-clasificación, es decir, no se distinguirá roca húmeda o seca.

- **Excavación común en tierra, conglomerado y roca descompuesta**

Es aquel material que no se asimila a la clasificación de roca ya definida y que pueden extraerse por los métodos manuales normales o mecánicos, utilizando las herramientas y equipos de uso frecuente para esta clase de labor: barras, picos, palas, equipos desde excavadoras hidráulicas hasta retroexcavadoras. Entre estos materiales están: arcilla, limo, arena, cascajo y piedras con tamaño inferior a 50 cm (20"), sin tener en cuenta el grado de compactación o dureza y considerados en forma conjunta o independiente.

1.2.4. Por su grado de humedad

- **Excavación húmeda**

Es aquella que se ejecuta por debajo del nivel freático existente en el momento de hacer la excavación y que exige el uso continuo de equipo de bombeo para extracción del agua. No se considera como excavación húmeda, la debida a lluvias, infiltraciones, fugas de aguas, aguas procedentes de alcantarillados existentes, aguas perdidas o de corrientes superficiales que puedan ser corregidas o desviadas sin necesidad de bombeo.

- **Excavación seca**

Se considera como seca toda excavación que no se asimile a la definición dada para la clasificación excavación húmeda.

1.3. Definición de sótano en edificio

Un sótano es una estructura que se encuentra por debajo del nivel natural del terreno, en su mayoría se utilizan para la ubicación de elementos complementarios que ayudarán al buen funcionamiento del edificio, siendo estos elementos tales como, bombas de agua y plantas eléctricas entre otros.

Los sótanos también son utilizados para albergar el área de estacionamientos de vehículos en edificios, tanto comerciales como de apartamentos.

1.4. Estudios necesarios para la ejecución del proyecto

Para ejecutar los trabajos excavación o movimientos de tierra, se debe contar con estudios previos. Estos estudios deben de aportar información concreta acerca de las características del suelo antes de iniciar las labores de excavación.

Se aconseja tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- Contar con un estudio estratigráfico del terreno a excavar, el cual demuestre qué tipo de suelo se espera encontrar.
- Se debe determinar con exactitud el nivel freático del lugar, esto será de gran importancia para poder determinar la forma de trabajo que se tendrá durante la excavación.

- Ubicación de edificaciones próximas o colindantes, se debe contar con información actualizada del estado de dichas construcciones tal como, a qué profundidad se encuentra la cimentación.
- Cota máxima de la profundidad que alcanzará la excavación.
- Detectar en el subsuelo todos los obstáculos y/o infraestructura existente que pudiera afectar la excavación. Como sistemas de comunicaciones (líneas de teléfono, internet, etc.), sistemas de agua potable, drenajes u otros.

1.4.1. Estudios de suelos

Los diferentes estudios que se realizan a los suelos, ayudarán a conocer mejor las características físicas y propiedades mecánicas de los diferentes tipos de estratos en los cuales se encuentra conformado el terreno.

1.4.1.1. Clasificación de suelos

Consiste en la identificación de los diferentes tipos de suelos en los cuales se encuentra dividido el terreno, la clasificación puede ser por medio de la nomenclatura AASHTO. La clasificación establece 7 grupos de suelos y agregados con base en la determinación en el laboratorio de la granulometría, el límite líquido y plástico. Un octavo grupo corresponde a los suelos orgánicos.

Esta clasificación puede ser utilizada cuando se requiere una clasificación geotécnica precisa. La evaluación de los suelos dentro de cada grupo, se hace por medio de un índice de grupo, que es un valor calculado a partir de una fórmula empírica.

La extracción de las muestras se puede realizar por medio de un pozo excavado manualmente, y extrayendo una muestra alterada de cada estrato diferente que se encuentre, o bien se puede realizar utilizando ensayos de penetración estándar.

Los suelos que serán excavados, se clasifican considerando varias características tales como su origen, granulometría (densidad, tamaño y distribución de partículas), resistencia, deformabilidad, permeabilidad, etc.

Para el proceso de excavación, la clasificación de los suelos se define en función de la dificultad para ejecutar esta actividad y se clasifican así:

- **Material I**

Es aquel que es atacable, si el proceso es manual, utilizando únicamente pala, sin requerir el uso de pico, aún cuando éste se emplee para facilitar la operación. Si el proceso es por medios mecánicos, este material puede ser eficientemente excavado con un cargador frontal sobre orugas o ruedas, cuya potencia sea de 80 a 110 hp, sin el auxilio de arados o por otro similar, aún cuando éstos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Los suelos de este tipo son blandos, no cementados, cuya medida en prueba de penetración estándar o en compresión simple es menor o igual a 2,5 toneladas por metro cuadrado (t/m^2).

Lo anterior no excluye a otro tipo de suelo con otras características diferentes, si satisface las señaladas en el inicio de este inciso.

- **Material II**

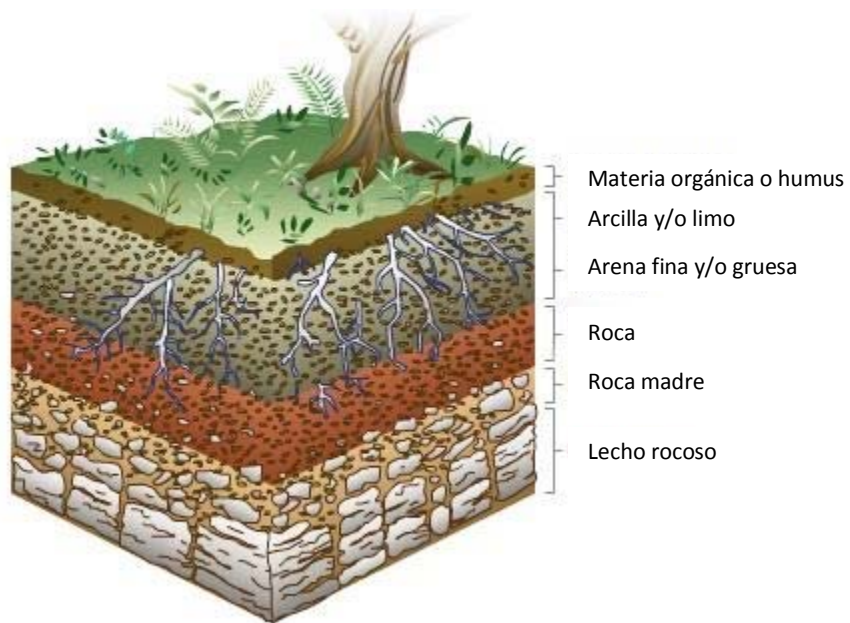
Si el proceso es por medios manuales, se requerirá el uso de pico y pala. Si el proceso es por medios mecánicos la dificultad de extracción y carga exigirá el uso excavadoras hidráulicas sobre orugas con una potencia de 140 a 160 hp, y sin el uso de explosivos, aún cuando por conveniencia se utilicen para aumentar el rendimiento.

La resistencia a la compresión simple de este material es menor o igual a 40 t/m².

- **Material III**

Si el proceso es por medios manuales, este material sólo puede removerse y alterarse con cuña y mazo, o con el uso de equipo menor como martillos neumáticos, o bien mediante explosivos o gel expansivo. Si el proceso es por medios mecánicos se requerirá del uso de martillos neumáticos adaptados al equipo pesado. En este material la resistencia a la compresión simple es de 400 t/m².

Figura 7: **Representación estratigráfica del suelo**



Fuente: <http://micigc.uniandes.edu.co/Construccion/ciment/excava.htm>

1.4.1.2. Estudio granulométrico y límites de Atterberg

El estudio granulométrico establece el tamaño de las partículas de los diferentes elementos que componen el estrato, esto se logra por medio de tamices, los cuales se encuentran graduados con diferentes tamaños, este ensayo debe ser realizado para poder realizar la clasificación del suelo.

El ensayo de límites de Atterberg, consiste en determinar los límites líquido y plástico, este procedimiento se realiza en laboratorio y forma parte de los diferentes estudios para realizar la clasificación del suelo.

1.5. Aprovechamiento del suelo

Con el perfil estratigráfico, obtenido previamente, se podrán conocer los volúmenes aproximados de los estratos existentes, de esta manera se puede determinar si al momento de realizar la excavación el material encontrado puede ser utilizado en otras actividades y no necesariamente tiene que ser desechado, este factor puede ayudar a realizar una variación de costo total de la obra.

Guatemala, debido a su ubicación y la geología del istmo, y a su cadena volcánica, y los vientos predominantes del Este, la mayor parte de las tierras altas de la vertiente del Pacífico, poseen suelos derivados de cenizas volcánicas como los clasificados como arena pómez arcillosa con poca o ninguna plasticidad denominado dentro de la construcción como selecto, el cual puede ser utilizado como material de relleno estructural, ya sea dentro o fuera de la obra. El material encontrado puede llegar a ser comercializado como por ejemplo: construcción de plataformas, rellenos sanitarios o rellenos estructurales, entre otros.

De encontrarse otro tipo de material que no sea selecto, se debe determinar si cuenta con algún uso dentro o fuera de la obra, de no ser así, el material será dispuesto en botaderos.

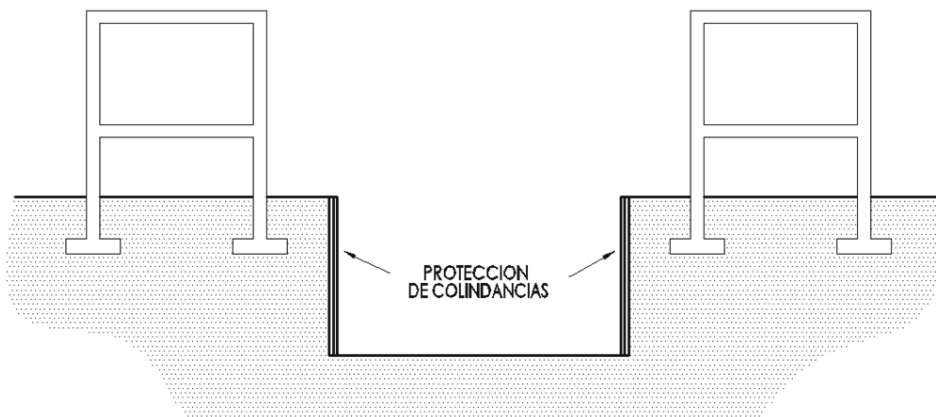
Para conocer el potencial de venta del material se deberá conocer su clasificación y el volumen que ocupa, con elementos como estos el ingeniero podrá determinar el posible aprovechamiento que se le dé al suelo.

1.6. Obras de contención para protección de colindancias

Al momento de realizar una excavación de sótanos de edificios, es usual que se realice en áreas, del tipo residencial o comercial, donde generalmente se encuentran edificaciones importantes.

Para evitar realizar algún tipo de daño a la estructura aledaña, debido a la diferencia de niveles generados por la excavación, se debe contar con un sistema de protección adecuado al tipo de suelo con que se cuenta y con el tipo de edificaciones que se ven afectadas.

Figura 8. **Esquema sobre la protección de colindancias**



Dichos sistemas de protección son considerados como muros de contención, los cuales van desde el método de suelo enclavado, hasta otros sistemas de pantallas como lo son: de paneles continuos de concreto armado *in situ*, pilotes secantes continuos, pilotes discontinuos, micropilotes discontinuos, o tablestacas.

El sistema de protección deberá ser propuesto por un experto, el cual tomará en cuenta todos aquellos factores como: carga solicitante hacia el talud, características físicas y propiedades de suelo, entre otros para diseñar un sistema que satisfaga las necesidades que se presenten.

1.6.1. Muros de contención

En el artículo del curso de mecánica de suelos de la Universidad Técnica Federico Santa María de España, se define como muro: “Toda estructura que de forma activa o pasiva, produce un efecto estabilizado sobre una masa de terreno”.

El carácter fundamental de los muros, es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial.

En las diferentes situaciones, el cuerpo del muro puede trabajar esencialmente a flexión, y la compresión vertical, debida a su propio peso, generalmente despreciable según sea el caso.

Sin embargo, en ocasiones el muro desempeña una segunda misión que es la de transmitir cargas verticales al terreno, desempeñando una función de cimiento. La carga vertical puede venir de una cubierta situada sensiblemente a nivel del terreno, o puede ser producida también por uno o varios muros apoyados sobre el muro y por pilares que apoyan en su coronación transmitiéndole las cargas de las plantas superiores.

La mayoría de los muros de contención se construyen de hormigón armado, cumpliendo la función de soportar el empuje de tierras,

generalmente en desmontes o terraplenes, evitando el desmoronamiento y sosteniendo el talud.

1.6.1.1. Tipos de muro de contención

- **Suelo enclavado**

El suelo enclavado es una técnica para reforzar el suelo *in-situ*. El sistema consiste en una cubierta o revestimiento de concreto lanzado, construido regularmente de arriba hacia abajo y un arreglo de inclusiones (miembros reforzados), perforado o insertado en una masa de suelo. El suelo enclavado se compone de tres elementos, el suelo *in-situ*, el refuerzo y la cubierta o revestimiento (aunque esta no siempre se utiliza).

La disposición de las inclusiones puede efectuarse para actuar durante un tiempo de servicio más o menos prolongado, por lo que cabe distinguir entre:

- Inclusiones provisionales
- Inclusiones permanentes

Las primeras, tienen el carácter de medio auxiliar, y proporcionan las condiciones de estabilidad a la estructura durante el tiempo necesario para disponer otros elementos resistentes que los sustituyan. Las inclusiones permanentes se dimensionan, evidentemente, con mayores coeficientes de seguridad.

En la actualidad, su popularidad para la protección de taludes en la excavación de sótanos para edificios, es debido a que ofrece ventajas tales como:

- Facilidad de adaptación a la geometría del proyecto.
- Casi total ausencia de vibraciones, muy importante si existen edificaciones aledañas.
- Notoria reducción de descompresión o modificaciones en el terreno, evitando de esta manera daños a las estructuras existentes.
- Posibilidad de incorporar los páneces a la estructura permanente.
- Posibilidad de ser usados como contención de excavaciones profundas.

A pesar de las ventajas que presenta el sistema de muro enclavado, ofrece una gran cantidad de aplicaciones con total éxito en variados sectores de la ingeniería como por ejemplo:

- Protección de taludes en carreteras.
- Ejecución de subsuelos para edificios, garages subterráneos, etc., funcionando sea como elemento estructural que como diafragma impermeabilizante, para detener filtraciones de agua, entre otros.

- o **Metodología constructiva**

La técnica del suelo enclavado, es utilizada para el refuerzo de terrenos cuya estabilidad no está asegurada. El suelo es, generalmente, un material estructuralmente pobre, debido a la baja tensión que presenta.

El concepto fundamental del suelo enclavado consiste en reforzar el suelo mediante la instalación de barras de acero, quienes van dentro de perforaciones las cuales poseen cierto grado de inclinación.

Se les inyecta concreto conocido como *Shotcrete* o concreto lanzado en español, generalmente de 3 000 psi, el cual también es utilizado para cubrir el talud, el proceso constructivo se realiza desde la parte más alta y acaba en la más baja.

Por lo tanto, esta técnica se ejecuta a través de una serie de anclajes pasivos, por lo que no son llevados a una tensión previa, como suele suceder en otro tipo de anclajes para construcción.

Proceso constructivo

- a. Se realiza un corte inicial, en el cual el suelo pierde su estabilidad, pero no a tal punto en el cual las inclusiones no lo puedan estabilizar;
- b. Las cunetas y/o los drenajes horizontales son instalados, si es necesario;
- c. Inmediatamente después de la excavación, la superficie recientemente expuesta es cubierta con una capa de concreto lanzado;
- d. Las barras del refuerzo son instalados en ubicaciones predeterminadas con la longitud e inclinación especificadas, utilizando los métodos de perforación y colocación de lechada apropiados para el suelo, en el cual serán construidos;
- e. Las inclusiones son pre-esforzadas a un pequeño porcentaje de sus cargas de trabajo, contra unas platinas aseguradas en la capa inicial de concreto lanzado. La carga de pre-esfuerzo usualmente no excede el 20% de la carga de trabajo;
- f. Una segunda capa de concreto lanzado es aplicada. El drenaje vertical debe colocarse antes de realizar el lanzado;
- g. El proceso se repite para todos los niveles subsecuentes.

Cuando se les aplica pre-esfuerzo a las inclusiones se efectúa normalmente mediante gatos hidráulicos, o mediante llave dinamométrica si la cabeza dispone de rosca. La acción se puede ejercer, según los casos, sobre la totalidad de las inclusiones (parte superior), o bien sobre uno o varios de los elementos que componen la masa de suelo enclavada.

La transferencia de los esfuerzos de las inclusiones al terreno se realizará directamente a través de la lechada de inyección, o indirectamente a través de tuberías metálicas, o de otros materiales. El comportamiento de las inclusiones cuando la fuerza exterior actúa sobre la placa de apoyo, depende de las características de rigidez, longitud, inclinación del refuerzo y del terreno.

Figura 9. **Detalle típico del muro enclavado**

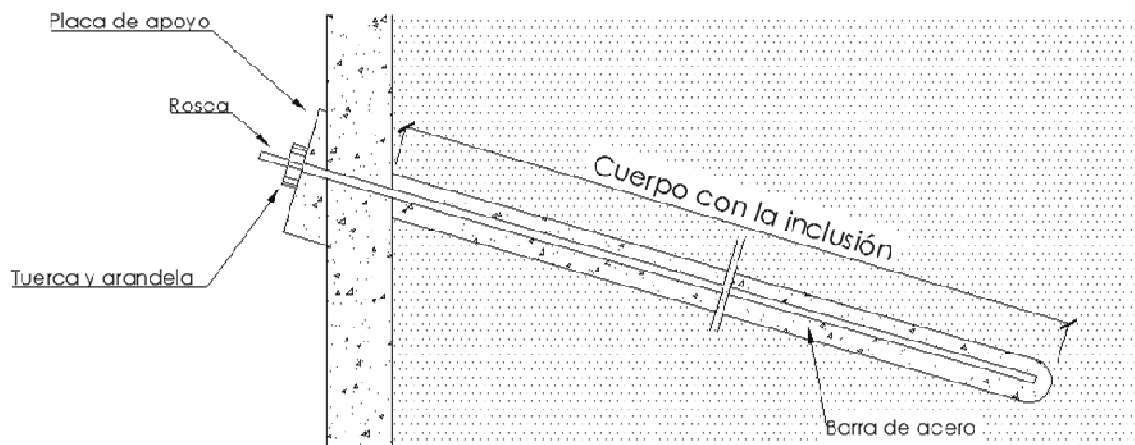


Figura 10. **Colocación de acero de refuerzo**



Fuente: Tesis: Protección de taludes utilizando el método de *soil nailing*, José Julio Pantoja Prera, Universidad de San Carlos de Guatemala

Figura 11. **Colocación de refuerzo longitudinal**



Fuente: Tesis: Protección de taludes utilizando el método de *soil nailing*, José Julio Pantoja Prera, Universidad de San Carlos de Guatemala

Figura 12. **Proceso de lanzado**



Fuente: Tesis: Protección de taludes utilizando el método de *soil nailing*, José Julio Pantoja Prera, Universidad de San Carlos de Guatemala

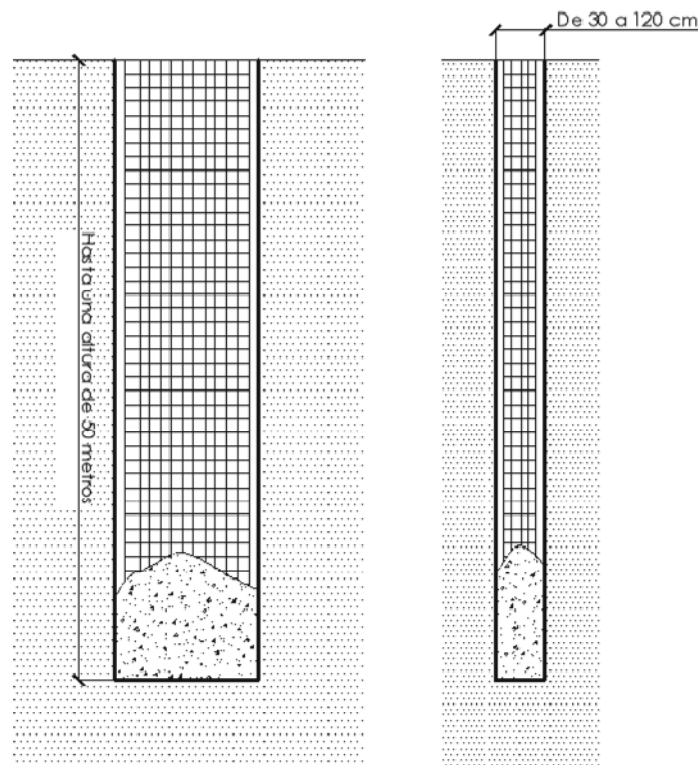
- **Pantallas**

- **Pantalla continua de paneles de concreto armado *in situ***

Consiste en la realización, en el subsuelo, de un muro vertical de concreto armado de espesor variable entre 30 y 120 cm, con un $f'c$ de más de 3 000 psi, y un armado de acero con un f_y igual o mayor al grado 60, capaz de absorber cargas axiales, empujes horizontales y momentos flectores, pudiendo alcanzar profundidades hasta los 50 m.

