

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ELABORACIÓN DE UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Carlos E. Méndez P.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ELABORACIÓN DE UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.

Tutor Académico: Ing. Julián Pérez

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Carlos E. Méndez P.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013

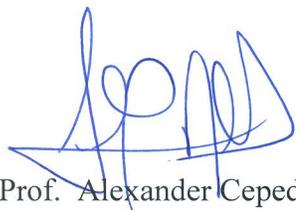
CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 23 de octubre de 2013

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Carlos E. Méndez P., titulado:

“ELABORACIÓN DE UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS”

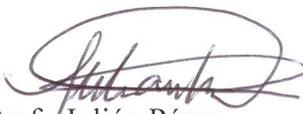
Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención Potencia, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



Prof. Alexander Cepeda
Jurado



Prof. Wirmer Malpica
Jurado



Prof. Julián Pérez
Prof. Guía

DEDICATORIA

A todas aquellas personas allegadas que directa o indirectamente contribuyeron con el alcance de esta meta, especialmente:

A mis padres Claudia Plaza y Juan Méndez

A mi abuela Cecilia Escobar

A mi hermano Juan Méndez.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A mis padres Claudia Plaza y Juan Méndez por todo el apoyo brindado y el esfuerzo colocado en todos mis años de estudio. Por siempre buscar la manera de ofrecerme la mejor educación posible en la medida de sus posibilidades. Además de siempre estar ahí en los momentos difíciles.

A mi abuela Cecilia Escobar y hermano Juan Méndez, quienes me han estado brindando toda la ayuda y apoyo posible en esta y todas las metas alcanzadas en mi vida.

A la profesora Mercedes Arocha, por brindarme su apoyo incondicional en la realización de este trabajo y sus tantos años de experiencia en el campo laboral. Además debo hacerle un reconocimiento especial por todo el esfuerzo y entrega a mi enseñanza, tanto en el ámbito académico como el ámbito laboral. Por ser más que una profesora común a ser como una tutora y una amiga durante el ciclo profesional de mi carrera.

Al profesor Julián Pérez, por ser en un tutor ejemplar de este Trabajo Especial de Grado y un profesor que desde Redes I me ha brindado apoyo y enseñanzas en el ámbito profesional. También le agradezco el haberme brindado la oportunidad de realizar este trabajo bajo su tutoría.

Al profesor Servando Álvarez, por siempre ser un apoyo académico y personal durante los años en que estuve viendo materias en la Escuela y especialmente por toda su colaboración, asesoría y tiempo que dispuso para el desarrollo de esta trabajo.

Al TSU Juan Carlos López, porque pese a todas sus responsabilidades en la Dirección de Mantenimiento de la UCV y las que implica ser estudiante de esta carrera, siempre dispuso de un tiempo y su mejor actitud para ayudarme y brindarme todo el apoyo que estuvo a su alcance para la fase de levantamientos que requerida para completar este trabajo.

A mis amigos Eduardo Bretto, Jorge Flores, Wilander Velazco y Katerin Keltai, con quienes compartí toda esa etapa llamada “La Escuela” y de quienes aprendí muchísimo con el pasar del tiempo, superando todas las dificultades que la vida universitaria y especialmente esta carrera ofrecen. Además todos contribuyeron con en la realización de este Trabajo.

A Alfonso González por su colaboración incondicional en este trabajo

A mis amigos de mención, Robert Schurman, Hector Tavera (Muñeco), José Gómez, (Pepa), Irving Vitali, Andrés Contreras, Miguel Cuartín, Gerardo Rivero y Frederick Jaimés (Potter); con quienes de manera alternada siempre estuvimos haciendo grupos de trabajo o estudio para apoyarnos en todo lo que hiciera falta.

A Brenda Reinoso, Gonzalo Escobar, Alejandro Yousef, Pablo Dorante y Nicolás Calviño, quienes me ayudaron en la realización de este trabajo.

A mi Equipo Corriente Estudiantil, quienes ocupándose de ciertas responsabilidades del Centro de Estudiantes, de manera indirecta contribuyeron a que pudiera concluir este trabajo.

Al profesor Rafael Malpica por las consultas que ayudaron a realizar este Trabajo.

Al ing. Roberto Matute, por su colaboración en este trabajo y ayuda a lo largo de la carrera.

Carlos E. Méndez P.

**ELABORACIÓN DE UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN PARA
EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE
CARACAS.**

Tutor académico: Ing. Julian Pérez. Tesis. Caracas U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución: Escuela de Ingeniería Eléctrica. Trabajo de Grado. 2013.

Palabras clave; Unidades de Construcción, Normas de la Electricidad de Caracas, Normas CADAPE, Código Eléctrico Nacional, Sótanos de Transformación, Casetas de Iluminación, Tanquillas, Análisis de Precio Unitario, Programa en Microsoft Access[®], Ciudad Universitaria de Caracas, Patrimonio Mundial.

