



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

**PLANIFICACIÓN, BASES TÉCNICAS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL DE
UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA DOS CAMPOS DE 69 KV, UN CAMPO DE
TRANSFORMACIÓN Y DOS SALIDAS DE CIRCUITOS DE 13,8 KV**

Kevin Salvador Ávila Soto

Asesorado por el M.A.P. e ing. Salvador Enrique Ávila Contreras

Guatemala, junio de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN, BASES TÉCNICAS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL DE
UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA DOS CAMPOS DE 69 KV, UN CAMPO DE
TRANSFORMACIÓN Y DOS SALIDAS DE CIRCUITOS DE 13,8 KV**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KEVIN SALVADOR ÁVILA SOTO

ASESORADO POR EL M.A.P. E ING. SALVADOR ENRIQUE ÁVILA
CONTRERAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordóñez Hernández
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

**PLANIFICACIÓN, BASES TÉCNICAS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL DE
UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA DOS CAMPOS DE 69 KV, UN CAMPO DE
TRANSFORMACIÓN Y DOS SALIDAS DE CIRCUITOS DE 13,8 KV**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha, Guatemala, 28 de marzo de 2016.

Kevin Salvador Ávila Soto

Guatemala, 27 de Enero de 2017.

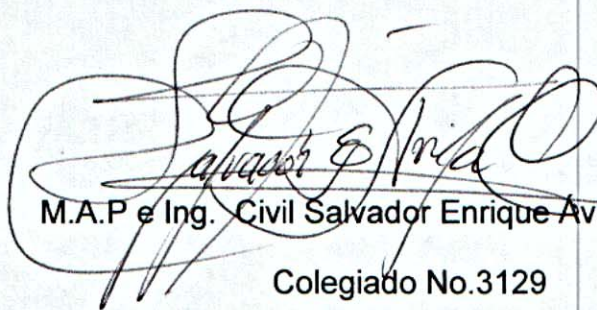
Ing. Guillermo Melini Salguero
Coordinador del Área de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Melini:

Me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación: **“PLANIFICACIÓN, BASES TÉCNICAS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA DOS CAMPOS DE 69 KV, UN CAMPO DE TRANSFORMACIÓN Y DOS SALIDAS DE CIRCUITOS DE 13,8 KV”**, elaborado por el estudiante Kevin Salvador Ávila Soto, con carné No. 201114582. Considerando que este trabajo de graduación se ha desarrollado satisfactoriamente, me permito aprobarlo en calidad de asesor del mismo.

Agradezco a usted la atención a la presente.

Atentamente



M.A.P e Ing. Civil Salvador Enrique Ávila Contreras

Colegiado No.3129

Asesor

Salvador Enrique Ávila Contreras
INGENIERO CIVIL
COL No 3129



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 19 de mayo de 2017

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN, BASES TÉCNICAS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA DOS CAMPOS DE 69 KV, UN CAMPO DE TRANSFORMACIÓN Y DOS SALIDAS DE CIRCUITOS DE 13,8 KV**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Kevin Salvador Ávila Soto, quien contó con la asesoría del Ing. Salvador Enrique Ávila Contreras.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Guillermo Francisco Melini Salguero

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero
 Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
USAC

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Salvador Enrique Ávila Contreras y del Coordinador del Departamento Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Kevin Salvador Ávila Soto **PLANIFICACIÓN, BASES TÉCNICAS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA DOS CAMPOS DE 69 KV, UN CAMPO DE TRANSFORMACIÓN Y DOS SALIDAS DE CIRCUITOS DE 13,8 KV** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2017

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala

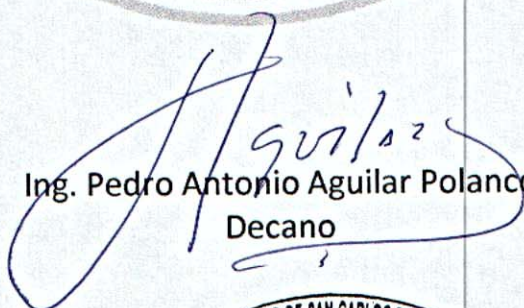


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 279.2017

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: **PLANIFICACIÓN, BASES TÉCNICAS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA DOS CAMPOS DE 69 KV, UN CAMPO DE TRANSFORMACIÓN Y DOS SALIDAS DE CIRCUITOS DE 13,8 KV**, presentado por el estudiante universitario: **Kevin Salvador Ávila Soto**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, junio de 2017



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por guiarme con su infinito amor y sabiduría brindándome la fortaleza para alcanzar todos mis objetivos.
Mis padres	Ing. Salvador Enrique Ávila Contreras y Leslie Soto Aguilar. Por su apoyo incondicional, consejos y amor que me han guiado por el sendero correcto en búsqueda de mi felicidad y autorrealización.
Mi hermana	Ivette Marisol Ávila Soto, por todos los momentos que hemos compartido y el apoyo que mantendremos toda nuestra vida.
Mis sobrinos	Renato Andrés y Sofía Marisol Monterroso Ávila, por el amor y alegría que me han dado.
Mi familia	Por su apoyo incondicional.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la institución que me ha forjado en los valores profesionales y educado en los ámbitos de la academia y la ciencia.

**Facultad de Ingeniería
de la Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la facilitadora de la adquisición del conocimiento técnico y científico que me permitió obtener el título de ingeniero civil.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi patria

Guatemala, por brindarme la oportunidad de prepararme

**M.A.P e Ing. Salvador
Enrique Ávila Contreras**

Por ser una importante influencia durante todo mi proceso de estudio, ser un ejemplo a seguir por su compromiso y altos estándares de profesionalismo y asesorar este trabajo de graduación que sin su colaboración no hubiera sido posible

**Mis amigos
de la facultad**

Quienes me han acompañado y apoyado durante los años de la carrera de ingeniería civil.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Marco conceptual	1
2. INVESTIGACIÓN	3
2.1. Descripción de una subestación eléctrica.....	3
2.1.1. Tipos de subestaciones	3
2.1.1.1. Según la función	3
2.1.1.2. Según emplazamiento	7
2.1.2. Características estructurales de una subestación eléctrica	8
2.1.2.1. Posición línea	9
2.1.2.2. Posición de barras.....	11
2.1.2.3. Posición primario transformador	12
2.1.2.4. Posición de transformador	13
2.2. Descripción de normas técnicas, para la obra civil.....	14
2.2.1. ASTM, ASHTO, ACI, AGIES.....	14

3.	PRESUPUESTOS Y COSTOS	21
3.1.	Definición y conceptos	21
3.1.1.	¿Qué es presupuesto?	21
3.1.2.	Costos	21
3.1.2.1.	Costos directos.....	21
3.1.2.1.1.	Mano de obra	22
3.1.2.1.2.	Maquinaria y equipo	22
3.1.2.1.3.	Materiales.....	22
3.1.2.1.4.	Herramientas.....	23
3.1.2.2.	Costos indirectos.....	23
3.1.2.2.1.	Costos de oferta y contratación.....	24
3.1.2.2.2.	Costos iniciales	24
3.1.2.2.3.	Costos de operación	25
3.1.2.2.4.	Costos administrativos de campo	25
3.1.2.2.5.	Costos por servicios especializados.....	26
3.1.2.2.6.	Costos adicionales esperados	26
3.1.2.2.7.	Costos imprevistos.....	27
3.1.2.3.	Factor de sobre costos	27
3.1.2.4.	Costos unitarios.....	28
3.1.2.5.	Costos de mantenimiento.....	28
3.1.2.5.1.	Costos de mantenimiento periódico.....	28

	3.1.2.5.2.	Costos de mantenimiento preventivo	29
4.	PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE AVANCES.....		31
4.1.	Programación por diagramas		32
4.1.1.	Diagrama de Gantt o de barras		32
4.1.2.	Diagrama de etapas		33
4.1.3.	Sistema de programación PERT, CPM		33
4.1.4.	Método de la ruta crítica		36
5.	BASES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.....		37
5.1.	Cumplimiento de normas técnicas.....		38
5.2.	Trabajos preliminares e instalaciones provisionales.....		38
5.2.1.	Levantamiento topográfico y curvas de nivel		38
5.2.2.	Cortes y rellenos.....		39
5.2.3.	Excavaciones de suelo para cimentaciones		40
5.3.	Cimentaciones de equipos y estructuras		40
5.3.1.	Cimiento para interruptor		40
5.3.2.	Cimiento para columna de pórtico principal.....		41
5.3.3.	Cimiento para transformadores		42
5.3.4.	Canal de derrame de aceite.....		42
5.3.5.	Evacuación de agua pluvial y aceite en el canal de derrame		42
	5.3.5.1.	Rejilla en canal de derrame	43
	5.3.5.2.	Fosa para derrame de aceite.....	43
5.4.	Canalizaciones		43
5.4.1.	Canalizaciones de control.....		43

	5.4.1.1.	Trinchera, ancho de 0,40 metros.....	43
	5.4.1.2.	Trinchera, ancho de 0,60 metros.....	44
	5.4.1.3.	Caja de canalización tipo “G”	44
5.5.		Drenajes pluviales	45
	5.5.1.	Cuneta para drenaje de agua pluvial.....	45
	5.5.2.	Caja pluvial.....	45
5.6.		Caseta de control	46
	5.6.1.	Área de caseta	46
	5.6.2.	Trazo de caseta.....	46
	5.6.3.	Excavación	46
	5.6.4.	Zapatatas tipo “Z-T”.....	46
	5.6.5.	Refuerzo estructural para cimentación de columnas Cimentación	47
		5.6.5.1. Columna tipo “C-1”	47
		5.6.5.2. Columna tipo “C-2”	47
		5.6.5.3. Fundición de cimentación.....	47
	5.6.6.	Levantado de muros.....	48
	5.6.7.	Armado y fundición de soleras	48
		5.6.7.1. Armado de soleras hidrófuga y corona	48
		5.6.7.2. Armado de solera intermedia	48
5.7.		Encofrado de losa	48
5.8.		Colocación de armadura para losa	49
5.9.		Fundición de losa	49
5.10.		Desencofrado de losa	49
5.11.		Instalación eléctrica.....	50
	5.11.1.	Tablero de distribución	50
	5.11.2.	Iluminación (110 voltios).....	50
		5.11.2.1. Cajas	50

	5.11.2.2.	Cableado	51
	5.11.2.3.	Ductos	51
	5.11.2.4.	Accesorios	51
5.12.		Instalación de drenaje pluvial	51
5.13.		Instalación de puerta y ventanas	52
	5.13.1.	Puerta de ingreso	52
	5.13.2.	Reja de puerta de ingreso	52
	5.13.3.	Ventanas	52
	5.13.3.1.	Ventana “tipo 1”	52
	5.13.3.2.	Ventana “tipo 2”	53
	5.13.3.3.	Balcones	53
5.14.		Acabados.....	53
	5.14.1.	Internos.....	53
	5.14.1.1.	Piso.....	53
	5.14.1.2.	Muro	53
	5.14.1.3.	Cielo	54
	5.14.2.	Externos	54
	5.14.2.1.	Piso (acera perimetral)	54
	5.14.2.2.	Muro	54
5.15.		Canales de control en piso	54
5.16.		Pintura e impermeabilizante	54
5.17.		Pintura final de caseta, posterior a montaje electromecánico..	55
5.18.		Trabajos para acceso a plataforma de subestación	55
	5.18.1.	Rampa de acceso	55
	5.18.2.	Portón de ingreso	55
	5.18.3.	Riego de pedrín	57
5.19.		Ejecución de proyecto	57
	5.19.1.	Obligaciones del ejecutor	57
	5.19.2.	Obligaciones del supervisor.....	58

5.19.3.	Disposiciones generales para contratación de obra	60
5.19.3.1.	Fianzas.....	60
5.19.3.2.	Plazo de ejecución de la obra	61
5.20.	Costo.....	64
5.20.1.	Integración de costos por renglones de trabajo.....	64
5.20.2.	Ejemplo de integración de costos.....	65
5.20.3.	Renglón 1.3 (corte y extracción de capa vegetal) ...	66
5.20.4.	Renglón 2.1 (cimiento tipo A, pórtico)	66
6.	SEGURIDAD DEL PERSONAL EN OBRA, SEGÚN NORMA OSHA	
18001	67
6.1.	Objetivo	67
6.2.	Introducción.....	67
6.3.	Equipo mínimo de seguridad para el personal de obra civil	68
6.4.	Equipo mínimo de seguridad para corte de metal y/o varillas de acero	68
6.5.	Equipo mínimo de seguridad para el uso de equipo de oxicorte en obra	69
6.6.	Cintas amarillas de seguridad en excavaciones para cimentación, trincheras y canales	69
6.7.	Botiquín de primeros auxilios	70
6.7.1.	Ubicación de botiquín.....	70
6.7.2.	Contenido mínimo de un botiquín.....	71
CONCLUSIONES.....		73
RECOMENDACIONES		75
BIBLIOGRAFÍA.....		77
APÉNDICES.....		81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de interconexión de cuatro líneas	4
2.	Esquema de transformación pura	4
3.	Esquema de transformación/maniobra.....	5
4.	Esquema de transformación/cambio de fases (trifásica – monofásica).....	5
5.	Esquema de transformación por rectificación	6
6.	Esquema de transformación central.....	6
7.	Ejemplo de subestación eléctrica a la intemperie	7
8.	Ejemplo de subestación eléctrica de interior	8
9.	Ejemplo de S/E 66/15 kV de intemperie. Elevación de una posición de línea, barras y transformador	9
10.	Ejemplo de S/E 66/15 Kv. Disposición en planta	9
11.	Planta de posición de línea	10
12.	Elevación de posición de línea.....	10
13.	Planta de posición de barras.....	11
14.	Elevación de posición de barras	12
15.	Planta de posición primario transformador.....	12
16.	Elevación de posición primario transformador	13
17.	Planta de posición de transformador.....	13
18.	Elevación de posición primario transformador	14
19.	Ejemplo gráfico PERT	35
20.	Ejemplo de actividad de gráfico PERT	35
21.	Cronograma de ejecución	61

22.	Primera parte del cronograma	62
23.	Segunda parte del cronograma	62
24.	Tercera parte del cronograma	63
25.	Forma adecuada de identificación de botiquín	70

TABLAS

I.	Integración de costos por renglones de trabajo	64
II.	Renglones de trabajo.....	65
III.	Integración de renglón 1.3	66
IV.	Integración de renglón 2.1	66
V.	Propuesta de botiquín.....	71

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
COE	Cantidad de obra estimada
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro cuadrado
CAC	Costo administrativo de campo
CB	Costo bruto
CD	Costo directo
CDT	Costo directo total
CI	Costo indirecto
CT	Costo total
CUD	Costo unitario directo
CUT	Costo unitario total
CUV	Costo unitario de venta
ϕ	Diámetro
$f'c$	Esfuerzo máximo de compresión en el concreto
$f'y$	Esfuerzo de fluencia en el acero
FSC	Factor de sobre costo
I	Impuestos
IVA	Impuesto de valor agregado
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
mL	Mililitro

ml	Metro lineal
%	Porcentaje
Pulg, In	Pulgada
ST	Subtotal
Psi	Libra sobre pulgada cuadrada
Kg	Kilogramo
Kv	Kilovatios
Lb	Libra
Q	Quetzales
U	Utilidad
V	Voltios
W	Watts

GLOSARIO

ASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials.</i>
ACI	<i>American Concrete Institute.</i>
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería.
ASTM	<i>Association for Testing Materials</i> Estructural y Sísmica.
CPM	<i>Critical Path Method.</i>
Estación transformadora	Instalación formada por elementos de mando, corte, medida, regulación, transformación y protección cuya misión es la de reducir los valores de alta tensión procedentes de las subestaciones transformadoras en valores de media tensión.
FEM	Fuerza electromotriz.
Flujo magnético	Conjunto de líneas de fuerza que atraviesan la superficie de un cuerpo sometido a la acción de un campo magnético.

Inducción electromagnética	Fenómeno que origina la producción de una fuerza electromotriz en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, o bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático no uniforme.
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration.</i>
PERT	<i>Programme Evaluation and Review Technique.</i>
Subestación eléctrica	Instalación compuesta por los adecuados elementos de mando, corte, medida, regulación, transformación y protección cuya finalidad es reducir los valores de muy alta tensión a valores aptos para la distribución eléctrica.
Transformador	Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

RESUMEN

En la actualidad, se presenta una alta demanda del transporte y transformación de la energía eléctrica; las subestaciones eléctricas son una parte esencial para el suministro y distribución de la energía, con el propósito de contribuir al desarrollo del país. Al estar la planificación de las obras civiles de las subestaciones eléctricas, un área especializada, se presenta el inconveniente de que en una planificación inadecuada se incurre en retrasos en la construcción lo que eleva los costos de las obras principales: cimientos para pórticos, transformador y equipo, casetas de control y carrileras.

Es indudable que se presente la necesidad de requerir información de los detalles técnicos, del proyecto de planificación de la obra civil de una subestación eléctrica que permita llevar a cabo el coste de las obras a ejecutar y el cronograma de actividades que permita la ejecución del proyecto, cumpliendo las mejores prácticas de construcción para este tipo de obras.

Los términos de referencia que se presentan tienen por objetivo definir las mínimas condiciones técnicas requeridas para la ejecución de la obra civil como parte del proyecto.

Se listarán los requerimientos mínimos de seguridad en obra que deben cumplirse durante la ejecución de los trabajos.

OBJETIVOS

General

Contar con una planificación adecuada para el costeo y estimación de los tiempos en la ejecución de la obra civil de una subestación eléctrica.

Específicos

1. Conocer la forma adecuada de realizar un presupuesto tomando en cuenta los diferentes costos que lo integran.
2. Contar con la descripción de las actividades a desarrollar en la obra civil de una subestación eléctrica.
3. Contar con un cronograma y cuantificación de los renglones de trabajo para una subestación eléctrica.
4. Contar una descripción mínima de seguridad de obra según las normas OSHA 1801.

INTRODUCCIÓN

El presente documento está relacionado con la planificación, costos y presupuestos de la carrera de ingeniería civil. Surge de la importancia que tiene la energía eléctrica en la mejora de la calidad de vida de una población y con la finalidad de establecer criterios que faciliten el diseño, control de costos y construcción de subestaciones eléctricas que se encargan de aumentar o disminuir la tensión para, finalmente, utilizar el voltaje adecuado para usos domésticos, comerciales e industriales.

La presente investigación tiene como objetivo establecer los criterios mínimos para la planificación adecuada de las obras civiles de una subestación eléctrica con la finalidad de: la optimización los recursos económicos, la reducción del tiempo de elaboración, el mejoramiento en aspectos como la seguridad industrial, el uso del equipo adecuado y de los lineamientos constructivos adecuados para la elaboración del proyecto, implementado estrategias de planificación: el diagrama de etapas, GANNT y el método de la ruta crítica que brindarán de una forma ordenada y adecuada las actividades que conlleva el proyecto. Para el desarrollo del tema asignado se contemplan seis capítulos:

Capítulo 1: antecedentes generales, definición de la subestación eléctrica y de los fundamentos bajos los cuales funcionan.

Capítulo 2: investigación, aborda la descripción de una subestación eléctrica y las normas técnicas aplicables a la obra civil: ASTM, ASHTO, ACEI y AGIES.

Capítulo 3: presupuestos y costos, explica la forma adecuada de integrar un presupuesto, los tipos de costos: directos e indirectos, factores de sobre costo y otras consideraciones del costo unitario. Finalmente, los costos unitarios se complementan en los renglones de trabajo que conforman el presupuesto final del proyecto.

Capítulo 4: programación y control de avances, se enfoca en la planificación y los diagramas que permitirán llevar la secuencia lógica y programación de las actividades del proyecto: diagramas de ruta crítica, de etapas y Gannt

Capítulo 5: bases técnicas para la construcción de una subestación eléctrica, se tratará del cumplimiento de las normas técnicas y de las especificaciones mínimas requeridas para la elaboración del proyecto. Así mismo, se trabajará el cronograma de actividades y los renglones de trabajo que integran el proyecto.

Capítulo 6: seguridad del personal en obra, según la norma OSHA 18001, trata los temas relevantes de seguridad industrial y los requerimientos mínimos que permitan resguardar la integridad física y vida de los trabajadores involucrados en el proyecto.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Marco conceptual

La energía eléctrica es un recurso indispensable para la vida diaria, se ha vuelto tan necesaria y utilizada que se da por hecho contar con este servicio. Se produce en las centrales generadoras de energía que transforman una energía no eléctrica, (química, mecánica, térmica, luminosa o de otras fuentes) a una energía eléctrica de alta tensión; al salir pasa por una estación transformadora donde se convierte a tensiones mayores que las iniciales. Esta tensión es excesiva y sumamente peligrosa para el uso comercial. Por tal razón, durante su recorrido, en distintos puntos de la red, es necesaria la utilización de subestaciones que disminuyen el voltaje a los niveles adecuados. En nuestro país, la tensión que se utiliza en los hogares es de 110 V.

Las subestaciones eléctricas surgen de la necesidad de conducir la electricidad a través de grandes distancias, por lo cual se desarrollaron distintos niveles de tensión alterna y estaciones transformadoras que permiten reducir los voltajes de transporte y hacer llegar la energía eléctrica necesaria a los usuarios para satisfacer sus necesidades de una manera segura y apropiada para su utilización.

El elemento principal es el transformador encargado de cambiar las características de la electricidad: reducir o aumentar la tensión manteniendo la frecuencia y la potencia con alto rendimiento.

El fenómeno de inducción electromagnética en el que se basa el funcionamiento del transformador fue descubierto por Michael Faraday en 1831; se basa, fundamentalmente, en que cualquier variación del flujo magnético que atraviesa un circuito cerrado genera una corriente inducida que permanece mientras se produce el cambio de flujo magnético. La primera bobina de inducción para ver el uso de ancho fue inventada por Nicholas Callan College de Maynooth, Irlanda, en 1836; uno de los primeros investigadores en darse cuenta de que cuantas más espiras hay en el secundario, en relación con el bobinado primario, más grande es el aumento de la FEM.

Entre la década de 1830 y la década de 1870, los esfuerzos para construir mejores bobinas de inducción, en su mayoría por ensayo y error, reveló lentamente los principios básicos de los transformadores. Un diseño práctico y eficaz no apareció hasta la década de 1880, pero dentro de un decenio, el transformador sería un papel decisivo en la 'Guerra de Corrientes' en la que los sistemas de distribución de corriente alterna triunfaron sobre sus homólogos de corriente continua; una posición dominante que mantienen desde entonces.

2. INVESTIGACIÓN

2.1. Descripción de una subestación eléctrica

Una subestación eléctrica es una instalación, o conjunto de dispositivos eléctricos, que forma parte de un sistema eléctrico de potencia. Su principal función es la producción, conversión, transformación, regulación, repartición y distribución de la energía eléctrica. La subestación debe modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía eléctrica pueda ser transportada y distribuida. El transformador es el equipo principal de una subestación¹.