La pantalla continua se realiza en paneles (en forma sucesiva o alternada), cuya continuidad es asegurada por medio de un tubo o chapa junta, colocado luego de las operaciones de excavación de cada panel y retirado después del comienzo de endurecimiento del hormigón.

Figura 13. **Pantalla continua de concreto armado *in situ***



Las técnicas de ejecución de las pantallas continuas son sustancialmente idénticas a la excavación de pilotes. La difusión, cada vez en aumento de este sistema en el sector de las construcciones industriales y residenciales, se debe fundamentalmente a las ventajas que ofrece:

- Facilidad de adaptación a la geometría del proyecto.
- Casi total ausencia de vibraciones.

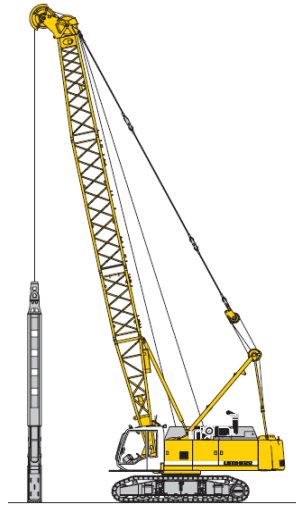
- Notoria reducción de descompresión o modificaciones en el terreno, evitando de esta manera daños a las estructuras existentes.
- Posibilidad de alcanzar profundidades debajo del nivel de agua (nivel freático).
- Posibilidad de incorporar los paneles a la estructura permanente.
- Posibilidad de ser usados como contención de excavaciones profundas.

Por los motivos expuestos, este método de protección tienen hoy en día un vasto campo de aplicación, ya que pueden ser utilizadas con total éxito en variados sectores de la ingeniería, como por ejemplo:

- a. Fundaciones de obras de arte.
- b. Servicios de protección tanto de taludes como de obras amenazadas por la erosión de las aguas.
- c. Grandes obras hidráulicas (presas de tierra, excavaciones en presencia de napa freática, cortinas de impermeabilización en el cauce de los ríos, etc.)
- d. Obras de canalización para la regularización de los cauces de los ríos contra las crecidas (inundaciones), y la erosión.
- e. Construcción de líneas de subterráneos, embarque de túneles, cruces subterráneos y construcción de grandes excavaciones en centros urbanos.
- f. Ejecución de subsuelos para edificios, garages subterráneos, etc., funcionando sea como elemento estructural que como diafragma impermeabilizante para detener filtraciones de agua.
- g. Grandes obras industriales para la construcción de pozos, silos subterráneos, etc.
- h. Construcción de muelles.

- i. Pilotes rectangulares. Los paneles de la pantalla continua pueden ser usados individualmente para soportar elevadas cargas verticales. En este caso toman el nombre de pilotes rectangulares.
- j. Pantalla continua plástica, para conformar una barrera estanca de fango mezcla de cemento, bentonita y agua en proporciones que varían en función de la permeabilidad deseada (en función del grado de impermeabilización que se quiere alcanzar); para conformar una barrera hidráulica que impida filtraciones de agua o de fluidos indeseables.
 - o **Proceso constructivo**
 - a. Se debe realiza la excavación por medio de una grúa con aditamento para la excavación de pantallas (figura 14 y 15), tomando en cuenta el ancho y la profundidad, a la cual se desee.
 - b. Seguidamente se introduce el refuerzo de acero, el cual se arma *in situ*, posteriormente se colocará dentro de la excavación por medio de grúa.
 - c. Luego se inyecta el concreto, el cual deberá de poseer como mínimo un f'c de 3 000 psi, dentro de la pantalla.

Figura 14. **Grúa con aditamento para excavación de pantallas**



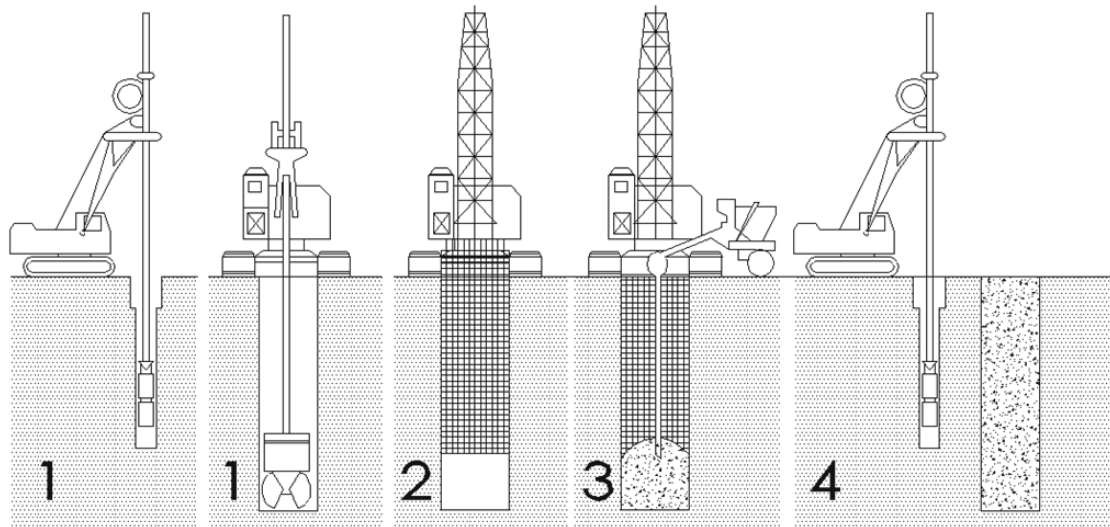
Fuente: datos técnicos grúa hidráulica sobre cadenas LIEBHERR.

Figura 15. **Aditamento especial para excavación de pantallas**



Fuente: datos técnicos grúa hidráulica sobre cadenas LIEBHERR.

Figura 16. **Proceso constructivo de pantallas continuas de concreto**



- **Pantalla discontinua de pilotes secantes**

Es denominada de esta manera, ya que cada pilote se encuentra a una distancia mayor entre ejes de 2,50 metros. Se utiliza en su mayoría en aquellas excavaciones que se sepa que el nivel freático se encuentra por debajo de la cota final de excavación.

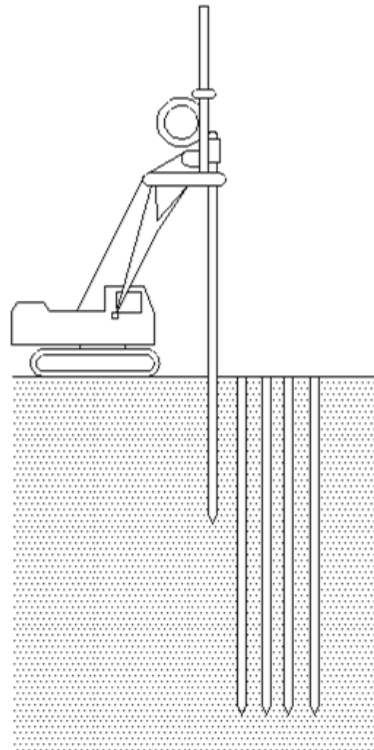
Los pilotes empleados, por este sistema, ya se encuentran fundidos previamente antes de su instalación, luego por medio de golpes se introducen dentro del terreno hasta la altura requerida.

Es recomendable utilizar el sistema en aquellos suelos que sean clasificados como material II, inciso 1.4.1.1, o de menor capacidad; ya que de superar los 40 t/m² de resistencia a la compresión simple, se puede dar la fractura de los pilotes, al momento de ser golpeados contra el estrato.

Una de las mayores desventajas de este sistema es que genera demasiadas vibraciones, por lo cual, no es aconsejable a utilizar en lugares con construcciones próximas.

Otra desventaja que presenta el sistema es que para su instalación se requiere el suficiente espacio para realizar los trabajos, y solamente es aconsejable el uso del sistema en áreas pequeñas por el tiempo que tarda el hincado de cada pilote.

Figura 17. **Proceso de hincado de pilotes**



- **Pantalla continua de pilotes**

Este método se diferencia de la discontinua, ya que cada pilote se encuentra a una distancia menor a los 2,50 metros. Consiste en la perforación en el terreno con el auxilio de un barreno helicoidal continuo y se bombea el concreto a través del tubo central del barreno, mientras este último es retirado del terreno.

De allí su mayor diferencia con el de pantalla discontinua, ya que este método genera demasiadas vibraciones, por lo cual, no es aconsejable a utilizar en lugares con construcciones próximas; en cambio, el de pantalla continua ofrece la ventaja de construcción en centros urbanos, próximos a estructuras existentes, escuelas, hospitales y edificios históricos, porque no producen molestias vibraciones y no causan descompresión del terreno.

Otras ventajas del método son:

- En obras de gran magnitud, donde por lo general se desea construir un número elevado de pilotes y todos del mismo diámetro, ya que se alcanzan altos niveles de construcción, debido a la versatilidad del método utilizando la misma maquinaria.

Ofrece una alternativa de contención de los suelos en aquellos casos donde no se haya detectado un nivel freático permanente que perjudique las tareas de excavación. Consiste en la ejecución de una pantalla continua de pilotes que tienen la ventaja de realizarse a bajo coste, siendo económica y a corto plazo.

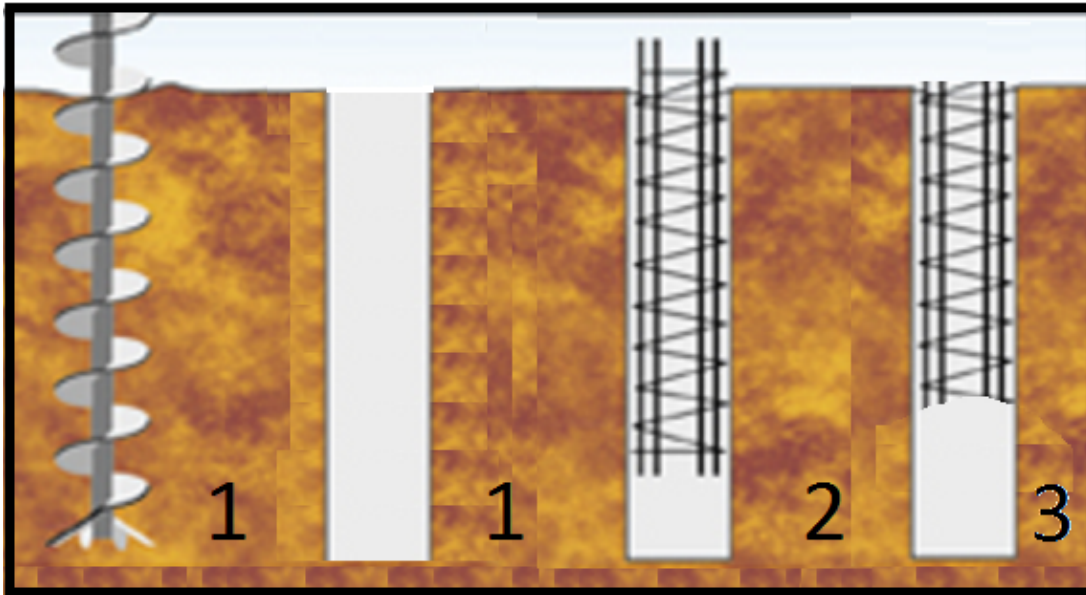
Para su realización se disponen una serie de pilotes de un determinado diámetro con una distancia establecida, medida entre ejes, la cual estará determinada por el diseñador, tomando en cuenta las características físicas y propiedades mecánicas que presenten los suelos; por lo general, dicha distancia es el doble de su diámetro, quedando contenido el terreno entre los pilotes por el efecto del arco.

- **Metodología constructiva**

- **Perforación:** la perforación consiste en hacer penetrar en el terreno una hélice, por medio de un torque apropiado, para vencer su resistencia, en el caso que se encuentre con estrato rocoso se cambiará por una broca especial para el grado de dureza que presente la roca.
- **Colocación de la armadura:** la colocación de la armadura se da luego del proceso de excavación, de su hormigonado.
- **Inclusión de concreto:** una vez alcanzada la profundidad deseada, se bombea el hormigón a través del tubo central, rellenando la cavidad abierta por la hélice, y se repite el proceso.

La armadura, con forma de jaula cilíndrica, es introducida en el pilote por peso propio o con el auxilio de un martillo de poca potencia.

Figura 18. **Proceso constructivo del pilote**



- **Pantalla discontinua de micropilotes**

Se define como aquellos elementos que posean un diámetro menor a 250 mm, a pesar de que también se les conoce como “minipilote” con diámetro entre 150 y 250 mm, y “micropilote” con diámetro menos de 150 mm.

Su utilización se da más para soluciones especiales, se emplea frecuentemente para contención de suelos, hasta una altura no mayor a los 10 metros, o también en edificios donde haya que reforzar cimentaciones antiguas. Su uso se da en la instalación de recintos de trabajo con acceso limitado, dimensiones reducidas y pequeñas alturas de trabajo.

Los micropilotes se usan cada vez más. Hay cuatro grandes áreas de utilización:

- Como cimentación y/o recalce de estructuras, trabajando básicamente a compresión.
- Constituyendo cortinas o muros discontinuos, para contención de terrenos o excavaciones profundas.
- Trabajando a flexión, tracción o flexotracción, en la corrección de corrimientos o deslizamientos.

Este método de protección de taludes, en su parte constructiva no varía mucho con respecto a pilotes de tamaño normal, lo único que cambia es el diámetro del pilote.

- o **Tablestacas**

Las tablestacas son perfiles, generalmente metálicos, que pueden ser utilizados para obras definitivas (muelles, defensas de cauces, protección de muros en excavaciones bajo nivel freático, etc.), o bien como protecciones provisionales (aperturas de zanjas para colectores, diques secos, etc.).

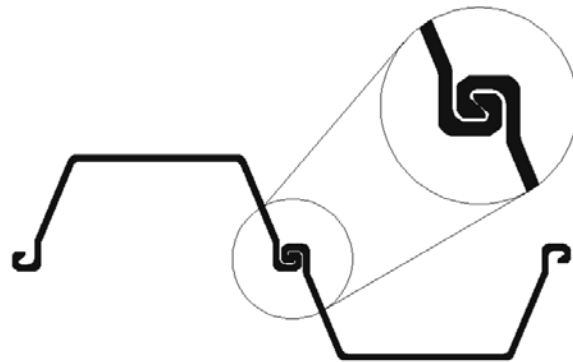
En los primeros casos (tablestacas no recuperables), se realiza la hincada de los perfiles hasta las cotas proyectadas mediante vibrohincadores o bien mediante martillos hidráulicos. Generalmente se obtienen unos rendimientos bastante más elevados mediante el empleo de vibrohincadores, permitiendo asimismo dichos medios, una ejecución más precisa de los tablestacados.

En el supuesto de entibaciones provisionales (tablestacas recuperables), se realiza tanto la hincada como la extracción de las tablestacas, generalmente mediante vibrohincadores. En el caso de entibaciones para colectores, pueden ser empleados los equipos base para la realización de la excavación de zanjas o como grúas para la introducción de tuberías, etc. Un ejemplo de aplicación

práctica de entibación provisional, viene dado por la formación de recintos de tablestacas, previos al vaciado necesario para la fundición de pilas de estructuras, que deban ser realizados bajo nivel freático (cauces de ríos), procediéndose a la extracción de dichas tablestacas una vez realizado el trabajo, empleándose sucesivamente las mismas tablestacas para la realización de las siguientes fundiciones.

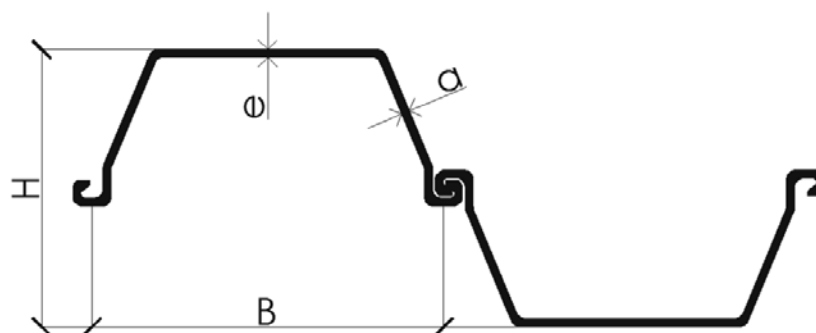
Estos se encuentran unidos entre sí, mediante un trabe especial que posee cada una, la cual la fija a la siguiente.

Figura 19. **Detalle de trabe entre tablestacas**



Las tablestacas poseen las siguientes dimensiones.

Figura 20. **Dimensiones de tablestacas**



Donde:

Tabla VI. **Dimensiones de tablestacas**

TIPO	DIMENSIONES			
	B (mm)	H (mm)	e (mm)	a (mm)
1	500	340	12.3	9
2	500	400	14.1	10

Fuente: www.tablestacas.es

Las tablestacas las podemos encontrar:

- Metálicas de acero, son las más normales
- De hormigón
- De plástico (vinilo)
- De fibra de vidrio

Su uso ofrece ventajas como: alta resistencia para sollicitación de hincado (suelo difícil de penetrar), relativamente livianas, pueden llegar a ser recuperables, fáciles de proteger de la oxidación, a pesar de esto poseen grandes desventajas para su utilización urbana debido a que: afectan a las estructuras muy próximas a ellas al momento de su instalación por ruido y vibraciones, pueden provocar asentamiento en estructuras vecinas debido a las vibraciones.

Figura 21. **Uso de tablestacas para la contención de suelo**

(a)



(b)



Fuente: www.tablestacas.es

2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.1. Aspectos administrativos

Para poder iniciar los trabajos tanto de movimientos de tierra, ampliación, demolición y excavación se debe contar con las licencias requeridas por parte de la municipalidad del municipio, en el cual se lleven a cabo dichas actividades.

Las diferentes municipalidades de la República de Guatemala, establecen procedimientos propios de cada una de ellas, para la obtención de las diferentes licencias para poder realizar dichos procesos. Antes de iniciar cualquiera de los las actividades antes mencionadas es necesario abocarse a la municipalidad correspondiente para cumplir con los requerimientos establecidos por ésta.

De lo anterior y tomando en cuenta que la mayor cantidad de excavaciones de sótanos se da en el municipio de Guatemala, se toma como referencia su reglamento de construcción.

El Reglamento de construcción de la municipalidad de Guatemala, en su capítulo III y IV, establece todo el marco legal con respecto a la emisión y devolución de licencias respectivamente.

En este capítulo se podrá encontrar toda la información que la municipalidad de Guatemala, requiere para poder realizar la emisión de la licencia que se requiera.

En el proceso de emisión de licencias el interesado debe entregar:

- Formulario F02 con información completa, este formulario puede ser ubicado en el portal de internet de la Municipalidad de Guatemala, o bien en su sede. Anexo A.

- Resolución favorable del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, si el proyecto que se desea desempeñar es de más de 900 m², se debe consultar si el Ministerio establece si se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental, o bien, solamente se debe de llenar el formulario allí proporcionado.

El listado Taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, del acuerdo gubernativo No. 134-2005, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, define 5 categorías sobre los impactos al medio ambiente, según la actividad desempeñada, siendo estas:

- A. Alto impacto ambiental / Riesgo ambiental.
- B1. De moderado a alto impacto ambiental / Riesgo ambiental.
- B2. De moderado a bajo impacto ambiental / Riesgo ambiental.
- C. Bajo impacto ambiental / Riesgo ambiental.

La actividad es clasificada bajo esta categoría, tomando en cuenta, la actividad desempeñada por el Proyecto, obra, industria o actividad. El estudio de impacto ambiental deberá de ser realizado por un profesional registrado en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

- En el caso que dentro del proyecto se deba talar una cantidad mayor a 10 metros cúbicos, se debe contar con el dictamen favorable del Instituto Nacional de Bosques (INAB), ya que ellos establecerán el procedimiento si se debe realizar alguna actividad de reforestación.
- Y toda la información adicional requerida.

2.1.1. Licencia de construcción

Aparte de los documentos generales que se enunciaron anteriormente para obtener la licencia de construcción la Municipalidad de Guatemala, también requiere de la siguiente información:

- Plano de localización acotado, referenciando calle y avenidas.
- Plano de ubicación.

Es importante revisar las alturas máximas permitidas para edificaciones, estructuras y cualquier objeto, ya que el capítulo II, artículo 108 del reglamento de construcción de la ciudad de Guatemala, establecidas textualmente: “El Anexo 3 de El Reglamento determinara las alturas máximas que podrán tener las edificaciones situadas dentro del área de subida en el despegue de aeronaves, del Aeropuerto La Aurora, según las normas del Anexo 14 de La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)”, Anexo B.