Resumen. En este Trabajo Especial de Grado se generaran las Unidades de Construcción que puedan satisfacer las necesidades de futuras construcciones, reestructuraciones o modificaciones de algunos elementos del sistema eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) Patrimonio Mundial, guardando relación con las estructuras ya existentes que fueron construidas a mediados del siglo XX. También se crea un programa que genera Análisis de Precio Unitario para hacer más práctico el proceso de licitación en la Universidad Central Venezuela. Para ello se realiza el levantamiento y estudio de sótanos, casetas y tanquillas que se encuentran dentro de la CUC a fin de conocer su estructura y estado actual. Se procede a hacer un estudio exhaustivo de la normativa relacionada a los elementos en observación, para luego comprobar si las estructuras mencionadas cumplen con la normativa vigente. Se diseña una propuesta de unidades que conjugan las normas actuales y el diseño original que guardan los elementos. Para poder satisfacer las necesidades en torno al programa de Análisis de Precio Unitario, se hace una comparación entre algunos programas existentes en Venezuela. En base a esto se diseña un programa que genera Análisis de Precio Unitario verificando que la propuesta satisfaga las inquietudes mínimas del usuario, en busca de que en un futuro sea referencia para la Universidad al momento de ofertar licitaciones de sus obras. Con las propuestas derivadas de este trabajo se suplen parte de las deficiencias existentes referente a los procesos de licitación y se crean unas Unidades de referencia para los sótanos, casetas y tanquillas guardando relación con el diseño original.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	III
DEDICATORIA	IV
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	V
RESUMÉN.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
LISTA DE TABLAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO REFERENCIAL	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1. Ciudad Universitaria de Caracas, reseña histórica.....	5
2.2. Ciudad Universitaria, Patrimonio Mundial.....	6
2.3. Lineamientos Generales de Intervención para Edificaciones de la Ciudad Universitaria de Caracas.	7
2.4. Definiciones de interés.....	8
CAPÍTULO III. LEVANTAMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS TÍPICAS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA CARACAS	10
3.1 Visión general del Sistema Eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas.....	10
3.2 Composición del Sistema Eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas.....	10
3.3. Sótanos de Transformación.....	13
3.3.1. Descripción	13
3.3.2. Levantamiento en Sitio	15
3.4. Casetas de transformación para alumbrado público	23
3.4.1. Descripción	23
3.4.2. Planos	24
3.4.3. Levantamiento en sitio	26
3.5. Tanquillas de paso.....	28
3.5.1. Descripción	29
3.5.2. Planos	29
3.5.3. Levantamiento en Sitio	31
CAPÍTULO IV. NORMATIVA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS TIPO DE LA CUC.....	35
4.1 Normativa relacionada	35
4.1.1. Aspectos importantes del Código Nacional de Seguridad FONDONORMA 0734:2004	35

4.1.3.	Normas de la EdeC:	52
4.1.4.	Normativas CADAFE.	68
4.1.5.	Criterios generales para la creación de las Unidades de Construcción de los elementos UCV.....	73
CAPITULO V. VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES		75
5.1.	Sótanos de transformación.	75
5.2.	Casetas de alumbrado público.....	85
5.3.	Tanquillas de paso.....	91
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES PROGRAMAS COMERCIALES DE PRESUPUESTOS Y BASE DE DATOS		94
6.1.	Maprex Presupuestos	94
6.2.	IP3 Control de Obras	99
6.3.	Visor 3.11 Guía referencial de costos Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV).....	104
CAPÍTULO VII. ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		109
7.1.	Análisis de Precio Unitario, aspectos generales.....	109
7.2.	Selección del software para la realización del programa.	110
7.3.	Construcción del programa, con Microsoft Access®.	110
CONCLUSIONES		118
RECOMENDACIONES		120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		121
ANEXOS.....		123

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características eléctricas del sótano de transformación ST32	16
Tabla 2. Características eléctricas del sótano de transformación ST-9.....	18
Tabla 3. Características eléctricas del Sótano ST-37	19
Tabla 4. Características eléctricas del sótano ST-24.....	21
Tabla 5. Características eléctricas de la caseta CT-6	26
Tabla 6. Características eléctricas de la Caseta CT-39.	27
Tabla 7. Aislamiento de los cables que atraviesan la tanquilla.....	32
Tabla 8. Aislamiento de los cables que atraviesan la tanquilla [8]	33
Tabla 9: Espacio de trabajo, tabla 125-1 del Código Eléctrico de Seguridad [4]	40
Tabla 10: Tabla (A) (1) Espacio de trabajo para tensiones menores de 600 V [5]	43
Tabla 11. Profundidad mínima del Espacio Libre de Trabajo en Equipos Eléctricos, Tabla 110-34 CEN	44
Tabla 12. Dimensiones variables de acuerdo al sótano, en centímetros, CADAFE. .	70
Tabla 13. Criterios para la elaboración de las Unidades de Construcción de los sótanos CUC.....	73
Tabla 14. Aspectos importantes de los sótanos de transformación.....	84
Tabla 15. Aspectos importantes encontrados en las casetas	90
Tabla 16. Aspectos Importantes de las Tanquillas de la CUC.....	93
Tabla 17. Cuadro comparativo entre programas comerciales de presupuestos y base de datos.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Circuitos que provienen de la S/E Granada.....	11
Figura 2. Circuitos que provienen de la S/E UCV y S/E Chaguaramos	12
Figura 3. Vista exterior del sótano tipo UCV.	14
Figura 4. Sótano tipo EdeC.	15
Figura 5. Sótano ST-32, capacidad de 300 kVA.....	16
Figura 6. Registro fotográfico del sótano ST-32.....	17
Figura 7. Dimensionamiento del sótano ST-9.	18
Figura 8.Registro fotográfico del ST-9 en el Jardín Botánico de Caracas.....	19
Figura 9. Dimensionamiento del sótano ST-37.	20
Figura 10. Registro fotográfico del sótano S-37.	21
Figura 11. Dimensionamiento del sótano ST-24.....	22
Figura 12. Registro fotográfico del sótano ST-24.....	23
Figura 13: caseta de iluminación ubicada en las cercanías de la Escuela de Trabajo Social.....	24
Figura 14. Plano de caseta ubicada en la Cancha de Tenis. Escala 1:20.	25
Figura 15. Registro fotográfico de la caseta CT-6.	27
Figura 16. Registro fotográfico, caseta CT-39.....	28
Figura 17. Réplica de plano original de una tanquilla.	30
Figura 18. Esquema de tanquilla AT-19.	31
Figura 19. Registro fotográfico tanquilla AT-19.	32
Figura 20. Esquema de tanquilla AT-94.	33
Figura 21. Registro fotográfico de la tanquilla AT-94.....	34
Figura 22. Exploración del terreno según EdeC.	54
Figura 23. Indicaciones de construcción del piso, según EdeC.	56
Figura 24. Indicaciones de construcción de pared, según EdeC.	57
Figura 25. Corte transversal de sótano E410C.....	59