2.1.1. Tipos de subestaciones

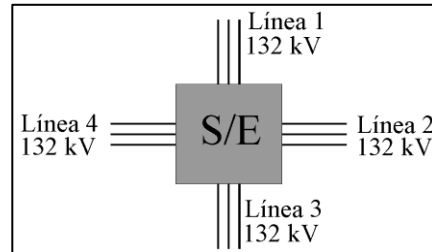
2.1.1.1. Según la función

Según la función se reconocen seis tipos de subestaciones:

- De maniobra: destinada a la interconexión de dos o más circuitos, se caracteriza por:
 - Todas las líneas que concurren en la subestación a igual tensión
 - Permite la formación de nudos en una red mallada
 - Aumenta la fiabilidad del sistema

¹ *Subestaciones eléctricas.* <http://twenergy.com/co/a/que-son-las-subestaciones-electricas-y-para-que-sirven-1759>. Consulta: 26 de marzo de 2016.

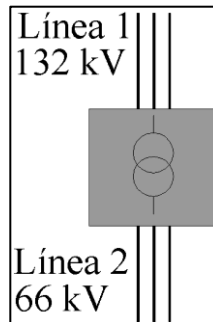
Figura 1. **Esquema de interconexión de cuatro líneas**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación*. p. 25.

- De transformación pura: destinada a la transformación de tensión desde un nivel superior a otro inferior. Se caracteriza por:
 - Necesitar presencia de uno o varios transformadores
 - Niveles de transformación:
 - Transporte → subtransporte
 - Subtransporte → reparto
 - Reparto → distribución

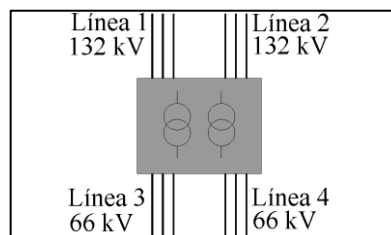
Figura 2. **Esquema de transformación pura**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación*. p. 27.

- De transformación/maniobra: destinada a la transformación de tensión desde un nivel superior a otro inferior, y a la conexión entre circuitos del mismo nivel.

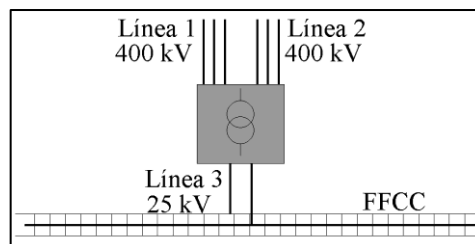
Figura 3. **Esquema de transformación/maniobra**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 29.

- De transformación/cambio del número de fases: destinada a la alimentación de redes con distinto número de fases.
 - Trifásica → hexafásica
 - Trifásica → monofásica (subestación de tracción)

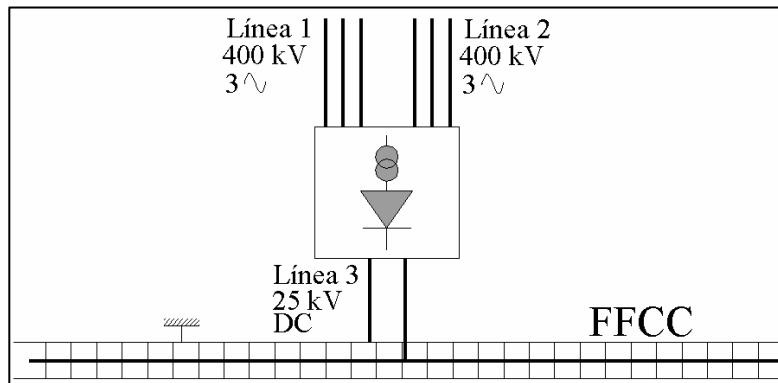
Figura 4. **Esquema de transformación/cambio de fases (trifásica – monofásica)**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 32.

- De rectificación: destinada a alimentar una red en corriente continua (subestación de tracción).

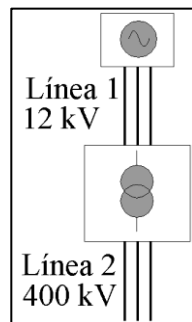
Figura 5. **Esquema de transformación por rectificación**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 35.

- De central: destinada a la transformación de tensión desde un nivel inferior a otro superior (centrales eléctricas).

Figura 6. **Esquema de transformación central**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 38.

2.1.1.2. Según emplazamiento

Se reconocen principalmente por dos tipos:

- De intemperie: las que se encuentra en un lugar expuestos al aire libre.

Figura 7. **Ejemplo de subestación eléctrica a la intemperie**



Cuarto de control,
Protección y comunicación

Fuente: *Automatización de subestaciones.*

http://www.ingeteam.com/es-es/proteccion-y-control-de-redes-electricas/automatizacion-de-subestaciones/c32_19_p/productos.aspx. Consulta: 13 de abril de 2017.

- De interior: consisten en elementos protegidos frente a agentes atmosféricos; son de menor tamaño y mayor costo que las subestaciones a la intemperie.

Figura 8. **Ejemplo de subestación eléctrica de interior**



Fuente: *Subestaciones eléctricas.*

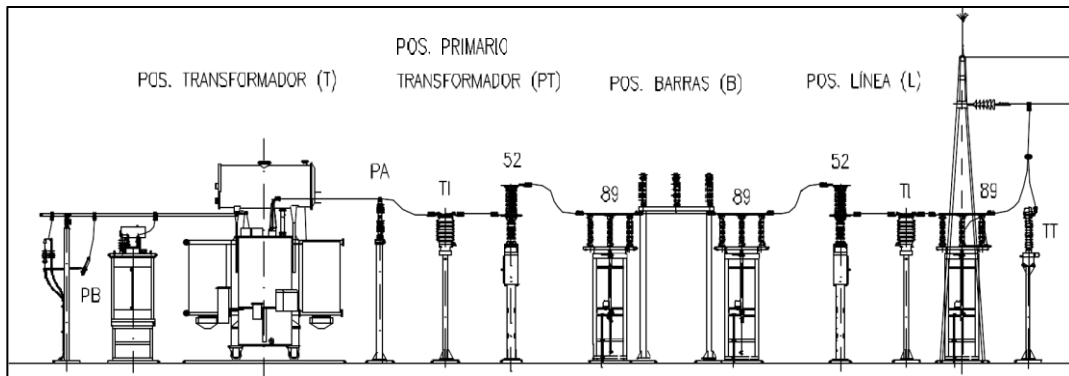
https://www.google.com.gt/search?q=subestacion+electronica+de+interior&rlz=1C1KMZB_enGT588GT601&espv=2&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi2hrHlo6LTAhXJ3SYKHRRHAbMQ_AUIBigB&biw=1093&bih=560. Consulta: 13 de abril de 2017.

2.1.2. Características estructurales de una subestación eléctrica

Las características estructurales en una subestación eléctrica son las siguientes:

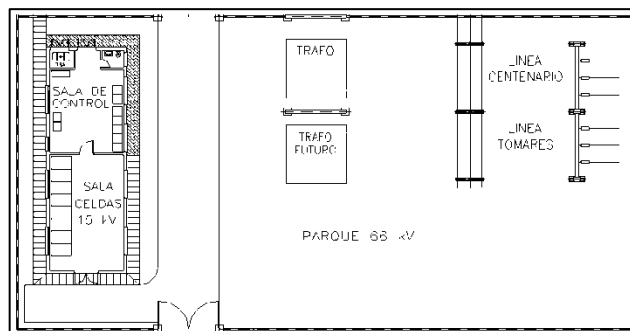
- Posición/es línea
- Posición/es barras/celdas lado de alta
- Posición/es primario transformador
- Posición/es barras/celdas lado de baja
- Servicios auxiliares, baterías, instalaciones de mando y control

Figura 9. **Ejemplo de S/E 66/15 kV de intemperie. Elevación de una posición de línea, barras y transformador**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 42.

Figura 10. **Ejemplo de S/E 66/15 Kv. Disposición en planta**



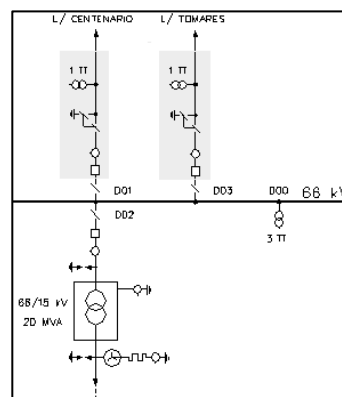
Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 45.

2.1.2.1. Posición línea

- Llegada de línea (pórtico de acometida)

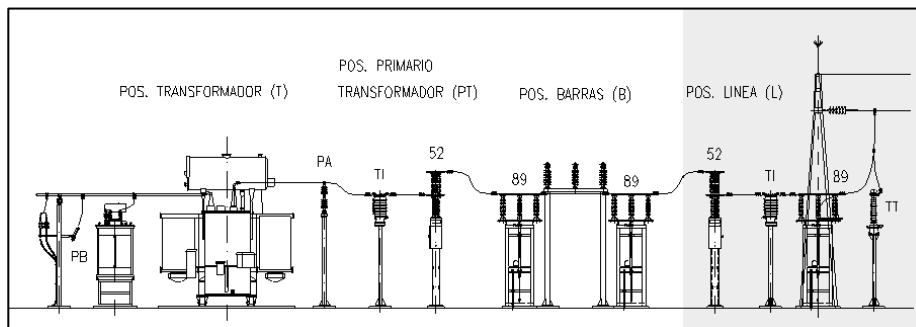
- Aislamiento eléctrico y puesta a tierra
- Medida
- Protección automática
- En ocasiones: protección frente a rayos

Figura 11. **Planta de posición de línea**



Fuente: Centro de documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 49.

Figura 12. **Elevación de posición de línea**

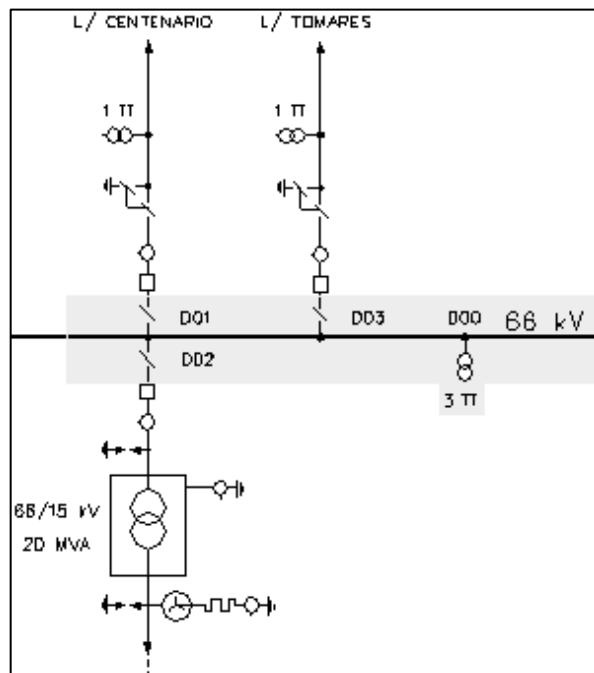


Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 55.

2.1.2.2. Posición de barras

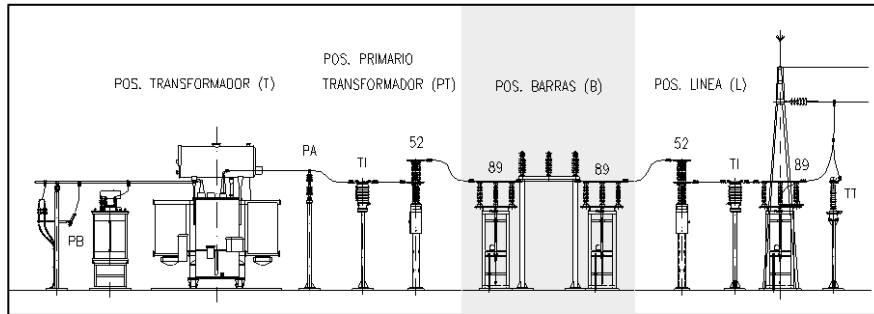
- Conexión/aislamiento entre posiciones de líneas (seccionador-89).
- Conexión/aislamiento entre posiciones de transformador (seccionador-89).
- Medida de tensiones (transformación-tensión).

Figura 13. **Planta de posición de barras**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 58.

Figura 14. **Elevación de posición de barras**

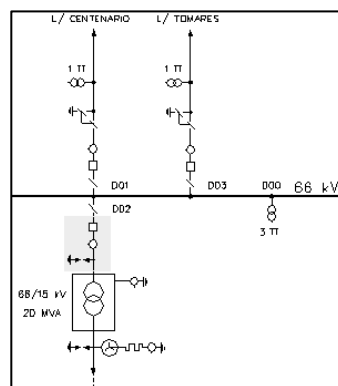


Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 61.

2.1.2.3. Posición primario transformador

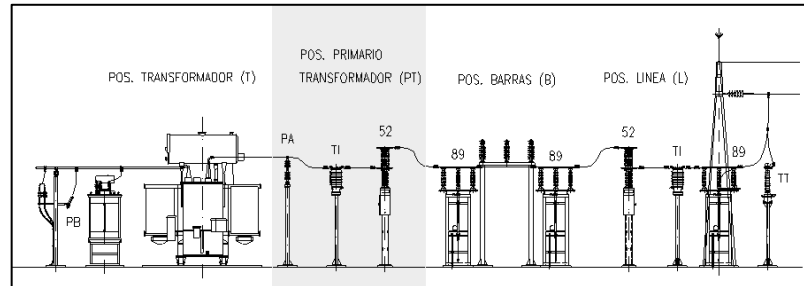
- Protección automática (interruptor automático- 52)
- Medida (transformador de intensidad-TI)
- Protección frente a rayo (pararrayos-PA)

Figura 15. **Planta de posición primario transformador**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 63.

Figura 16. **Elevación de posición primario transformador**

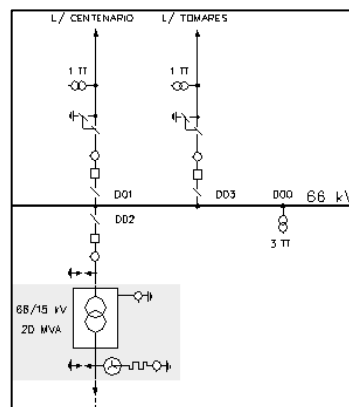


Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 65.

2.1.2.4. Posición de transformador

- Protección automática (interruptor automático-52)
- Medida (transf. Intensidad-TI)
- Protección frente a rayo (pararrayos-PA)

Figura 17. **Planta de posición de transformador**



Fuente: Centro de Documentación Bilbao. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.* p. 67.

de 12 000 estándares de consenso voluntario de ASTM han definidos y establecido normas vigentes a nivel mundial. El trabajo de ASTM se aplica a casi todo, desde el acero hasta la sostenibilidad para mejorar la vida de millones de personas cada día. Dentro de las normas aplicables a la ingeniería civil se encuentran:

- Productos de hierro y acero
 - Productos de metales no ferrosos
 - Métodos de prueba de metal y procedimientos analíticos
 - Construcción
 - Productos del petróleo, lubricantes y combustibles fósiles
 - Pinturas, recubrimientos y compuestos aromáticos relacionados
 - Aislamiento eléctrico y electrónica
 - Agua y tecnología ambiental
 - Energía nuclear, solar y geotérmica
 - Métodos generales e instrumentación
- *ASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.*

Es un órgano que establece normas, publica especificaciones y hace pruebas de protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas en Estados Unidos. A pesar de su nombre, la asociación representa no sólo a las carreteras, sino también al transporte por aire, ferrocarril, agua y transporte público.

Este código es utilizado grandemente en Guatemala, su aplicación directamente en el proyecto de subestaciones eléctricas va relacionada a los ensayos de suelos, compactación y accesos que pueda tener la obra.

- ACI: *American Concrete Institute*.

Es una organización que fue fundada en 1904 sin ánimo de lucro en los Estados Unidos de América que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencia al hormigón reforzado. Dentro de las normas aplicables a la ingeniería civil se encuentran:

- *ACI manual of concrete practice* (INGE C TA 681 .A2418 2007 y 2009).
- *Annual book of ASTM standards* (INGE C TA 401 .A43 2002 y 2009).
- *ASHRAE handbook* (INGE C TH 7201 .A83).
- *Building code requirements for structural concrete ACI 318-02 and commentary ACI 318R-02* (INGE C TH 1199 .B845).
- *Building code requirements for masonry structures ACI 530-02/ASCE 6-02/TMS 402-02* (INGE C TA 670 .B84).
- *Building code requirements for structural concrete ACI 318-05 and commentary ACI 318R-05* (INGE C TH 1199 .B845).
- *Building codes illustrated: guide to understanding the 2006 international building code* (INGE C TH 409 .C49).
- *Codex of standard practice for steel building and bridges* (INGE C TA 472 .A4850).

- *Examples of the design of buildings to CP 110 and allied codes (INGE C TH 1501 .R49).*
- *Illustrated 2006 building code handbook (INGE C TH 420 .P38).*
- *International system of unified standard codes of practice for structures (INGE C TA 681.5 .C67).*
- *National fire codes (INGE C TH 9111 .N375).*
- *National plumbing code handbook: standards and design information (INGE C TH 6164 .N37).*
- *Notes on ACI 318-77 including supplement building code requirements for reinforced concrete with design application (INGE TA 444 .N67).*
- *Selected ASTM engineering materials standards: for use in college curricula (INGE C TA 404.5 .A43).*
- *Specifications for structural concrete for buildings: ACI 301-72 (INGE TA 683.24 .S64).*
- *Standard specifications for highway bridges (INGE C TG 310 .A43).*
- *Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing (INGE C TE 200 .S727).*

- *Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318S-05 y comentario ACI 318SR-05 (INGE C TH 1501 .R46).*
- AGIES: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.

Esta institución desarrolla las normas aplicables para Guatemala, tomando de referencia los códigos de control de calidad y normas constructivas ASTM, AASHTO, ACI y demás normas. Sus aplicaciones se desarrollan en los siguientes temas:

- NSE 1: generalidades, administración del reglamento y supervisión técnica.
- NSE 2: demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.
- NSE 2.1: estudios geotécnicos y de microzonificación.
- NSE 3: diseño estructural de edificaciones.
- NSE 4: requisitos prescriptivos para vivienda y edificaciones menores de uno y dos niveles.
- NSE 5: requisitos para obras de infraestructura y obras especiales.
- NSE 5.1: presas y otras estructuras masivas.
- NSE 5.2: puentes.

- NSE 5.3: otras estructuras especiales (chimeneas, tanques de agua, torres de transmisión eléctrica y telefónica, estructuras sanitarias y obras de tierra, etc.).
- NSE 6: requisitos para obra existente: disminución de riesgos, evaluación y rehabilitación.
- NSE 7: requisitos especiales para sistemas constructivos.
- NSE 7.1: concreto reforzado **.
- NSE 7.2: concreto presforzado.
- NSE 7.3: concreto precolado / prefabricado.
- NSE 7.4: mampostería.
- NSE 7.5: estructuras de acero.
- NSE 7.6: estructuras de madera.
- NSE 8: requisitos de protección contra incendios.
- NSE 9: requisitos urbanísticos y arquitectónicos.
- NSE 10: requisitos especiales de ocupación funcionalidad, habitabilidad y sostenibilidad.

- NSE 11: instalaciones y servicios especiales (instalaciones eléctricas, agua, drenajes, instalaciones mecánicas, elevadores, intercomunicación, telefonía).

Al finalizar la obra, el constructor deberá presentar los planos finales de construcción, con un informe que confirme que se ha realizado el trabajo conforme al diseño inicial o indicando los cambios que se realizaron durante el proceso de construcción.

3. PRESUPUESTOS Y COSTOS

3.1. Definición y conceptos

3.1.1. ¿Qué es presupuesto?

En este caso, se entenderá como presupuesto, al cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un proyecto generalmente identificado como renglón de trabajo.

El presupuesto es la resultante de sumar los cinco elementos que componen el cálculo del costo estimado de la obra y que son: costo directo (CD) + costo indirecto (CI) + costo de administración de campo (CAC) + utilidad (U) + impuestos (I).²

3.1.2. Costos

3.1.2.1. Costos directos

Son los costos previstos en que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en la cantidad o en el tiempo que sean necesarios, para realizar una actividad de construcción, mantenimiento o reparación.

² Universidad Nacional de Nicaragua. *Costo y presupuesto*. <https://sjnavarro.wordpress.com/ingenieria/>. Consulta: 26 de marzo de 2016.

El costo directo (CD) que se calcula para cada concepto de obra, se divide entre su respectiva cantidad de obra estimada (COE) con su unidad de medida para obtener el costo unitario directo (CUD) para cada concepto. Los recursos o componentes de cada costo unitario directo (CUD) pueden ser de cuatro tipos: maquinaria o equipos, mano de obra, materiales y herramientas.

3.1.2.1.1. Mano de obra

Es el costo previsto por el tipo y la cantidad de trabajadores de la construcción que se planifica y que deberán ser empleados temporalmente, para la ejecución de una actividad o de un concepto de obra, en el período que sean requeridos. Como ejemplos clásicos de mano de obra en la construcción, se pueden considerar: la construcción de obras de excavación, levantado de muros, construcción de obra gris en proyectos, edificios, entre otros.

3.1.2.1.2. Maquinaria y equipo

Es el costo previsto por el tipo y la cantidad de maquinaria o de equipos de construcción, que deben ser utilizados en la ejecución de una actividad o de un renglón de obra, en el tiempo que sea requerido. Cada costo de maquinaria o equipo se obtiene multiplicando su respectiva renta horaria por su tiempo requerido; siendo dicho tiempo el resultado de dividir la cantidad de obra estimada (COE) del renglón entre el rendimiento horario escogido del equipo, que depende de su operatividad esperada.

3.1.2.1.3. Materiales

Es el costo previsto por la adquisición, traslado y utilización del tipo y la cantidad de materiales de construcción que deben ser incorporados en la

ejecución de una actividad o de un renglón de obra. Cada costo de materiales se obtiene multiplicando su respectivo costo de adquisición más traslado por su cantidad requerida; dicha cantidad es el resultado de multiplicar la cantidad de obra estimada (COE) del renglón por el aporte establecido para ese tipo de material. El aporte establecido es la proporción (dosificación) estimada que se sugiere deba ser utilizado ese material para conformar la obra especificada.

3.1.2.1.4. Herramientas

Es el costo previsto por el tipo y la cantidad de herramientas de construcción que deben ser utilizadas para la ejecución de una actividad o de un renglón de obra. Cada costo de herramientas se obtiene multiplicando su respectivo costo de adquisición por su cantidad requerida; dicha cantidad es el resultado de multiplicar la cantidad de obra estimada (COE) del concepto por la utilidad establecida para ese tipo de herramienta. La utilidad establecida es la cantidad estimada que se sugiere deba ser usada esa herramienta para realizar la actividad o renglón de obra.