2.1.2. Licencia de demolición

Para obtener la licencia de demolición, solamente se debe indicar en el formulario F02 y cumplir con la documentación general.

En el caso que el proyecto sea mayor a 900 m², se debe adjuntar:

- Memoria descriptiva de las medidas de mitigación a implementar para los impactos negativos, en base al estudio de impacto ambiental que se haya realizado.
- Memoria descriptiva de las medidas de mitigación a implementar para protección a colindancias y vía pública.
- En el caso que existen edificaciones muy próximas a la estructura a demoler, se debe proporcionar la fotocopia de la póliza de seguro de responsabilidad civil (por daños ocasionados a terceros en sus personas o bienes).

2.1.3. Licencia de excavación

La Municipalidad de Guatemala establece que para realizar la excavación se debe contar con la siguiente información anexa a la documentación general:

- Planos de plataformas con niveles y curvas de nivel modificadas o propuestas.
- Secciones del terreno con perfiles originales y modificados.
- Planos de sistemas de estabilización de taludes a utilizar.
- Planos de detalles estructurales del sistema de estabilización de taludes.
- Planos estructurales, según lo establecido en el reglamento de construcción de la Municipalidad de Guatemala, deberán ser presentados conforme a las Normas Centroamericanas establecidas por el ICAITI.
- Memoria descriptiva del sistema de estabilización de taludes a utilizar.

Como también se debe adjuntar:

- Memoria descriptiva de las medidas de mitigación a implementar para los impactos negativos, en base al estudio de impacto ambiental que se haya realizado.
- Memoria descriptiva de las medidas de mitigación a implementar para protección a colindancias y vía pública.
- En el caso que existen edificaciones muy próximas al área a excavar, se debe proporcionar la fotocopia de la póliza de seguro de responsabilidad civil (por daños ocasionados a terceros en sus personas o bienes).

2.2. Disposiciones especiales por parte de la municipalidad de Guatemala

Para que el proyecto se encuentre dentro del marco legal, se deben conocer las disposiciones que la Municipalidad de Guatemala, contempla con respecto a las construcciones.

De esta manera, la Municipalidad de Guatemala establece que todo vehículo o camión de volteo que se encuentre cargado, ya sea con ripio o con algún tipo de suelo, debe de cubrir su carga por medio de una lona, para poder circular dentro de la ciudad.

Como parte de la responsabilidad civil que cuentan las constructoras con el municipio donde se realice el proyecto, estas se encuentran obligadas a reparar toda aquella infraestructura municipal que se vea dañada por la ejecución del proyecto, ya sean estas aceras, calles, bordillos, etc.

En trabajos de excavación o de alguna actividad que afecte la limpieza de las calles, se debe contemplar la limpieza regular de las mimas para poder mantener el ornato durante la construcción.

A pesar que se hace mención únicamente de las disposiciones solicitadas por parte de la Municipalidad de Guatemala, es importante dejar recomendar que dichas disposiciones deben ser aplicadas en aquellos municipios que no lo soliciten, ya que su objetivo es mantener el ornato y evitar accidentes entre otros.

2.3. Tiempo de entrega

El tiempo de entrega de la obra finalizada debe ser consensuado entre el contratista y el cliente, ya que será determinado tomando en cuenta factores tales como:

- Magnitud de los trabajos a realizar o de las actividades que se pretenden desempeñar.
- Si existen limitaciones externas, tales como:
 - = Restricciones por parte de la municipalidad, según el artículo 9 del Reglamento de Tránsito, acuerdo gubernativo número 273-98, de la Municipalidad de Guatemala, se restringe la circulación de vehículos pesados y especiales de lunes a viernes, en el horario de 5:30 a 9:00 y de 16:30 a 20:30 hrs.; teniéndose como vehículo pesado el que tiene más de 3,5 toneladas métricas de peso bruto máximo, esto incluye a camiones de volteo. Esta restricción es dada en todos los municipios del área metropolitana.

- = Restricciones impuestas por los vecinos. En algunas áreas de la ciudad asociaciones de vecinos, restringe actividades que generen altos niveles de ruido, como lo es la construcción. Restringiendo los trabajos de excavación generalmente por las noches, las tardes de los días sábados y el día domingo.

Es importante que el tiempo de entrega no sea tan ajustado, esto quiere decir que dependiendo de la obra; el plazo de entrega se extienda en 2 ó 3 días, más del tiempo real estimado; esto con el fin de tener tiempo para solucionar posibles contingencias.

2.4. Cronograma de actividades

Todo proyecto debe tener un cronograma con actividades y fechas para tener una idea general del proceso de construcción, en término de días, meses y años. Cada parte de la obra necesita su tiempo específico para su ejecución. El cronograma debe elaborarse tomando en cuenta todos los aspectos que tomen un rol importante dentro del proyecto. Debido a esto, se puede determinar con precisión cuáles son las actividades importantes, a partir de los aspectos técnicos del proyecto. Este debe realizar con el mayor detalle posible, de esta manera se podrá visualizar de forma clara todas las actividades.

Todo cronograma, además debe contemplar los aspectos logísticos, debe decir, cómo se va a realizar y lograr los objetivos de proyecto.

El proyecto debe ser basado de acuerdo a los recursos con que se cuenta como: el tiempo total y el equipo humano, maquinaria y equipo, etc. Se calcula para cada uno de ellos el tiempo específico en el cual desarrollarán cada actividad impuesta; este cálculo debe hacerse por medio del rendimiento

que se espera tendrán cada recurso, de esta manera se podrá determinar la ruta crítica del proyecto, la cual establecerá el tiempo máximo de ejecución.

2.4.1. Presentación y ejemplo de cronograma

Se utilizará generalmente en forma de diagramas, los cuales permiten visualizar mejor el tiempo de cada actividad, y sobre todo en aquellos casos en que hay varias actividades en un mismo tiempo.

Los diagramas más comunes son los de barras, conocidos con el nombre de diagramas de Gantt, y que se utilizan en proyectos sencillos. Para proyectos de mayor complejidad, y a partir de la teoría de sistemas, se utilizan los diagramas de flechas o redes, como el CPM y PERT.

Excavación de sótano

- **Tipo de excavación**
 - Por su profundidad: Profunda.
 - Por su nivel de detalle: Masiva y en rampa.
 - Por tipo de material excavado: Común en tierra.
 - Por su grado de humedad: Excavación seca.
- **Tipo de suelo** Material II.
 - Resistencia a compresión simple: Menor a 40 t/m^2
- **Nivel freático:** 30 metros por debajo del nivel del suelo.
- **Edificaciones próximas**
 - Norte: 2 casas de habitación de mampostería reforzada.
 - Sur: 2 casa de habitación de mampostería reforzada.
 - Este: Calle principal.
 - Oeste: Calle secundaria.
- **Obstáculos en enterrados dentro del terreno:** No existen.
- **Objetos a demoler:** 2 casas de un nivel, de mampostería reforzada
- **Tipo de maquinaria a emplear:** 2 excavadora de 180 Hp.
- **Método de protección de taludes:** Muro enclavado.
- **Dimensiones del terreno:**

Figura 22. Esquema del terreno a excavar

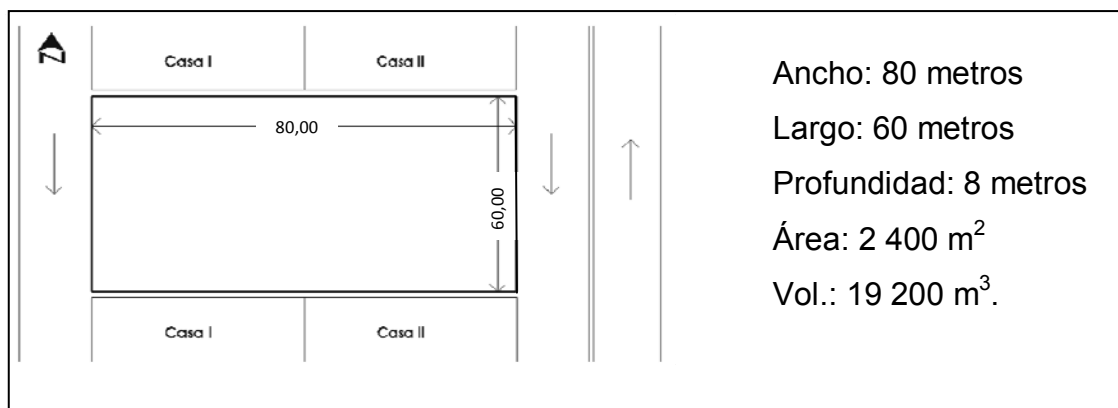
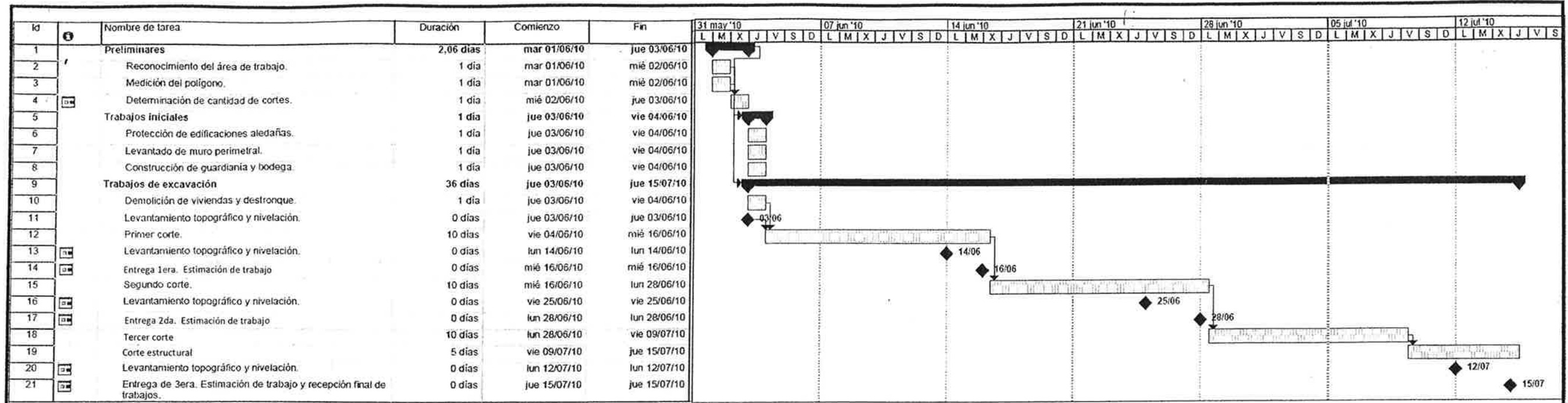


Figura 23. Cronograma de actividades



Proyecto: Cronograma
Fecha: lun 05/07/10

Tarea
División



Progreso
Hito



Resumen
Resumen del proyecto



2.5. Solución de posibles contingencias y contratiempos

Durante la ejecución de los trabajos de excavación, se debe tomar en cuenta que podrán existir aspectos que se salen de lo ya previsto en el cronograma de ejecución, debido a esto se deben programar actividades para corregir o prevenir contratiempos.

Las contingencias y contratiempos, varían según el proyecto que se esté realizando, en algunos casos estos eventos pueden ser identificados antes de que se lleven a cabo, de esta manera se podrían tomar las medidas correctivas para evitar o minimizar las consecuencias en la ejecución del proyecto.

De no poder ser identificadas previamente, se debe sobrepasar la situación tomando en cuenta que entre menos tiempo se pierda se tendrán menos efectos en el aspecto económico.

Las contingencias y contratiempo se ven reflejados directamente en el factor económico de la obra, ya que por cada día que se detenga la construcción, se pierde tiempo para la entrega final de la obra; en muchos casos el contratista se compromete a entregar la obra dentro de cierto plazo y de no ser así, se ve obligado a pagar algún monto por cada día de atraso en la fecha establecida para la recepción de los trabajos.

Como ya se mencionó las posibles contingencias y contratiempos, varían según el proyecto. A continuación se mencionan tres de las más comunes, y también se proponen soluciones.

- **Mal estado de la rampa de salida de camiones**

Generalmente cuando se realizan los trabajos de excavación en época lluviosa, la rampa de salida de los camiones se forma lodo debido al tránsito de los camiones y otros vehículos, de esta manera se propone que se le aplique una capa de otros material, en especial si se trata de materiales no plásticos, como las rocas de pequeño tamaño conocido agregado grueso o de propiedades similares, debido a su composición estas no retienen el agua.

En algunos casos durante el proceso de excavación se llegan a encontrar estratos, los cuales pueden ser utilizados, y de esta manera no incrementar los costos.

- **Procesos de protección de taludes**

En los casos que la construcción de la protección de taludes se dé conjuntamente con el proceso de excavación.

Se puede llegar a dar la situación que ésta se adelante demasiado con el proceso de construcción y de esta manera se tenga que detener el proceso de excavación.

Debido a esto, se recomienda que se establezca un rendimiento de excavación razonable para que el proceso no se adelante demasiado a la construcción.

- **Desperfectos mecánicos en la maquinaria pesada que realiza el corte.**

Los desperfectos mecánicos en la maquinaria que realiza el corte como excavadoras, es uno de los contratiempos que más tiempo hacen perder, ya que en el caso que exista más de una maquinaria trabajando, el rendimiento de corte se reduce y en el caso que exista el proceso se detiene completamente.

De esta manera se recomienda que se le realice un chequeo general a la maquinaria a emplear, antes de iniciar los trabajos de excavación, para comprobar su buen estado, como también contar dentro del proyecto con aquellos repuestos y enseres como lubricantes, entre otros.

2.6. Metodología según profundidad del sótano

Este proceso varía según la profundidad de diseño del sótano, de esta manera se debe seleccionar correctamente la forma en que se ejecutará la excavación. El área disponible también debe ser tomada en cuenta al momento de planificar y determinar cómo se ejecutará el proceso.

Tomando en cuenta que existen factores y elementos que restringen la forma de ejecución de la excavación tales como: el espacio de maniobra que emplea cada maquinaria para realizar su trabajo con seguridad y la construcción de la rampa de salida, la cual debe ser colocada estratégicamente para que al momento de retirarla sea fácil y no presente complicaciones al proyecto.

Figura 23. **Modelo 3D, de un sótano de 8 metros de profundidad, con forma de terreno irregular**

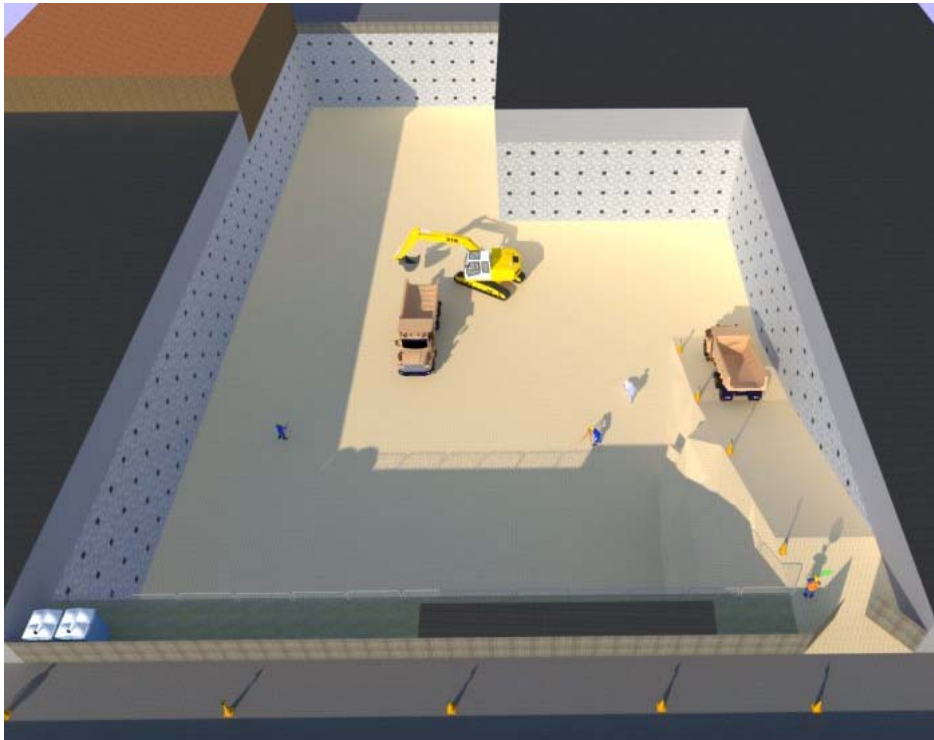


Figura 24. **Vista en elevación del área de rampa**

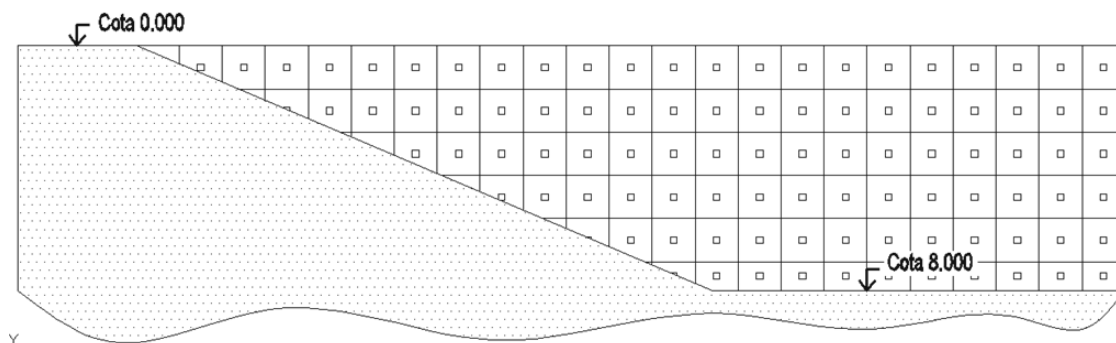
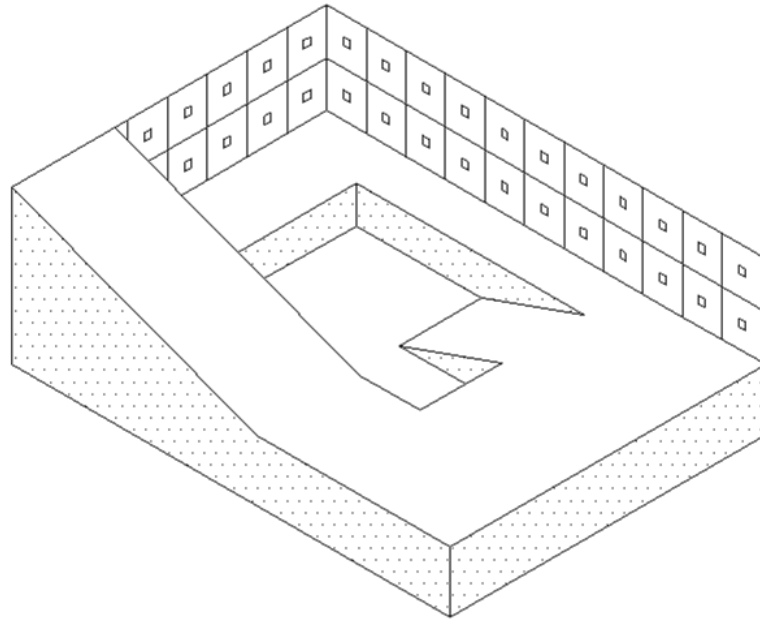


Figura 25. **Proceso de excavación**



Los cortes se realizan en forma de capas, el primer corte se realiza a 2,10 m de profundidad, desde la cota cero, luego el proceso consiste en realizar cortes de 1,75 m, consecutivamente, estableciendo las bermas respectivas si el método de protección es por medio de muro enclavado.

En el caso que la protección ya se encontrará construida como lo son los diferentes sistemas de pantallas, las bermas pueden ser omitidas, al área en el centro del terreno es conocido como núcleo, este corte se puede realizar de la manera que el ingeniero residente considere mejor.

3. ASPECTOS TÉCNICOS

3.1. Presupuesto

El presupuesto debe ser desarrollado tomando en cuenta cada una de las actividades a realizar, las cuales serán establecidas en renglones, considerando todos aquellos factores que afecten al proyecto; se deben calcular los precios unitarios, obtenidos con un análisis de rendimiento de materiales, maquinaria y equipo, mano de obra e insumos.

Como todo proyecto de Ingeniería Civil, es importante determinar los renglones que serán necesarios a desarrollar. La plena identificación de los renglones ofrecerá una ayuda que se pueda ofrecer un mejor precio de venta al cliente.

Se debe tener claro todos los trabajos a desarrollar y de esa misma manera poder realizar una plena identificación de cada material, maquinaria, equipo, mano de obra e insumos que se utilizan, esto con el fin de que al momento que se está llevando a cabo la obra no se necesite incluir elementos extras, los cuales no se encuentran contemplados en el presupuesto inicial, el cual genere que el proyecto incremente su costo, y por tanto, pierda su rentabilidad.

En resumen, es importante tanto la plena identificación de cada renglón como también determinar cuáles son aquellos factores que puedan llegar a afectar el costo. Los cuales en su mayoría son factores externos del tipo: ambiental y social.