Figura 26. Disposición de un transformador en un sótano tipo E410A según EdeC. Fuente: Unidad de Construcción T401C.....	60
Figura 27. Corte transversal de sótano E412C.....	61
Figura 28. Disposición de un transformador en un sótano tipo E412C según EdeC..	62
Figura 29. Especificación de tanquillas en calzadas según EdeC.....	66
Figura 30. Tanquilla para empalme y derivación en cable de baja tensión E119C. Fuente: Unidad de Construcción E119C.....	67
Figura 31. Tanquilla para empalme y derivación en cable de baja tensión E119C, vista de planta.....	67
Figura 32. Corte transversal del sótano de transformación E-31 y E-32. Fuente: Normas CADAPE, Normas para Redes de Distribución Subterráneas.	69
Figura 33. Corte superior de los sótanos E-31 y E-32.	70
Figura 34. Aspectos a resaltar en el sótano del IMME.	76
Figura 35. Sótano del edificio de Aulas, sin cortafuegos en la salida de baja tensión.	77
Figura 36. Bancada de baja, en el sótano de aulas.	78
Figura 37. Sistema de tierra, sótano de aulas.	78
Figura 38. Drenaje del sótano del Jardín Botánico de Caracas.....	79
Figura 39. Lado de alta tensión en el transformador de Jardín Botánico de Caracas.	80
Figura 40. Situaciones encontradas en el sótano.....	81
Figura 41. Drenaje del sótano.	82
Figura 42. Aspectos relevantes del levantamiento.....	83
Figura 43. Banco de transformadores en Caseta de Hidráulica CT-43.....	86
Figura 44. Tablero de Caseta de Hidráulica.....	87
Figura 45. Aspectos relevantes de la Caseta de Trabajo Social.....	88
Figura 46. Aspectos importantes de la caseta CT-6.....	89
Figura 47. Aspectos relevantes de la tanquilla AT-19.	91
Figura 48. Aspectos relevantes de la tanquilla AT-94.	92
Figura 49. Módulo principal, Maprex.....	95
Figura 50. Módulo de visualización, Maprex	96

Figura 51. Módulo de ficha, Maprex	97
Figura 52. Análisis de precio unitario, sección “materiales”	98
Figura 53. Análisis de precio unitario, secciones "equipos, mano de obra"	98
Figura 54. Cálculo de precio Unitario.....	99
Figura 55. Modulo principal, IP3.....	100
Figura 56. Módulo de visualización, IP3.	101
Figura 57. Módulo de ficha, IP3.	102
Figura 58. Muestra de análisis de precio unitario, sección “materiales, equipos y mano de obra”	103
Figura 59. Muestra de análisis de precio unitario, sección de costos totales.	103
Figura 60. Módulo principal, Visor 3 CIV.....	105
Figura 61. Módulo de visualización, Visor 3.....	106
Figura 62. Módulo tipo ficha. Visor 3.....	106
Figura 63. Análisis de Precios Unitarios, Visor 3.....	107
Figura 64. Cálculo de costos del APU, Visor 3.	107
Figura 65. Tabla auxiliar para relacionar partidas y materiales.....	111
Figura 66. Relación principal para generar un APU.	112
Figura 67. Relación entre tablas a través de campos idénticos.....	113
Figura 68. Estructura para generar una consulta en Microsoft Access.....	114
Figura 69. Formulario, ambiente de trabajo.....	114
Figura 70. Reporte generado por el Programa de Análisis de Precio Unitario.....	115
Figura 71. Pág 1 del APU generado por el programa	116
Figura 72. Pág 2 del APU generado por el programa	117

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CUC	Ciudad Universitaria de Caracas
UCV	Universidad Central de Venezuela
APU	Análisis de Precio Unitario
EdeC	Electricidad de Caracas
CADAFE	Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico
CORPOELEC	Corporación Eléctrica Nacional
UC	Unidades de Construcción
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	International of Electrical and Electronic Engineers

INTRODUCCIÓN

Para la construcción o remodelación de instalaciones eléctricas se dispone, en la industria, de Unidades de Construcción (UC). Estas incluyen una disposición típica de los equipos eléctricos, respetando las normas nacionales, internacionales y/o normalizadas por la empresa prestadora del servicio eléctrico, además de un listado mínimo de materiales necesarios para hacer la instalación. Actualmente en la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), no se dispone de estos documentos de trabajo, por lo que es necesario recurrir a normativas y especificaciones de UC de empresas locales de suministro eléctrico.

Con base a lo anterior y en procura de garantizar una mayor eficiencia en el proceso de construcción o modificación de las instalaciones eléctricas, así como una mayor eficacia en la licitación de las obras, se plantea la realización de las unidades de construcción para el sistema eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas y el desarrollo de un programa para la elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APU) que pueda ser utilizado como base de cálculo para las obras a ser contratadas en el futuro.

Con este trabajo se tendrá la capacidad de realizar un APU basado en el sistema eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas, representando esto un beneficio ante la necesidad de hacer algún mantenimiento preventivo, remodelación o construcción de los elementos del sistema eléctrico enmarcado en este trabajo especial de grado. Una ventaja que aporta este trabajo de grado, se presenta al solicitar licitación de empresas ajenas a la Institución, ya que servirá como referencia y permitirá la comparación efectiva entre los costos de dichas licitaciones, por lo que el proceso de selección puede hacerse más corto y a su vez más confiable.

El lenguaje de programación que se utilizará para elaborar los APU, será el Microsoft Access para la adquisición, procesamiento y cálculo de datos, el cual resulta muy conveniente y amigable. En vista de que se anticipa la necesidad futura, el proyecto permite realizar la fácil modificación, eliminación e incorporación de partidas, previendo la posibilidad de acceso directo a las mismas.

Se impone una solución técnica adecuada, que permita la correcta ejecución de proyectos e instalaciones de las unidades de construcción, teniendo en cuenta no sólo razones técnicas, sino también la normativa de obligatorio cumplimiento y los lineamientos generales de intervención para edificaciones patrimoniales en la CUC.

Para el logro de los objetivos se dividió el trabajo en siete capítulos, en los dos primeros se hace referencia a la estructura que se desarrollará durante el trabajo y a una referencia histórica que genera el porqué de ciertos lineamientos para la realización del mismo. Una vez definido esto, se procede a realizar un levantamiento de las estructuras bajo análisis, para luego hacer un estudio exhaustivo de normas nacionales y locales, a fin de determinar si estos elementos, que fueron construidos en su mayoría entre las décadas de los 40 y 60, aún se mantienen bajo normas; todo esto distribuido en los capítulos III, IV y V.