3.1.2.2. Costos indirectos

Son los costos previstos en que se debe incurrir de manera global o generalizada para realizar la construcción, mantenimiento o reparación, en un plazo establecido, sin que puedan ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Los costos indirectos normalmente están integrados por los siguientes grupos: costos de oferta y contratación, costos iniciales, costos de operación, costos administrativos de campo, costos por servicios especializados, costos adicionales esperados y costos imprevistos.

3.1.2.2.1. Costos de oferta y contratación

Son los costos en que se incurre para presentar la oferta y luego para llegar a la contratación, generalmente son:

- Compra de documentos de licitación, planos y especificaciones
- Elaboración de presupuesto y de programaciones
- Protocolización del contrato
- Fianzas de oferta y de contrato
- Seguros contra riesgos
- Elaboración de planes de mitigación de impactos ambientales

3.1.2.2.2. Costos iniciales

Son los costos en que se incurre antes de iniciar el desarrollo del proyecto, generalmente son:

- Construcciones provisionales (bodegas, guardianía, letrinas, entre otros).
- Publicidad y rotulaciones (información de integración de la subestación a la red nacional de electricidad, rotulación que identifica la subestación, número de licencia de construcción, señalización de seguridad y áreas de estacionamiento, etc.).
- Inauguración de apertura (acto protocolario, información de la subestación, etc.).

3.1.2.2.3. Costos de operación

Son los costos en que se incurre permanentemente para operar el tiempo que dure el proyecto, generalmente son:

- Movilización y desmovilización
- Equipo liviano y herramientas
- Alquileres de bienes inmuebles
- Combustibles y lubricantes
- Señalamiento preventivo
- Seguridad, protección e higiene ocupacional
- Medidas de mitigación de impactos ambientales

3.1.2.2.4. Costos administrativos de campo

Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto, generalmente son:

- Salarios, prestaciones sociales, transporte, alimentación y hospedaje del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos.

3.1.2.2.5. Costos por servicios especializados

Son los costos en que se incurre por la contratación de servicios profesionales, generalmente son:

- Laboratorio de materiales
- Informática de proyectos
- Mantenimiento preventivo especializado de equipos
- Supervisión de trabajos u obras
- Asesoría jurídica
- Asesoría técnica

3.1.2.2.6. Costos adicionales esperados

Son los costos en que se incurre por afectaciones planificadas, generalmente son:

- Lluvias previstas
- Adquisiciones de derechos de vía
- Construcción y mantenimiento de desvíos
- Accesos a bancos de préstamos

3.1.2.2.7. Costos imprevistos

Son los costos en que se incurre por acontecimientos o circunstancias no previstas, generalmente son:³

- Naturales: terremotos, maremotos, inundaciones, rayos y sus consecuencias.
- Económicos: salarios oficiales de emergencia, cambios de jornadas oficiales de trabajo, cambio o implementación de nuevas prestaciones laborales y sociales, nuevas cargas impositivas y devaluaciones súbitas y no programada de la moneda.
- Humanas: guerra, revoluciones, motines, golpes de estados, colisiones, incendios, explosión, huelga a fabricantes y proveedores de insumos únicos.³

La sumatoria de cada uno de los componentes de los costos indirectos se divide entre el monto total de los costos directos y se obtiene la parte que se deberá sumar a los costos directos para conformar un subtotal que se afectará por costos de administración y costos de utilidades.

3.1.2.3. Factor de sobre costos

El costo directo (CD) que se calcula para cada concepto de obra, se divide entre su respectiva cantidad de obra estimada (COE) con su unidad de medida para obtener el costo unitario directo (CUD) para cada renglón; los demás

³ Universidad Nacional de Nicaragua. *Costo y presupuesto*. <https://sjnavarro.wordpress.com/ingenieria/>. Consulta: 26 de marzo de 2016.

elementos constitutivos del presupuesto, excluyendo impuestos (CI, CAC y U), que se calculan para cada proyecto, se suman y se calculan como un factor del costo directo total (CDT) del proyecto, que luego se aplica como un factor de sobre costo (FSC) a cada costo unitario directo para cada renglón, obteniendo el costo unitario total (CUT), llamado también costo unitario de venta (CUV). El costo bruto (CB), que es la sumatoria de todas las cantidades de obra estimadas (COE), multiplicadas por sus respectivos costos unitarios totales (CUT) o costos unitarios de venta (CUV); da como resultado un subtotal (ST) al que se le aplica el impuesto de valor agregado (IVA) de 12 %, resultando finalmente el costo total (CT) o presupuesto del proyecto.

3.1.2.4. Costos unitarios

Es el elemento funcional más pequeño que compone un proyecto; a su vez, está formado por elementos unitarios de mano de obra, materiales, maquinaria y/u otros costos unitarios.

3.1.2.5. Costos de mantenimiento

3.1.2.5.1. Costos de mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico abarca las obras de conservación que se repiten en periodos de más de un año para elevar y mantener el nivel de servicio de regular a buen estado. Dentro de este concepto.

El cálculo económico de estas actividades de mantenimiento, se realizan de la misma manera como se calculan los costos de construcción, considerando: cada concepto o actividad de mantenimiento, procedimientos a

utilizar en cada actividad, maquinaria y equipo, mano de obra, herramientas y materiales necesarios, así como, todas aquellas consideraciones de costos que se requieran para desarrollar eficientemente el mantenimiento de la obra.

3.1.2.5.2. Costos de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de una obra comprende todas las actividades para conservar una obra de regular a buen estado que se repiten una o más veces al año. También, incluye todas las labores de reparación destinadas a recuperar elementos menores dañados, deteriorados o destruidos: accesos, obras de drenaje menores, señalización vertical y horizontal, muros de retención y actividades afines. De igual forma que en el mantenimiento periódico, la determinación de sus costos y presupuestos se calculan ordinariamente considerando todos los elementos de construcción necesarios.

4. PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE AVANCES

El correcto control y monitoreo de los recursos en general en obra es parte importante de cualquier proyecto en construcción, debido a que con este seguimiento de avance y monitoreo de las actividades se tienen que ir revisando y, en su caso, reprogramando cada una de ellas para que se logren alcanzar los objetivos.

El avance de obra según el programa se tiene que ir cumpliendo según las metas propuestas de entrega y desempeño. Si se cayera en algún atraso, el administrador deberá de tomar acciones como por ejemplo contratar gente más eficiente, más personal, etc.; pero que no afecte el presupuesto establecido inicialmente. Recordando que cada una de las actividades está programada, así como la obra en general con un determinado costo, calidad y tiempo.

El control y monitoreo es aplicado por el administrador del proyecto quien tomará acciones que influirán en futuros eventos. Usualmente estas acciones estarán basadas en decisiones hechas después del estudio de todas las posibles soluciones del hecho una vez detectado el problema. Un buen sistema de control y monitoreo comunicará cada uno de los aspectos que intervienen en la obra. Por ende, una buena comunicación proveerá de información y un estado exacto de avance en el que se encuentra la obra para tomar acciones y el gerente prever los posibles resultados.

Es por esa razón, que se tiene que programar cada determinado tiempo, preferiblemente a corto plazo, el avance de todas las actividades para controlar y comparar lo planeado contra lo real; si no se va a la par del programa recurren

en atrasos y, por ende, en un mayor costo al preciso; sin dejar de mencionar las multas que están estipulados en el contrato por atraso daños o perjuicios.

4.1. Programación por diagramas

4.1.1. Diagrama de Gantt o de barras

Es una herramienta que permite al director del proyecto realizar una representación gráfica del progreso del proyecto brindando un medio de comunicación entre las diversas personas involucradas en el proyecto.

Cada tarea es presentada por una línea; las columnas representan los días, semanas o meses del programa según de la duración del proyecto. El tiempo estimado para cada tarea se muestra a través de una barra horizontal cuyo extremo izquierdo determina la fecha de inicio prevista y el extremo derecho determina la fecha de finalización estimada. Las tareas se pueden colocar en cadenas secuenciales o se pueden realizar simultáneamente. El diagrama de Gantt reúne las siguientes características:

- Resumen de la situación del proyecto
- Son superados en importancia y complejidad por el CPM y el PERT

El principal inconveniente del diagrama de Gantt es que no muestra adecuadamente las interrelaciones entre las actividades y los recursos.

4.1.2. Diagrama de etapas

Estos diagramas deberán de ser muy específicos, ya que proporcionan una referencia muy importante para la realización de las actividades, procesos y tiempos a realizar para la ejecución del proyecto. Deben de incluir lo siguiente:

- Toda la secuencia ordenada e interacción de todas las etapas en la operación.
- Los procesos que son contratados externamente, al igual que el trabajo sub contratado.

4.1.3. Sistema de programación PERT, CPM

El sistema de programación PERT es llamado así por su nombre en inglés *programme evaluation and review technique*, que significa programa de evaluación y técnica de revisión. El CPM es llamado así por su nombre en inglés *critical path method* o método de la ruta crítica.

El PERT/CPM proporciona información útil para la administración del proyecto. El PERT/CPM permite conocer la ruta crítica del proyecto. Se comprende que las actividades de la ruta crítica deben realizarse lo antes posible para evitar atrasos en la ejecución del proyecto. Las actividades que no están en la ruta crítica cuentan con una holgura de tiempo, es decir, pueden empezarse antes y después sin alterar la ruta crítica.

El propósito de estas dos técnicas es responder a las siguientes preguntas:

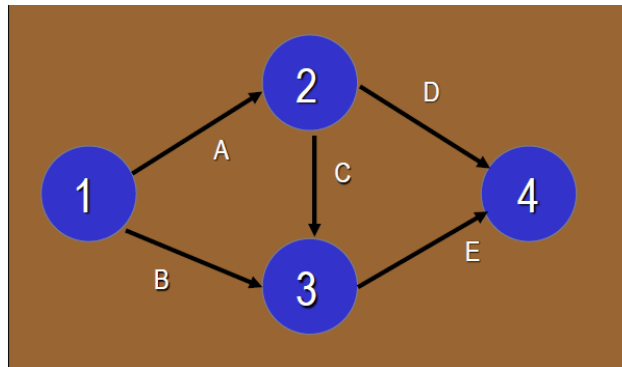
- ¿Está el proyecto dentro de lo programado, por delante de lo programado o tiene un retraso considerable a lo programado?
- ¿Se ha gastado más o menos dinero de la cantidad presupuestada?
- ¿Hay suficientes recursos disponibles para acabar el proyecto a tiempo?
- Si el proyecto tiene que estar acabado antes de lo que se había programado, ¿cuál es el mejor modo de conseguirlo al mínimo costo?

Estas dos técnicas siguen seis pasos básicos:

- Definir el proyecto y todas las actividades o tareas importantes.
- Definir las relaciones entre las actividades: decidir qué actividades deben preceder y cuáles deben seguir a las otras.
- Dibujar el gráfico que conecta todas las actividades.
- Asignar las estimaciones de duración y costo a cada actividad.
- Calcular el camino de mayor duración del gráfico. Es también denominada ruta crítica.
- Utilizar el gráfico para planificar, programar, seguir y controlar el proyecto.

A continuación, se presentarán ejemplos de un gráfico PERT.

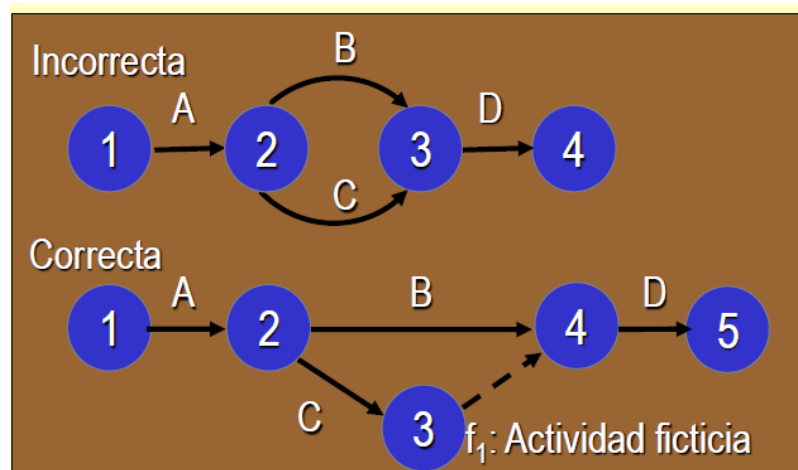
Figura 19. **Ejemplo gráfico PERT**



Fuente: *Planificación y control de proyectos.*

http://www.uv.es/jomaroos/DirProduccion/Tema_11.pdf. Consulta: 7 de agosto de 2016.

Figura 20. **Ejemplo de actividad de gráfico PERT**



Fuente: *Planificación y control de proyectos.*

http://www.uv.es/jomaroos/DirProduccion/Tema_11.pdf. Consulta: 7 de agosto de 2016.

4.1.4. Método de la ruta crítica

El método de la ruta crítica es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

Para un mejor control del proyecto se aplica cuando se tienen las características siguientes:

- Que el proyecto sea único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad.
- Que se deba ejecutar todo el proyecto o alguna parte, en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir, en tiempo crítico.
- Que se desee el costo de operación más bajo posible dentro de un tiempo disponible.

5. BASES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Es responsabilidad del contratista realizar la revisión detallada de la ingeniería básica entregada la cual establece el dimensionamiento aproximado de la obra por construir. También, será la ingeniería básica el punto de partida para la realización de la ingeniería de detalle necesaria para la construcción de las obras civiles, eléctrica, estructural, electromecánica, arquitectónica, sanitaria, hidráulica y, en general, todas las disciplinas que apliquen a la definición detallada de las obras para la construcción de la subestación hasta su puesta en servicio y operación comercial.

Es también responsabilidad del contratista comprobar la información del estudio de suelos y el levantamiento topográfico para la realización de la ingeniería de detalle. Podrá basarse en los estudios y topografía existente, sin que esto lo exima de la responsabilidad que le corresponde como constructor. Es necesaria la presentación de un cronograma de actividades ajustado al tiempo de elaboración de los diseños que no puede ser mayor a 30 días.

La obra civil a construir corresponde a una subestación eléctrica para dos campos de 69 kv, un campo de transformación y dos salidas de circuitos de 13,8 kv que corresponde a:

- Trabajos preliminares
- Cimientos
- Canalización
- Caseta de control

- Canalización y drenaje pluvial
- Rampa especial
- Muro de contención
- Trabajos finales

5.1. Cumplimiento de normas técnicas

Para la construcción del proyecto, el contratista deberá basarse en las normas siguientes:

- ASTM
- ASHTO
- ACI
- AGIES

Al finalizar la obra, el contratista entregará los planos finales de construcción con un informe que confirme que se ha realizado el trabajo conforme al diseño inicial o bien aclarando los cambios que pudieran haberse dado en la construcción, pero siempre cumpliendo con las normas anteriormente mencionadas.

5.2. Trabajos preliminares e instalaciones provisionales

5.2.1. Levantamiento topográfico y curvas de nivel

Deberá hacerse un levantamiento topográfico por cuenta del contratista, previo a iniciar trabajos de corte y nivelación, se deberá dejar un banco de marca de concreto que servirá para realizar los chequeos de rellenos.

En este reconocimiento topográfico se determinarán los niveles de cimentación, que deben estar debidamente conformados y compactados para garantizar asentamientos menores a 2,5 cm.

5.2.2. Cortes y rellenos

Una vez establecido el banco de marca, se removerá la capa de pedrín existente. Se removerá el excedente de tierra para tener la cota de la plataforma al chequear las pendientes para evitar áreas donde se concentre el agua de lluvia.

Previo a realizar los trabajos de acarreo de material, debe entregarse un certificado de calidad del material aprobado por un laboratorio de suelos al supervisor del proyecto.

El relleno consiste en la conformación de la plataforma (ver planos) con material selecto; el material debe estar exento de impurezas y residuos orgánicos o vegetales. Los materiales deberán ser humedecidos a punto óptimo de compactación con agua limpia, homogenizados y luego colocados en capas sucesivas de 25 cm; se utilizará maquinaria apropiada para compactar cada capa con el método de vibración, utilizando rodo vibratorio, hasta alcanzar una densidad no menor al 95 % de su volumen original; para tal efecto, el contratista deberá proporcionar el servicio de laboratorio de suelos en el sitio de la obra y mostrar los resultados al supervisor del proyecto cuando lo requiera.

Equipo recomendado en esta etapa:

- Retroexcavadora de mediano tamaño
- Cargador frontal

- Rodo vibratorio
- Camión cisterna
- Camiones de volteo
- Equipo de señalización
- Iluminación de campo (en caso de trabajar por la noche)

5.2.3. Excavaciones de suelo para cimentaciones

Todas las excavaciones de zanjas o fosas para las cimentaciones se harán de acuerdo a los lineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos. Dichas excavaciones deberán tener el tamaño adecuado para albergar las estructuras que darán forma a dichas cimentaciones. Los materiales resultantes de esta excavación deberán ser depuestos afuera de las instalaciones y es responsabilidad trasladarlas a un lugar seguro y adecuado.

5.3. Cimentaciones de equipos y estructuras

5.3.1. Cimiento para interruptor

Las dimensiones de la parte inferior del cimiento es una losa de 1,19 m x 1,47 m x 0,20 m a una profundidad de desplante de 0,60 m a partir del nivel de la plataforma. Los pedestales los conforman 2 muros de 0,15 m x 1,19 m de una altura de 0,60 m; queda su parte superior a 0,20m sobre el nivel de la plataforma. Esta estructura se construirá con un concreto de una resistencia de $F'c = 4\ 000$ psi y tendrá varillas de acero de refuerzo núm. 4, eslabones de amarre y estribos núm. 3. El tipo de acero es $Fy = 40\ 000$ Psi.

Para la fijación del equipo se instalarán embebidos 4 pernos de un diámetro de 1"x0,75 m x 0,25 m, tuercas y arandela de hierro de 3/8" de

espesor; el tipo de acero tiene un $F_y = 50\ 000$ Psi con 6" de rosca y estarán galvanizados en caliente según las normas ASTM-A123/A123M-09, ASTM A53M-04 Y ASTM A385/A385M-09, antes de ser instalados.

5.3.2. Cimiento para columna de pórtico principal

- Cimiento tipo A

Las dimensiones de la parte inferior del cimiento es una losa de 0,923 mx1,533 mx0,20 m a una profundidad de desplante de 0,60 m a partir del nivel de la plataforma. Los pedestales lo conforman 2 muros de 0,15 m x 0,923 m de una altura de 0,60 m; queda la parte superior a 0,20 m sobre el nivel de la plataforma. Esta estructura se construirá con un concreto de una resistencia $F'_c = 4\ 000$ Psi y llevará varillas de acero de refuerzo núm. 4, eslabones de amarre y estribos núm. 3. El tipo de acero es $F_y = 40\ 000$ Psi.

Para la fijación de la estructura se dejarán embebidos 4 pernos de un diámetro de 1 - 1/4" x 0,945 m x 0,50 m, tuercas y arandela de hierro de 3/8" de espesor; el tipo de acero tiene un $F_y = 50\ 000$ Psi con 6" de rosca y estarán galvanizados en caliente según las normas ASTM-A123/A123M-09, ASTM A53M-04 Y ASTM A385/A385M-09, antes de ser instalados.

- Cimiento tipo G

Las dimensiones son de 1,00 m x 1,60 m x 3,15 m de profundidad, con un desplante de 2,90 m a partir del nivel de plataforma. Esta estructura se construirá con un concreto de una resistencia de $F'_c = 4\ 000$ Psi. Para la fijación de la estructura se dejarán embebidos 4 pernos de un diámetro de 1 - 1/4" x 0,945 m x 0,50 m, tuercas y arandela de hierro de 3/8" de espesor; el tipo de

acero tiene un $F_y = 50\,000$ Psi; con 6" de rosca y estará galvanizado en caliente conforme a las normas ASTM-A123/A123M-09, ASTM A53M-04 y ASTM A385/A385M-09, antes de ser instalados.

5.3.3. Cimiento para transformadores

Su fundición de 0,25 m de espesor con refuerzo de una cama inferior de hierro núm. 6 @ 0,15 y una cama superior de hierro núm. 6 @ 0,30 (ver planos y detalles).

5.3.4. Canal de derrame de aceite

El canal será de 0,50 m de ancho x 0,35 m de alto, su refuerzo de estructomalla 6" x 6" - 4/4, grado 60 con un $F_y = 4\,218$ kg/cm². Con fundición de concreto 4 000 Psi acabado liso (ver planos).

5.3.5. Evacuación de agua pluvial y aceite en el canal de derrame

La canalización se realizará con 2 tubos de PVC de 100 Psi de un diámetro de 3" con una pendiente del 1 %. Esta tubería corresponderá a agua y aceite con su respectiva llave de compuerta de 3" instalada en un registro de 0,50 x 0,50 x 0,50 m, con tapadera de concreto y fundición de muro de 0,10 m de espesor con refuerzo de estructomalla 6" x 6"-4/4, grado 60 con un $F_y = 4\,218$ kg/cm² (ver planos).

5.3.5.1. Rejilla en canal de derrame

El rectángulo para el soporte de la reja será de 1 - ½" x 3/16", su reja de plano 1 ½" x 3/16" y hierro liso ½ ". Su reja descansará sobre un marco de angular 1"x3/16", fijado a la pared de canal con HILTI de acero inoxidable de ½ "x 3". Toda la rejilla deberá de ser galvanizada en caliente.

5.3.5.2. Fosa para derrame de aceite

La fosa de aceite tendrá una capacidad de 12,00 m³, la forma de trabajar esta fosa es fundida de concreto, las paredes y piso, reforzada con estructomalla 6" x 6"-4/4, para la losa de techo de esta fosa se trabajará con estructomalla 6" x 6"-4/4, grado 60 con un $F_y = 4\ 218\ \text{kg/cm}^2$. Se reforzará con bastones de hierro núm. 2, a todo alrededor, el espesor de fundición en general de la fosa será de 0,10 m. Se le dejará un registro y una escalerilla para limpieza o prever alguna maniobra dentro de la fosa. El acabado interno será alisado de cemento.

5.4. Canalizaciones

5.4.1. Canalizaciones de control

5.4.1.1. Trinchera, ancho de 0,40 metros

Su luz interna será de 0,40 x 0,40 m por su longitud y las paredes de un espesor de 0.10m, el refuerzo para estas paredes será de estructomalla 6" x 6" - 4/4, acero pre-esforzado Grado 60, los empalmes se realizarán según la norma ACI 318-71 (sección 7.8), el concreto a utilizarse es de un $F'_c = 4\ 000\text{Psi}$.