3.1.1. Renglones de trabajo básicos

3.1.1.1. Demoliciones

Para la mayoría de edificaciones, como casas, que sólo tienen dos o tres plantas, la demolición es un proceso simple. La edificación es derribada ya sea bien manualmente o mecánicamente, usando equipo hidráulico de demolición como martillos, grúas, excavadoras o tractores.

Las edificaciones más grandes pueden requerir el uso de una bola de demolición, la cual es una masa de acero pesado suspendido de un cable que es balanceado por una grúa hacia la fachada de los edificios. Las bolas de demolición son especialmente efectivas contra la mampostería, pero son controladas con mayor dificultad y deberán ser utilizadas únicamente en espacios abiertos, presentando una desventaja con otros métodos.

A demás, en algunos casos se tendrá que considerar el uso explosivo, este método de demolición debe ser implementado por expertos.

En algunos casos donde la estructura está compuesta en su mayoría de elementos de metal, el proceso de demolición, más bien, pasa a ser un procedimiento de desarme, donde al material puede llegar a ser reciclado, ya sea dándosele un uso dentro del proyecto o bien puede llegar a ser vendido por el contratista de la excavación, obteniendo así un factor de retorno de la inversión por el desarme de la estructura.

Dependiendo de cómo se llevará a cabo el proceso de demolición y qué tipo de maquinaria se llegará a utilizar, se verá afectado el costo del renglón, se debe tomar en cuenta factores como movilidad del equipo, ya sea pesado o ligero. ¿Cómo será trasladada?, se deberá tener en cuenta en el caso de la maquinaria pesada si es posible que opere en condiciones normales y de forma segura, se debe tomar en cuenta que la maquinaria a utilizar no afecte a las edificaciones aledañas, estos son factores importantes al momento de realizar el renglón de demoliciones.

Algo importante al momento de realizar la demolición, es el control de polvo que se genere, debido a esto, al personal se le debe proporcionar el equipo adecuado. El polvo será controlado rociando el ripio proveniente de la demolición, este es un elemento que toma importancia al momento de realizar los costos del proyecto.

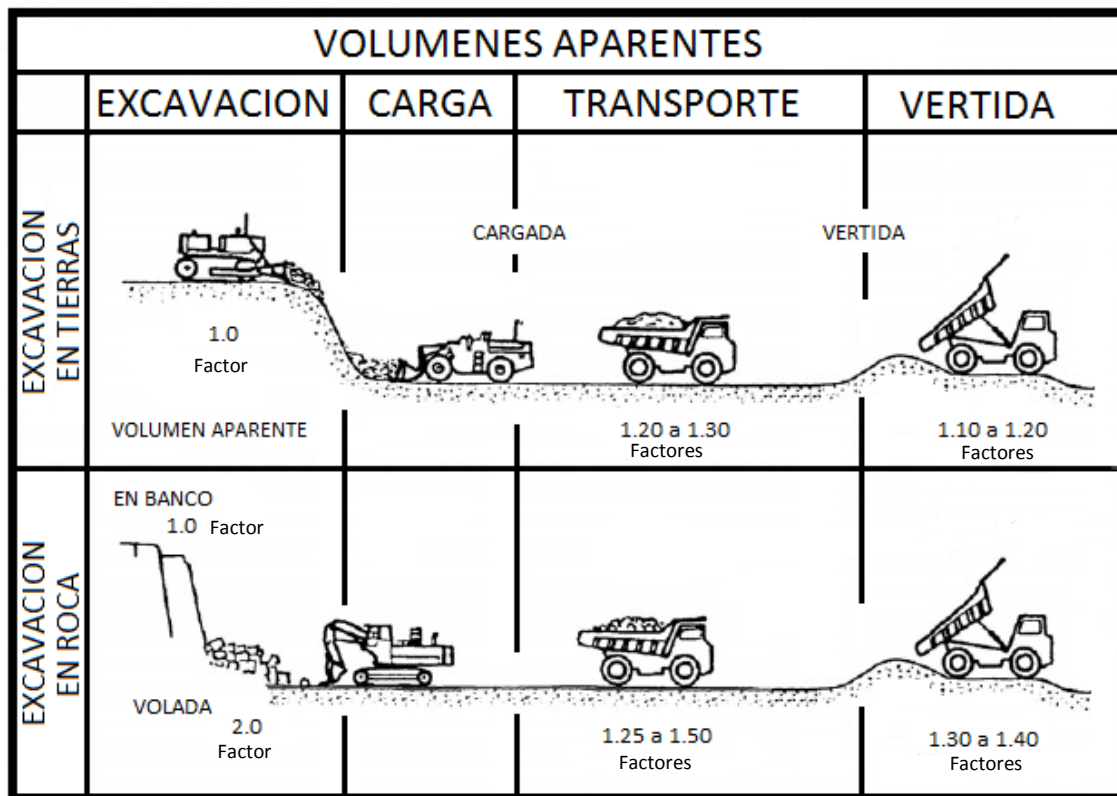
3.1.1.2. Excavación masiva

Si existen estudios de suelos o geológicos suficientes, al momento de iniciar una excavación serán de gran utilidad para una clasificación previa del estrato, para que el cliente y el contratista conozcan que clase de material que se extraerá.

Si en la ejecución de una excavación el Contratista considera que hay un cambio en la clasificación anterior, conjuntamente con el cliente, el contratista verificara, reclasificara, medirá el material ya excavado, dejando los puntos de referencias fácilmente determinables para medir el volumen con la nueva clasificación, negociándose así el costo que representará la movilización de este nuevo tipo de material.

Se debe tomar en cuenta el factor de expansión que tendrá el material, al momento de determinar la cantidad de metros cúbicos a ser movilizados, los factores varían según la actividad a realizar. En la figura 27 se ejemplifica la fluctuación de los factores.

Figura 26. **Variación de factores de hinchamiento según el volumen aparente**



Fuente: <http://micigc.uniandes.edu.co/Construccion/ciment/excava.htm>

Luego de haber determinado el tipo de material excavado, el grado de humedad, y si la excavación presenta cualidades especiales, se deberá seleccionar la herramienta y equipo que será utilizada, afectado directamente el costo del proyecto.

Este renglón es cobrado según la cantidad de metros cúbicos que se retiran, se obtiene el precio unitario que representa la movilización de todo el volumen de la excavación masiva.

En este renglón, el movimiento del material hacia su lugar de disposición es una de los elementos que mayor relevancia toma, ya que el precio por viaje debe encontrarse en un rango que no encarezca el proyecto, ya que este será el elemento que mayores recursos percibe.

3.1.1.3. Excavación estructural

Se refiere al proceso de excavación para las zanjas de cimentación, esta requiere mayor cuidado al momento de realizarla. La forma de ejecución podrá ser tanto con maquinaria o a mano, dependiendo del tamaño, ubicación y profundidad de la misma.

La maquinaria para realizarla, en su mayoría, consiste de retroexcavadora de una potencia aproximada de 80 Hp. El precio para realizar este tipo de excavación es más alto que el de la masiva, esto debido a que se debe realizar un correcto tallado de la zanja de la cimentación, lo cual incurrirá en mayor tiempo de ejecución.

Para la realización de este renglón se debe considerar la mano de obra que podría necesitarse para realizar el tallado final de la zanjas de cimentación,

como también la herramienta necesaria tal como: palas, piochas, azadones y hasta maquinaria hidráulica de mano.

3.1.1.4. Excavación en rampa

Al momento de realizar la excavación en rampa, se debe considerar que este renglón contempla la posible incorporación de maquinaria, la cual no ha sido utilizada durante el proceso de excavación.

En el proceso de una excavación profunda se deberá realizar la sustracción de la rampa, tomando en cuenta la posible incorporación de maquinaria como lo es una excavadora de brazo largo, la cual posee un brazo con un alcance aproximado de doce metros o más, según se encuentre en el mercado, la cual ayudará a la remoción del material que va quedando a una mayor profundidad al momento de realizar la remoción de la rampa.

3.1.1.5. Botaderos

Es denominado así, al lugar de despacho del material excavado, en algunos casos el material que es excavado puede llegar a ser vendido fuera del proyecto, generando así un factor de retorno al proyecto, de no ser vendido o reutilizado el material excavado, este deberá ser dispuesto hacia algún lugar donde sea permitido.

En la Ciudad de Guatemala, existen lugares que pueden ser utilizados como botaderos, sin la necesidad de realizar un pago para ejecutar esta actividad, un ejemplo es el vertedero de la zona 3; por otro lado, existen lugares donde se puede llegar a realizar la disposición del material excavado realizando un pago por cada metro cubico botado en el lugar.

Para la realización del costo del proyecto, se debe contar en cuenta este factor ya que si el botadero a utilizar es privado, se deberá realizar un pago por cada metro cubico dispuesto en el lugar y realizar el acomodo del material.

La localización del botadero debe encontrarse lo más próxima al proyecto, ya que esto reducirá costo de movilización del material al lugar.

3.1.1.6. Limpieza de calles

Se deberá tomar en cuenta la limpieza periódica de la salida de los camiones, ya que estos arrastran lodo hacia la calle, el cual debe ser retirado de la calle, esto con el fin de mantener el ornato del área de influencia del proyecto y en cumplimiento de disposiciones por parte de la municipalidad de Guatemala.

El proceso deberá considerar el uso de camiones cisternas de agua, una barredora mecánica, y personal, todo el personal debe contar con su respectivo equipo de protección y seguridad.

3.1.2. Ejemplo de presupuesto

El formato y la forma de realizar el presupuesto, queda totalmente a discreción del profesional, aquí se continuará con el ejemplo del capítulo II, donde se realizó el cronograma de actividades.

Excavación de sótano en 1.5 meses

- **Tipo de excavación**
 - Por su profundidad: Profunda.
 - Por su nivel de detalle: Masiva y en rampa.
 - Por tipo de material excavado: Común en tierra.
 - Por su grado de humedad: Excavación seca.
- **Tipo de suelo** Material II.
 - Resistencia a compresión simple: Menor a 40 t/m^2
- **Nivel freático:** 30 metros por debajo del nivel del suelo.
- **Edificaciones próximas**
 - Norte: 2 casas de habitación de mampostería reforzada.
 - Sur: 2 casa de habitación de mampostería reforzada.
 - Este: Calle principal.
 - Oeste: Calle secundaria.
- **Obstáculos en enterrados dentro del terreno:** No existen.
- **Objetos a demoler:** 2 casas de un nivel, de mampostería reforzada
- **Tipo de maquinaria a emplear:** 2 excavadora de 180 Hp.
- **Método de protección de taludes:** Muro enclavado.
- **Dimensiones del terreno:**

Figura 22. Esquema del terreno a excavar

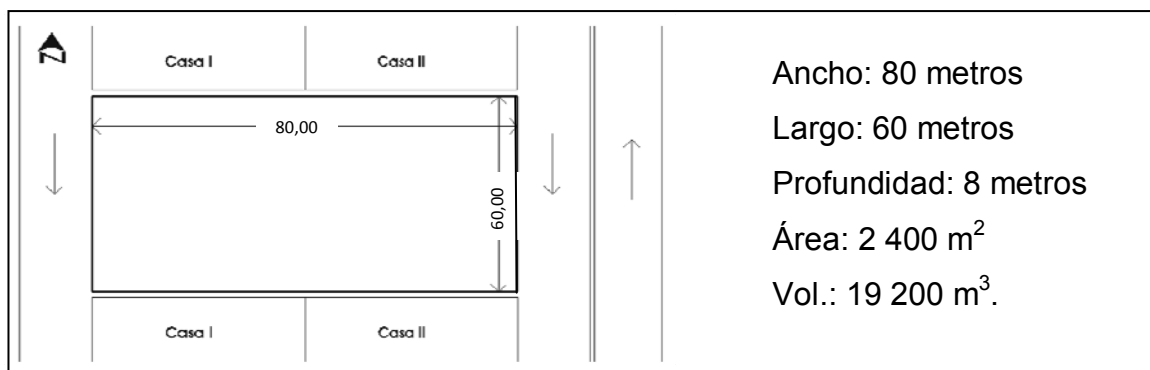


Tabla VII. Resumen de presupuesto

Movimiento de tierras y obras complementarias

Presupuesto Excavación de sótano	Ubicación: Z. 14, Ciudad de Guatemala	Resumen
	Cliente: Privado	
	Fecha: 1 de Marzo de 2010	

Reglón	CONCEPTOS	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Monto total en quetzales
1	Demoliciones				
DEM-001	Demolición de 2 casas	1,00	Global	Q. 48 916,83	Q. 48 916,83
2	Excavaciones				
EXC-001	Excavación masiva	16 400	metros cúbicos	Q. 39,88	Q. 653 974,68
EXC-002	Excavación en rampa	2 800	metros cúbicos	Q. 47,28	Q. 132 873,69
LIMP-01	Limpieza	1,50	mensual	Q. 45 210,00	Q. 67 815,00

TOTAL DEL PROYECTO	Q. 903 080,20
---------------------------	----------------------

Incluye:

Los trabajos solicitados por el cliente.
 Personal profesional y técnico, para la ejecución de los trabajos.
 Traslado de material de corte masivo a un botadero autorizado.
 Incluye cuadrilla de topografía para control de avances del proyecto.

No incluye:

No incluye gastos o trámites de licencias, (construcción, movimiento de tierras, etc.).
 No incluye gastos o pago de fianzas, de ningún tipo.
 No incluye bodega, ni instalaciones provisionales.
 No incluye trabajos de circulación perimetral del área de trabajo, ni ubicación de sistemas o personal de seguridad.

Notas adicionales

El acarreo está considerado a 7 km de distancia

Anticipo solicitado: 30% de anticipo y resto contra avance quincenal de obra.

Demolición y excavación masiva	1,5	meses calendario
Excavación rampa, de acuerdo al avance del <i>Soil Nailing</i>	1	meses calendario

FIRMA REPRESENTANTE

Tabla VIII. Integración de precios unitarios, renglón demolición

Integración de precios unitarios

Renglón:	CANT.	Unidad
DEM-001	1	Global

Actividad a realizar:	Demolición de 2 casas
-----------------------	-----------------------

1 Materiales				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Sub-total materiales				Q. 0,00
2 Equipos				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
1 Excavadora de 180 Hp		22,38 horas	Q. 580,36	Q. 12 989,18
Sub-total equipos				Q. 12 989,18
3 Personal				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Ayudante	4,00	22,00 horas	Q. 6,70 Q/hora	Q. 589,60
Hora extra	4,00	8,00	Q. 10,05	Q. 321,60
Cheque de materiales	4,00	22,00 horas	Q. 8,44 Q/hora	Q. 185,68
Hora extra	4,00	8,00	Q. 12,66	Q. 101,28
Sub-total personal				Q. 1 198,16
Prestaciones				80% Q. 958,53
				Q. 2 156,69
4 Combustibles y lubricantes				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Maquinaria	8,50 gal/h	190,24 galones	Q. 19,64 Q/galón	Q. 3 736,31
Sub-total combustibles y lubricantes				Q. 3 736,31
5 Otros				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
%	Km. Expansión			
100% Acarreo a botadero autorizado	7,00 1,35	966,87 m3	Q. 15,61	Q. 15 092,84
Pago a botadero		966,87 m3	Q. 1,79	Q. 1 730,7
Sub-total otros				Q. 16 823,54

Total directo		Q. 35 705,72
Imprevisto de la actividad	0%	Q0.00
		Q. 35 705,72

Costo directo		Q. 35 705,72
Costos indirectos	37%	Q. 13 211,12
Precio		Q. 48 916,83

Tabla IX. Integración de precios unitarios, renglón excavación masiva

Integración de precios unitarios

Renglón	A retirar	A vender	CANT.	UNIDAD
EXC-001	100%	0%	16 400	metros cúbicos

Actividad a realizar:	Excavación masiva
------------------------------	-------------------

1 Materiales				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Sub-total materiales				Q. 0,00
2 Equipos				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
1 Excavadora 330, excavación masiva	125 m3/hora	78,72 horas	Q. 580,36	Q. 45 685,94
1 Excavadora 320, excavación masiva fina	110 m3/hora	59,64 horas	Q. 357,14	Q. 21 299,83
Sub-total equipos				Q. 66 985,77
3 Personal				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Ayudante	3	69 horas	Q. 6,70 Q/h	Q. 1 386,90
Hora extra	3	26	Q. 10,05	Q. 783,90
Cheque de materiales	1	69 horas	Q. 8,44 Q/h	Q. 582,36
Hora extra	1	26	Q. 12,66	Q. 329,16
Sub-total personal				Q. 3 082,32
Prestaciones				80% Q. 2 465,86
				Q. 5 548,18
4 Combustibles y lubricantes				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Excavadora de 180 Hp, excavación masiva	8,50 gal/hora	669,12 galones	Q. 19,64 Q/galón	Q. 13 141,52
Excavadora de 180 Hp, excavación masiva fina	5,50 gal/hora	328,02 galones	Q. 19,64 Q/galón	Q. 6 442,31
Sub-total combustibles y lubricantes				Q. 19 583,83
5 Otros				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
%	Km. expansión			
100% Acarreo a botadero autorizado	7,00 1,35	22 140 metros cúbicos	Q. 15,61	Q. 345 605,40
Pago a botadero		22 140 metros cúbicos	Q. 1,79	Q. 39 630,60
Venta de material		0,00 metros cúbicos	Q. 0,00	Q.0.00
Sub-Total otros				Q. 385 236,00

Total directo		Q. 477 353,78
Imprevisto de la actividad	0%	Q. 0,00
		Q. 477 353,78

Costo directo		Q. 29,11
Costos indirectos	37%	Q. 10,77
Precio		Q. 39,88

Tabla X. Integración de precios unitarios, renglón excavación en rampa

Integración de precios unitarios

Renglón:	A retirar	A vender	CANT.	UNIDAD
EXC-002	100%	0%	2 800	metros cúbicos

Actividad a realizar:	Excavación en rampa
------------------------------	---------------------

1 Materiales				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Sub-total materiales				Q. 0,00
2 Equipos				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
1 Excavadora de 180 Hp	63,75	26,35 horas	Q. 580,36	Q. 15 292,49
1 Excavadora de 180 Hp	56,10	19,96 horas	Q. 357,14	Q. 7 128,51
Sub-total equipos				Q. 22 421,00
3 Personal				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Ayudante	3	23 horas	Q. 6,70 Q/hora	Q. 462,30
Hora extra	3	9	Q. 10,05	Q. 271,35
Cheque de materiales	1	23 horas	Q. 8,44 Q/hora	Q. 194,12
Hora extra	1	9	Q. 12,66	Q. 113,94
Sub-total personal				Q. 1 041,71
Prestaciones				80% Q. 833,37
				Q. 1 875,08
4 Combustibles y lubricantes				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Excavadora 330, excavación masiva	8,50 gal/hora	223,98 galones	Q. 19,64 Q/galón	Q. 4 398,97
Excavadora 320, excavación masiva fina	5,50 gal/hora	109,78 galones	Q. 19,64 Q/galón	Q. 2 156,08
Sub-total combustibles y lubricantes				Q. 6 555,05
5 Otros				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
%	Km. Expansión			
100% Acarreo a botadero autorizado	7,00 1,35	3 780 metros cúbicos	Q. 15,61	Q. 59 005,80
Pago a botadero		3 780 metros cúbicos	Q. 1,79	Q. 6 766,20
Venta de material		0,00 metros cúbicos	Q. 0,00	Q. 0,00
Sub-total otros				Q. 65 772,00

Total directo		Q. 96 623,13
Imprevisto de la actividad	0%	Q. 0,00
		Q. 96 623,13

Costo directo		Q. 34,51
Costos indirectos	37%	Q. 12,77
Precio		Q. 47,28

Tabla XI. Integración de precios unitarios, renglón limpieza

Integración de precios unitarios

Renglón:	CANT.	UNIDAD
LIMP-01	1	Global

Actividad a realizar:	Limpeza periódica de salida de camiones
------------------------------	---

1 Materiales				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Sub-total materiales				Q. 0,00
2 Equipos				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Sub-total equipos				Q0.00
3 Personal				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Sub-total personal				Q. 0,00
Prestaciones			80%	Q. 0,00
				Q. 0,00
4 Combustibles y lubricantes				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Sub-total combustibles y lubricantes				Q. 0,00
5 Otros				
Descripción	Rendimiento	Cantidad	Unitario	Monto
Limpeza de salida de camiones		1,5 meses	Q. 22 000	Q. 33 000
Sub-total otros				Q. 33 000

Total directo		Q. 33 000
Imprevisto de la actividad	0%	Q 0,00
		Q. 33 000

Costo directo		Q. 33 000
Costos indirectos	37%	Q. 12 210
Precio		Q. 45 210

Observaciones:	Limpeza periódica de salida de camiones con barredora mecánica, pipa de agua, personal y sus dispositivos de seguridad
-----------------------	--

Los gastos que se deben incurrir directamente para la ejecución del proyecto son conocidos como costo directo. En cambio los costos a los cuales se les agregan factores como administración y ganancia, entre otros, son llamados costos indirectos, los cuales son calculados tomando en cuenta las necesidades particulares de cada empresa, y la suma de estos dos es el precio de venta.