En los capítulos VI, VII se introducen los conceptos relacionados con la elaboración de un “Análisis de Precio Unitario”, así como se realiza un análisis comparativo de los programas comerciales disponibles en Venezuela con la finalidad de que el programa que se genere en este trabajo especial de grado, cumpla con los estándares mínimos requeridos por el mercado nacional.

Para finalizar, se presentan una serie de recomendaciones para futuros incursores en esta área y conclusiones referentes a este trabajo, así como una serie de anexos que ayudan a la comprensión de todo lo expuesto en este trabajo especial de grado.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1. Planteamiento del problema

Hoy en día la Ciudad Universitaria de Caracas no cuenta con Unidades de Construcción donde se indique la disposición y la cantidad de equipos necesarios en caso que exista la necesidad de construir, modificar o dar mantenimiento a los elementos que componen el sistema eléctrico. Tampoco se encuentran establecidos los procedimientos para la construcción o modificación de instalaciones eléctricas dentro de la entidad, como consecuencia de esto se vuelve indispensable recurrir a normativas y especificaciones de empresas locales de suministro eléctrico para garantizar las mejores condiciones y el buen funcionamiento de la estructura intervenida.

Se requiere la creación de Análisis de Precios Unitarios (APU) basados en el sistema eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), ya que actualmente no se cuenta con ninguno. Esto representa una debilidad ante la necesidad de hacer algún mantenimiento preventivo, remodelación o construcción de los elementos del sistema eléctrico interno, tratados en este Trabajo Especial de Grado.

Cuando se llama a licitación a empresas ajenas a la CUC, no existe una referencia directa que permita la comparación efectiva entre los costos de dichas licitaciones, por lo que el proceso de selección puede hacerse más largo y a su vez más incierto. En vista de los problemas expuestos anteriormente es necesario contratar personal especializado, para el levantamiento y realización de las Unidades de Construcción, cada vez que se requiera hacer cualquier actividad de construcción o mantenimiento.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar la ingeniería de detalle de las Unidades de Construcción del sistema eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento de datos de instalaciones eléctricas típicas: tanquillas de transformación, paso y casetas de alumbrado público de la Ciudad Universitaria de Caracas.
- Determinar la normativa local y nacional vigente referente a la construcción de instalaciones eléctricas típicas.
- Verificar si las tanquillas de transformación, paso y casetas de alumbrado público de la Ciudad Universitaria de Caracas cumplen con las Normas vigentes.
- Realizar un análisis comparativo de los diferentes programas comerciales de presupuestos y base de datos.
- Desarrollar un programa para la elaboración de análisis de precios unitarios que pueda ser utilizado como base de cálculo de las obras de construcción a ser contratadas en el futuro.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Ciudad Universitaria de Caracas, reseña histórica [1] [2]

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), fue obra del arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva y un equipo de profesionales, que desde sus distintas áreas de pericia trabajaron por casi dos décadas en el Instituto de la Ciudad Universitaria (ICU), Organismo adscrito al Ministerio de Obras Públicas (MOP).

En 1942 comenzaron los estudios para la construcción de la Ciudad Universitaria de Caracas y para su principal elemento ordenador, el Hospital Clínico Universitario. La Facultad de Medicina y sus servicios hospitalarios serían el centro alrededor del cual organizar, en principio, la nueva Universidad. Para tal fin, se seleccionaron los terrenos de la histórica Hacienda Ibarra, localizada a 870 m sobre el nivel del mar y con un área de construcción que alcanza 164.2203 hectáreas, la cual está situada en el valle comprendido entre las colinas al Sur del Parque Los Caobos y los ríos Valle y Guaire.

Luego en 1944, se conforma una comisión presidida por el arquitecto Villanueva como representante del Ministerio de Obras de Públicas, para visitar la Universidad de Bogotá, con la finalidad de hacer un estudio crítico y elaborar un informe con las recomendaciones para el proyecto universitario que se estaba llevando a cabo. “La observación del conjunto de Bogotá, caracterizado por la heterogeneidad de las obras y la falta de coordinación en el proyecto general condujo a la decisión de que los edificios deben tener un solo conjunto arquitectónico, lo que obliga a que un solo arquitecto planee o vigile la arquitectura de todos ellos”. [2]

Así comienza la construcción de la Ciudad Universitaria tomando como eje central del campus parte de la zona médica, para expandirse hacia todos los lados con la construcción de los edificios restantes, el Aula Magna, los estadios universitarios y las edificaciones de servicio.

“El principal campus de estudio de la Universidad Central de Venezuela (UCV) ofrece actualmente ochenta y nueve edificaciones, en los más variados y atrevidos diseños arquitectónicos, destinados a albergar nueve facultades y diversas dependencias administrativas y de investigación, servicios culturales, deportivos y hospitalarios para uso de una comunidad universitaria” [1]

2.2. Ciudad Universitaria, Patrimonio Mundial [1]

En el año 2000, la CUC fue declarada patrimonio mundial de la humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), debido a que su estructura cumple con los siguientes criterios:

- “Representar una obra de arte del genio creador humano”.

La CUC es una obra maestra del Arquitecto Carlos Raúl Villanueva y distintos colaboradores, en donde ofrece un planteamiento de arte moderno y arquitectura del mismo género.

- “Ser un ejemplo eminentemente de un tipo de construcción o de un conjunto arquitectónico o tecnológico o de paisaje que ilustre uno o más períodos significativos de la historia humana.”

“La Ciudad Universitaria de Caracas es un ejemplo excelente de la realización coherente de los ideales urbanos, arquitectónicos y artísticos del siglo XX”. Además

es una interpretación ingeniosa de los conceptos y espacios tradicionales coloniales, con apertura y ventilación acorde al entorno tropical.

Otros aspectos que contribuyeron con la postulación de la CUC como patrimonio fue el cumplimiento de los criterios de autenticidad y de beneficio de protección jurídica nacional que aseguran su conservación.