Su tapadera de concreto con refuerzo de estructomalla 6" x 6" - 4/4, contará con sus respectivos jaladores de 3/4" de diámetro. Este canal se encontrará a una profundidad de desplante de 0,50 m. Se dejará una pendiente mínima del 1%, con agujeros en la parte inferior del canal de 0,20 x 0,35 m y un colchón de piedrín de 3/4" con un área de 1,00 mx1,00 m y un espesor de 0,30 mts, como drenaje francés, la separación mínima de 6,00 mts y máxima de 8,00 mts.

5.4.1.2. Trinchera, ancho de 0,60 metros

Su luz interna será de 0,40 x 0,60 m por su longitud y las paredes de un espesor de 0,10 mts, el refuerzo para estas paredes será de estructomalla 6" x6"-4/4, acero pre-esforzado grado 60, los empalmes se realizarán según la norma ACI 318-71 (sección 7.8), el concreto a utilizarse es de un $F'c = 4\ 000\text{Psi}$.

Su tapadera de concreto con refuerzo de estructomalla 6" x 6" - 4/4, contará con sus respectivos jaladores de 3/4" de diámetro. Este canal se encontrará a una profundidad de desplante de 0,50 mts. Se dejará una pendiente mínima del 1%, con agujeros en la parte inferior del canal de 0,20 x 0,35 m y un colchón de piedrín de 3/4" con un área de 0,40 x 0,60 m y un espesor de 0,30 m, como drenaje francés, la separación mínima de 6,00 m y máxima de 8,00 m.

5.4.1.3. Caja de canalización tipo "G"

Su luz interior es de 1,00 x 1,00 x 1,00 m y las paredes de 0,10 m de espesor, el refuerzo para éstas será de estructomalla 6"x6"-4/4, grado 60 con un $F_y = 4\ 218\ \text{kg/cm}^2$; el concreto será de 4 000 Psi y llevará un drenaje en el fondo, tal como lo indican los planos de construcción. Contarán, además, con

tapadera de metal de 1/8" de espesor con punta en forma de diamante y con refuerzo de un marco de angular de 2" x 3/16", jaladores de hierro de 1/2". La canalización entre registro se realizará con 12 tubos de PVC de un diámetro de 3".

5.5. Drenajes pluviales

5.5.1. Cuneta para drenaje de agua pluvial

La cuneta tendrá un ancho inferior de 0,25 m y un ancho superior de 0,30 m; con piso y paredes de concreto de un espesor de 0,10 m, el tipo de concreto es de $F'c = 3\ 000$ Psi, con un armado de estructomalla 6" x 6" - 4/4, grado 60 con un $Fy = 4\ 218$ kg/cm². Los empalmes se realizarán según la norma ACI 318-71 sección 7.8; la parte superior de la cuenta debe quedar al mismo nivel de la plataforma.

5.5.2. Caja pluvial

Su luz interior es de 1,00 x 1,00 x 1,00 m y las paredes con 0,10 m de espesor, el refuerzo para estas será de estructomalla 6" x 6"- 4/4, grado 60 con un $Fy = 4\ 218$ kg/cm², el concreto a utilizarse es de un $F'c = 4\ 000$ Psi. Su tapadera de concreto con refuerzo de estructomalla 6" x 6"- 4/4, grado 60 $Fy = 4\ 218$ kg/cm². llevará jaladores de hierro de 3/4" de diámetro, todo galvanizado.

5.6. Caseta de control

5.6.1. Área de caseta

Las dimensiones de la caseta serán a rostros de extremos de 4,00 m por 11,94 m y contará con un área de 47,80 m²; la altura interna de piso terminado a cielo de losa de la caseta será de 2,50 m. La losa tendrá un voladizo de 0,70 m, el voladizo tendrá su respectiva gota para evitar el escurrimiento de agua hacia las paredes de la caseta.

5.6.2. Trazo de caseta

Se iniciará con la construcción de puentes a nivel, ubicando los ejes de muro en cada uno, tirando posteriormente los hilos de tipo y color que sean visibles al ojo humano para realizar el trazado con cal hidratada.

5.6.3. Excavación

Las dimensiones de la excavación serán de 0,40 m de ancho x 0,80 m de profundidad, si las condiciones del suelo son estables. Si existieran rellenos, la construcción será hasta un nivel de suelo que sea estable y será necesario realizar trabajos de compactación previo a cimentar.

5.6.4. Zapatas tipo “Z-T”

Sus dimensiones serán de 0,80 m x 0,80 m x 0,20 m. El refuerzo será de ϕ 1/2” corridos en ambos sentidos, @ 0,15 m ambos diámetros de grado 40, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre.

5.6.5. Refuerzo estructural para cimentación de columnas Cimentación

Sus dimensiones serán de 0,40 m x 0,20 m, el refuerzo longitudinal será de 3 $\phi 3/8$ " corridos y su refuerzo transversal de eslabones de hierro $\phi 1/4$ ", @ 0,15 m ambos diámetros de grado 40, la unión se hará por medio de alambre de amarre.

5.6.5.1. Columna tipo "C-1"

Sus dimensiones serán de 0,15 m x 0,15 m. El refuerzo longitudinal será de hierro de grado 40, compuesto por 4 $\phi 1/2$ " corridos y refuerzo transversal de estribos $\phi 1/4$ ", @ 0,15 m, la unión se hará por medio de alambre de amarre.

5.6.5.2. Columna tipo "C-2"

Sus dimensiones serán de 0,10 m x 0,15 m. El refuerzo longitudinal será de hierro de grado 40, compuesto por 4 $\phi 3/8$ " corridos y refuerzo transversal de estribos $\phi 1/4$ ", @ 0,15 m, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre.

5.6.5.3. Fundición de cimentación

La altura del cimiento corrido será de 0,20 m, utilizando para su medición escantillón de hierro y un nivel superior de hilo nylon. El concreto a utilizar será de 4 000'Psi, premezclado de Mixto Listo, elaborado con mquina concretera.

5.6.6. Levantado de muros

El block a utilizar en el levantado será de concreto de 0,14 x 0,19 x 0,39 m, con resistencia mínima de 35 Kg/cm². La sisa de unión será a base de Sabieta Mixto Listo tipo "M".

5.6.7. Armado y fundición de soleras

5.6.7.1. Armado de soleras hidrófuga y corona

Sus dimensiones serán de 0,14 m x 0,19 m. El refuerzo longitudinal será de hierro de grado 40, por medio de 4 ϕ 3/8" corridos y refuerzo transversal de estribos ϕ 1/4", @ 0,15m, la unión se hará por medio de alambre de amarre.

5.6.7.2. Armado de solera intermedia

El refuerzo longitudinal será de grado 40, siendo 4 ϕ 3/8", y su refuerzo transversal de eslabones ϕ 1/4" @ 0,15 m. La unión se hará por medio de alambre de amarre.

5.7. Encofrado de losa

Esta se realizará con madera de pino rústica.

- Parales de 2" x 3"
- Largueros de 2" x 3"
- Tabloncillo de 1 - 1/2" x 12" x 10"
- Breizas de 2" x 2"

Los elementos descritos se unirán con clavo de dimensión adecuada. El encofrado deberá quedar completamente horizontal sin que exista alguna variación a lo largo de su longitud. La unión entre tabla y tabla será total, caso contrario se utilizará listones de hojalata de 0,05 m de ancho por su longitud para evitar el colado de concreto.

5.8. Colocación de armadura para losa

Se realizará en un espacio de 4,00 x 9,95 m y voladizo de 0,70 m con armado de refuerzo de hierro de ϕ 3/8" grado 40. La separación entre riel, tensión y bastón será de 0,15 m. La unión se hará por medio de alambre de amarre.

5.9. Fundición de losa

La altura de la fundición de losa será de 0,10 m, utilizando para su medición escantillón de hierro. Se usará concreto de 4 000 Psi, premezclado con acelerante, elaborado con máquina concreteira. Inmediatamente después de realizada la fundición aplicar antisol a dos manos para su curado.

5.10. Desencofrado de losa

Con la aplicación del acelerante para el fraguado del concreto, el desencofrado debe realizarse en un tiempo mínimo de 8 días.

5.11. Instalación eléctrica

5.11.1. Tablero de distribución

Debe contar con dos tableros de distribución de energía (empotrado en muro) marca General Electric, de 42 polos, 120/40 voltios. Contará con neutro aislado y barra de puesta a tierra.

Se colocarán, también, cuatro tableros DC para 24 módulos, con conectores y barras; estos deben ser marca ABB de 125 VDC (ver los planos), los tableros se conectarán por medio de canales de 4" x 4" a los canales del piso de caseta.

5.11.2. Iluminación (110 voltios)

5.11.2.1. Cajas

- Caja octogonal plástica de 4" donde se indique en plano para ubicar bombillo de 60 watts.
- Caja octogonal plástica de 4" la cual se utilizará para ubicar dos reflectores para intemperie de 25 Watts cada uno. Estos reflectores se accionarán por medio de foto celda (ver plano para ubicar reflectores).
- Caja octogonal plástica de 2" x 4", para ubicar interruptor interno.
- Se deberá instalar una lámpara en el cuarto de baterías por lo cual se deberá instalar una caja de 4" en el centro del cuarto de baterías.

- Cajas rectangulares para detector de humos.

5.11.2.2. Cableado

Para toda la instalación eléctrica utilizar cable calibre 12 THHN o THWN.

Código de colores:

- Cable vivo color negro
- Cable neutro color blanco
- Cable retorno color amarillo

5.11.2.3. Ductos

Se utilizará ducto eléctrico PVC, de ϕ 3/4", color naranja o gris.

5.11.2.4. Accesorios

- Utilizar conector plástico para unir ducto eléctrico y caja octogonal
- Utilizar coplas para unir la tubería en tramos seguidos
- No realizar uniones hechizas

5.12. Instalación de drenaje pluvial

Se ubicarán bajadas de drenaje pluvial ϕ 3" (ver plano). El lado superior de la losa deberá contar con sus respectivos pañuelos para desfogue del agua hacia la tubería.

5.13. Instalación de puerta y ventanas

5.13.1. Puerta de ingreso

- Las dimensiones del vano serán de 1,50 m de ancho x 2,40 m de altura.
- Marco de tubo cuadrado de 1-1/4”.
- Lámina calibre 1/16” (prensada).
- Angular de 3/4”x1/8” (se utilizará para prensar la lámina).
- Hembra de 3/4”x1/8” (se utilizará para prensar la lámina).
- La puerta deberá contar con dos pasadores en la posición de cerrado y sus respectivos recibidores tipo argolla para colocar candado (ver detalle en anexos).
- Tres bisagras de cartucho de 3”.
- Fondo de pintura anticorrosiva color rojo óxido.
- Acabado final de pintura color rojo óxido.
- Se colocará una reja para brindar mayor seguridad a las instalaciones (ver detalle en anexos).

5.13.2. Reja de puerta de ingreso

Será instalado en la parte exterior de la caseta; sus dimensiones se indican en los planos, su fabricación a la base de hierro liso redondo de 5/8” que será unido con hembras de 1” x 1/4” y marcos de angular de 1-1/4” x 1/4”.

5.13.3. Ventanas

5.13.3.1. Ventana “tipo 1”

- Las dimensiones del vano serán de 1,20 m de alto x 1,00 m de ancho

- Su material de aluminio anodizado color café, con cedazo
- Vidrio de 4 mm, color humo

5.13.3.2. Ventana “tipo 2”

- Las dimensiones del vano serán de 0,80 m de alto x 1,00 m de ancho
- Su material aluminio anodizado color café, con cedazo
- Vidrio de 4 mm, color humo

5.13.3.3. Balcones

La fabricación será de hierro liso redondo de 5/8” que será unido con hembras de 1” x 1/4” y marco de angular de 1” x 1/4”. El balcón deberá estar sólidamente instalado a la caseta (ver detalle en planos).

5.14. Acabados

5.14.1. Internos

5.14.1.1. Piso

Piso de granito de mármol, colocado sobre una base de concreto de 0,10 m de espesor con refuerzo de estructomalla 6” x 6”- 4/4, grado 60.

5.14.1.2. Muro

Repello, cernido y pintura.

5.14.1.3. Cielo

Repello más cernido. El acabado final con pintura.

5.14.2. Externos

5.14.2.1. Piso (acera perimetral)

Fundición de concreto de 0,10 m de espesor con refuerzo de estructomalla 6" x 6" - 4/4, grado 60.

5.14.2.2. Muro

Repello más cernido vertical. El acabado final con pintura.

5.15. Canales de control en piso

Los canales de control serán de concreto de 0,30 m x 0,30 m y sus paredes de 0,10 m, su espesor, el refuerzo de estructomalla 6" x 6" - 4/4, grado 60, el acabado interior será alisado, en la parte superior se le instalarán tapaderas de lámina lisa de 3/16" con dos agujeros en un lado para poder levantarlas, estas deberán de ser de un tamaño fácil de maniobrar, a estas tapaderas deberá aplicarse dos manos de pintura anticorrosiva color rojo oxido.

5.16. Pintura e impermeabilizante

La caseta se deberá de pintar en el interior y en el exterior. También se deberá aplicar impermeabilizante siliconizer marca Lanco Cod. RC-200 en la terraza de la caseta.

5.17. Pintura final de caseta, posterior a montaje electromecánico

Se deberá tomar en cuenta que la caseta se deberá pintar de nuevo cuando se finalicen los trabajos de instalación de los equipos eléctricos. Por lo tanto, el contratista deberá tomarlo en cuenta en su cotización.

5.18. Trabajos para acceso a plataforma de subestación

5.18.1. Rampa de acceso

Su rampa de acceso de 0,20 m de espesor mínimo, fundido con concreto 4000 psi. El refuerzo para la misma será varillas núm. 5 a cada 0,20 m en ambos sentidos. Las juntas de dilatación se trabajarán en cuadros no mayores a 12 m².

En la parte superior de la trinchera la rampa tendrá un refuerzo especial de dos camas de varillas núm. 4 a cada 0,15 m, con un traslape de 1,00 m en ambos lados con respecto de la estructomalla.

5.18.2. Portón de ingreso

El portón tendrá una longitud de 6,00 m y una altura de 2,00 m, se deberá fabricar tal como se indica en los planos constructivos, el tipo de acero a utilizar debe cumplir con la norma ASTM A-36.

Para el portón de ingreso deberá de tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- Aterrizamiento a la red de tierras de la subestación.
- El portón constara de 2 hojas que estarán soportadas por tubos galvanizados cédula 40 de 3" de diámetro más accesorios en galvanizado en caliente según la norma ASTM-A123.
- El marco de cada hoja, deberá hacerse con tubo galvanizado cédula 40 de 2" de diámetro y una malla galvanizada calibre 10.
- Para sostener la malla, deberán de soldarse hembras de $\frac{3}{4}$ " galvanizadas.
- Deberá contar con dos pasadores $\phi 1$ " inferiores en la posición de cerrado y sus respectivos recibidores tipo argolla para colocar candados grandes más otro pasador horizontal $\phi 1$ " con argollas para colocar candado grande.
- El acabado final de todo el portón será con pintura galvanizada y toda pieza adicional de hierro negro debe aplicarse un fondo en epóxido rico en zinc y en acabado final un esmalte de poliuretano o acrílico; respetando los tiempos mínimos de secado entre capas, las proporciones y espesores dependerán del tipo de clima del lugar.
- Se construirán dos columnas de concreto de una sección de 0,35 m x 0,35 m contruidos según detalles de planos constructivos y se utilizará un concreto de una resistencia $F'c=281 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 Psi) con concreto premezclado y el acero grado 40 legítimo.

5.18.3. Riego de piedrín

Una vez terminados los cimientos, caseta ampliación se regará en toda el área de trabajo, piedrín, conformando una capa de 0,10 m de espesor. El tamaño del piedrín a regar es de 1” que a la vez servirá como un drenaje francés.

5.19. Ejecución de proyecto

5.19.1. Obligaciones del ejecutor

- El contratista designará a un encargado del proyecto que le represente ante la contratante y asumirá la organización, dirección, vigilancia, control de la actividad desarrollada por sus trabajadores, deberá ser ingeniero o arquitecto, colegiado activo y con experiencia en supervisión de obras de construcción. Se responsabilizará de la realización de la obra o servicio en las debidas condiciones técnicas de seguridad y limpieza; deberá informar al representante del contratante cualquier anomalía que se produzca.
- El contratista quedará obligado a aportar por su cuenta todas las instalaciones provisionales que se necesite para: oficinas, guardianía, almacenes, talleres, vestuarios, etc., en las zonas que para tal fin sean señaladas por el contratante, así como, todos los útiles y herramientas, cuando tales instalaciones sean precisas para la realización de obra.
- En la realización de la obra se consideran comprendidas la previsión y adopción de las medidas de higiene en el trabajo, por lo que será necesaria la instalación como mínimo de un baño móvil durante el

desarrollo del proyecto para que el mismo sea utilizado por los trabajadores.

- El contratista adoptará las medidas necesarias para el cumplimiento de sus obligaciones en materia de seguridad e higiene en el trabajo, aportando aquellos elementos que sean necesarios y velará por el cumplimiento de las obligaciones de los trabajadores en esta materia.
- El servicio de agua temporal para la realización de los trabajos correrá por cuenta del contratista, así como, para el consumo de su personal.
- El servicio de electricidad temporal lo considerará el contratista.
- El profesional designado por el contratista queda obligado a firmar diariamente la bitácora de obra y acatar las indicaciones que por medio de ella se le indiquen, podrá realizar sus anotaciones, observaciones y recomendaciones que considere convenientes.
- Al finalizar la obra y previo a que se haga efectivo el pago final, por los trabajos contratados, el contratista deberá entregar al contratante un CD que contenga los planos finales de construcción, con un informe que indique que ha realizado el trabajo conforme al diseño inicial, o bien incluyendo los cambios que pudieron haberse realizado.

5.19.2. Obligaciones del supervisor

- El contratante entregará al contratista, el predio o área donde se ejecutarán los trabajos en las condiciones adecuadas para que puedan iniciarse conforme a lo planificado.

- El contratante llevará control diario de las actividades que ejecute el contratista y las anotará en la bitácora de obra, así como, todos los aspectos relevantes que se le indiquen al contratista.

- Es responsabilidad del contratante, levantar las actas siguientes:
 - Acta de inicio de obra: indicando fecha, lugar, personas presentes, motivo del acta, fecha de inicio de la obra y fecha en que deberán concluir los mismos.

 - Acta de suspensión de obra: si fuere necesario suspender los trabajos contratados, se realizará el acta de suspensión, indicando lugar, fecha, personas presentes, motivo que origina la suspensión y las acciones a seguir para subsanar los motivos de suspensión de obra. Se deberá indicar si el motivo de la suspensión es por causa del contratista, el tiempo de ejecución deberá seguir computándose ininterrumpidamente y se aplicarán las sanciones que correspondan si los trabajos no concluyeran en el tiempo ofertado. Si los trabajos se suspendieran por causa del contratante, el tiempo de ejecución se prorrogará en la misma proporción que duró la suspensión.

 - Acta de reinicio de obra: al momento de reiniciar los trabajos suspendidos, deberá realizarse el acta de reinicio, indicando lugar, fecha, personas presentes, acciones subsanadas y motivo por el cual se reinician los trabajos.

 - Acta de conclusión y recepción de obra: al momento en el que el Contratista concluya los trabajos, deberá realizarse el acta de

conclusión y recepción de obra, indicando lugar, fecha, personas presentes, trabajos realizados, calidad y satisfacción de la ejecución, deberá hacerse constar que no quedan actividades pendientes y que se han realizado las correcciones que se pudieran haber solicitado anteriormente.

- Acta por trabajos adicionales: el residente del contratante levantará un acta por trabajos adicionales, ya sea por incremento en las cantidades de los renglones ofertados o por renglones que no están incluidos en los trabajos adjudicados al contratista. Se deberá justificar la necesidad y motivo que origina los trabajos adicionales. Se aplicarán los precios unitarios ofertados por el contratista, si ello no fuera posible se procederá a cotizar los renglones nuevos de trabajo.

5.19.3. Disposiciones generales para contratación de obra

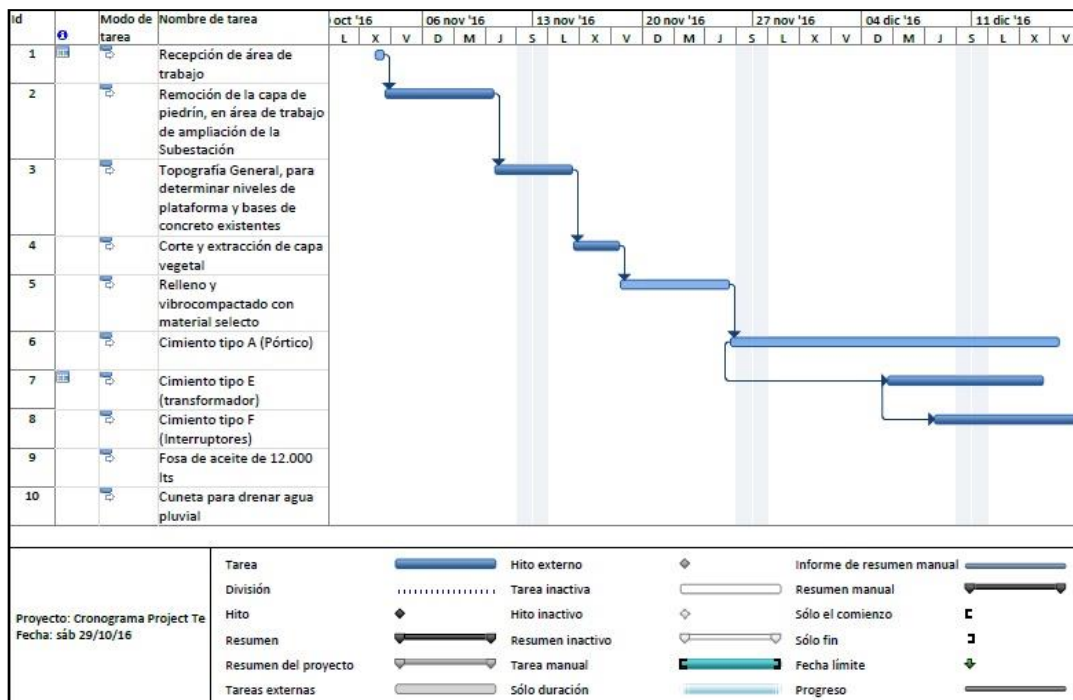
5.19.3.1. Fianzas

- Fianza de cumplimiento de contrato: el contratista proporcionará una fianza de cumplimiento de contrato por el 15 % del monto de los trabajos.
- Fianzas de conservación de la obra: al finalizar los trabajos y que hayan sido recibidos a entera satisfacción, el contratista proporcionará una fianza de conservación de la obra por el 15 % del valor del contrato con una duración de un año.