3.1.3. Factores a considerar para la formulación del presupuesto

- **Costos directos**

Para una correcta integración de costos directos, es importante conocer toda aquella información necesaria, como: estudio de suelos y el aprovechamiento de los mismos, planos de localización, ubicación, planos constructivos del tipo de pantalla de protección a utilizar, y aspectos que tengan una incidencia directa con el proyecto.

Todo presupuesto deberá ser integrado con precios actuales en el mercado, se deben considerar elementos como el tiempo óptimo de entrega, ya que a su vez define la cantidad de maquinaria, equipo y personal necesario.

- **Costos indirectos**

La organización central de una empresa, proporciona el soporte técnico necesario para llevar a cabo obras de naturaleza diversa, en forma eficiente, y consecuentemente.

Cada una de éstas, debe absorber un cargo por este concepto, lo cual se sugiere realizarlo en forma porcentual, con base a tiempo y costo, es decir,

obtener el costo de la organización central para la ejecución del proyecto para un periodo de tiempo.

La integración se da estimando el probable volumen de ventas que se tenga a través del tiempo, para que proporcionalmente entre las obras en ejecución se distribuyan los costos de operación de la organización central.

La existencia de obras que por su importancia y localización, hace necesario la concentración de todo el personal y recursos de la empresa en la obra misma, anulando por lo tanto el cargo de oficinas centrales y reduciéndolo al de la obra.

La organización de una empresa constructora, varía, dependiendo de su localización, tipo y continuidad de venta, así como el volumen que maneja; sin embargo, pueden distinguirse tres áreas básicas:

- Área de producción: la que realiza las obras.
- Área de control de producción: aquella que controla resultados y cumple requisitos legales.
- Área de producción futura: la que genera las ventas y extrapola los resultados.

En virtud que la demanda de servicios, en una empresa constructora, es cíclica, la organización debe contemplar la posibilidad del crecimiento de la demanda, y por ende disminuir el porcentaje de costos indirectos en cada una de sus proyectos hasta un límite mínimo de eficiencia.

3.1.3.1. Factores de variación del precio

Se puede llegar a originar por diferentes casos, y varían según el proyecto que se esté ejecutando, estos se deben evitar desde el inicio, ya que de no ser así se tendrá un incremento en los costos de ejecución y de esta manera se empezará a perder la rentabilidad.

Cualquier factor que sea causante de variación de precio deberá de ser considerado al momento de realizar los costos del proyecto, en su mayoría una variación del precio es debido a posibles contingencias o imprevistos, que se den durante la ejecución del proyecto.

La variación del precio puede llegar a ser debido a factores tales como clima, profundidad de la excavación (sótano), estratigrafía del suelo, distancia de acarreo hacia los botaderos, otros; los cuales se explican a continuación:

- **Clima (época lluviosa y época seca)**

El clima toma un papel importante durante la ejecución de los trabajos, debido a que si la excavación se realiza en época lluviosa se deberá de tomar en cuenta la posible incorporación de bombas de achique para evacuar el agua de las posibles zonas de inundación; otro factor que se pudiera llegar a dar, durante la época lluviosa, es que la tierra sufre expansión debido a la absorción de agua, lo cual llegaría a causar un aumento de volumen, este factor de expansión debe ser determinado mediante el estudio de suelo ya que este determina un incremento en el volumen que debe ser retirado.

Otro factor no determinante pero que puede hacer elevar el precio, es la consistencia del material; por ejemplo, un material arcilloso puede generar cantidades de lodo excesivas, pudiendo así encarecer el renglón de limpieza.

Si la excavación se llegara a realizar en época seca, se realizarían operaciones de corte y carga, de forma más controlada, ya que no hay posibilidad de atascamiento de camiones, y el rendimiento de la maquinaria aumentaría considerablemente.

En resumen: en época de lluvia los rendimientos de maquinaria baja y las operaciones de limpieza aumentan; por lo tanto, el precio varía hacia arriba, con la consecuente pérdida de rentabilidad, contrario a lo que sucedería en época seca.

- **Profundidad del sótano**

Esta viene definida por los requerimientos de espacio que presente la edificación a construir, ya que en cada proyecto son diferentes y de esta manera se ve influenciada la profundidad del sótano.

La profundidad es un factor muy importante a considerar por las siguientes razones: a mayor profundidad, las operaciones de corte y carga se deben realizar con mayor cuidado, ya que las rampas de salida aumentan de pendiente y la movilidad en el área de excavación se reduce.

Hay que tener claro que toda variación a la profundidad de excavación produce un cambio de logística en el trabajo a realizar, que conlleva a que el precio aumente o disminuya, según sea el caso; por ejemplo: si durante la excavación se realiza un cambio de profundidad, se deberá establecer una cota

base y a partir de allí se deberán realizar los estudios pertinentes para determinar si existe la posibilidad de cambiar estrategias y por lo tanto, el precio del trabajo, en el caso que se disminuya la profundidad del sótano, se deberá considerar realizar un relleno estructural, del cual se deberá negociar su precio.

- **Estratigrafía del suelo**

Antes de iniciar el proceso de excavación, se debe contar con una plena identificación de los diferentes estratos de suelo, con el fin de saber cuáles son las alturas de éstos, su calidad y cantidad, los cuales pueden hacer variar el precio del proyecto.

Si se determinará la existencia de un nuevo estrato no registrado en los estudios de suelos dentro del proceso de excavación, se requerirá que se determinen sus características físicas, mecánicas y volumétricas, para poder determinar si existe la necesidad de inclusión de nueva maquinaria o equipo especial.

- **Distancia de acarreo hacia los botaderos**

Antes de iniciar los trabajos de excavación, se deberá realizar la plena identificación y ubicación de botaderos o botadero, en el cual será dispuesto el material a excavar por las siguientes razones:

El botadero seleccionado se debe encontrar en un lugar próximo al proyecto, esto debido a que entre más distancia se deba recorrer mayor será el precio del traslado del material. Comúnmente se establece un precio base, el cual es el acarreo a 1 km a la redonda, a partir de esa distancia el da un incremento al precio por cada kilometro incrementado, de allí la importancia de

que los botaderos sean plenamente identificados. Ya de su buena selección depende un buen precio.

- **Otros factores que varían el precio**

El precio del proyecto llegará a elevarse porque no se definieron claramente los alcances del proyecto, tales como: pagos de licencias, fianzas, licencias especiales como: de demolición, ambientales, o construcción de instalaciones provisionales, tales como bodega, guardianía, cerramiento perimetral, etc., o la inclusión en el precio ofertado de personal de seguridad.

En resumen, todos aquellos trabajos que por su origen no se definió su alcance y que se encuentran fuera o que no intervienen directamente en el proceso de excavación.

3.1.3.2. Materiales, maquinaria y equipo

3.1.3.2.1. Materiales

Se refiere a todo aquel producto que se deberá adquirir en puntos especializados y que serán utilizados dentro del proyecto. Esté dependerá de la actividad que lo requiera, el cual debe haber sido tomado en cuenta en su debido renglón de trabajo.

Este rublo por la naturaleza y tipo de trabajo, tiene un costo reducido en relación con los trabajos de excavación de sótano, pero debe ser tomado en cuenta, en vista de que puede ser solicitado entre los alcances de ejecución del proyecto.

Adicionalmente, se muestra la tabla de utilización de insumos para diferentes actividades, como guardianía y cerramiento perimetral.

Tabla XII. **Materiales utilizados generalmente**

MATERIALES UTILIZADOS GENERALMENTE		
ítem	Actividad	Materiales utilizados
1	Construcción guardianía y bodega	<ul style="list-style-type: none"> • Madera • Clavos • Lámina galvanizada
2	Construcción de cerramiento perimetral	<ul style="list-style-type: none"> • Madera • Clavos • Lámina • Alambre espigado
3	Reparación de bordillos u otros	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Agregado fino • Agregado grueso • Varillas de acero (si fuesen necesarias)

3.1.3.2.2. Herramienta

Consiste en todo aquel instrumento que es utilizado directamente por el personal, ésta debe ser considerada en el presupuesto, ya que interviene en los trabajos de pequeñas demoliciones, limpieza de calles o bien para la construcción de obras provisionales. Es importante considerar herramienta para el respectivo renglón o actividad.

Herramienta común a utilizar: para los trabajos de limpieza se utilizarán palas, escobas, piochas y carretas.

3.1.3.2.3. Cantidad de mano de obra

La cantidad de mano de obra a utilizar, dependerá directamente del tamaño del proyecto y de las actividades que se deberán desempeñar.

Principalmente, se contrata mano de obra calificada y no calificada, para solucionar actividades o desarrollar tareas, tales como: construcción de guardianía y bodega, cerramiento de bodega, reparación de bordillos, la limpieza de calles, demoliciones menores y ayudantes de maquinaria, para desarrollar las excavaciones, quienes son los que intervienen directamente en este rublo, la cantidad de mano de obra se sugiere a continuación:

Tabla XIII. **Mano de obra recomendada**

MANO DE OBRA				
Cant.	Descripción	Personal	Cantidad recomendada	Cantidad de personal contemplado en el presupuesto
1	Excavadora o retroexcavadora	Ayudante	1	1
1	Cisterna de agua	Ayudante	1	1
1	Limpieza de calles	Ayudante	5	4
1	Bodega (temporal)	Albañil	1	0
		Ayudante	1	1
1	Cerramiento perimetral	Ayudante	3	2
1	Reparación de bordillos y daños	Albañil	1	0
		Ayudante	1	0
Tota empleados:				9

Toda planificación para la mano de obra, debe ser realizada pensando en poder utilizar la menor cantidad de personal, sin perder la eficiencia en el desarrollo de las actividades de excavación y las no relacionadas con la misma.

3.1.3.2.4. Maquinaria

- **Tipo de maquinaria a utilizar**

Está relacionada directamente con factores mencionados anteriormente como lo son: el tamaño del área de trabajo, el clima, profundidad de la excavación, estratigrafía, básicamente se deberá tomar en consideración la potencia de la maquinaria, la capacidad de carga, el tamaño del cucharón de excavación, su velocidad de carga y el espacio de maniobrabilidad, general se utiliza maquinaria de potencia 80 Hp a 180 Hp, con cucharón de capacidad de 0,90 m³ a 2,40 m³, con rendimientos desde 60 m³/hora hasta 150 m³/hora, dependiendo como ya se dijo, condición natural del suelo, si es tierra común o roca.

En casos especiales donde la excavación se define como profunda se utilizará excavadoras de brazo largo, de aproximadamente 12 metros, cuyo cucharón de carga es de 0,40 m³ y rendimientos máximos de 50 m³/hora.

- **Cantidad de maquinaria a necesitar**

Luego de haber tomado en consideración todas las actividades relacionadas con la excavación como: el clima, profundidad de la excavación, estratigrafía, y distancia de acarreo (la cual define la cantidad de camiones a utilizar para garantizar un ciclo de corte y carga eficiente, estos pueden poseer

una capacidad de carga de aproximadamente entre 10 y 15 toneladas métricas).

Las condiciones en las cuales se llevará a cabo la excavación en un factor importante al momento de realizar la selección de maquinaria, ya que si la excavación se realizará en época de invierno se deberá considerar la incorporación de equipos de achique, las cuales ayudarán al desalojo de agua superficial que pudiera llegar a provocar atascamientos de camiones o la baja de rendimiento de las excavadoras por dificultad de maniobrabilidad.

La profundidad de la excavación, establecerá el número de máquinas necesaria y las capacidades físicas y mecánicas, que debe poseer para poder cumplir con los rendimientos establecidos.

Si el estrato es roca, se tendrá que incorporar maquinaria tal como martillos hidráulicos, tanto de mano como un aditamento a la excavación, de esta manera la selección de maquinaria será determinado totalmente por la estratigrafía del suelo y las condiciones en las cuales se realice el trabajo.

La distancia de acarreo definirá la cantidad de camiones de volteo a utilizar para garantizar un ciclo de corte y carga eficiente, estos pueden poseer una capacidad de carga de aproximadamente entre 15 y 20 toneladas métricas.

Tabla XIV. **Maquinaria y rendimientos aproximados**

Descripción	Potencia	Capacidad	Rendimiento
Excavadora	240 Hp	2,30 m ³	125 m ³ /hora
Excavadora	240 Hp	2,30 m ³	63,75 m ³ /hora
Excavadora	135 Hp	1,20 m ³	110 m ³ /hora
Excavadora	135 Hp	1,20 m ³	56,10 m ³ /hora
Retroexcavadora	120 Hp	0,30 m ³	14,00 m ³ /hora
Retroexcavadora	120 Hp	0,50 m ³	23,40 m ³ /hora
Excavadora de brazo largo	240 Hp	0,60 m ³	28,00 m ³ /hora
Camión de volteo	Variable	12 m ³ 15 – 20 Toneladas métricas	Variable

El gasto de combustible depende del caballaje, la capacidad de corte y el rendimiento seleccionado.

Los rendimientos se ven directamente relacionados y condicionados por elementos como:

- Distancia de acarreo
- Cantidad de camiones disponibles
- Pericia del operario de la maquinaria
- Tipo de maquinaria
- Capacidad de corte de la maquina

- **Maquinaria o equipo no contemplado**

Al momento de realizar el presupuesto, algunas veces no se prevé la utilización de maquinaria o equipo para realizar trabajos especializados, tales martillos hidráulicos, grúas para el retiro de equipo del orden de 20 toneladas métricas o más, que de ser así obligatoria, se incorporarán al proyecto, lo que representaría un gasto extra, por lo que se recomienda tomar en cuenta los siguientes factores.

- La incorporación de maquinaria o equipo, se realizará luego de la plena identificación de la actividades que desempeñara, y su permanencia dentro del proyecto debe ser el menor tiempo posible.
- La incorporación de maquinaria o equipo, debe ser únicamente si es extremadamente necesaria y si la tarea que desempeñará no puede ser sustituida por otra maquinaria, ya contemplada dentro del proyecto.

- **Despacho de combustibles**

El despacho de combustible para la maquinaria es parte importante para la realización del presupuesto, el cual debe controlarse con el objeto de evitar, robos, desperdicio por el bajo rendimiento de maquinaria, ya que una máquina en mal estado, revelará un consumo de combustible alto, lo cual redundará en el precio del proyecto; es decir, a mayor consumo de combustible por desperfectos en la maquinaria, mayor costo adicional no contemplado.

Respecto al despacho este, se realizará directamente dentro del proyecto, debiendo procurar que este pueda ser medido por métodos tradicionales, por volumen o con despachadores con sistemas de registro de combustible consumido.

Las formas tradicionales de despacho son: que el contratista compre el combustible y lo transporte al proyecto por medio propios, o bien que contrate el servicio de expendedoras de combustibles que cuenten con servicio de entrega en el proyecto.

3.2. Metodología de ejecución

3.2.1. Reconocimiento del área de trabajo

En esta parte del proceso se realizará una inspección visual del terreno, el cual es de suma importancia por ser el primer acercamiento para poder apreciar de mejor manera cómo se ejecutarán los trabajos de excavación.

Otra parte importante a realizar en este primer acercamiento es, comenzar a formar una biblioteca fotográfica donde se demuestre cómo era el proyecto inicialmente, la cual ayudará a poder determinar el avance físico del proyecto desde sus inicios.

Se hace necesario contar con la suficiente información tanto fotográficas como descriptivas, las cuales serán de gran utilidad en el momento de realizar trabajos de gabinete, ya que con estas se ahorrará tiempo, debido a que los registros están presentes en gabinete y no se desperdiciará tiempo en regresar al área de trabajo, para recolectar información no recabada en una primera visita.

Durante el reconocimiento se debe recolectar información tal como:

- Fotografiar los alrededores y el sector en el cual se encuentra ubicado el proyecto, esto dará una idea al ejecutor de qué aspectos debe tomar en cuenta para el movimiento de maquinaria, rutas de entrada y salida de camiones, abastecimiento de materiales, entre otros.
- Se registraran construcciones, que deban ser demolidas, determinando el tamaño de la misma y de que material está constituida, ya que este factor se verá reflejado al momento de realizar el renglón demolición.
- Si se tuviera que realizar tala de árboles, se debe determinar su cantidad, ya que de ser necesario la tala de más de 10 metros cúbicos de madera, se necesita un dictamen favorable del Instituto Nacional de Bosques (INAB), establecidos en los lineamientos para la obtención de la licencia de excavación.
- En el reconocimiento del área de trabajo se debe determinar la existencia de edificaciones, obstáculos, edificaciones arqueológicas, entre otros, las cuales pueda verse afectadas.
- Determinar la existencia de obstáculos en el subsuelo que afecten la ejecución de la excavación, estos obstáculos pueden ser: canalizaciones de comunicación, electricidad, conducción de gas, agua potable, drenajes u otros; se debe conocer cuál es su dirección y dentro del alcance del proyecto, se realizará la remoción de las mismas.

3.2.2. Medición del polígono

El levantamiento topográfico inicial requiere realizar el registro de construcción existentes, también la altimetría y planimetría del polígono, para poder contar con toda la información necesaria, de este levantamiento se debe establecer un banco de marca inamovible, del cual saldrán todas las

mediciones para la realización del proyecto; es aconsejable establecer un nivel inicial de banco de marca, que tradicionalmente, para excavación de sótanos se define como cota +000,000, esto se utilizará en futuros levantamiento topográficos; a partir de este Banco de Marca se establecerán los niveles negativos y positivos.

En resumen, los elementos a registrar son básicamente de canalizaciones de comunicación, electricidad, conducción de gas, agua potable, drenajes, u otros, también el registro de árboles, construcciones existentes, o algún objeto no común.

Se espera que con el levantamiento descrito anteriormente se pueda establecer los trabajos a realizar en sus diferentes rubros. Por ejemplo, demoliciones, corte y tala de árboles, excavaciones, curvas de nivel iniciales y el avance volumétrico de trabajos a realizar.

3.2.3. Determinación de cantidad de cortes

La cantidad de cortes a realizar serán determinados directamente por el método de protección de taludes que se haya planificado. Ya que existen métodos de protección de taludes, cuyas ventajas benefician al proceso de excavación.

Uno de estos métodos es la construcción de sistemas de micro-pilotes, cuya ventaja se ve reflejada en que el proceso de excavación no se ve detenido, este porque el trabajo se realiza con antelación.

Otro método de protección de taludes es el de: muro anclado, donde la excavación se debe realizar por niveles, esto quiere decir, que se ejecutarán

cortes hasta una profundidad de 2,10 m y se deberán dejar bermas las cuales ayudarán al proceso constructivo.

3.2.4. Trabajos preliminares

Se define como toda aquella actividad necesaria antes de dar inicio al proceso de excavación, tales como:

- Actividades de protección
- Actividades de cerramiento perimetral y delimitación
- Actividades de construcción de guardianías y bodegas
- Actividades de cubicación de camiones de transporte

3.2.4.1. Protección de edificaciones aledañas por actividades de excavación

Estas protecciones son necesarias y casi siempre obligatorias, para resguardar y evitar posibles daños a edificaciones, personas u otros, debidos a trabajos de excavación o de demolición.

La protección de las edificaciones aledañas, se puede realizar con plástico, manto geotextil no tejido, u otro elemento que garantice la protección de la edificación de posibles objetos que pudieran caer, y de esta manera causar daños a la infraestructura de las mismas o a sus ocupantes. La colocación debe ser como se observa en la siguiente figura.

Figura 28. **Protección de edificación aledaña con plástico**



En la figura 28 se puede observar que primero se protege la edificación aledaña de posibles objetos que le puedan causar daño, y luego se procede a realizar la carga de material de demolición (escombros).

3.2.4.2. Cerramiento perimetral

Se debe construir un cerramiento perimetral de una altura mínima recomendable de 2,5 m el cual debe contar con alambre espigado en su parte superior, esto con el fin de proteger al proyecto del ingreso de personas ajenas al proyecto.

El cerramiento perimetral puede estar constituido ya sea de madera, láminas galvanizadas o bien planchas de metal. Este cerramiento debe ser construido para soportar como mínimo el tiempo que dure el proyecto.

Por otra parte, en lugares donde se quiera tener puntos de acceso al proyecto, se construirán puertas con los mismo materiales utilizados en el cerramiento, estos accesos deberán ser lo suficientemente anchos para la entrada y salida, de la maquinaria pesada que se esté empleando.

Figura 29. **Instalación de alambre espigado y cerramiento perimetral**

(a)



(b)



En la figura 29, se observa a personal instalando el alambre espigado al perímetro del proyecto, con el fin de evitar que personal ajeno ingrese al área de trabajo, y el cerramiento perimetral del proyecto esta constituido por planchas de metal, respectivamente.