2.3. Lineamientos Generales de Intervención para Edificaciones de la Ciudad Universitaria de Caracas. [3]

A partir del nombramiento de la CUC como Patrimonio Mundial de la humanidad, se generan unos lineamientos importantes que deben ser respetados a la hora de realizar intervenciones de carácter civil dentro del campus universitario, algunos lineamientos afines con este trabajo especial de grados son los siguientes:

- “Los procesos de intervención en el patrimonio edificado, se llevarán a cabo, mediante la utilización de instrumentos y procedimientos que garanticen la calidad de las actuaciones y atendiendo a los requerimientos de transformación académica, funcionamiento y crecimiento de la universidad.”
- “La planificación para el patrimonio edificado se realizará con criterios actuales e integrales, entendiendo cada una de las entidades en su globalidad e interconexión, por lo tanto las distintas intervenciones no podrán ser vistas desde la individualidad de cada instancia administrativa.”
- “El crecimiento físico de la CUC, así como las intervenciones serán administrados bajo los criterios de conservación integral, sostenibilidad, uso adecuado y racionalidad del gasto, a partir de cada realidad concreta y revisando los aspectos de planificación académica, económica y financiera institucional.”

2.4. Definiciones de interés

Acometida. “Conductores y equipos para entregar energía eléctrica desde un sistema de suministro eléctrico al sistema de cableado del predio servido”. [5]

Análisis de Precio Unitario. Es un estudio unitario previo que se hace para conocer los valores unitarios de cada procedimiento o partida que se deba realizar en una obra.

Cómputos métricos sobre planos. Son aquellos que se calculan utilizando planos marcados y planillas de desarrollo, presentados en forma de Partidas. [7]

Cómputos métricos. “Cálculo detallado de las cantidades de obra.” [7]

Encofrado. “Estructura temporal o molde para dar forma y soportar el concreto mientras se endurece y alcanza la suficiente resistencia como para autoportar las cargas de construcción.” [7]

Entibar. Se refiere al fortalecimiento de una excavación que presente riesgo de hundimiento a través del uso de madera.

Resistencia del concreto a la compresión. Es una medida referencial utilizada para el diseño de edificios y obras civiles. La resistencia a la compresión es una medición indirecta que se realiza a través de la fractura de probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, la misma se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga. [6]

Sótano. “Recinto al cual se accede por una abertura en un sistema subterráneo y por la que pueden entrar personas designadas para instalar cables, transformadores, cajas de empalmes y otros dispositivos y para hacer conexiones y pruebas.” [4]

Tanquilla. “Pequeño recinto en un sistema subterráneo, con la finalidad de instalar, operar o mantener equipo o cable; provisto de una abertura a la cual alcanza un hombre, pero no puede entrar”. [4]

NOTAS DEL AUTOR:

1. En las tanquillas de paso o empalme ubicadas en la CUC, puede entrar un trabajador y permanecer de pie para realizar sus labores.
2. Con fines de referencia, la capacidad del sótano será asignada conforme a la capacidad del transformador que se encuentre dentro del mismo.

NOTA DEL AUTOR y del TUTOR ACADEMICO: En función de las definiciones antes señaladas, se denominarán de ahora en adelante como “Sótano de Transformación” a aquellos “Recintos al cual se accede por una abertura en un sistema subterráneo y por la que pueden entrar personas designadas para instalar cables, transformadores, cajas de empalmes y otros dispositivos y para hacer conexiones y pruebas” y “Tanquillas de Paso” a aquellos “Pequeños recintos en un sistema subterráneo, con la finalidad de instalar, operar o mantener equipo o cable; provisto de una abertura a la cual alcanza un hombre, pero no puede entrar”.

CAPÍTULO III

LEVANTAMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS TÍPICAS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA CARACAS

3.1 Visión general del Sistema Eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas

El Sistema Eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas fue concebido en el diseño inicial del arquitecto Raúl Villanueva y actualmente ha sido ampliado cumpliendo con los criterios para que siempre esté cónsono con el tipo de arquitectura que caracteriza a la CUC.

3.2 Composición del Sistema Eléctrico de la Ciudad Universitaria de Caracas

Actualmente la CUC se encuentra servida con dos niveles de tensión a través de tres subestaciones y ocho circuitos ramales. La subestación Granada, que surte los circuitos B1, B2, B3 con un nivel de tensión de 12.47 kV, la subestación Chaguaramos que distribuye energía a los circuitos A4, A5, A7 con un nivel de tensión de 4.8 kV y a través de la subestación UCV alimenta los circuitos ramales A6, A8 a un nivel de tensión de 4,8 kV; la conexión de los transformadores es en delta-estrella, donde el sistema de alta es de 4.8 kV y el de baja 208/120 V. Esto se indica en las figuras 1 y 2 respectivamente.

Las instalaciones de distribución que conforman este sistema son cuatro casetas de transformación para iluminación, treinta y nueve sótanos de transformación y ciento veinte tanquillas de paso.