5.19.3.2. Plazo de ejecución de la obra

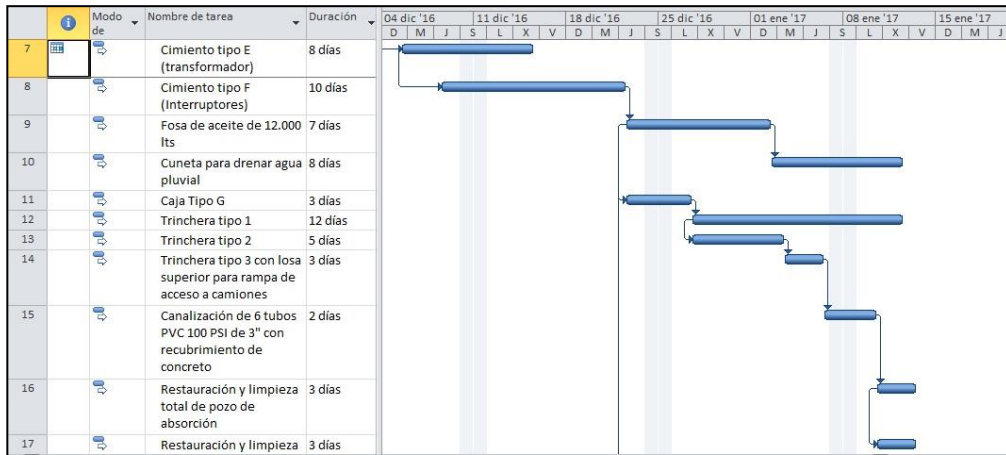
La obra civil de la subestación debe estar terminada y recibida a entera satisfacción en un plazo no mayor de 90 días calendario.

Figura 21. Cronograma de ejecución



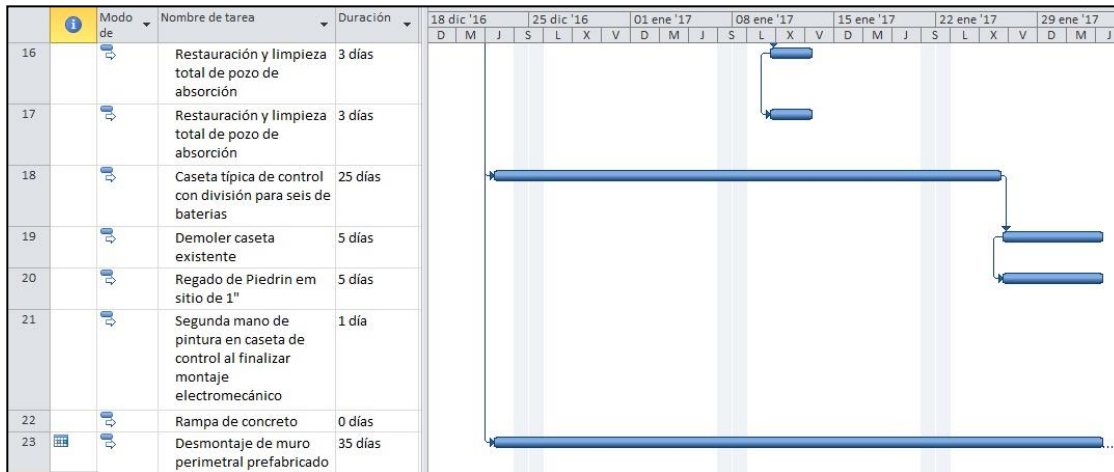
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Project 2010.

Figura 22. Primera parte del cronograma



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Project 2010.

Figura 23. Segunda parte del cronograma



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Project 2010.

5.20. Costo

5.20.1. Integración de costos por renglones de trabajo

Tabla I. Integración de costos por renglones de trabajo

Presupuesto Desglosado					
1. Trabajos Preliminares					
1,1	Remoción de la capa de pedrín en área de trabajo de ampliación de subestación	500	m ²	Q15,00	Q7.500,00
1,2	Topografía general para determinar niveles de plataforma y base de concreto existentes	1	global	Q8.000,00	Q8.000,00
1,3	Corte y extracción de capa vegetal	894	m ²	Q10,50	Q9.387,00
1,4	Relleno vibro compactado con material selecto	745	m ³	Q125,00	Q93.125,00
				TOTAL	Q118.012,00
2. Cimientos					
2,1	Cimiento tipo A (base para columna metálica)	12	Unidad	Q13.500,00	Q162.000,00
2,2	Cimiento tipo E (transformador)	1	Unidad	Q70.000,00	Q70.000,00
2,3	Cimiento tipo F (interruptores)	6	Unidad	Q8.300,00	Q49.800,00
2,4	Fosa de aceite	1	Unidad	Q28.000,00	Q28.000,00
				TOTAL	Q309.800,00
3. Canalización					
3,1	Caja tipo G	4	Unidad	Q7.000,00	Q28.000,00
3,2	Trinchera tipo 1	82	ml	Q1.125,00	Q92.250,00
3,3	Trinchera tipo 2	7,6	ml	Q1.450,00	Q11.020,00
3,4	Trinchera tipo 3 con losa superior para rampa de acceso camiones	4,75	ml	Q1.725,00	Q8.193,75
3,5	Canalización 6 tubos PVC 100 psi de 3" con recubrimiento de concreto	33	ml	Q430,00	Q14.190,00
				TOTAL	Q153.653,75
4. Caseta de Control					
4,1	Caseta típica de control con división para seis de baterías	1	global	Q230.000,00	Q230.000,00
4,2	Segunda mano de pintura en caseta de control al finalizar montaje electromecánico	1	global	Q3.500,00	Q3.500,00
				TOTAL	Q233.500,00
5. Canalización y Drenaje Pluvial					
5,1	Cuneta para drenar agua pluvial	50	ml	Q400,00	Q20.000,00
5,2	Restauración y limpieza total de pozo de absorción existente	1	global	Q5.000,00	Q5.000,00
				TOTAL	Q25.000,00
6. Rampa Especial					
6,1	Rampa de concreto	44	m ²	Q525,00	Q23.100,00
6,2	Restauración y limpieza total de pozo de absorción existente	1	global	Q1.500,00	Q1.500,00
				TOTAL	Q24.600,00
7. Muro de Contención					
7,1	Desmontaje de muro perimetral prefabricado	92	m ²	Q85,00	Q7.820,00
7,2	Demolición de muro base mampostería reforzada, incluye cimiento corrido	44	m ²	Q110,00	Q4.840,00
7,3	Demolición de canal de concreto y rejilla	6	ml	Q110,00	Q660,00
7,4	Demolición de columnas de 0,50 x 0,50 de concreto apoyo porton existente	2	Unidad	Q2.150,00	Q4.300,00
7,5	Desmontaje de portón metálico	1	unidad	Q2.500,00	Q2.500,00
7,6	Construcción de muro de retención con contrafuertes	115	m ²	Q1.900,00	Q218.500,00
				TOTAL	Q238.620,00
8. Trabajos Finales					
8,1	Regado de pedrín en sitio de 1"	1394	m ²	Q55,00	Q76.670,00
				TOTAL	Q76.670,00
GRAN TOTAL					Q1.179.855,75

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Office Excel 2010.

5.20.2. Ejemplo de integración de costos

Se realizará la integración de dos renglones de trabajo con fines didácticos. Se realizará la integración del renglón 1.3 y 1.4 de trabajos preliminares.

Tabla II. Renglones de trabajo

Presupuesto Desglosado					
1. Trabajos Preliminares		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1,1	Remoción de la capa de piedrin en área de trabajo de ampliación de subestación	500	m ²		
1,2	Topografía general para determinar niveles de plataforma y base de concreto existentes	1	global		
1,3	Corte y extracción de capa vegetal	894	m ²		
1,4	Relleno vibro compactado con material selecto	745	m ³		
2. Cimientos		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
2,1	Cimiento tipo A (base para columna metálica)	12	Unidad		
2,2	Cimiento tipo E (transformador)	1	Unidad		
2,3	Cimiento tipo F (interruptores)	6	Unidad		
2,4	Fosa de aceite	1	Unidad		
3. Canalización		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
3,1	Caja tipo G	4	Unidad		
3,2	Trinchera tipo 1	82	ml		
3,3	Trinchera tipo 2	7,6	ml		
3,4	Trinchera tipo 3 con losa superior para rampa de acceso camiones	4,75	ml		
3,5	Canalización 6 tubos PVC 100 psi de 3" con recubrimiento de concreto	33	ml		
4. Caseta de Control		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
4,1	Caseta típica de control con división para seis de baterías	1	global		
4,2	Segunda mano de pintura en caseta de control al finalizar montaje electromecánico	1	global		
5. Canalización y Drenaje Pluvial		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
5,1	Cuneta para drenar agua pluvial	50	ml		
5,2	Restauración y limpieza total de pozo de absorción existente	1	global		
6. Rampa Especial		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
6,1	Rampa de concreto	44	m ²		
6,2	Restauración y limpieza total de pozo de absorción existente	1	global		
7. Muro de Contención		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
7,1	Desmontaje de muro perimetral prefabricado	92	m ²		
7,2	Demolición de muro base mampostería reforzada, incluye cimiento corrido	44	m ²		
7,3	Demolición de canal de concreto y rejilla	6	ml		
7,4	Demolición de columnas de 0,50 x 0,50 de concreto apoyo porton existente	2	Unidad		
7,5	Desmontaje de portón metálico	1	unidad		
7,6	Construcción de muro de retención con contrafuertes	115	m ²		
8. Trabajos Finales		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
8,1	Regado de piedrín en sitio de 1"	1394	m ²		
		GRAN TOTAL			

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Office Excel 2010.

5.20.3. Renglón 1.3 (corte y extracción de capa vegetal)

Tabla III. Integración de renglón 1.3

1,3 Corte y excavación capa vegetal (limpieza)					Unidad: m ²
Maquinaria, equipo y otros renglones					
Herramienta y equipo	Unidad	Rendimiento	Precio u.	Costo unitario	
	m ²	64	Q88,24	Q5.647,10	
Mano de obra	Cantidad	Hrs c/u	Salario día	Días trabajo	Costo u.
Ayudantes (incluye prestaciones)	2		Q100,00	4	Q800,00
Incluye beneficios sociales					Q800,00
Materiales					
Resumen					
* Referencia 894 m ²					
Costo directo del renglón					Q6.447,10
30% (imp+indirectos+utilidad)					Q1.934,13
12% IVA					Q1.005,75
Precio total por renglón					Q9.386,98
Precio por m ²					Q10,50
Precio por m ³					Q70,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Office Excel 2010.

5.20.4. Renglón 2.1 (cimiento tipo A, pórtico)

Tabla IV. Integración de renglón 2.1

2,1 Cimiento tipo A, pórtico					Unidad:	Unidad
MAQUINARIA Y EQUIPO Y OTROS RENGLONES						
Herramienta y equipo	Unidad	Cantidad	Precio u.	Costo unitario		
Herramienta y equipo	día	6	Q125,00	Q750,00		
Mano de obra	Cantidad	Hrs c/u	Salario día	días trabajo	Costo u.	
Albañiles (incluye prestaciones)	1		Q160,00	6	Q960,00	
Ayudantes (incluye prestaciones)	2		Q100,00	6	Q1.200,00	
Incluye beneficios sociales						
TOTAL MANO DE OBRA						Q2.160,00
Materiales	U	Cantidad		Costo Unitario	Costo u.	
	Unidad	1		Q6.258,96	Q6.258,96	
Resumen						
Costo directo del renglón					Q9.168,96	
30% (imp+indirectos+utilidad)					Q2.750,69	
12% IVA					Q1.430,36	
Precio total por renglón					Q13.350,00	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Office Excel 2010.

6. SEGURIDAD DEL PERSONAL EN OBRA, SEGÚN NORMA OSHA 18001

6.1. Objetivo

Definir el tipo y características básicas de los elementos que formarán parte del sistema integral de seguridad física de cada una de las subestaciones de potencia por construir que complementan las normas nacionales de aplicaciones y cumplimiento general.

6.2. Introducción

La norma OSHA 18001 establece los requisitos mínimos de las mejores prácticas en gestión de seguridad y salud en el trabajo, destinados a permitir que una organización controle sus riesgos y mejore su desempeño.

Es indispensable que el supervisor de la obra civil del contratista y el contratante identifiquen las etapas que intervienen en cada proceso constructivo de la obra civil de subestaciones eléctricas para facilitar su labor al momento de vigilar o hacer cumplir lo estipulado en el contrato. Además, le ayudará a detectar de manera oportuna posibles deficiencias, tanto en el proyecto como en su ejecución, que a corto, mediano o largo plazo puedan originar inconvenientes en la instalación.

Dentro de los beneficios a obtener en la correcta aplicación de las normas están:

- Crear las mejores condiciones de trabajo posibles en el proyecto.
- Identificar los riesgos y establecer controles para gestionarlos.
- Reducir el número de accidentes laborales y bajas por enfermedad para disminuir los costes y tiempos de inactividad.
- Comprometer y motivar al personal a trabajar en condiciones laborales mejores y más seguras.
- Demostrar la conformidad a clientes y proveedores.

6.3. Equipo mínimo de seguridad para el personal de obra civil

El contratista deberá de garantizar que todo el personal porta equipo mínimo de seguridad personal:

- Casco
- Botas con punta de acero
- Chaleco reflectivo
- Guantes
- Lentes de protección

6.4. Equipo mínimo de seguridad para corte de metal y/o varillas de acero

El contratista deberá garantizar que todo el personal que utilice una pulidora, deberá contar con el siguiente equipo mínimo de seguridad personal:

- Casco.
- Botas con punta de acero.
- Chaleco reflectivo.

- Guantes.
- Lentes de protección.
- Careta de protección (en caso de que la careta impida la colocación del casco, la actividad de corte de varillas o metal deberá realizarse en un área libre de estructuras metálicas existentes o en proceso de montaje).

6.5. Equipo mínimo de seguridad para el uso de equipo de oxicorte en obra

El contratista deberá garantizar que todo el personal que utilice un equipo de oxicorte deberá contar con el siguiente equipo mínimo de seguridad personal:

- Casco
- Botas con punta de acero
- chaleco reflectivo
- Mangas y guantes de cuero para soldar de gamuzón
- Anteojos para uso de equipo de oxicorte núm. 10

6.6. Cintas amarillas de seguridad en excavaciones para cimentación, trincheras y canales

En toda excavación se deberá colocar una cinta amarilla de seguridad para indicar claramente las áreas peligrosas.

6.7. Botiquín de primeros auxilios

6.7.1. Ubicación de botiquín

El botiquín deberá ubicarse en las instalaciones provisionales de la bodega del contratista de la obra civil.

Todo botiquín deberá disponer de la señalización reglamentaria, consistente en un pictograma indicando “Botiquín”. Y una lista detallada de su contenido.

Figura 25. **Forma adecuada de identificación de botiquín**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Office Excel 2010.

Ningún botiquín estará oculto, fuera de la vista o ubicado en un punto que lo haga inaccesible o que favorezca el deterioro, ensuciarse o hurto de su contenido.

6.7.2. Contenido mínimo de un botiquín

El contenido de material que un botiquín tendrá, como mínimo, es el siguiente:

Tabla V. Propuesta de botiquín

Propuesta de botiquín		
Núm.	Material	Unidades por botiquín
1	Gasa estéril	5
2	Micropore	1
3	Curitas	10
4	Alcohol en gel (pachita 100 mL)	1
5	Cabestrillos	2
6	Paletas (baja lenguas)	5
7	Tijeras de botón de acero inoxidable	1
8	Hibitane (antiséptico)	1
9	Compresas frías/caliente	1
10	Par guantes quirúrgicos	5
11	Mascarillas quirúrgicas 3 pliegos	3
12	Vaselina	1
13	Agua para lavado de ojos (lava ojos)	2
14	Suero oral sobres	4
15	Acetaminofen 500 mg	10
16	Asmara Forte (ibuprofeno 400 mg)	10

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Office Excel 2010.

Además de este material, en ningún caso se introducirá material sanitario o medicamento ajeno al botiquín.

CONCLUSIONES

1. Para la realización del presupuesto se debe ser minucioso al realizar la integración de los diferentes tipos de costos de cada renglón de trabajo para, finalmente, englobarlo en un precio total del proyecto. Estos costos a tomar en cuenta son: costos directos e indirectos, factores de sobre costos y costos de mantenimiento.
2. Es necesario contar con bases técnicas claras y conocimiento de los renglones de trabajo, que permitan una planificación adecuada para la ejecución de los trabajos de obra civil de una subestación eléctrica.
3. Para obtener un buen control del proyecto brindando calidad, eficiencia y cumplimiento en el tiempo de ejecución, se debe emplear los diferentes métodos como lo son: los diagramas de Gant, diagrama de etapas, los sistemas de programación de PERT, CPM y método de la ruta crítica que brindaran información necesaria que facilitará el control de avances y toma de decisiones.
4. En toda obra se debe estar consciente de que lo más importante es el resguardo de la integridad física de los trabajadores, para lo cual se deberán tomar en cuenta los normativos vigentes en la legislación guatemalteca y adicionalmente las estipuladas en la norma OSHA 18001.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al administrador del proyecto la constante actualización de los costos directos e indirectos, según el lugar y tiempo en el que se desarrollen los proyectos ya que las condiciones cambian dependiendo del entorno en que se desarrollen.
2. Se recomienda durante la ejecución de la obra actualizar el control de los avances físicos, con el propósito de que permitan realizar las correcciones en tiempo y calidad a fin de concluir la obra tal y como se planificó.
3. Se recomienda al contratista la realización de capacitaciones de seguridad industrial al personal, así como, la supervisión constante del uso adecuado del equipo, mantenimiento del mismo y realizar informes semanales para mitigar el riesgo de incidentes en la obra.
4. Se debe respetar por parte del contratante y contratista las normas de seguridad con la finalidad de resguardar la integridad física y vida de los trabajadores, mitigando los riesgos de accidentes. Para ello corresponde instruir e invertir en los equipos de seguridad necesarios tal y como se considera en las normas OSHA 18001, considerando una sanción económica y administrativa al incumplimiento de las normas de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Society for Testing and Materials. *Normas de la calidad de los materiales ASTM*. [En línea]. <https://www.astm.org/DIGITAL_LIBRARY/index.html. Secciones de concreto y acero>. [Consulta: 11 de octubre de 2016].
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 28 p.
3. Dirección General de Obras Públicas. *Especificaciones técnicas de construcción*. [En línea]. <<http://www.guatecompras.gt/concursos/files/230/1148982@ESPECIFICACIONES%20TECNICAS%203.PDF>>. [Consulta: 11 de octubre de 2016].
4. *Endesa Educa*. [En línea]. <http://www.endesaeduca.com/Endesa_educar/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xvi.-las-subestaciones-electricas>. [Consulta: 7 de agosto de 2016].
5. ESTRADA HURTARTE, Gustavo Adolfo. *Manual de cuantificaciones de materiales para urbanizaciones y edificaciones*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. 208 p.

6. KAUEFATI GONZÁLEZ, Annelise. *Ingeniería básica para el diseño de subestaciones*. Venezuela: Universidad Simón Bolívar, 2008. 297 p.
7. MANENE, Luis Miguel. Los Diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. [En línea]. <<https://luismiguelmanene.wordpress.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>>. [Consulta: 18 de noviembre de 2016].
8. *Normas de requisitos de reglamento para concreto estructural, ACI-318-08*. [En línea]. <https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_Espanhol.pdf>. [Consulta: 11 de octubre de 2016].
9. *Normas de seguridad y salud en el trabajo OSHA18001*. [En línea]. <<https://www.bsigroup.com/es-ES/Seguridad-y-Salud-en-el-Trabajo-OHSAS-18001/>>. [Consulta: 7 de agosto de 2016].
10. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación*. Madrid, España: Boletín Oficial del Estado, 2010. 129 p.
11. Twenergy. *Subestaciones eléctricas y para qué sirven*. [En línea]. <<http://twenergy.com/co/a/que-son-las-subestaciones-electricas-y-para-que-sirven-1759>>. [Consulta: 7 de agosto de 2016].
12. VIDES TOBAR, Amando. *Análisis y control de costos de ingeniería*. Tomo 1. Guatemala: Piedra Santa, 1978. 178 p.

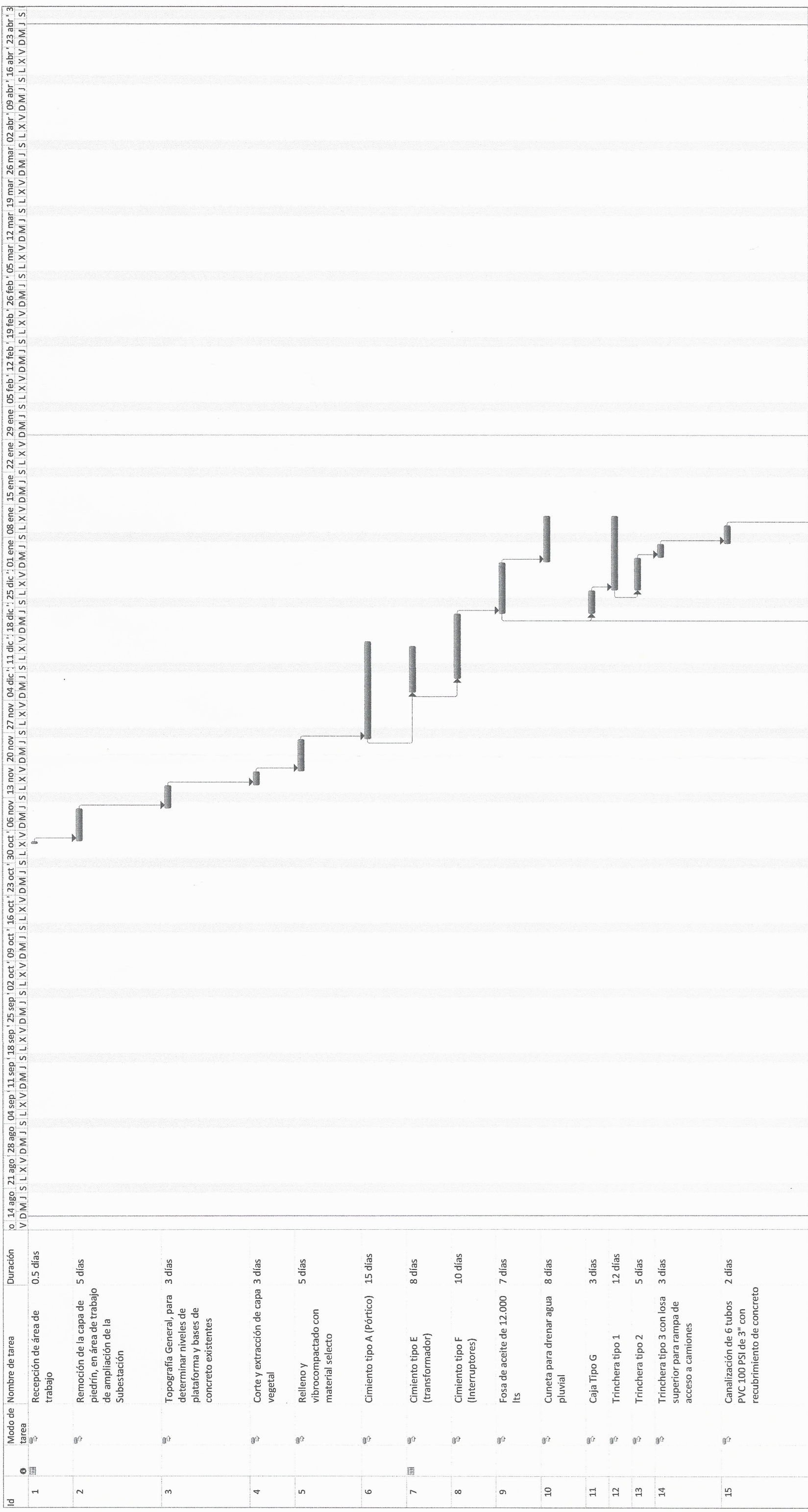
13. VIDES TOBAR, Amando. *Análisis y control de costos de ingeniería*. Tomo 2. Guatemala: Piedra Santa, 1978. 166 p.