El reglamento de construcción de la Municipalidad de Guatemala, se refiere a este punto en su capítulo 4, llamado Andamios y vallas; en el cual, en los artículos que a continuación se citan, hablan sobre el cerramiento perimetral:

Artículo 113°. Es obligatoria la colocación de andamios y vallas que protejan a peatones y en general a terceros, de posibles accidentes que se originen de los trabajos de construcción, ampliación, modificación, reparación y demolición de una modificación cualquiera.

Artículo 114°. Tanto las vallas y andamios para protección de peatones y en general de terceros, así como los andamios necesarios para el trabajo propiamente dicho, deben ofrecer a juicio de La Oficina, la seguridad necesaria para terceros y trabajadores.

Artículo 115°. Las vallas y andamios que es obligatorio colocar hacia la vía pública, deberán dejar libre por lo menos la mitad de la acera y en ningún caso ocuparán más de un metro del ancho de la misma.

Artículo 116°. En general y especialmente en edificios de más de dos plantas, se deberá dar paso en el ancho total de la acera, lo antes posible, construyendo las vallas y los andamios a manera de proteger a los transeúntes contra la posible caída de objetos o materiales.

3.2.4.3. Construcción de guardianía y bodega

La guardianía y bodega, es considerada como una obra provisional la cual será desmontada al final del proyecto.

Debido a que corresponde a una construcción provisional, generalmente están construidas por elementos como madera, láminas galvanizadas o planchas de metal.

Dependiendo del espacio con que se cuente en el proyecto, también son utilizados furgones de carga, los cuales son adaptados para cumplir esta función.

Independientemente del material con que sean construidas la construcción, debe brindar resguardo de las inclemencias externas (lluvia, sol, etc.), tanto al personal que laborara en la guardianía como a los materiales que se encuentran dentro de la bodega.

3.2.4.4. Cubicación de camiones

Antes de dar inicio al proceso de excavación, se debe cubicar todos los camiones que se dedicarán a la movilización del material excavado, esto se realiza con el fin de contar con un control de los volúmenes desplazados, y debido a que al momento que se realiza la contratación de los camiones se realiza por la cantidad en metro cúbicos que estos pueden movilizar.

3.2.5. Limpieza del área de excavación

La limpieza del área de excavación consiste en la remoción de todos aquellos elementos que se encuentren sobre la superficie del terreno, que resulten ser un obstáculo para el proceso de excavación.

Esta consiste en el derribo árboles, arbustos, remoción de postes de alumbrado eléctrico, torres de telefonía, demolición de estructuras existentes y

todos los objetos que deban ser quitados para poder iniciar los trabajos de excavación.

Figura 30. **Terreno luego de remoción de árboles y demolición de casa**



En la figura 30, se observa el área de excavación, luego de realizar el derribo de árboles y demolición de 2 casas.

Al momento de realizar la limpieza del área de excavación, se debe identificar todo aquel elemento que pueda llegar a ser reutilizado en un futuro, ya sea dentro de la excavación o fuera como material de reciclaje.

3.2.6. Topografía inicial

Ya con el área de excavación totalmente limpia, se debe realizar un levantamiento topográfico donde se establezcan las curvas de nivel del terreno, y marcará el inicio del proceso de excavación, este proceso establece el estado natural del terreno y es utilizado para demostrar el avance físico del proyecto.

3.2.7. Excavación masiva

3.2.7.1. Topografía durante el proceso de corte

Se deben realizar varios levantamientos topográficos, estos son llevados a cabo periódicamente, dependiendo de la magnitud del proyecto.

Los levantamientos topográficos deben incluir planimetría y altimetría, con el fin de poder realizar comparaciones con el levantamiento inicial y los siguientes levantamientos, y de esta manera determinar, el avance físico del proyecto en todos sus rubros y también se puede establecer los rendimientos de la maquinaria.

3.2.7.2. Trazo del área de corte (selección de bermas)

El trazo del área de corte dependerá directamente del método de protección de los taludes, si el método de protección es por medio de pantallas, el trazo quedará a decisión del ingeniero residente, sugiriendo que la excavación se realice del centro del terreno hacia sus orillas.

Si el método consiste en muro enclavado se deberán trazar y seleccionar las bermas, las dimensiones de éstas son establecidas por el diseñador del muro y cuyas dimensiones deben ser respetadas.

El marcaje de las bermas se realizará antes de dar inicio al proceso de excavación.

Figura 31. Trazo y selección de bermas



Figura 32. Bermas luego de realizar la excavación



En las figuras 31 y 32, Se observa que luego del marcaje de las bermas, se realizó el proceso de excavación para que se pudiera llevar a cabo el proceso constructivo del muro enclavado, respectivamente.

3.2.8. Rampa de salida

3.2.8.1. Construcción de rampa

La conformación de rampa, dependerá de la profundidad y la forma que tenga el terreno a excavar, misma que se ubicará y construirá en un lugar donde no obstruya el proceso de excavación, también debe contar con acceso a la calle y permitir la maniobrabilidad de maquinaria pesada.

En cuanto a las dimensiones de la rampa de salida, deberá de contar con el ancho suficiente para la rodadura de maquinaria, la cual puede ser calculada como: el ancho total de la máquina más 1,5 metros, esto para que la maquinaria pesada que deba descender pueda realizar la operación sin ningún problema y con la seguridad que se requiere.

La orilla debe estar señalizada por medio de conos de seguridad, y en el caso que los trabajos de excavación continúen durante la noche, la orilla debe contar con iluminación, ya sea por medio de antorchas o algún sistema de iluminación.

Es importante que la rampa cuente con talud, esto para evitar desprendimientos y pérdida de la rampa, el ángulo del talud dependerá del tipo y el estado del material, en la siguiente tabla presenta distintos ángulos, utilizados.

Figura 33. **Ángulo del talud lateral de la rampa**



Tabla XV. **Ángulos de talud**

Naturaleza de la tierra	Angulo del talud
Arena fina, seca	10° a 20°
Arena fina, mojada	15° a 25°
Grava media, ligeramente húmeda	30° a 40°
Tierra vegetal húmeda	30° a 45°
Tierra muy compactada	40° a 50°
Guijarros, escombros	40° a 50°
Marga seca	30° a 45°
Arcilla seca	30° a 50°
Arcilla húmeda	0° a 20°
Rocas solida	50° 90°

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos".

3.2.8.2. Posibles problemas en la rampa

En la mayoría de casos, el problema más frecuente en la rampa de salida es el lodo, ya que éste hace que los camiones queden atascados y se vuelva

imposible la salida. Esto se agrava en época de lluvia donde el material se sobresatura.

3.2.8.3. Solución de posibles problemas en la rampa

La solución más conveniente del problema de lodo en la rampa, es la aplicación de una capa de otro material, recomendablemente sea selecto o grava, o combinación de estos. En algunos casos, dentro del proceso de excavación se detectan estratos, los cuales puedan ser utilizados para mejorar la rampa.

Figura 34. Colocación de material no plástico (polvillo) en rampa



En la figura 34, se observa que para evitar el atascamiento de camiones y mejorar el tránsito de estos en la rampa, se aplicó una capa de material no plástico.

3.2.9. Excavación estructural

3.2.9.1. Topografía para el trazo de cimentaciones

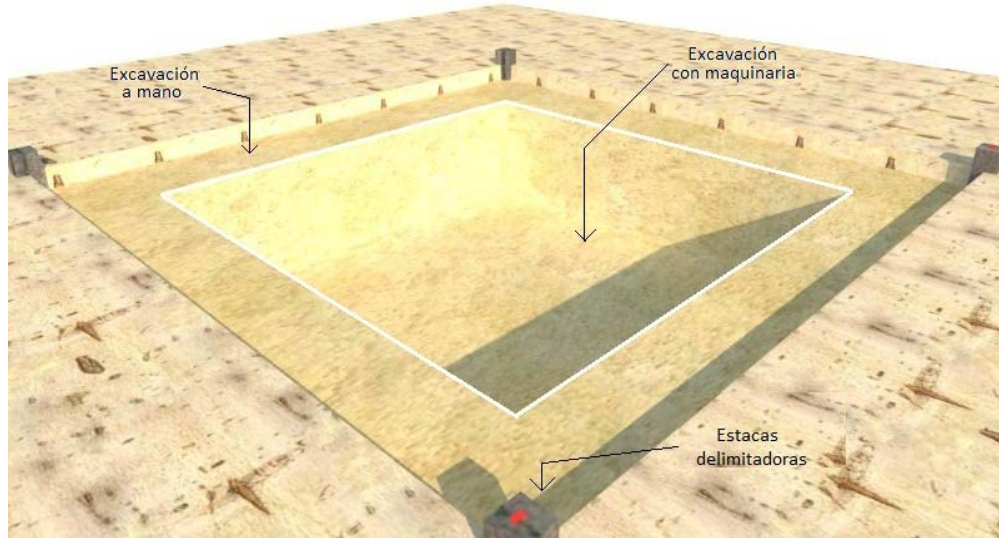
Para el trazado de la cimentación aislada, el diseñador del edificio debe proporcionar el plano correspondiente, en el cual se indiquen las dimensiones de excavación de dichos cimientos.

El plano debe contener acotada la cimentación e indicar su profundidad y su forma.

La metodología para llevar a cabo la excavación de la cimentación, debe realizarse de la siguiente manera:

- Realizar el trazo exacto de la cimentación;
- Establecer una estaca en cada vértice de la cimentación;
- Realizar un nuevo marcaje de las aristas de la cimentación hacia el centro, creando de esta manera un contorno más pequeño, el cual debe ser el límite para la excavación con maquinaria;
- La distancia entre vértices debe ser de 10 cm;
- Luego de realizar la excavación del contorno más pequeño se realizará el tallado de las paredes de la cimentación hasta lograr las dimensiones correctas.

Figura 35. Contornos para la excavación estructural



3.2.9.2. Modo de ejecución para la excavación estructural

Para realizar el proceso de excavación de cimentaciones, se debe tomar en cuenta estos factores:

- No se debe excavar mas allá de la profundidad establecida en los planos;
- Se debe respetar las dimensiones de las zapatas;
- La excavación de la cimentación siempre se realizan desde la parte de atrás, hacia donde se encuentre la rampa de salida.

3.2.10. Entrega final de la excavación de cimentación

3.2.10.1. Corrección final de niveles

Luego que se cuente con la cimentación ya excavada, se deberá realizar un chequeo de sus niveles, con el fin de verificar que posean la profundidad correcta, de no ser así se deberán realizar los respectivos trabajos para que las profundidades concuerden con las establecidas en planos.

En el caso que la excavación haya sido mas profunda, se deberá realizar un relleno estructural.

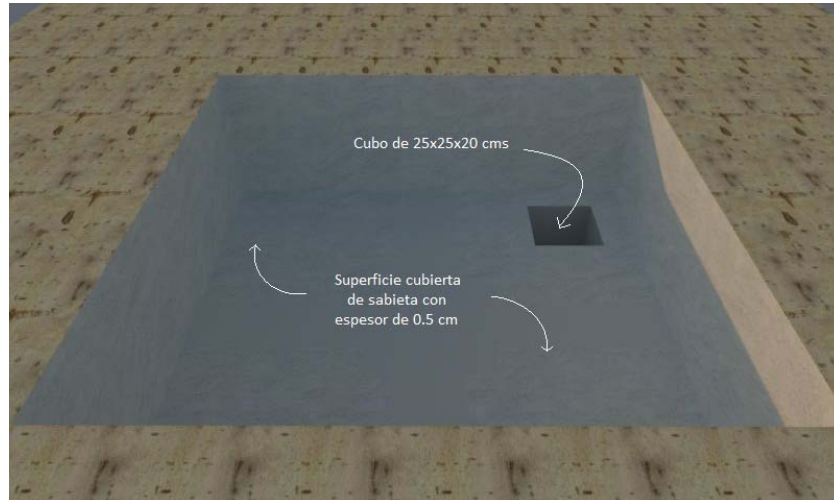
3.2.10.2. Acabado final

El acabado final de la excavación consiste en dejar una superficie lisa en las paredes y fondo de la misma, la cual contenga las dimensiones correctas.

El acabado final se logra aplicando una capa de la mezcla de agua cemento (lechada), como protección anti-erosión.

Entre otras actividades se recomienda excavar en el fondo de la excavación un área cubica de 25 cm x 25 cm con 20 cm de profundidad, que se utilizará para realizar operaciones de achique con bomba si fuera necesario.

Figura 36. **Excavación de zapata ya finalizada**



3.2.11. Trabajos complementarios

3.2.11.1. Limpieza de calles

Se deberá realizar limpieza en las calles de forma frecuente durante la ejecución del proyecto, esto para evitar la presencia de lodo en las calles, y mantener el ornato del lugar donde se realice la excavación.

La limpieza se podrá realizar ya sea con una barredora mecánica o bien con escobas, se tendrá que contar con un camión cisterna, la cual realizará la operación de lavado de calles por circulación de camiones.

Figura 37. Limpieza de calle con camión cisterna y personal con escobas



Como se observa en la figura 37, el personal debe contar con palas, escobas, azadones, conos, chalecos refractivos, y todo aquel equipo que facilite y garantice la seguridad, tanto del trabajador como de los usuarios de la calle.

Los trabajos de limpieza se realizaran en una longitud pertinente, donde se garantice que los vecinos al proyecto no tengan problemas de polvo, generación de lodo, o problemas de circulación vehicular y peatonal por obstáculos.

3.3. Estimaciones de trabajo y control

3.3.1. Presentación de estimaciones de trabajo

Consiste en presentar un cuadro analítico donde se demuestren el avance físico como financiero del proyecto, de acuerdo con los renglones contratados por el cliente, ver ejemplo.

La presentación de estimaciones puede variar según los acuerdos logrados con el cliente.

En la mayoría de casos, este cuadro es utilizado para hacer cobros al cliente de los trabajos ya realizados, este debe contener toda la información necesaria que avale y compruebe el avance físico del proyecto con el avance financiero.

Algo importante de la presentación de las estimaciones de trabajo es que demuestran un avance real versus el avance planeado. A esto puede ser llamado como comparación del progreso con las metas establecidas:

Esta comparación se realiza una vez teniendo toda la información del avance real, como su nombre lo dice, se compara el progreso con lo que se planeó inicialmente. Esto es muy útil ya que al ingeniero gerente del proyecto, tiene que revisar toda esta información y puede llegar a una conclusión de cuáles son aquellos factores que provocan un posible retraso.

3.3.2. Control de actividades

Consiste en dejar registradas todas la actividades realizadas en el proyecto, tanto del orden técnico como lógico y para crear una base de datos documental donde se demuestre que cada renglón fue ejecutado a cabalidad y bajo las especificaciones especiales que el cliente haya definido en el momento de la contratación.

Realizando controles:

- Topográficos
- De excavación masiva
- De excavación para la cimentación

3.3.2.1. Topográficos

Durante la realización del trabajo de topografía, se deben hacer con precisión y exactitud, los trabajos se deberán contar con las tolerancias específicas según sea el tipo de levantamiento y el equipo utilizado para su realización.

Se realiza un chequeo rutinario al equipo que se utiliza, con el fin de comprobar la calibración del mismo, se debe comprobar el cierre angular y altimétrico, para poder determinar las posibles variaciones en los instrumentos.

Todo el equipo empleado para realizar los trabajos topográficos, debe encontrarse en buen estado, y contar con personal capacitado para llevarlos a cabo.

3.3.2.2. De excavación masiva

Es importante prestar atención a los niveles establecidos por la cuadrilla de topografía, ya que no se debe prestar atención de no excavar más allá de la cota establecida para la excavación masiva.

Se deberá realizar un conteo de todos los camiones que salen con material, a cada conductor se le proporcionará un vale por cada viaje que realice, cada vale indicará el tipo de acarreo que realiza, si este es interno o externo, esto con el fin de contar con una estadística de la cantidad de material que se está extrayendo por cada día de trabajo.

Al inicio y al final de un día de trabajo, deberán ser apuntados los horómetros de la maquinaria que realiza la excavación, para poder contar con la cantidad de horas de trabajo.

3.3.2.3. De excavación para la cimentación

Cuando se inicie, ya deberá haber estado marcadas cada una de las áreas de trabajo, siempre se debe iniciar el proceso de excavación estructural desde el fondo hacia el lugar donde se encuentre la rampa de salida.

Se debe prestar atención a los niveles, esto para no realizar excavaciones más allá de lo establecido. La separación entre la excavación masiva y la estructural debe ser plenamente identificada, ya que las dos en la mayoría de casos no poseen el mismo precio, como al igual de los camiones que transportan material de cada actividad.

4. SEGURIDAD EN OBRA

4.1. Aspectos de seguridad

Incrementar los niveles de seguridad en las obras de construcción es una solución al problema de los accidentes laborales. Sin duda la capacitación en el tema es de gran importancia.

El personal de obra, sin importar su rango, debe contar con el equipo necesario que resguarde su salud corporal, según la actividad que desempeñe, este debe estar capacitado para la correcta utilización del equipo que manipula.

Se debe contar con algún manual básico, el cual debe estar redactado en términos sencillos y claros, y con abundante ilustración gráfica de cuáles son los posibles riesgos a los cuales esta sometidos inherentemente cada uno de los trabajadores.

Dentro de obra, las medidas de seguridad deben estar concretamente especificadas para que no exista incertidumbre por parte de los empleados. Se deben crear señalización, en los cuales por medio de expresión gráfica sencilla establezcan el equipo mínimo que se debe contar, tanto para ingresar como para permanecer dentro del área de trabajo. De existir trabajos especializados que requieran equipo de protección, se debe identificar al personal especializado para dicho trabajo y proporcionársele el equipo adecuado.

La aplicación de las normas de seguridad que se establezcan, deben ser cumplidas a cabalidad por todo el personal de obra, se debe realizar con un estricto control por parte de personal que se dedique a esta tarea, de no contar con personal especializado para velar el aspecto de seguridad, esta tarea debe ser delegada al puesto de mayor rango dentro de la obra.

En la actualidad, en Guatemala existe el reglamento sobre protección relativa a accidente promulgado por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, según Acuerdo 1002 de Junta Directiva, éste se refiere a acciones que debe tomar el patrono en pro de la seguridad del empleado. A pesar de esto, el mismo no indica normas específicas para el desempeño de cada actividad, en este sentido el patrono se puede avocar a las Normas OSHAS 18001 ó las ISO 18000, las cuales indican medidas de seguridad específicas para cada actividad.

La temprana localización de puntos de peligro dentro de las actividades que desarrolla el personal, ayudará a reducir los percances, para ello se enuncian las actividades peligrosas dentro del área de excavación, tomando en cuenta tanto el proceso de excavación como el manejo de la maquinaria.

Actividades peligrosas dentro del área de excavación

- **Trabajador dentro del área de trabajo de maquinaria pesada**

Figura 38. **Trabajador dentro del área de trabajo de maquinaria pesada**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

Situación: el personal se encuentra dentro del área de maniobra de la maquinaria pesada, el operario puede golpear accidentalmente al trabajador causándole lesiones.

Acción Correctiva:

- Los operadores de las máquinas, deberán garantizar la seguridad de los alrededores antes de realizar una maniobra;
- Determinar de antemano las zonas peligrosas;
- Asegúrese de que nadie entre en el radio de giro de una máquina.

- **El trabajador utiliza la maquinaria pesada como medio de transporte**

Figura 39. **El trabajador utiliza la maquinaria pesada como medio de transporte**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

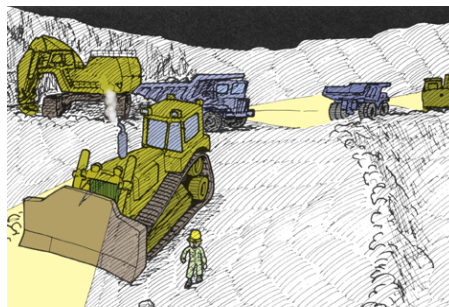
Situación: el trabajador utiliza la maquinaria pesada como medio de transporte dentro del área de trabajo, lo cual puede suscitar que al momento que el cargador sobrepase algún montículo, el trabajador sea acudido y pudiera ser lanzado hacia los neumáticos.

Acción correctiva:

- Se debe prohibir la utilización de maquinaria pesada como medio de transporte de los trabajadores.

- **Trabajos durante la noche**

Figura 40. **Trabajos durante la noche**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

Situación: en el momento que el proceso de excavación continúe durante la noche, se debe tomar en cuenta que: puede existir un accidente por parte de la maquinaria pesada, debido a la falta de iluminación o bien los operarios pueden atropellar a los trabajadores, por no contar con equipo refractivo.

Acción correctiva:

- Toda la maquinaria debe contar con iluminación en buen estado;
- Todo el personal debe contar con equipo refractivo.

- **Personal dentro del área de derribo de arboles**

Figura 41. **Personal dentro del área de derribo de arboles**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

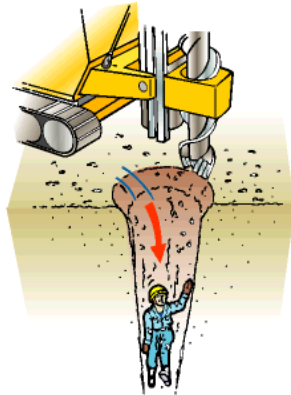
Situación: cuando se realiza el derribo de arboles, existe trabajadores ajenos a la actividad dentro del área de desplome de los arboles; por lo tanto, pueden causar daños al personal al momento de caer.