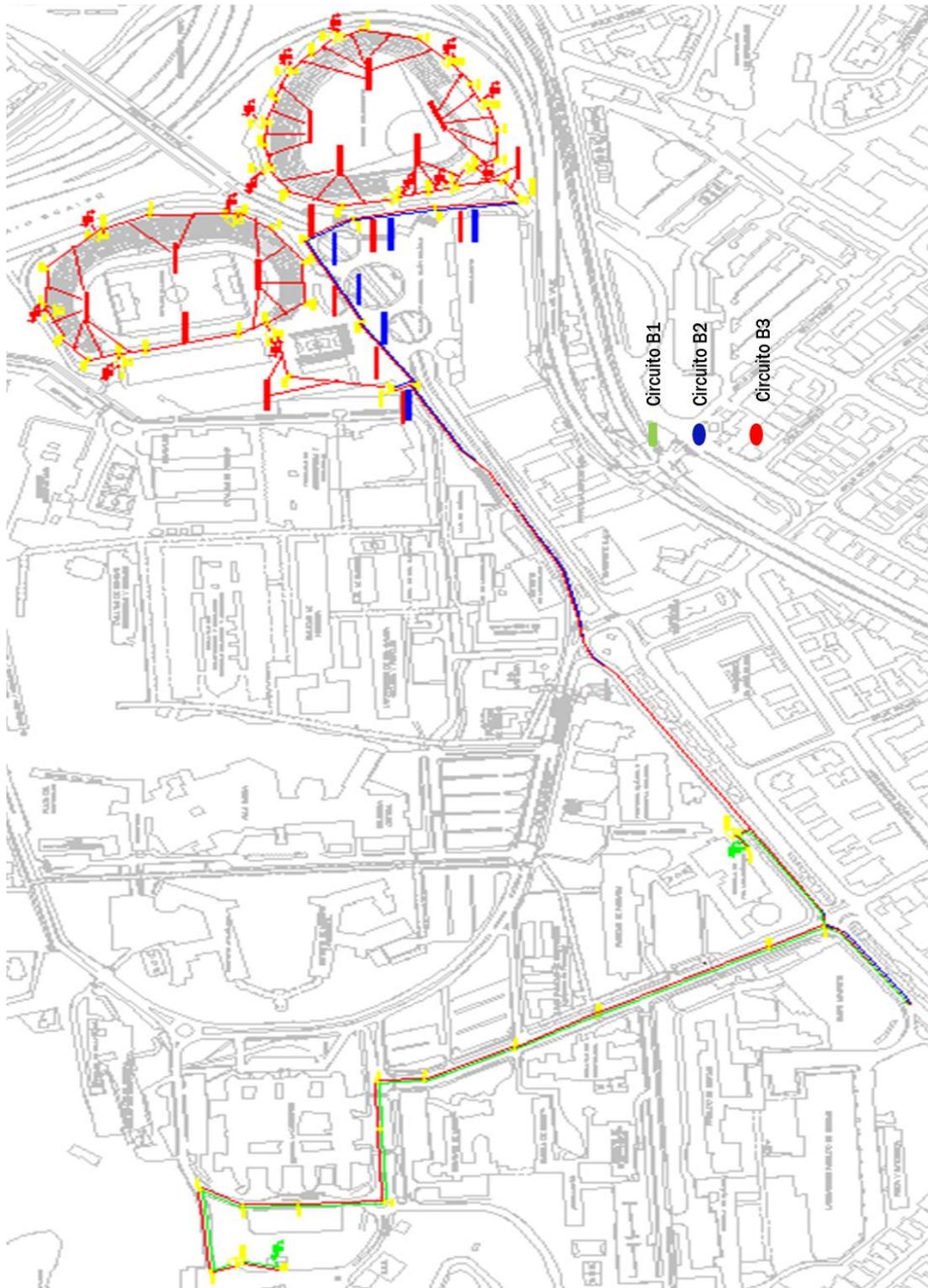


Figura 1. Circuitos que provienen de la S/E Granada

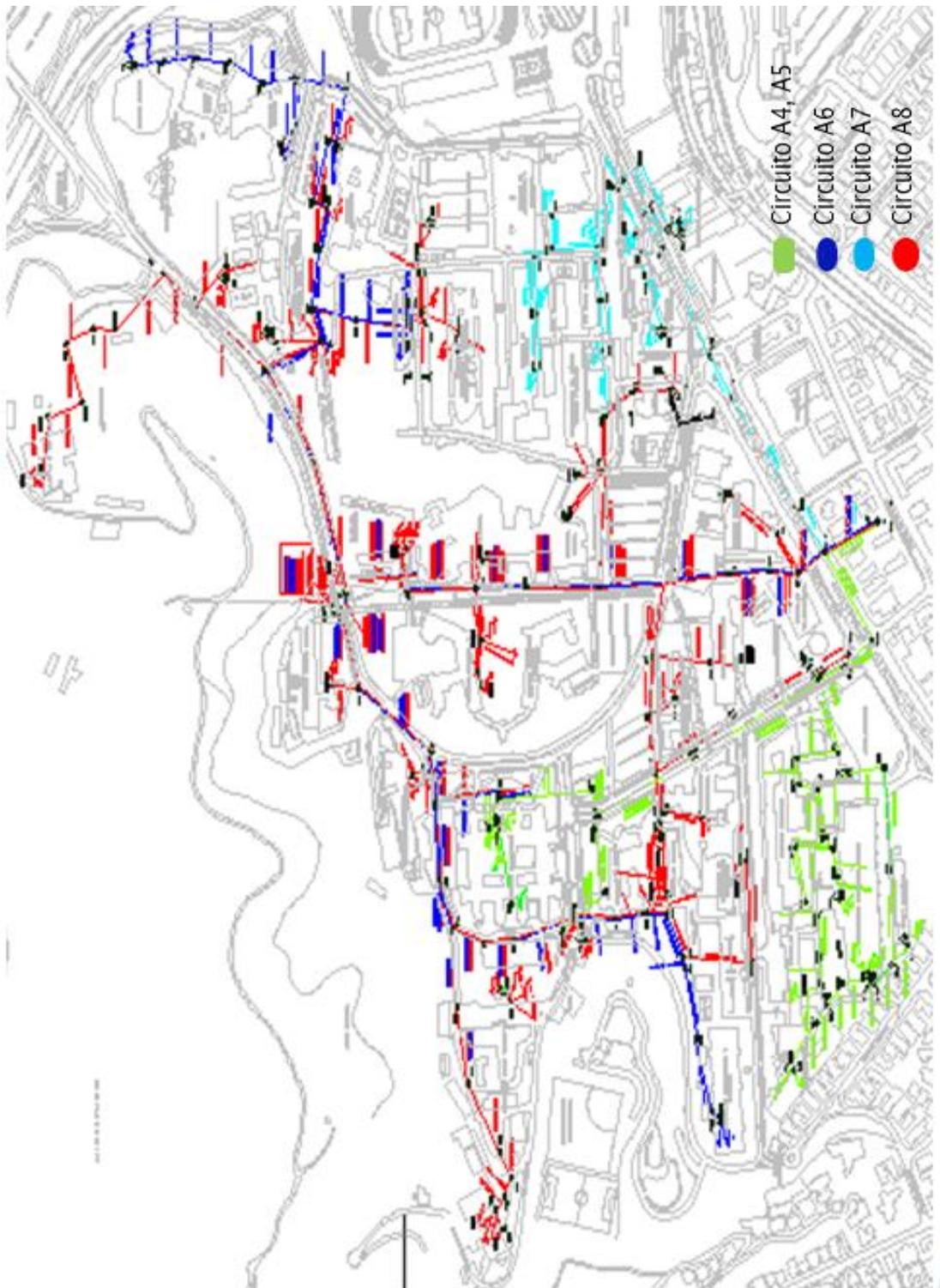


Figura 2. Circuitos que provienen de la S/E UCV y S/E Chaguaramos

3.3. Sótanos de Transformación

3.3.1. Descripción

Existen dos tipos de sótanos de transformación dentro de la Universidad Central de Venezuela, los que fueron construidos conforme al diseño original de la CUC y los que se han ido añadiendo con el pasar del tiempo para satisfacer los incrementos de demanda. El primer caso se clasificó con fines prácticos de este trabajo especial de grado como sótanos de transformación “tipo UCV” y los que se han venido anexando al sistema eléctrico como “tipo EdeC” debido a que estos sótanos se han construido rigiéndose por los modelos y normas de la antigua compañía Electricidad de Caracas (EdeC) que hoy forma parte de la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC).