APÉNDICES

Planos de subestación

- 1 Cronograma
- 2 Topografía subestación
- 3 Distribución de los trabajos de ampliación
- 4 Planta de nivelación y plataformas
- 5 Planta de distribución de cimientos
- 6 Planta de canalización de líneas u controles

Fuente: elaboración propia.



Proyecto: Cronograma Project Tes
 Fecha: lun 30/01/17

Tarea
 División
 Hitos

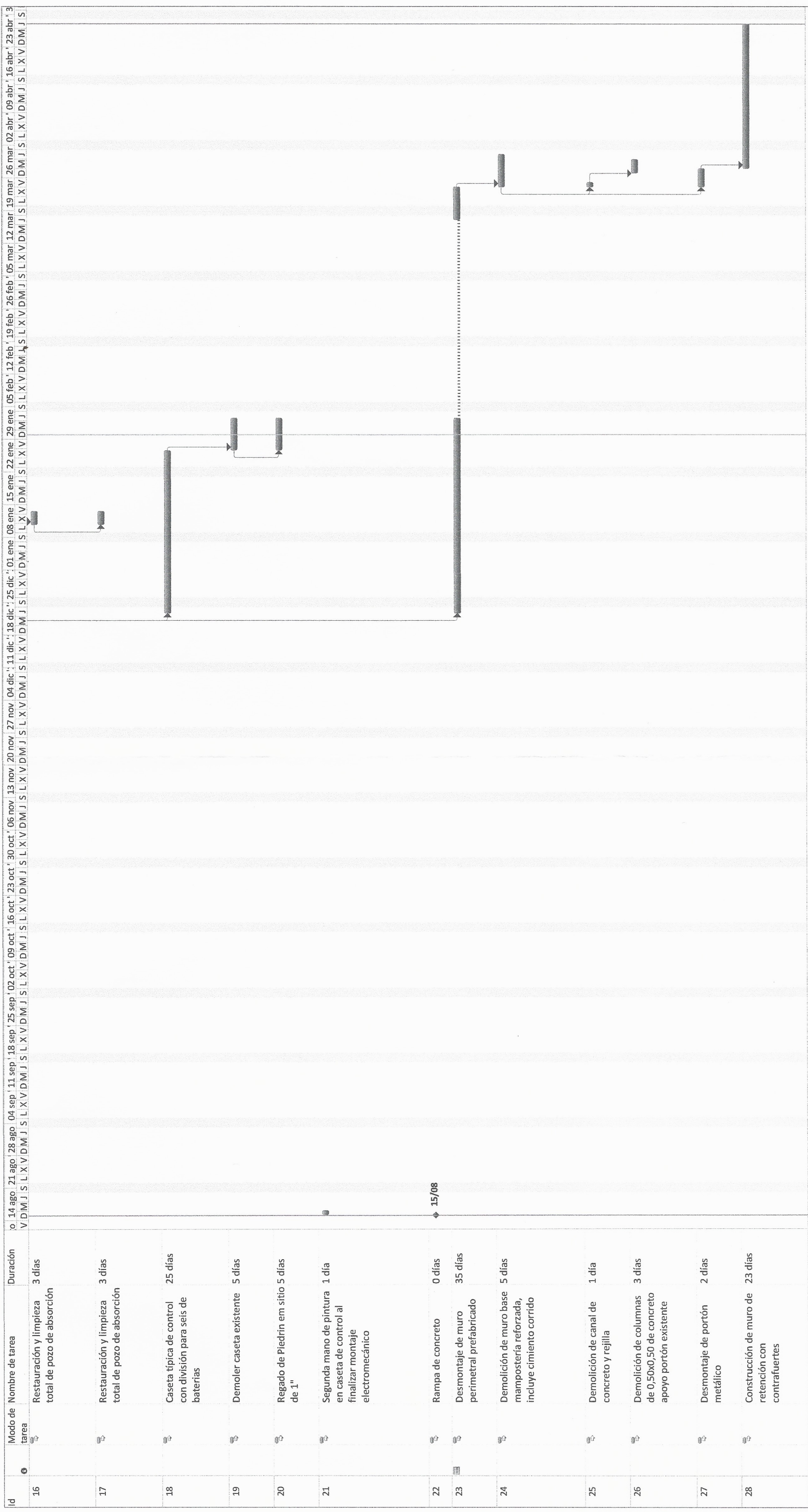
Resumen
 Resumen del proyecto
 Tareas externas

Hito externo
 Tarea inactiva
 Hito inactivo

Resumen inactivo
 Tarea manual
 Sólo duración

Informe de resumen manual
 Resumen manual
 Sólo el comienzo

Sólo fin
 Fecha límite
 Progreso



Proyecto: Cronograma Project Tes
 Fecha: lun 30/01/17

Tarea División Hitos

Resumen
 Resumen del proyecto
 Tareas externas

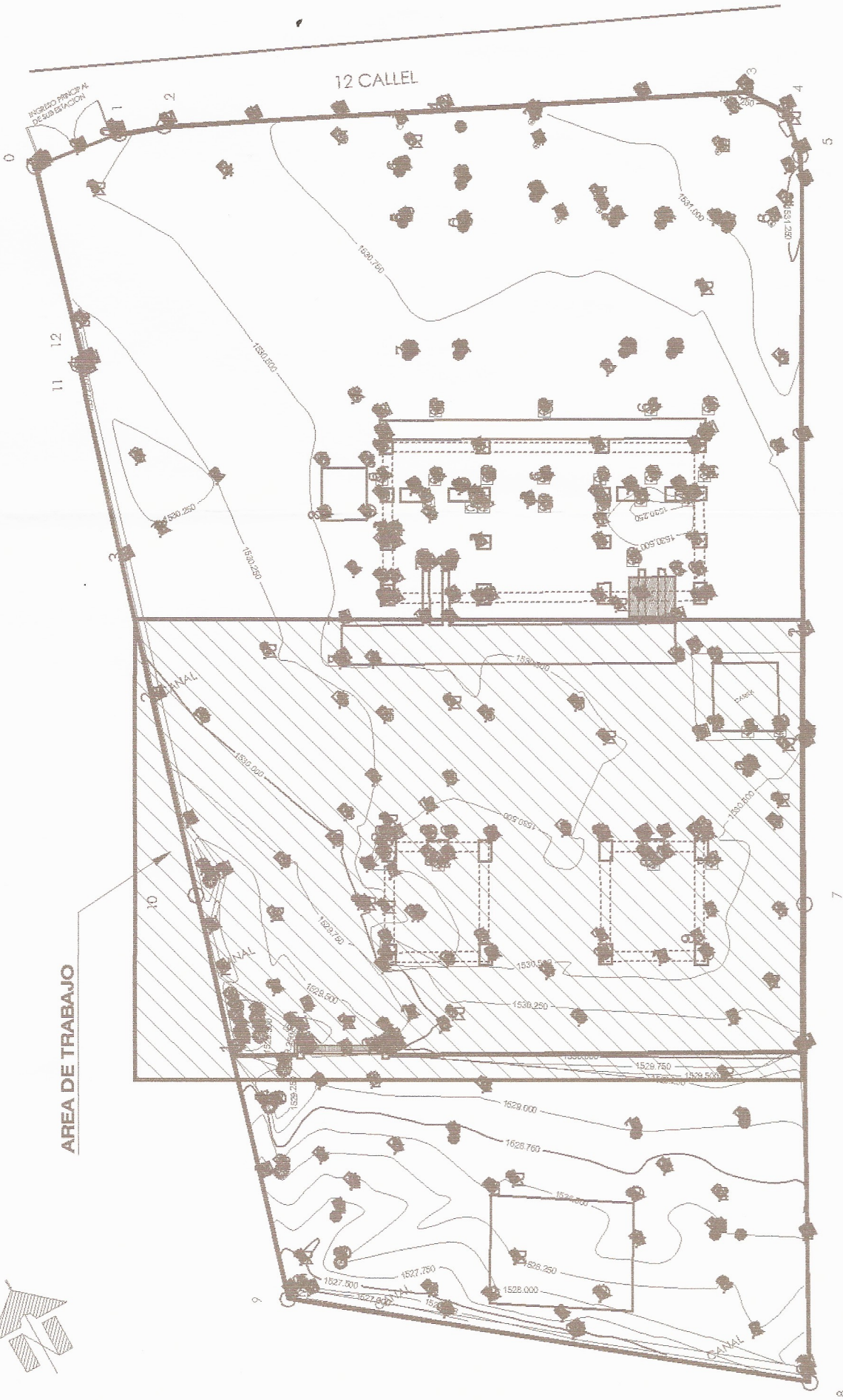
Resumen inactivo
 Tarea manual
 Sólo duración

Hitos externos
 Tarea inactiva
 Hitos inactivos

Informe de resumen manual
 Resumen manual
 Sólo el comienzo

Sólo fin
 Fecha límite
 Progreso

Página 2



TOPOGRAFÍA SUBESTACIÓN

ESCALA: 1:200

DE	A	AZIMUTS	DISTANCIA
0	1	97°46'16"	6.88
1	2	108°43'52"	3.49
2	3	115°21'45"	44.22
3	4	144°39'11"	3.41
4	5	189°11'34"	3.63
5	6	208°32'18"	21.93
6	7	208°38'15"	46.52
7	8	208°2'30"	25.24
8	9	307°57'38"	40.24
9	10	15°57'38"	19.09
10	11	16°22'55"	54.02
11	12	108°32'25"	0.28
12	0	15°32'25"	15.45

AREA = 4590.64 m² ocds = 6569.90 vs ocds

NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
□	CAJA DE CONCRETO DE REGISTRO
●	POSTE PRINCIPAL EXISTENTE
○	TBISOR
⊙	INDICA POZO
⊕	INDICA PLANCHAS DE CONCRETO

NOMBRE DE SUBESTACION: Subestación
DIRECCION: GUATEMALA
CONTENIDO: TOPOGRAFIA
LEVANTO:
REVISO:
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE - 2016
HOJA No: 01 / 11

AGREGAR EN HOJA DE PORTÓN PRINCIPAL
UNA PUERTA DE ACCESO PEATONAL
(ver detalle en esta hoja)



ELIMINACIÓN DE MURO EXISTENTE

CONSTRUCCIÓN DE CUNETETA TRAPEZOIDAL

CONSTRUCCIÓN DE CASETA DE CONTROL

ELIMINACIÓN DE CASETA EXISTENTE

DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE AMPLIACIÓN

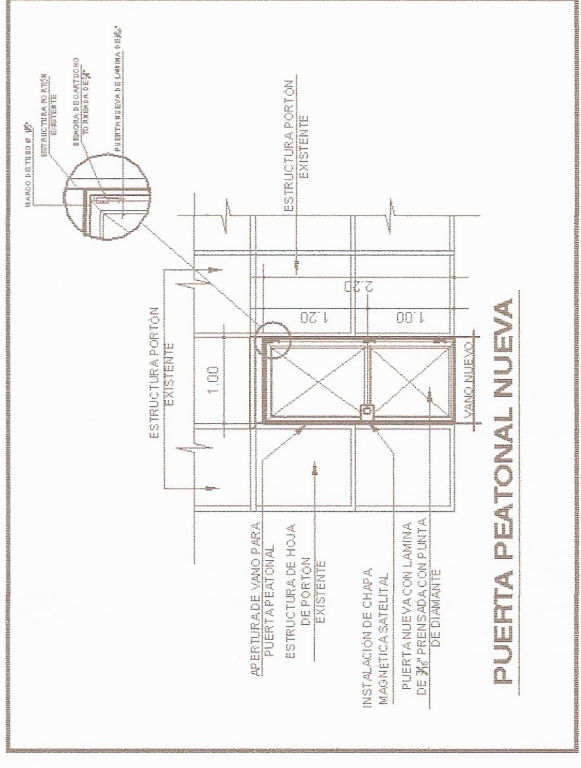
ESCALA: 1:200

INDICA CIMIENTO NUEVO PARA BASE DE ESTRUCTURAS GRANDES

INDICA CAJA DE REGISTRO PARA CONDUCCION DE CABLES

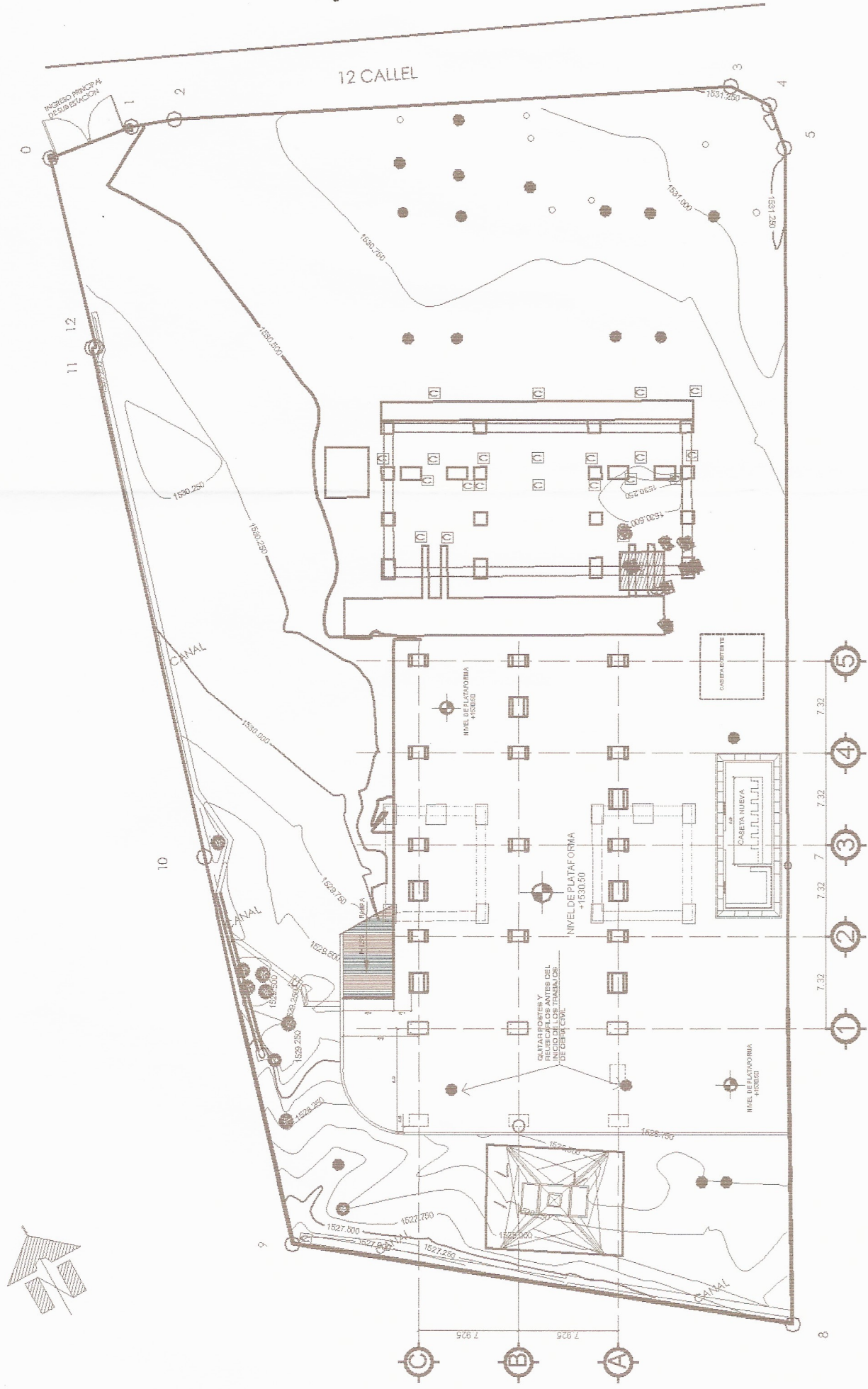
INDICA CIMIENTO NUEVO PARA BASE DE INTERRUPTORES

DEMOLICIÓN Y DESMONTAJE DE ESTRUCTURA Y EQUIPO EN MODULOS DE BAHIAS EXISTENTES



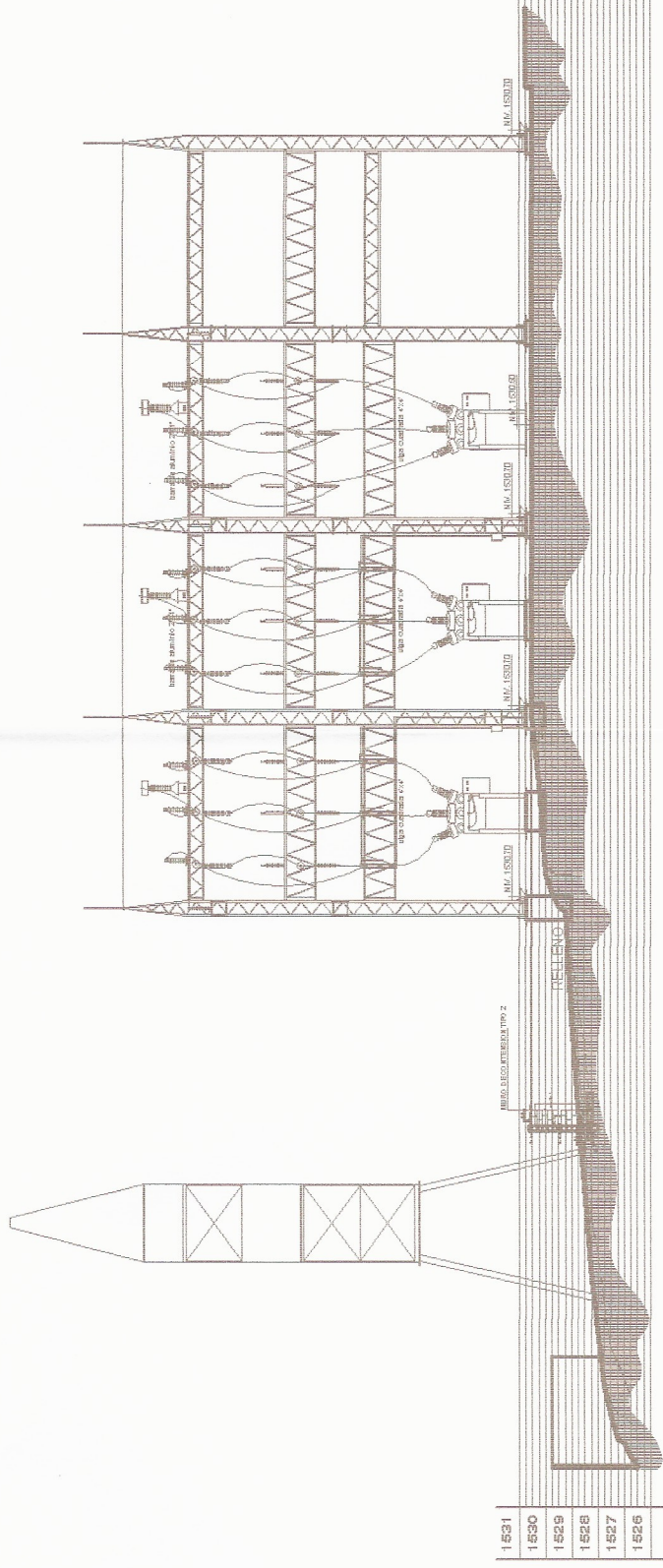
NOMBRE DE SUBESTACION:	Subestación
DIRECCION:	GUATEMALA
CONTENIDO:	DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS DE AMPLIACIÓN
LEVANTO:	
REVISO:	
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	NOVIEMBRE - 2016
HOJA No:	02 / 11

NOMBRE DE SUBESTACION	Sub-estación
DIRECCION	GUATEMALA
CONTENIDO:	NIVELACIÓN Y PLATAFORMAS
LEVANTO:	
REVISO:	
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	NOVIEMBRE - 2016
HOJA No:	03
	11