Acción correctiva:

- Todo el personal que sea ajeno a la actividad de derribo de arboles debe ser retirado del área de trabajo;

- El personal que se encuentre realizando la actividad debe prestar atención a la actividad que realiza y contar con equipo de protección específico a la actividad que desempeña.
- **Pozos perforados sin señalización**

Figura 42. **Pozos perforados sin señalización**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

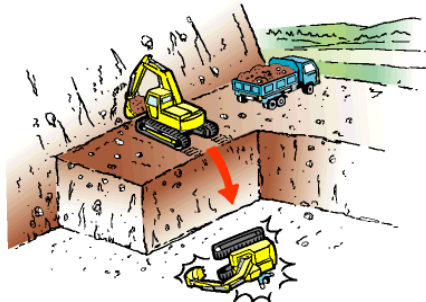
Situación: pozos perforados, los cuales no cuentan con la señalización correcta, el personal puede caer accidentalmente dentro de él causando así lesiones.

Acción correctiva:

- Todo pozo perforado debe ser señalizado correctamente, de tal modo que sea visible tanto para el personal como para los operarios de la maquinaria;
- De realizar trabajos por la noche, los pozos deben contar con señalización luminosa.

- **Maquinaria con poca área de maniobra**

Figura 43. **Maquinaria con poca área de maniobra**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

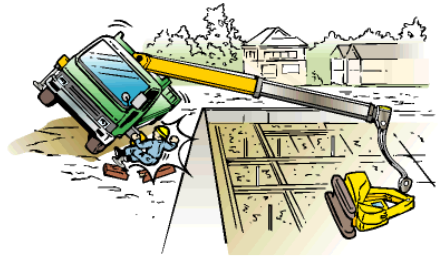
Situación: existe el peligro que la maquinaria pueda caer hacia un corte más profundo debido a que el operario cuenta con espacio limitado, para realizar las maniobras necesarias para ejecutar su trabajo con seguridad.

Acción correctiva:

- Al momento de realizar la planeación de cómo se realizarán los cortes y las longitudes que estos poseerán, se debe considerar un espacio razonable para que se pueda maniobrar la maquinaria con seguridad.

- **Uso de grúas para introducir maquinaria al sitio de excavación**

Figura 44. **Uso de grúas para introducir maquinaria al sitio de excavación**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

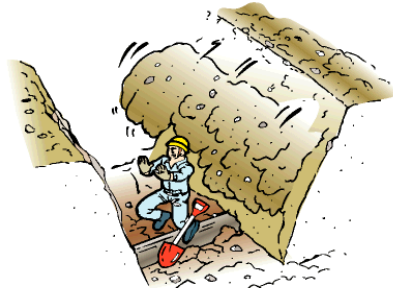
Situación: en algunos casos es necesario ingresar o egresar maquinaria que realiza la excavación por medio de grúas, esto puede suscitar que la grúa seleccionada no soporte el peso y pueda llegar a su desplome.

Acción correctiva

- Se debe evitar el uso de grúas para el movimiento de maquinaria, de ser necesario se debe seleccionar una grúa la cual se encuentre capacitada para soportar el peso de la maquinaria a mover.

- **Derrumbes en zanjas debido a la falta de apuntalamiento**

Figura 45. **Derrumbes en zanjas debido a la falta de apuntalamiento**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional del Japón.

Situación: al momento de realizar el tallado dentro de las zanjas de cimentación, se puede llegar a causar un derrumbe debido a la inexistencia de apuntalamiento.

Acción correctiva:

- Si la excavación supera los 2 metros de profundidad, se deberán apuntalar los taludes, con materiales como madera u otro material que evite el desmoronamiento de las paredes laterales.

4.2. Equipo de seguridad

El uso del equipo por parte del personal dentro del área de trabajo, debe ser de carácter obligatorio, el mismo debe ser proporcionado por el encargado de obra, el cual debe seleccionar el adecuado, de acuerdo a cada actividad a desempeñar por parte de los trabajadores.

- **Protección de la cabeza**

Para cuidar la cabeza de objetos que caen, cargas izadas por grúas y ángulos sobresalientes, que son comunes en una obra en construcción, se recomienda usar casco de seguridad de forma constante en la obra.

- Considerar que deben usarse cascos aprobados según normas nacionales e internacionales de seguridad (OSHA, ISO).

- **Protección a los pies**

Al utilizar el calzado protector adecuado se podrá prevenir lesiones de los pies causadas por:

- Clavos que no han sido sacados o doblados en las maderas, y que a su vez, podrían penetrar la planta del zapato y lastimar el pie;
- El aplastamiento de materiales pesados que caen. La clase de botas o zapatos de seguridad, dependerá de la clase de trabajo que se realice (por ejemplo, la presencia de agua subterránea en la obra), pero todo el calzado protector debe tener suela impenetrable y capellada con puntera de acero.

- **Protección de las manos y la piel**

Las manos son sumamente vulnerables a las lesiones accidentales y en la construcción; manos y muñecas, sufren más lastimaduras que ninguna otra parte del cuerpo. Sufren raspaduras, fracturas, esguinces, amputaciones y quemaduras, que en su mayoría se puede evitar con mejores técnicas y equipo

de trabajo manual, y con el uso de equipo protector adecuado como guantes o manoplas.

- **Protección de ojos**

Los fragmentos y esquilas, el polvo , son causa de muchas lesiones de la vista debido a, el picado, corte, perforación, labrado o afilado de piedra, concreto y ladrillo con herramientas de mano o automáticas, debido a esto se debe contar con lentes de protección.

- **Chaleco refractivo**

La actividad de maquinaria pesada dentro de las excavaciones puede causar que se atropelle a algún empleado, de esta manera el chaleco refractivo ofrece al trabajador una fácil identificación dentro del área de trabajo, y debido a las franjas refractivas con las que cuenta, también facilita su identificación por parte de operarios durante trabajos nocturnos.

- **Mascarilla**

La mascarilla protegerá de partículas finas, las cuales pone en peligro las vías respiratorias de los empleados.

- **Arnes de seguridad**

La mayoría de los accidentes fatales en la construcción se deben a caídas desde cierta altura. Cuando se realiza el trabajo desde un andamio o escaleras de mano, o desde una plataforma móvil de acceso, el uso de arnés de seguridad puede ser el único medio de prevenir lesiones graves o mortales.

4.3. Lineamientos de seguridad

Se deben contar con lineamientos de seguridad específicos para cada tipo de trabajador, en los cuales se especifiquen las condiciones mínimas con las cuales debe contar para realizar su actividad y las precauciones que deben tener al realizar su trabajo.

Se enlistan los aspectos básicos con los cuales, tanto trabajadores, encargados de obra, como visitantes, deben cumplir para evitar accidentes dentro del área de excavación.

Lineamientos para los trabajadores

- No debe estar bajo el efecto de alcohol o con síntomas de enfermedad que pongan en peligro su seguridad.
- Usar chaleco, casco, botas con punta de acero, lentes, guates y equipo especial a la actividad desempeñada.
- En la zona de construcción, tener cuidado con vehículos o equipos móviles.
- Al subir escaleras fijas o móviles, revisar estabilidad y condición de tránsito.
- Colocar señales y cordones de seguridad en áreas que consideren peligrosas.

Encargados de obra

- Contar con un responsable de seguridad en el área de construcción.
- Prohibir el paso a personas que no porten equipo de protección.
- Dotar de equipo de protección a los visitantes.

- Evitar el acceso a trabajadores que se presenten con aliento alcohólico o bajo influjos de algún enervante.
- Verificar que porten equipo de protección y acaten las medidas de seguridad.
- Verificar que los trabajadores se encuentren afiliados al IGSS, y que cumplan las condiciones generales de trabajo.
- Contar con botiquín y equipo de emergencia.

Visitantes

- Antes de ingresar al área de trabajo, solicitar y portar el equipo necesario, para protegerse y transitar seguro.
- Respetar las señales de peligro.
- Respetar las señales de tránsito y movimientos dentro del área.
- No entrar a áreas de alto riesgo sin autorización de la persona responsable.

CONCLUSIONES

1. El pleno conocimiento del proceso metodológico para la ejecución de cualquier tipo de proyecto en la ingeniería civil, ayudará a que se culmine dentro de los plazos establecidos desde el inicio, dentro de los costos fijados y cumpliendo con el requerimiento de una obra de calidad
2. Se debe cumplir con todos aquellos aspectos legales establecidos para la ejecución de un proyecto, para no incurrir en delitos o faltas, los cuales pudieran generar multas al proyecto.
3. La plena identificación de los posibles estratos a encontrar durante el proceso de excavación, asegura la correcta selección de maquinaria, equipo y personal, evitará la generación de costos innecesarios u ocultos que estén fuera del alcance inicial del proyecto.
4. Para asegurar la calidad del proyecto, se deberán establecer controles rutinarios a la obra, y se debe contar con el personal capacitado para realizar cada tarea.

RECOMENDACIONES

1. Para realizar el proceso de excavación se debe analizar de antemano, la maquinaria, equipo y personal, para asegurar la correcta ejecución del proyecto.
2. La identificación de los diferentes estratos y posibles obstáculos que se encuentren tanto en el subsuelo como en el suelo, ayudará a la correcta selección de maquinaria a utilizar.
3. Se deberá reciclar cualquier tipo de material resultante del proceso de demolición, ya sea dándole otra función dentro del proyecto, o bien vendiéndolo para obtener un factor de retorno al proyecto; y determinar el posible valor comercial de los estratos excavados.

BIBLIOGRAFÍA

1. BRINKER, Russell C.; WOLF, Paul. *Topografía*. 9a. ed. México: Alfaomega, 1997. 833 p.
2. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2006. 650 p.
3. DUNBAR, C.O.; RODGERS, Jonson. *Principios de estratigrafía*. Bolivia: Continental, 1963. 422 p.
4. Gobierno de Chile. *Norma para acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos*. NTE-ADZ/1976. Chile: Gobierno de Chile, 1976.
5. Gobierno de Nuevo León, México. *Seguridad en la construcción* [en línea]. [Consulta: 25 de julio de 2010] Disponible en web: <http://www.nl.gob.mx/?P=seguridad_construccion>
6. Guatemala. Acuerdo Gubernativo No. 134-2005, de 23 de noviembre, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Listado taxactivo de proyectos, obras, industrias o actividades*, 24 de noviembre de 2005, núm 134, p. 123.

7. McCORMAC, Jack. *Topografía =surveying*. México: Limusa, 2006. 416 p.
8. PLAZOLA, Cisneros. *Normas y costos de construcción*. México: Limusa, 1991. 400 p.
9. Unidades. *Excavación* [en línea]. [Consulta: 25 de julio de 2010]
Disponible en web:
<http://micigc.uniandes.edu.co/Construccion/ciment/excava.htm>

ANEXOS

ANEXO A

**F02****FORMULARIO DE SOLICITUDES MUNICIPALES****DIRECCIÓN DE CONTROL TERRITORIAL**21 CALLE 06-77 ZONA 01 PALACIO MUNICIPAL 4TO NIVEL
PBX: 2285-8500, FAX: 2253-1391
CORREO ELECTRÓNICO: ventanilla@municipal.gov.ec

PARA USO EXCLUSIVO DE VENTANILLA ÚNICA

Fecha de ingreso: _____

Hora: _____

EXPEDIENTE
-1 DCT
-2 EMPAGUA
-3 VUCH
-4 AMBIENTE
-5 DPD **POT**
PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**I. DATOS DE LA SOLICITUD OBLIGATORIO****1. TIPO DE SOLICITUD**

INDICAR CON UNA "X" EL TIPO DE SERVICIO ADMINISTRATIVO QUE SOLICITA Y COMPLETAR LOS DATOS DE LAS SECCIONES DE ESTE FORMULARIO SEGÚN CORRESPONDA. DEBERÁ LLENAR ÚNICAMENTE UNA DE LAS TRES COLUMNAS.

	FACTIBILIDAD GENERAL	FACTIBILIDAD ESPECÍFICA	LICENCIA
FRACCIONAMIENTO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBRA:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
USO DE SUELO: (si seleccionó obra debe seleccionar uso de suelo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LOCALIZACIÓN DE ESTABLECIMIENTO ABIERTO AL PÚBLICO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TALA DE ÁRBOLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TIENE INFORME DE FACTIBILIDAD ESPECÍFICA VIABLE?

 SI NO

INDICAR NÚMERO DE INFORME:

2. DATOS DEL INMUEBLE

DIRECCIÓN: _____

INFORMACIÓN DE REGISTRO: _____ m²

FINCA (S):

FOLIO (S):

LIBRO (S):

ÁREA REGISTRAL

INFORMACIÓN CATASTRAL: _____ m²

NÚMERO CATASTRAL:

MATRÍCULA:

TÉRMINO:

ÁREA DE TERRENO:

ESTOS DATOS PODRÁ OBTENERLOS EN EL ÁREA DE ATENCIÓN AL VECINO DE LA DIRECCIÓN DE CONTROL TERRITORIAL.

3. DATOS DEL SOLICITANTE

A. TIPO DE PERSONA:

A.1 INDIVIDUAL
 PROPIETARIOA.2 JURÍDICA (EJEMPLO: SOCIEDADES, EMPRESAS)
 REPRESENTANTE LEGAL MANDATARIO

NOMBRE COMPLETO: _____

RAZÓN SOCIAL: _____

NÚMERO DE CÉDULA, PASAPORTE Y/O DPI: _____ EXTENDIDA EN: _____

TIENE VARIOS PROPIETARIOS EL INMUEBLE: SI NO CUÁNTOS: _____

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA DEBERÁ PRESENTAR LOS DOCUMENTOS GENERALES DE CADA PROPIETARIO (VER LISTADO DE REQUISITOS SEGÚN TIPO DE SERVICIO ADMINISTRATIVO SOLICITADO).

PARA SER NOTIFICADO DE LOS RESULTADOS DE SU PROYECTO, PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS:

TELÉFONO: _____

DOMICILIO:

MÓVIL:

OFICINA:

FAX:

DIRECCIÓN: _____

(DENTRO DEL MUNICIPIO)

CORREO ELECTRÓNICO: _____

CORREO 1

CORREO 2

II. DATOS DEL PROYECTO OBLIGATORIO

DE ACUERDO A LA SOLICITUD QUE INDICÓ EN EL NUMERAL 1, SELECCIONE EL TIPO DE PROYECTO A DESARROLLAR

4. FRACCIONAMIENTO VER GUÍA PARA ELABORACIÓN DE PLANOS A. FRACCIONAMIENTO HASTA 4 PREDIOS B. FRACCIONAMIENTO A PARTIR DE 5 PREDIOS

SI REALIZARÁ INTRODUCCIÓN DE INSTALACIONES Y SERVICIOS, DEBERÁ SOLICITAR LICENCIA DE OBRA DE URBANIZACIÓN

5. OBRA VER GUÍA PARA ELABORACIÓN DE PLANOS

- A. DEMOLICIÓN ÁREA: _____ m²
- B. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y/O EXCAVACIÓN VOLUMEN: _____ m³
- C. URBANIZACIÓN ÁREA: _____ m²
- D. CONSTRUCCIÓN MENOR (HASTA 30,00 M²) ÁREA: _____ m²
- E. CONSTRUCCIÓN MAYOR (DESDE 30,00 M² EN ADELANTE) ÁREA: _____ m²
- F. ESTRUCTURA:
- F.1 CAMBIO DE TECHO ÁREA: _____ m²
- F.2 MURO PERIMETRAL Y/O MURO CONTENSIÓN ALTO: _____ m LARGO: _____ m ÁREA: _____ m²
- F.3 CISTERNA ALTO: _____ m LARGO: _____ m ANCHO: _____ m²
- F.4 PISCINA ALTO: _____ m LARGO: _____ m ANCHO: _____ m²
- F.5 TORRES / ANTENAS TELEFONÍA ALTO: _____ m
- F.6 ESTRUCTURA CIMENTADA EN SUBSUELO O EXISTENTE ALTO: _____ m DIÁMETRO: _____ m

DESCRIBA BREVEMENTE LOS TRABAJOS A EFECTUAR Y EL USO:

NOTA: SEGÚN EL TIPO DE PROYECTO QUE SELECCIONÓ, VERIFIQUE LOS DOCUMENTOS Y PLANOS QUE DEBERÁ PRESENTAR DE ACUERDO AL LISTADO DE REQUISITOS QUE CORRESPONDA SEGÚN EL SERVICIO ADMINISTRATIVO SOLICITADO, (EL CUAL SE PROPORCIONA EN EL ÁREA DE ATENCIÓN AL VECINO)

continúa →

6. USO DEL SUELO

INDICAR EL ÁREA EN METROS CUADRADOS DE USO DEL SUELO ACTUAL (LO EXISTENTE) USO DEL SUELO PROPUESTO (PROYECTO A REALIZAR) Y USO DEL SUELO FINAL (EXISTENTE MAS PROYECTO) TOMANDO EN CUENTA TODOS LOS NIVELES DE LA EDIFICACIÓN.

	USO ACTUAL (m ²)	USO FINAL (m ²)
A. USO RESIDENCIAL: SUPERFICIES DEDICADAS A VIVIENDA		
B. USO NO RESIDENCIAL: SUPERFICIES DEDICADAS A:		
1. BALDIAS O SIN USO		
2. LA VENTA DE PRODUCTOS O A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS		
-INDIQUE EL TIPO DE COMERCIO:		
3. CONSUMO DE COMIDAS Y BEBIDAS		
4. LABORES DE OFICINAS		
5. ENSEÑANZA		
6. ÁREAS DE ESPECTADORES SENTADOS		
7. CAMPOS O CANCHAS DEPORTIVAS		
8. LA PRODUCCIÓN, REPARACIÓN O ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS (REQUIERE LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL)		
9. ALOJAMIENTO O ENCAMIAMIENTO		
10. ACTIVIDADES DE RECREACIÓN INDIVIDUALES O GRUPALES		
11. ACTIVIDADES DE OJO ESTANCIALES		
TOTAL DE USOS NO RESIDENCIALES		

7. DENTRO DEL PROYECTO A REALIZAR ¿VA A LLEVAR A CABO ALGUNA DE LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES?
 DEBE MARCAR SI O NO PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES VER ANEXO ■ DEL POT