Sótanos tipo UCV

Se refiere a los sótanos que poseen tres cámaras, una bóveda principal en el centro, donde se encuentra el transformador, una entrada al sótano y una boca de visita a diferente altura. Generalmente su capacidad es inferior a los 500 kVA, la vista exterior de uno de ellos se observa en la figura 3. Estos sótanos poseen una ventaja desde el punto de vista de refrescamiento para el transformador ya que las cámaras laterales a la bóveda principal poseen distinta profundidad con la finalidad de propiciar la circulación del aire y tratar de mantener siempre el transformador a una temperatura adecuada para la operación.



Figura 3. Vista exterior del sótano tipo UCV.

Fuente: el Autor

Para los sótanos superiores a 500 kVA, la vista superior del sótano se mantiene igual al explicado anteriormente, con la diferencia de que las tres cámaras pasan a ser una sola y de esta forma el espacio es superior, esto tiene como ventaja que se pueden colocar dos o más transformadores trifásicos en un sólo sótano, tal como ocurre en el sótano ST-24 encargado de alimentar el Decanato de Medicina.

Para efectos prácticos los sótanos de transformación que se encuentran dentro del Campus serán clasificados como menores y mayores a 500 kVA.

Sótanos tipo EdeC

Este tipo de sótanos los conforma una sola bóveda principal. Estas instalaciones son de menor tamaño que las anteriores porque su diseño fue concebido bajo la premisa de que su implementación es en zonas urbanas con muy poco terreno para la construcción. Las características externas se pueden observar en la figura 4.



Figura 4. Sótano tipo EdeC.

Fuente: el Autor

3.3.2. Levantamiento en Sitio

Para realizar el levantamiento de sótanos, se acordó con la Dirección de Mantenimiento de la UCV tomar una muestra del sistema de distribución de la CUC, esta muestra consistió en levantar sótanos que no presentaran inundación y al menos uno de cada capacidad, tomando como referencia, menores a 300 kVA, 500 kVA y valores superiores hasta 1000 kVA.

Sótano ST-32

El transformador que se encuentra dentro de este sótano se encarga de alimentar el Laboratorio de Química y se ubica en las cercanías del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), en la tabla 1 se observan las características eléctricas de dicho sótano.

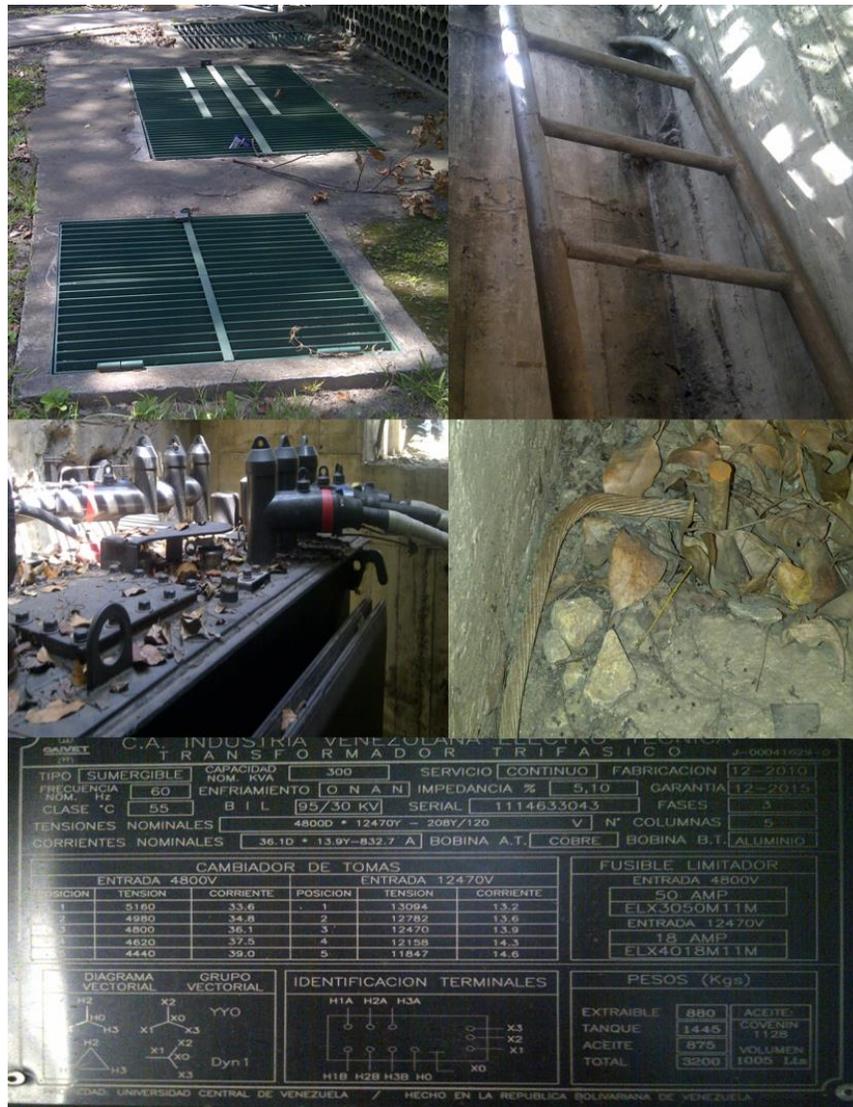


Figura 6. Registro fotográfico del sótano ST-32.

Fuente: el Autor. Fecha: Septiembre 2012.

En el capítulo V se presenta una revisión más exhaustiva de los sótanos levantados.