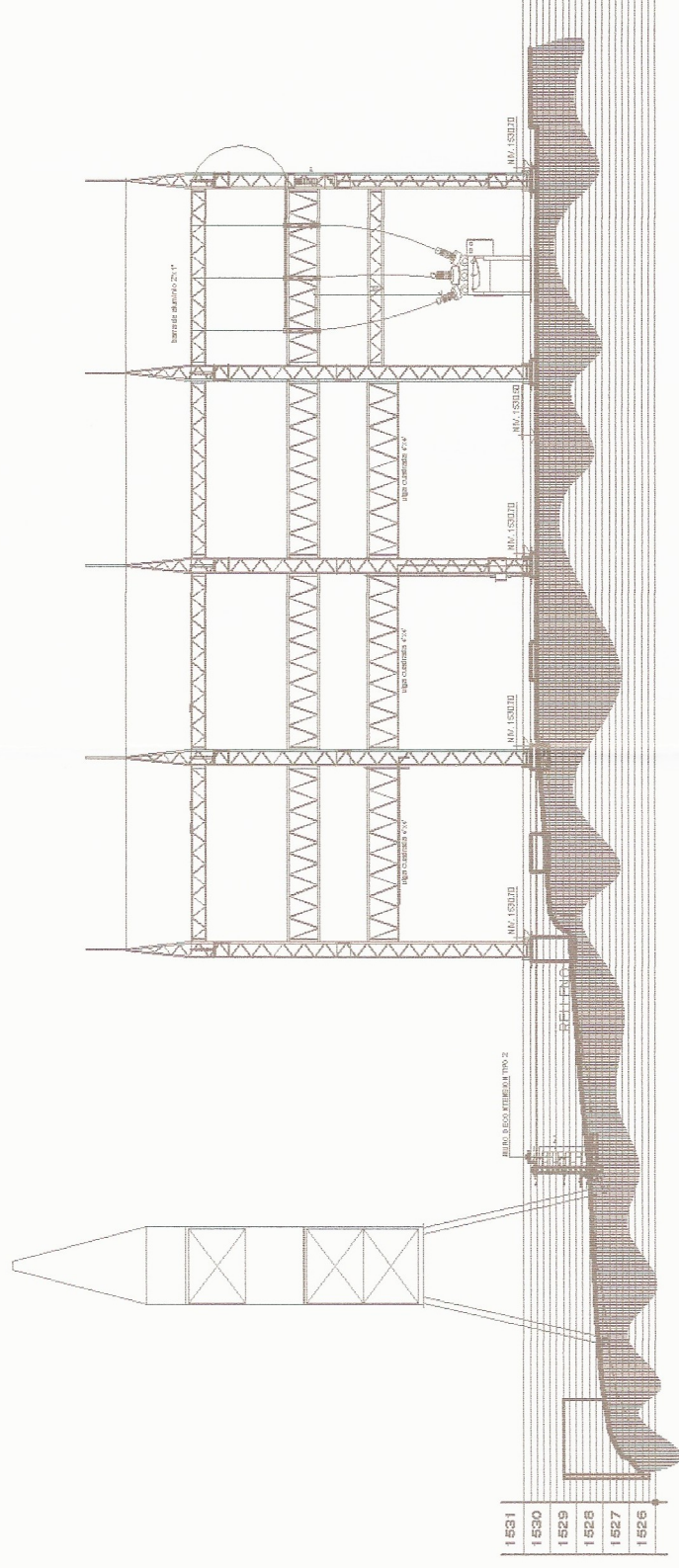
PLANTA DE NIVELACIÓN Y PLATAFORMAS

ESCALA: 1:200



SECCIÓN LONGITUDINAL SOBRE EJE "A"

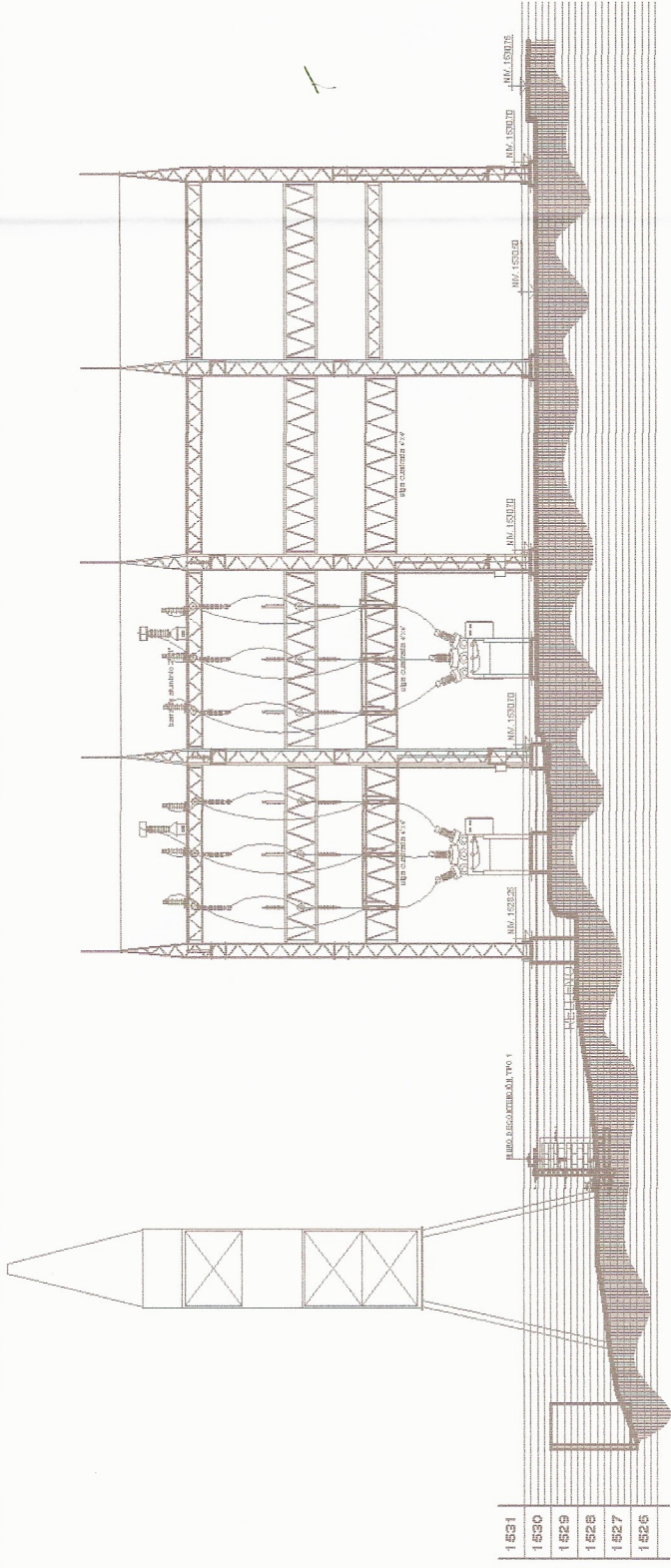
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
 ESCALA VERTICAL: 1:100



SECCIÓN LONGITUDINAL SOBRE EJE "B"

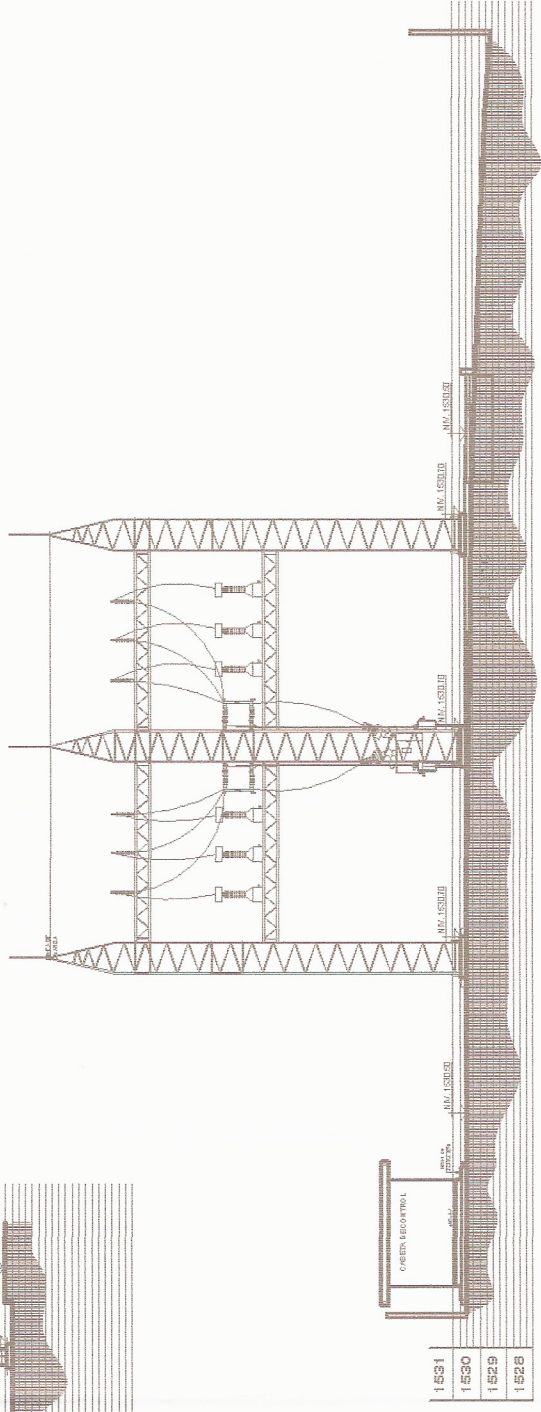
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
 ESCALA VERTICAL: 1:100

NOMBRE DE SUBESTACION: Subestación	HOJA No: 04	TOTAL Hojas: 11
DIRECCION: GUAYAMA	ESCALA: INICIADA FECHA: NOVIEMBRE - 2018	
CONTENIDO: PLANTA DE CANALIZACIÓN DE LINEAS	LEVANTO: REVISO:	



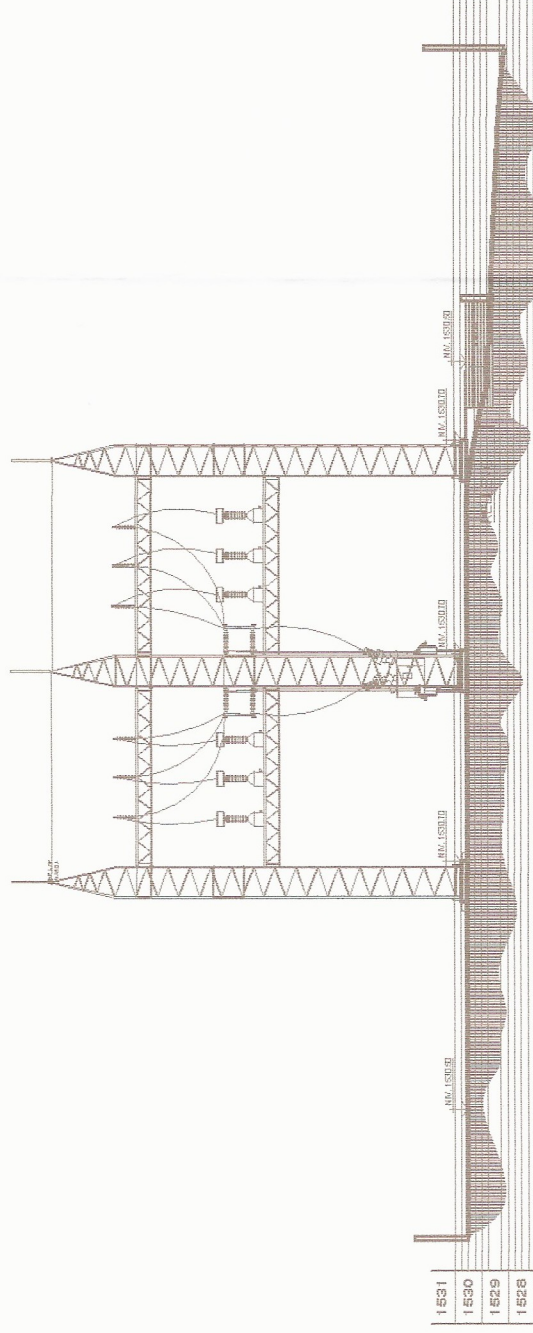
SECCIÓN LONGITUDINAL SOBRE EJE "C"

ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:100



SECCIÓN TRANSVERSAL SOBRE EJE "4"

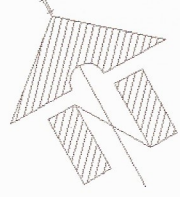
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:100



SECCIÓN TRANSVERSAL SOBRE EJE "2"

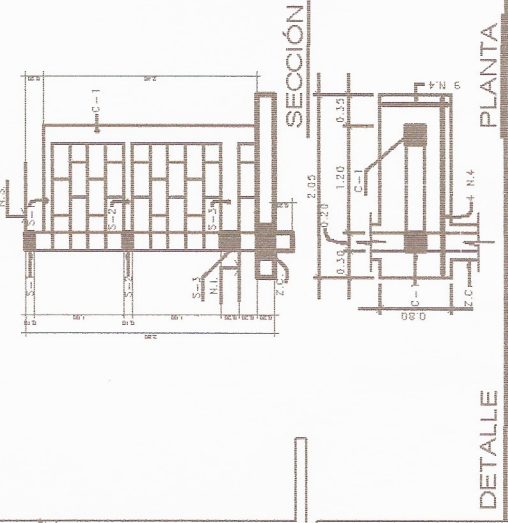
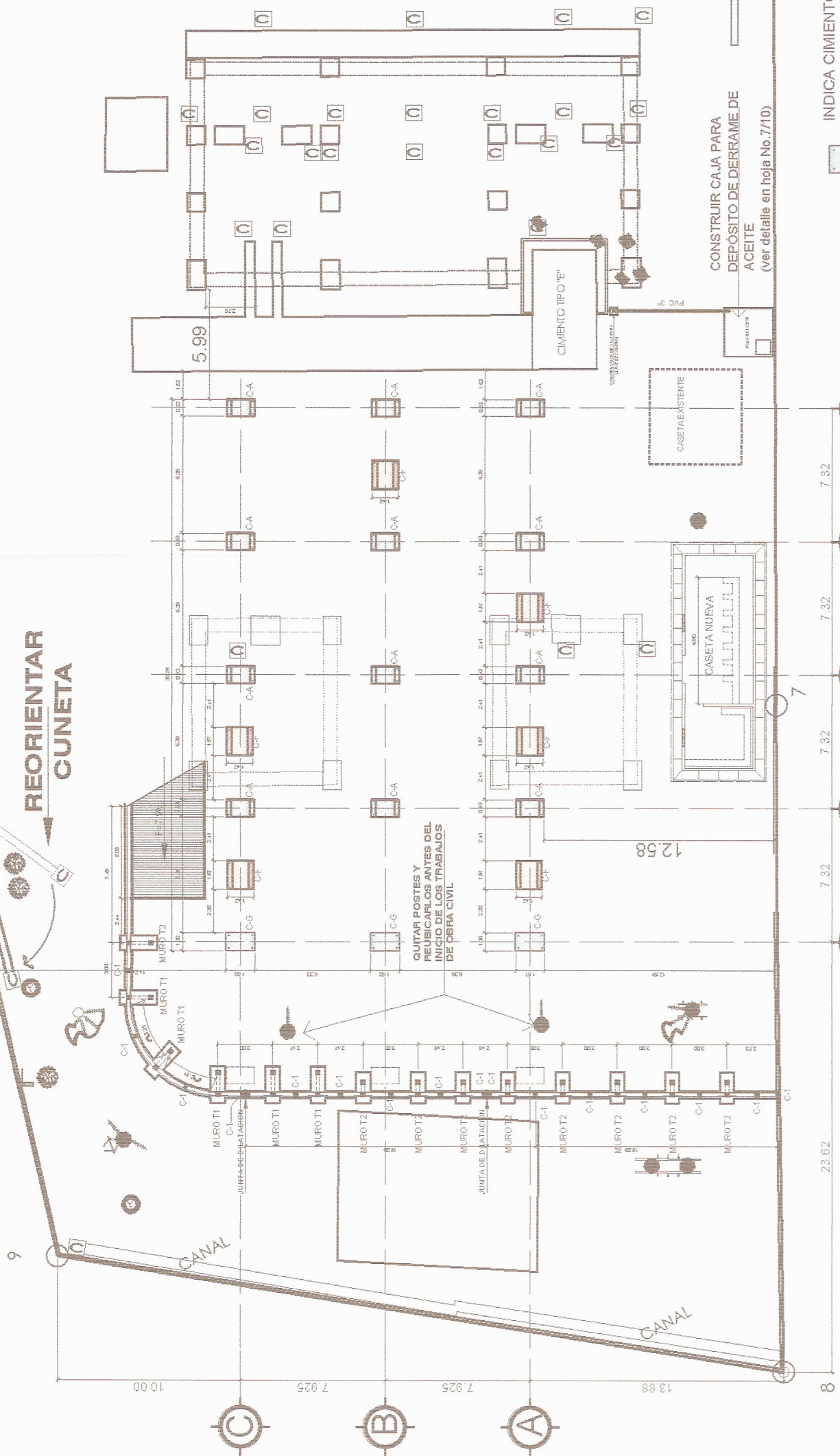
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:100

NOMBRE DE SUBESTACIÓN:	Sub estación
DIRECCIÓN:	GUATEMALA
CONTENIDO:	PLANTA DE CANALIZACIÓN DE LÍNEAS
LEVANTO:	
REVISO:	
ESCALA: INDICADA	HOJA No
FECHA: NOVIEMBRE - 2010	05 / 11



10

**REORIENTAR
CUNETETA**

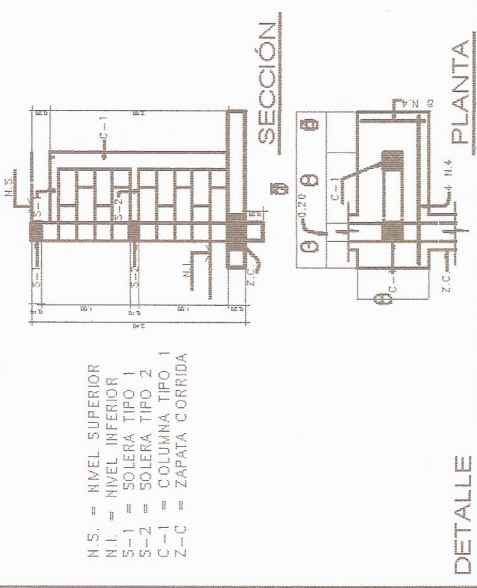


DETALLE

PLANTA

CIMENTO DE MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1

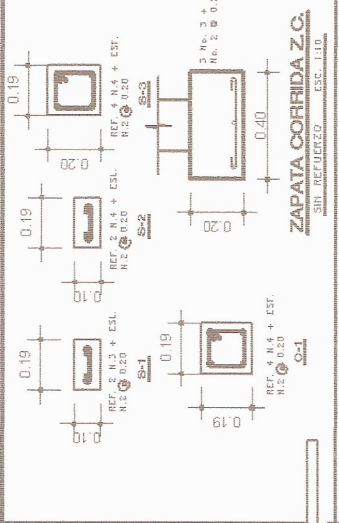
- N.S. = NIVEL SUPERIOR
- N.I. = NIVEL INFERIOR
- S-1 = SOLERA TIPO 1
- S-2 = SOLERA TIPO 2
- C-1 = COLUMNA TIPO 1
- Z-C = ZAPATA CORRIDA



DETALLE

PLANTA

CIMENTO DE MURO DE CONTENCIÓN TIPO 2



REFUERZOS DE MUROS DE CONTENCIÓN

CONSTRUIR CAJA PARA
DEPÓSITO DE DERRAME DE
ACEITE
(ver detalle en hoja No.7/10)

- INDICA CIMIENTO NUEVO PARA BASE DE ESTRUCTURAS GRANDES TIPO "G" (ver detalle en hoja No.6/10)
- INDICA CIMIENTO NUEVO PARA BASE DE ESTRUCTURAS GRANDES TIPO "A" (ver detalle en hoja No.7/10)
- INDICA CIMIENTO NUEVO PARA BASE DE INTERRUPTORES TIPO "F" (ver detalle en hoja No.7/10)
- INDICA CAJA DE REGISTRO PARA CONDUCCION DE CABLES
- INDICA CAJA CON LLAVE PARA CONTROL DE PASO DE ACEITE (ver detalle en hoja No.7/10)



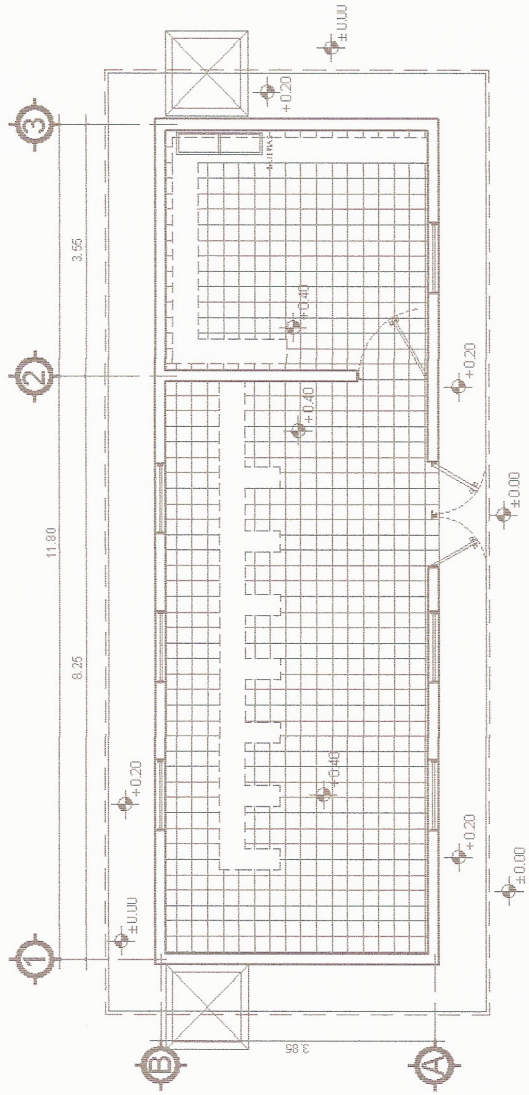
INDICA MODULO DE CONTRAFUERTE
CIMIENTO MURO DE CONTENCIÓN
(ver detalle en hoja No.7/10)



NOMBRE DE SUBESTACION:	Sub-estación
DIRECCION:	GUATEMALA
CONTENIDO:	PLANTA DE DISTRIBUCION DE CIMIENTOS
LEVANTO:	
REVISO:	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: NOVIEMBRE - 2016	
HOJA No:	06/11

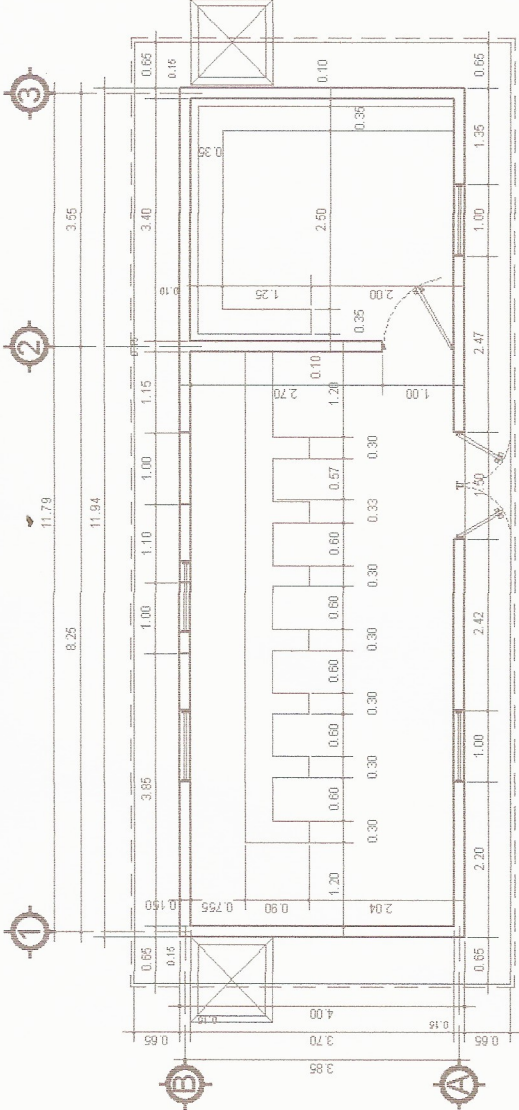
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE CIMIENTOS