TIPO DE ACTIVIDADES / PROCEDIMIENTO	ACTIVIDADES	SI	NO
ACTIVIDADES CONDICIONADAS ■ PROCEDIMIENTO JOT	ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS LIVIANOS COMO USO DE SUELO PRIMARIO (POR EJEMPLO: PREDIOS PARA VENTA O ARRENDAMIENTO DE VEHÍCULOS Y PARQUEOS PÚBLICOS Y PRIVADOS QUE NO SIRVAN DE APOYO A LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN DENTRO DEL INMUEBLE Y QUE TENGAN FINES DE LUCRO)		
	ALMACENAMIENTO, LOGÍSTICA, EMBALAJE U OTRAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON TRANSPORTE PESADO (POR EJEMPLO: DE CARGA O DE PASAJEROS, BOQUEAS)		
	SERVICIOS DE PUBLICIDAD O PROMOCIÓN (QUE SEAN PARA PUBLICITAR O PROMOCIONAR ACTIVIDADES DISTINTAS A LAS QUE SE REALIZAN EN EL INMUEBLE). (POR EJEMPLO: ESTRUCTURAS CON IMÁGENES GRÁFICAS, UNIPOLARES)		
	ENSEÑANZA SUPERIOR (POR EJEMPLO: AULAS, LABORATORIOS, TALLERES, BIBLIOTECAS, SALONES DE MÚSICA, AUDITORIOS, CURSOS LIBRES)		
	MANEJO DE RESIDUOS BIOLÓGICOS, MÉDICOS U HOSPITALARIOS (POR EJEMPLO: LABORATORIOS CLÍNICOS, HOSPITALES, VETERINARIAS, CARNICERÍAS, PESCADERÍAS, MERCADOS)		
	ACTIVIDADES MASIVAS DE EXCAVACIÓN, PROCESAMIENTO O DEPÓSITO DE MATERIALES (POR EJEMPLO: MINAS, CANTERAS, FÁBRICA DE BLOCKS, VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN)		
	ALMACENAMIENTO O EXPENDIO DE SUSTANCIAS TÓXICAS, COMBUSTIBLES O PELIGROSAS (POR EJEMPLO: GASOLINERAS, EXPENDIOS DE GAS)		
	ACTIVIDADES RELACIONADAS CON MOVIMIENTO MASIVO DE PASAJEROS (POR EJEMPLO: TERMINALES DE AUTOBUSES, AEROPUERTOS, CENTRALES DE TRANSFERENCIA)		
	SERVICIO DE MANEJO, ALMACENAJE, PROCESAMIENTO O DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS (POR EJEMPLO: BASUREROS, RECIKLADORAS)		
	ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS O SERVICIOS PÚBLICOS (POR EJEMPLO: ELECTRICIDAD, TORRES DE TELEFONÍA, ANTENAS, PLANTAS DE TRATAMIENTO)		
ACTIVIDADES CONDICIONADAS ■ PROCEDIMIENTO JOT + VECINOS	CONSUMO DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS (POR EJEMPLO: BARES, CANTINAS, DISCOTECAS, RESTAURANTES QUE CUENTAN CON ÁREA DE BAR, CAFÉ-BAR)		
	ACTIVIDADES GRUPALES, DE ESPECTÁCULOS EN VIVO O QUE PRODUZCAN AGLOMERACIÓN DE PERSONAS (POR EJEMPLO: TEATROS, ENES, AUDITORIOS, CENTROS DE CONVENCIONES, SALONES DE EVENTOS, SALONES DE EXPOSICIONES)		
	USO DE INSTRUMENTOS MUSICALES O DE APARATOS REPRODUCTORES O AMPLIFICADORES DE SONIDO (POR EJEMPLO: CLUBS, DISCOTECA, ACADEMIAS DE MÚSICA, SALONES DE EVENTOS)		
	CELEBRACIÓN DE SERVICIOS RELIGIOSOS Y REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES CONEXAS (POR EJEMPLO: IGLESIAS, TEMPLOS, CAPILLAS, CASA DE ORACIÓN)		
	SERVICIOS DE REPARACIÓN, MANTENIMIENTO O LIMPIEZA DE VEHÍCULOS Y OTROS OBJETOS MAYORES (POR EJEMPLO: TALLERES, CAR WASH, PINCHAZOS, ACEITERAS)		
ACTIVIDADES CONDICIONADAS ■ PROCEDIMIENTO JOT + VEC + COM	ACTIVIDADES DE MANUFACTURA O INDUSTRIA MECANIZADA O AUTOMATIZADA (POR EJEMPLO: FÁBRICAS, MAQUINAS, PLANTAS)		
	ACTIVIDADES CON AUTOSERVICIO (POR EJEMPLO: AUTOBANCOS Y RESTAURANTES, FARMACIAS, LAVANDERIAS)		
	SERVICIOS DE ALOJAMIENTO CON TARIFA POR FRACCIÓN DE TIEMPO (POR EJEMPLO: MOTeles, PENSIONES, HOTELS)		
	VELACIÓN, EMBALSAMIENTO, ENTERRAMIENTO, INHUMACIÓN O CREMACIÓN (POR EJEMPLO: CAPILLAS FUNERARIAS, CEMENTERIOS)		

8. TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN _____ MESES

9. DATOS PARA IMPACTO VIAL APLICA PARA PROYECTOS QUE GENEREN MÁS DE 10 VIAJES.
 INDIQUE LA CANTIDAD DE VIAJES GENERADOS POR SU PROYECTO _____
 PARA CONOCER LOS VIAJES QUE GENERARÁ SU PROYECTO, UTILIZAR LA HOJA DE CÁLCULO QUE SE PROPORCIONA EN ATENCIÓN AL VECINO DE LA DCT.
 DESEA QUE LA MUNICIPALIDAD APLIQUE LA FÓRMULA DE MITIGACIÓN DE IMPACTO VIAL?
 SI NO
 SI SU PROYECTO GENERA MÁS DE 10 VIAJES Y NO DESEA QUE SE APLIQUE LA FÓRMULA, O SI SU PROYECTO GENERA MÁS DE 400 VIAJES, DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA QUE LA DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO PUEDA APLICAR EL PROCEDIMIENTO COMPLETO Y REALIZAR EL ANÁLISIS DETALLADO DE IMPACTO VIAL.

10. DATOS PARA DOTACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS
 DESEA QUE LA MUNICIPALIDAD APLIQUE LA FÓRMULA DE REDUCCIÓN DE LA DOTACIÓN DE PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO?
 SI NO

11. ALINEACIÓN MUNICIPAL SOLICITUD DE APROVECHAMIENTO TEMPORAL
 SI NO

12. DATOS PARA EMPAGUA
 VERIFICAR REQUISITOS SEGÚN EL SERVICIO ADMINISTRATIVO SOLICITADO, EN ELLOS PODRÁ CONFIRMAR SI SU PROYECTO ESTÁ SUJETO A INGRESAR UN EXPEDIENTE A EMPAGUA, TRÁMITE A REQUERIR:

A. FACTIBILIDAD: DE AGUA POTABLE DE DRENAJES

B. INSTALACIONES EXISTENTES: AGUA POTABLE: SERVICIO QUE POSEE: MUNICIPAL MARISCAL PRIVADA POZO PROPIO NINGUNO

DRENAJES: EXISTEN CANDELAS: SI NO

INDICAR NÚMERO DE CONTADOR _____

II. DATOS DEL PROYECTO OBLIGATORIO

III. OTROS DATOS SEGÚN CORRESPONDA

continúa

III. OTROS DATOS SEGÚN CORRESPONDA

13. DATOS PARA INMUEBLES QUE SE ENCUENTRAN EN CENTRO HISTÓRICO, CONJUNTOS HISTÓRICOS O ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO

Ventana Única del Centro Histórico: 7 avda, 11467 zona 1, 3er Nivel Oficina 312, Centro Cultural Metropolitano (Antiguo Edificio de Correos), TEL: 228540544, email: vucentrohistorico@municipal.gov.com
Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural: 12 Ave, 11-11 Z, 1 TEL: 2232-6571 • 2232-6948 • 2253-1570, Fax: (502) 2232-2595



NOTA: SI APLICA A ESTE RÉGIMEN DEBERÁ PRESENTAR UN FOLDER ADICIONAL CON LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS PARA LA VENTANA ÚNICA DEL CENTRO HISTÓRICO Y DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL, IDENTIFICADOS COMO VUCH / DGPCN EN LAS HOJAS DE REQUISITOS.

A. INDICAR LA CATEGORÍA DEL INMUEBLE: []

PREVIAMENTE DEBERÁ INGRESAR EL FORMULARIO F03 Y SUS REQUISITOS PARA GESTIONAR LA CERTIFICACIÓN DE BIENES CULTURALES, EN LA CUAL SE LE INDICARÁ LA CATEGORÍA DEL INMUEBLE.

B. TIPO DE PROYECTO A REALIZAR:

CAMBIO DE VENTANA CAMBIO DE PUERTA A VENTANA REMODELACIÓN DE FACHADA PROYECTO DE RESTAURACIÓN

APERTURA DE VENTANA APERTURA DE PUERTA CAMBIO DE TECHO REMODELACIÓN INTERIOR

OTRO, ESPECIFIQUE: []

14. LOCALIZACIÓN DE ESTABLECIMIENTO ABIERTO AL PÚBLICO

ESTA SECCIÓN DEBERÁ COMPLETARSE SI FUE SELECCIONADA AL INICIO DEL FORMULARIO EN EL TIPO DE SOLICITUD.

TIPO DE ESTABLECIMIENTO: []

NOMBRE COMERCIAL DEL ESTABLECIMIENTO: []

SI EL ESTABLECIMIENTO TIENE DIRECCIÓN DIFERENTE A LA DIRECCIÓN DEL INMUEBLE INDICAR A CONTINUACIÓN:

DIRECCIÓN: []

[]

15. INFORME INDUSTRIAL

ESTA SECCIÓN DEBERÁ COMPLETARSE SI FUE SELECCIONADA AL INICIO DEL FORMULARIO EN EL TIPO DE SOLICITUD, O BIEN SI MARCÓ DENTRO DE LOS USOS DE SUELO NO RESIDENCIALES EL NUMERAL 8.

A. INFORME INDUSTRIAL SIMPLE:

SI SUS ACTIVIDADES ESTÁN COMPRENDIDAS EN LAS CATEGORÍAS I Y II DEL REGLAMENTO DE LOCALIZACIÓN E INSTALACIÓN INDUSTRIAL DEBERÁ PRESENTAR UN INFORME INDUSTRIAL SIMPLE, ESTE INFORME DEBERÁ SER FIRMADO POR EL PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL, EL INFORME ÚNICAMENTE DEBERÁ CONTENER LOS DATOS SOLICITADOS EN EL DOCUMENTO DE APOYO PARA LA ELABORACIÓN QUE SE LE PROPORCIONA EN EL ÁREA DE ATENCIÓN AL VECINO.

B. INFORME INDUSTRIAL COMPLETO:

SI SUS ACTIVIDADES ESTÁN COMPRENDIDAS EN LAS CATEGORÍAS III A LA VI DEL REGLAMENTO DE LOCALIZACIÓN E INSTALACIÓN INDUSTRIAL DEBERÁ PRESENTAR UN INFORME INDUSTRIAL COMPLETO, AVALADO POR UN INGENIERO INDUSTRIAL O MECÁNICO O INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL, COLEGIADO ACTIVO (EN CASOS ESPECIALES SE CONSIDERARÁ LA PROFESIÓN AFÍN A LA INDUSTRIA) Y FIRMADO POR EL PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL. EL INFORME DEBERÁ CONTENER LOS DATOS SOLICITADOS EN EL DOCUMENTO DE APOYO PARA LA ELABORACIÓN QUE SE LE PROPORCIONA EN EL ÁREA DE ATENCIÓN AL VECINO.

16. NECESITA EFECTUAR TALA DE ÁRBOLES? APLICA PARA ÁRBOLES QUE SE ENCUENTREN UBICADOS DENTRO Y/O FUERA DEL INMUEBLE.

SI NO

EN CASO AFIRMATIVO, PRESENTAR LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE (DMA) Y COMPLETAR LO SIGUIENTE:

INDIQUE EL MOTIVO POR EL CUAL DESEA TALAR ÁRBOLES: []

CANTIDAD DE ÁRBOLES QUE DESEA TALAR: []

SI LA TALA ES MAYOR DE 10,00 METROS CÚBICOS DEBERÁ SOLICITAR LICENCIA EN EL INAB Y ADJUNTARLO COMO REQUISITO.

17. QUIERE HACER USO DE INCENTIVOS?

SI NO

IV. RESPONSABILIDADES LEGALES

18. RESPONSABILIDADES PROFESIONALES

RESPONSABLE DE PLANIFICACIÓN

NOMBRE: []

PROFESIÓN: [] COLEGIADO: []

DIRECCIÓN: []

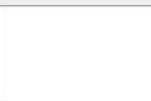
TELÉFONOS: [] [] [] []

DOMICILIO: [] MÓVIL: [] OFICINA: [] FAX: []

CORREO ELECTRÓNICO: []

CORREO 1

CORREO 2



FIRMA Y SELLO (ORIGINAL)

RESPONSABLE DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

NOMBRE: []

PROFESIÓN: [] COLEGIADO: []

DIRECCIÓN: []

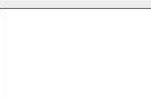
TELÉFONOS: [] [] [] []

DOMICILIO: [] MÓVIL: [] OFICINA: [] FAX: []

CORREO ELECTRÓNICO: []

CORREO 1

CORREO 2

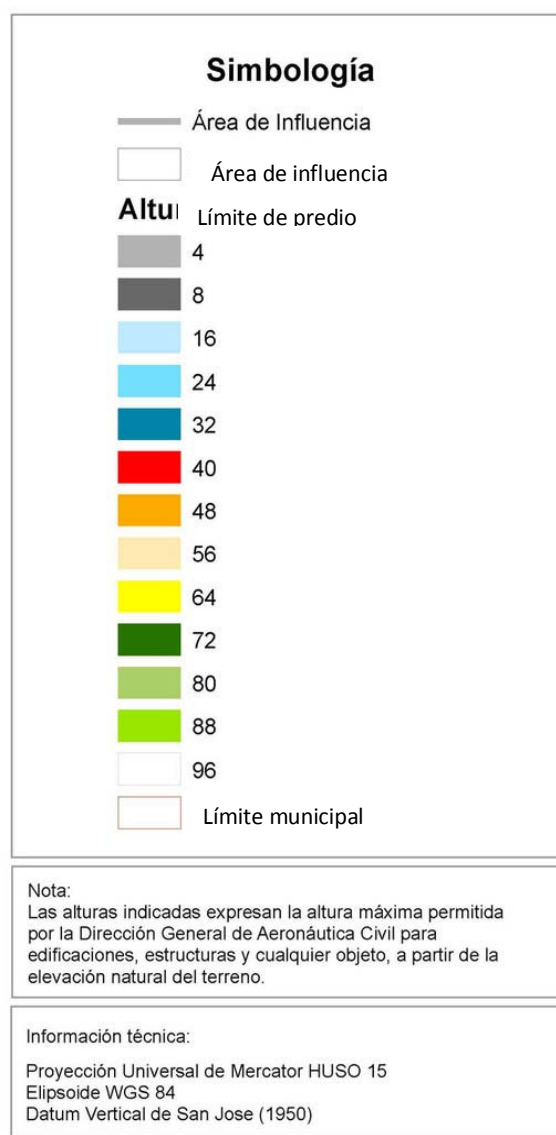


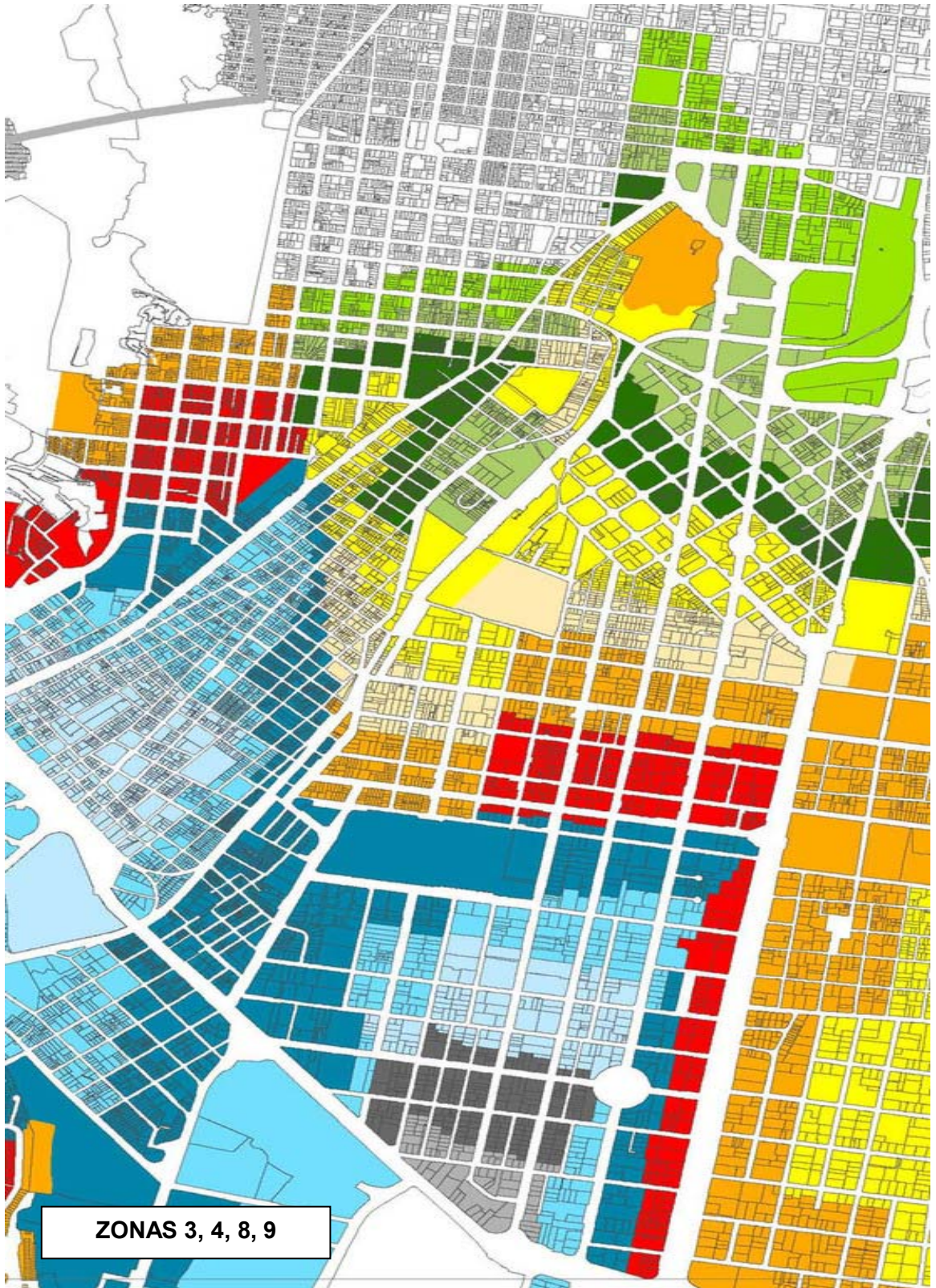
FIRMA Y SELLO (ORIGINAL)

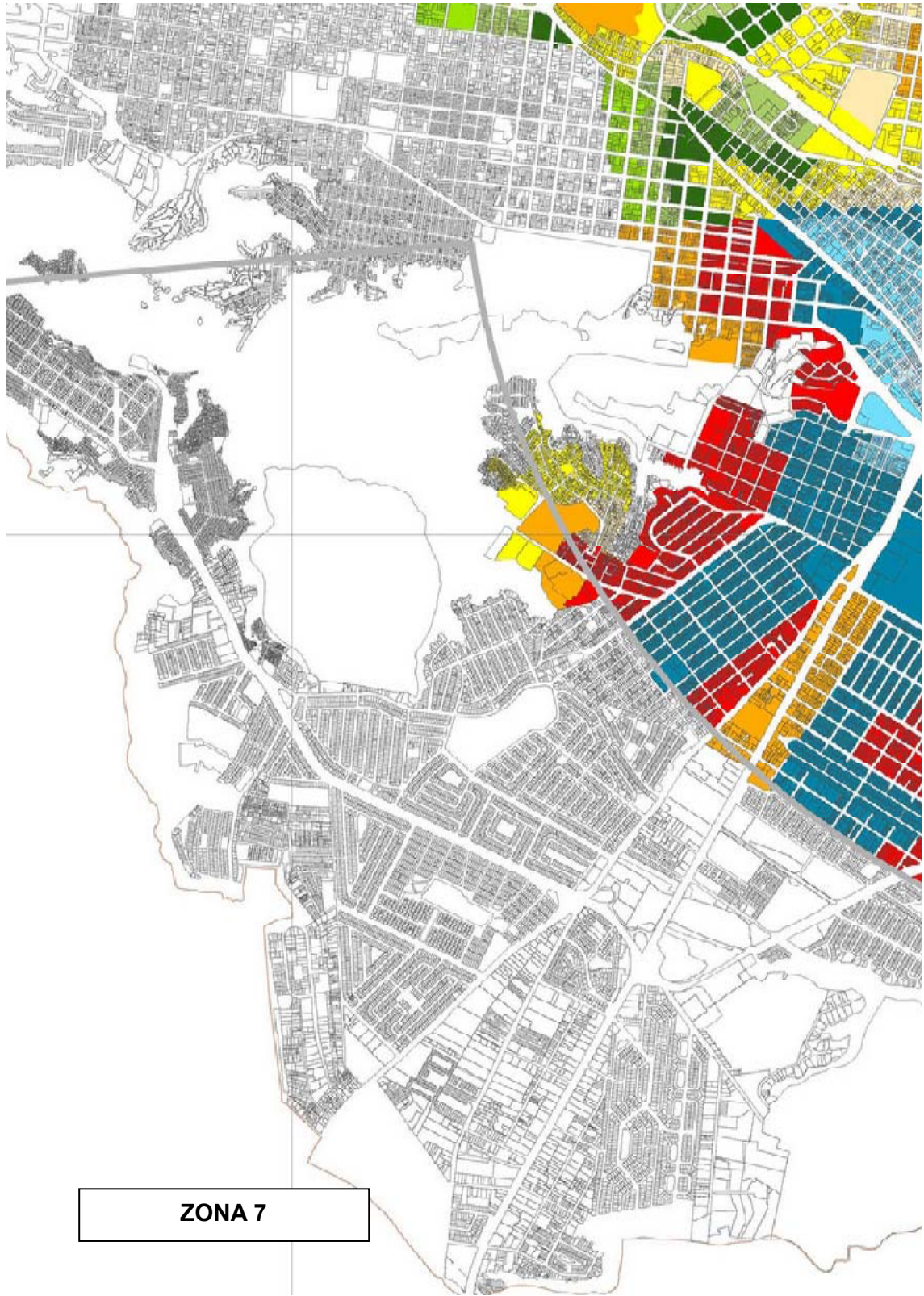
continúa

ANEXO B

**ALTURAS MÁXIMAS PERMITIDAS POR LA
DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL
PARA EDIFICACIONES, ESTRUCTURAS Y CUALQUIER
OBJETO, A PARTIR DE LA ELEVACIÓN NATURAL DEL
TERRENO**







ZONA 7