ESCALA: 1:75



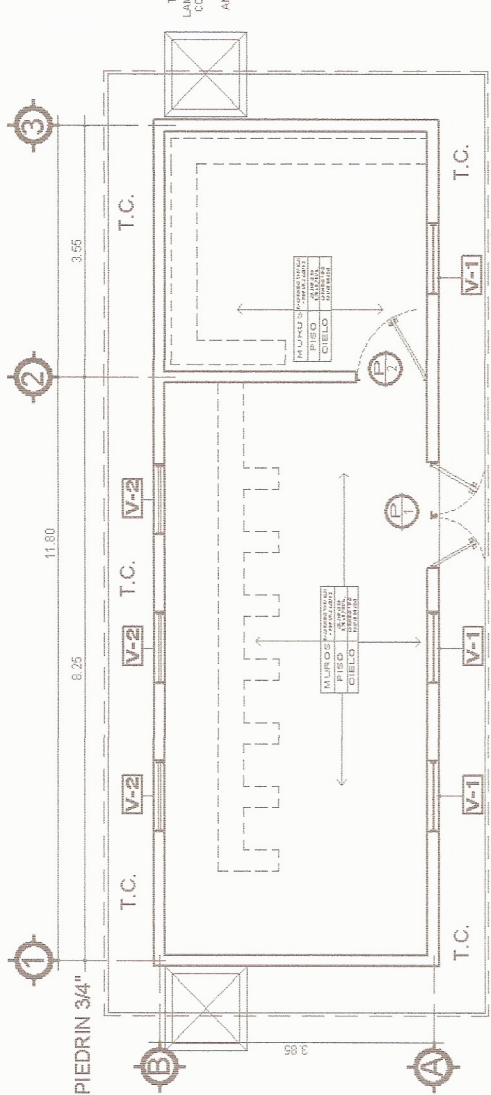
PLANTA AMUEBLADA

ESC.: 1:50



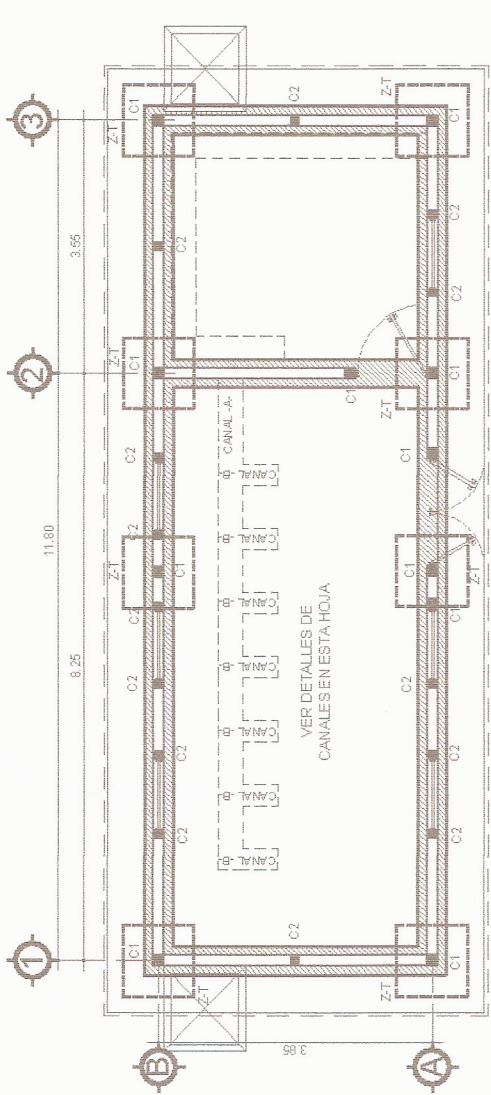
PLANTA ACOTADA

ESC.: 1:50



PLANTA ACABADOS

ESC.: 1:50



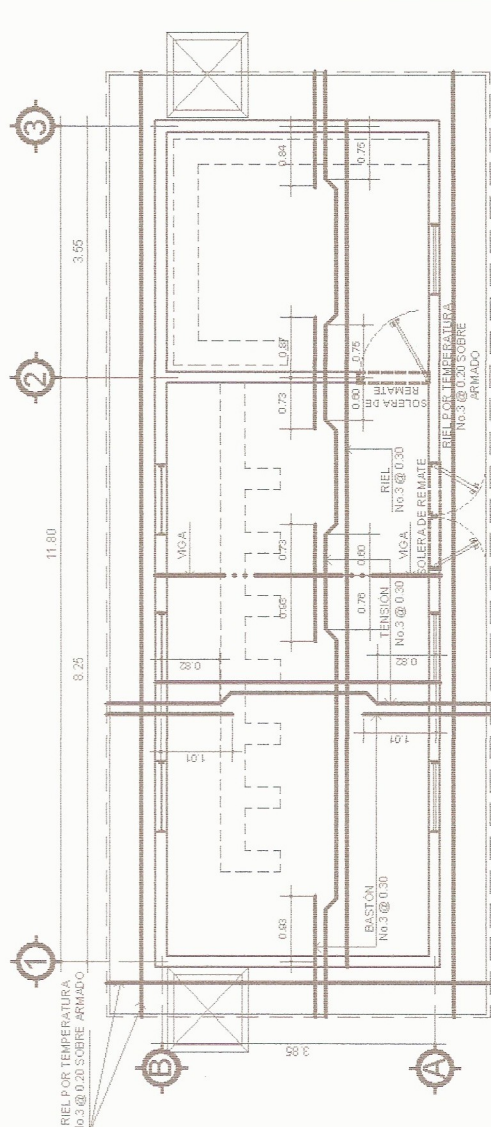
PLANTA CIMIENTOS

ESC.: 1:50

- INDICA PUERTA TIPO X
- INDICA VENTANA TIPO X
- INDICA TORTA DE CONCRETO
- VERIFICAR EN OBRA LAS MEDIDAS DE VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS

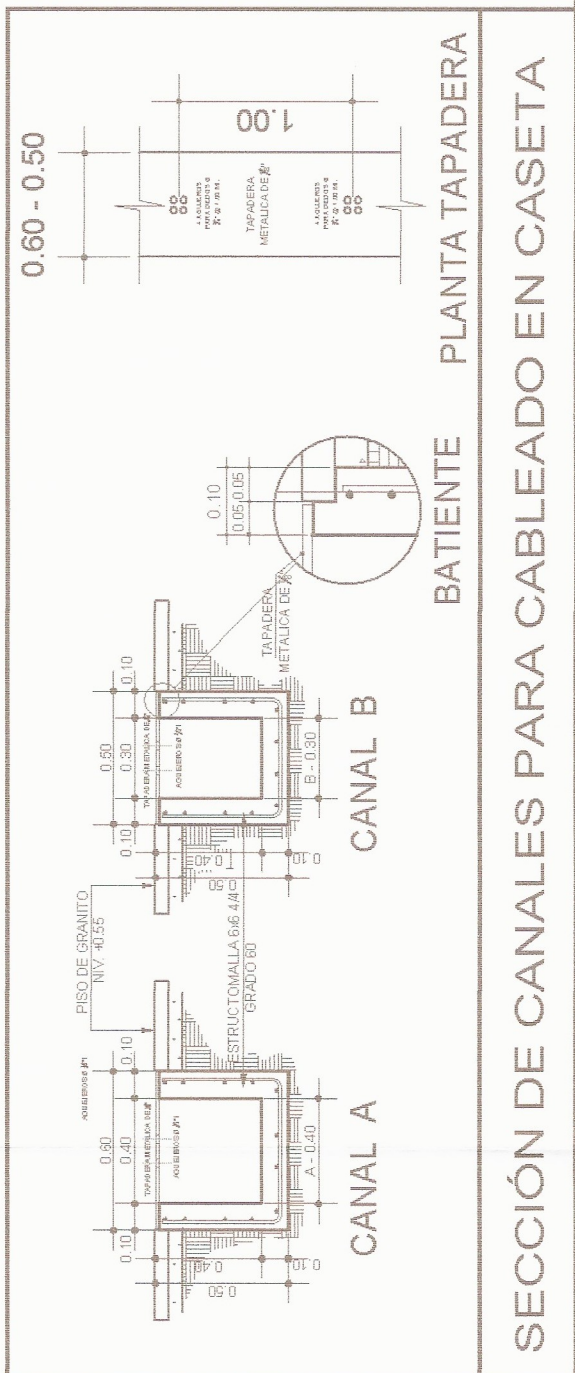
PLANILLA DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
P-1	2.0 x 0.75 Mt.	2.40 mts	1
P-2	1.00 Mt.	2.40 mts	1

PLANILLA DE VENTANAS							
TIPO	SILLAR	DINTEL	ALTO	ANCHO	MIS.	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD
V1	1.20 Mt.	2.40 Mts	1.00 mts	1.20 mts.	1.20 mts.	ESTRUCTURA DE ALUMINIO ANODIZADO CAJE OSCURO + VIDRIO COLOR HUIAO ESPEL. MITAD FUD Y MITAD DE CELOSIA 4mm. MITAD FUD Y MITAD D E CELOSIA	2
V2	1.70 Mt.	2.40 Mts	1.00 mts.	0.80 mts.	0.80 mts.	ESTRUCTURA DE ALUMINIO ANODIZADO CAJE OSCURO + VIDRIO COLOR HUIAO ESPEL. MITAD FUD Y MITAD DE CELOSIA 4mm. MITAD FUD Y MITAD D E CELOSIA	2



ARMADO DE LOSA

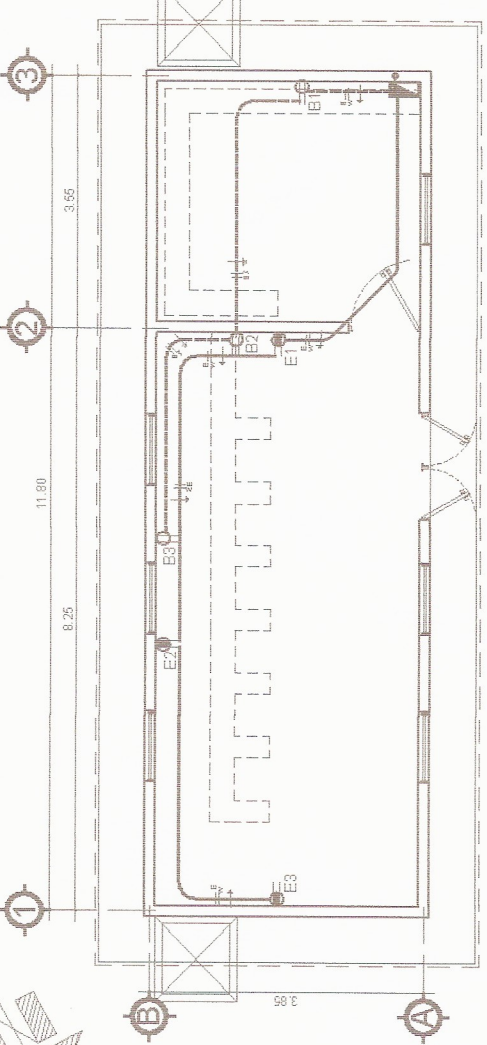
ESC.: 1:50



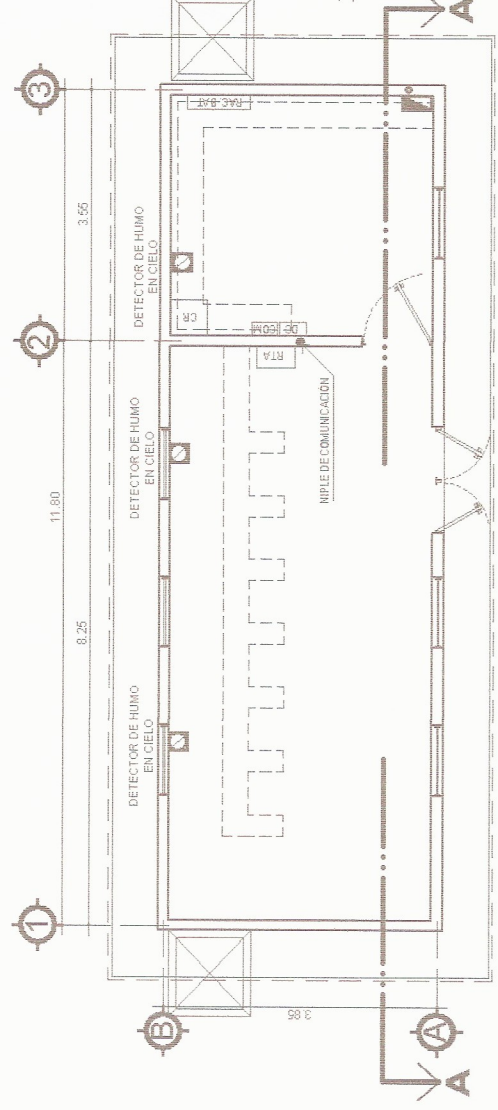
BATIENTE PLANTA TAPADERA

SECCIÓN DE CANALES PARA CABLEADO EN CASETA

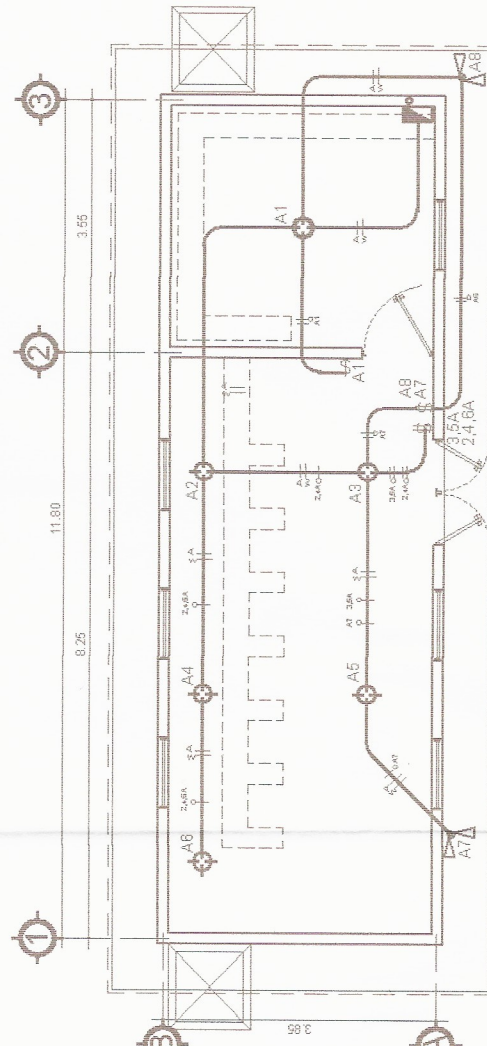
NOMBRE DE SUBESTACION	Sub-estación
DIRECCION	GUATEMALA
CONTENIDO	PLANTAS CONSTRUCTIVAS DE CASETA DE MANDO
LEVANTO	
REVISO	
ESCALA	INDICADA
FECHA	NOVIEMBRE - 2016
HOLIA No.	09/11



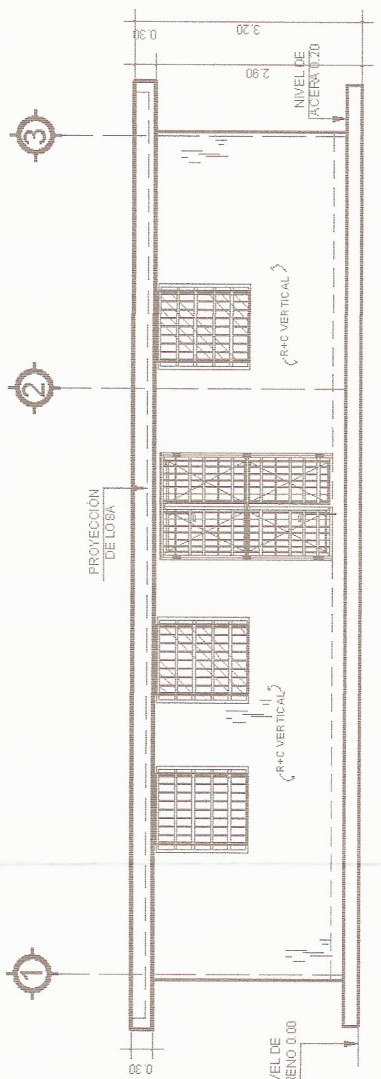
PLANTA DE FUERZA
ESC.: 1:50



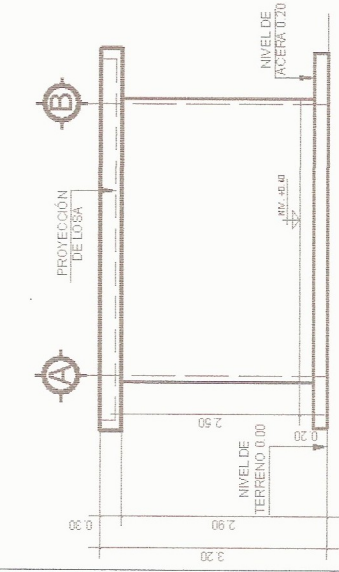
INSTALACIONES ESPECIALES
ESC.: 1:50



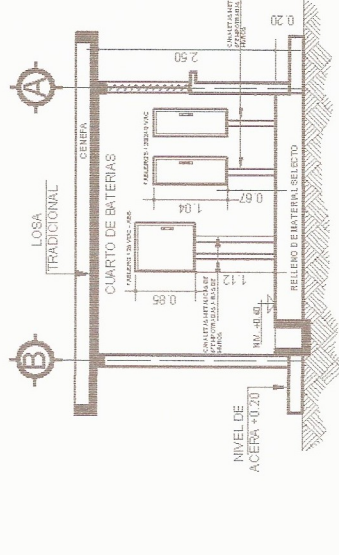
PLANTA DE ILUMINACIÓN
ESC.: 1:50



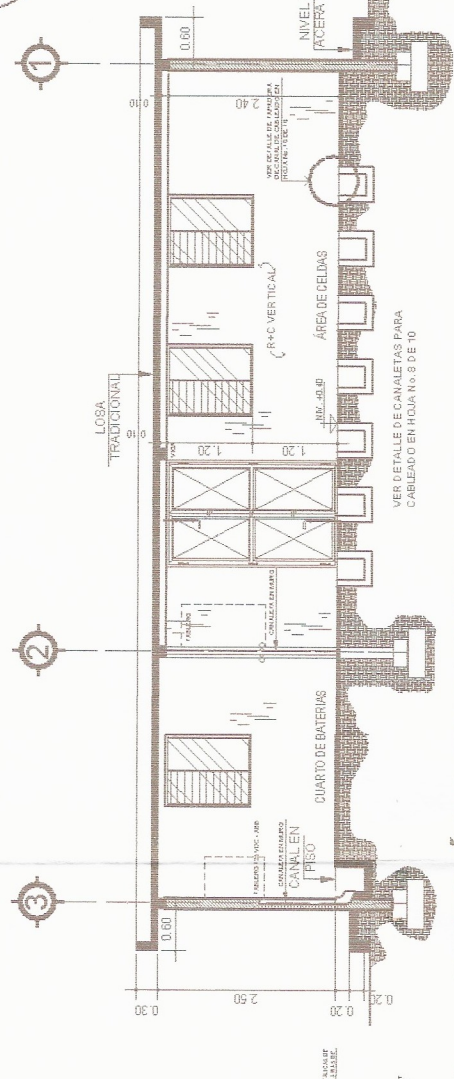
ELEVACIÓN FRONTAL
ESC.: 1:50



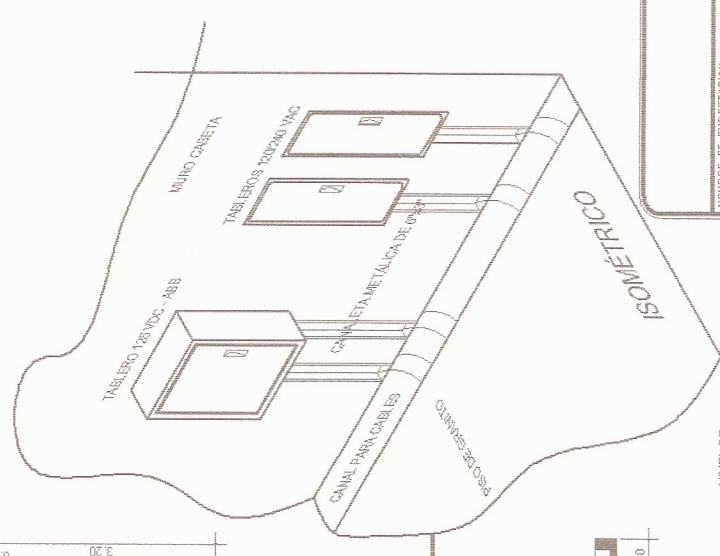
ELEVACIÓN LATERAL IZQ.
ESC.: 1:50



SECCIÓN CUARTO DE BAT.
ESC.: 1:50



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A
ESC.: 1:50



SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
◻	TABLERO PRINCIPAL	◻	INDICA REFLECTOR
⊕	CONEXIÓN PARA LUMINARIA EN CIELO O BARRIO	⊕	TUBO PVC ELÉCTRICO 1/2" O INCHADO EMPOTRADO EN PISO, PARED
⊕	LÍNEA VERTICAL PARA CABLE 120V O BARRIO	⊕	TUBO PVC ELÉCTRICO 1/2" O INCHADO EMPOTRADO EN LOSA
⊕	LÍNEA PARA CABLE 120V O BARRIO	⊕	TOMACORRIENTE DOBLE 200 V.
⊕	TUBO INDICADO	⊕	TOMACORRIENTE DOBLE 200 V.
⊕	PO. APARICIÓN A TIERRA	⊕	INDICA LETRA DE CIRCUITO Y NÚMERO DE LUMINARIA QUE CORRESPONDE
⊕	INTERRUPTOR DOBLE	⊕	INDICA QUE CONTROLA LA LUMINARIA No. 3 Y No. 1 DE CIRCUITO "B" EN SERIE
⊕	INTERRUPTOR DOBLE	⊕	INDICA DETECTOR DE HUMO
⊕	INTERRUPTOR DOBLE	⊕	INDICADO EN CIELO

SN.P.T. = SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
CABLE CALIBRE 12 PARA 120 V. EN ILUMINACIÓN TIPO THHN
CABLE CALIBRE 10 PARA 120 V. EN FUERZA TIPO THHN

NOMBRE DE SUBSTACIÓN	Sub-estación
DIRECCIÓN	GUATEMALA
CONTENIDO	PLANTAS CONSTRUCTIVAS DE CASITA DE MANDO
LEVANTO	
REVISÓ	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: NOVIEMBRE - 2016	
HORA No.	10/11