Sótano ST-9

Alimenta las estructuras administrativas del Jardín Botánico. En la tabla 2 se observan las características eléctricas del mismo y sus dimensiones son las expresadas en la figura 7.

Tabla 2. Características eléctricas del sótano de transformación ST-9

Capacidad	300 kVA
Tensión de alta	4.8 kV
Tensión de baja	208 V
Conexión	Delta- Estrella

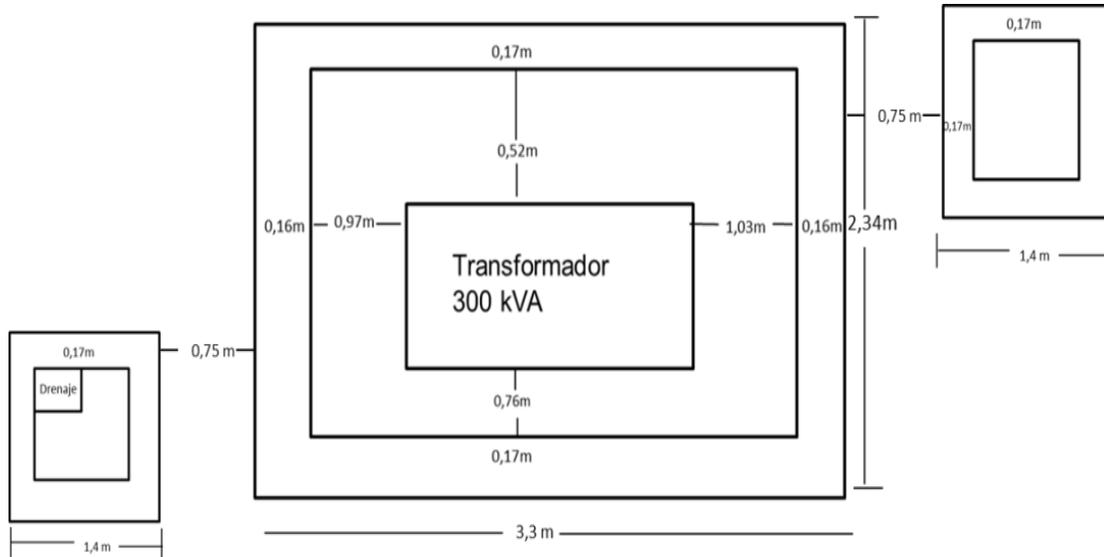


Figura 7. Dimensionamiento del sótano ST-9.

Fuente: el Autor.

En el registro fotográfico, se aprecia que los circuitos de alta y baja no cuentan con identificación por fase. Existe una barra colectora de tierra y una de neutro, el transformador que ocupa este espacio no es autoprotegido, por lo que se tienen tres interruptores monofásicos aislados en aceite para el lado de alta, además se observó que dicha estructura cuenta con una escalera adosada y además no está inundado lo que se infiere que el drenaje está funcionando correctamente. Ver figura 8.



Figura 8.Registro fotográfico del ST-9 en el Jardín Botánico de Caracas.

Fuente: el Autor. Fecha: Octubre 2012.

Sótano ST-37

Este sótano alimenta el edificio del Decanato de la Facultad de Ingeniería. Sus características eléctricas se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Características eléctricas del Sótano ST-37

Capacidad	500 kVA
Tensión de alta	4.8 kV
Tensión de baja	208 V
Conexión	Delta- Estrella

En la figura 9 se observa el dimensionamiento del sótano. Llama la atención que el mismo tenga una forma particular semejante a la letra “L”. Generalmente cuando esto

ocurre es porque el diseñador se encontró con alguna tubería o limitante de espacio que no pudo sobreponer lo cual obliga a construir este tipo de sótano. [4]

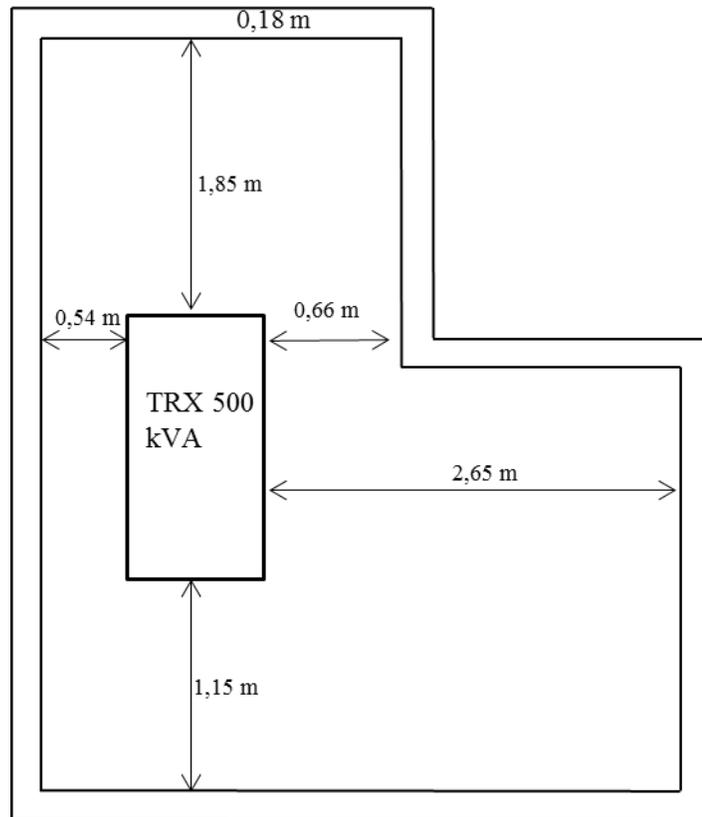


Figura 9. Dimensionamiento del sótano ST-37.

Fuente: el Autor.

Este sótano resulta ser muy amplio para la capacidad de transformación que posee, por lo cual de querer realizar un aumento de carga, esto sería viable sin la necesidad de expandir esta estructura.

En este sótano se observa que no hay inundación, lo cual indica que el drenaje funciona correctamente, el mismo posee una escalera que no se encuentra adosada a la pared, los circuitos por fase están plenamente identificados, la placa del transformador es legible y sus pletinas de neutro y tierra están plenamente conectadas. Ver figura 10.

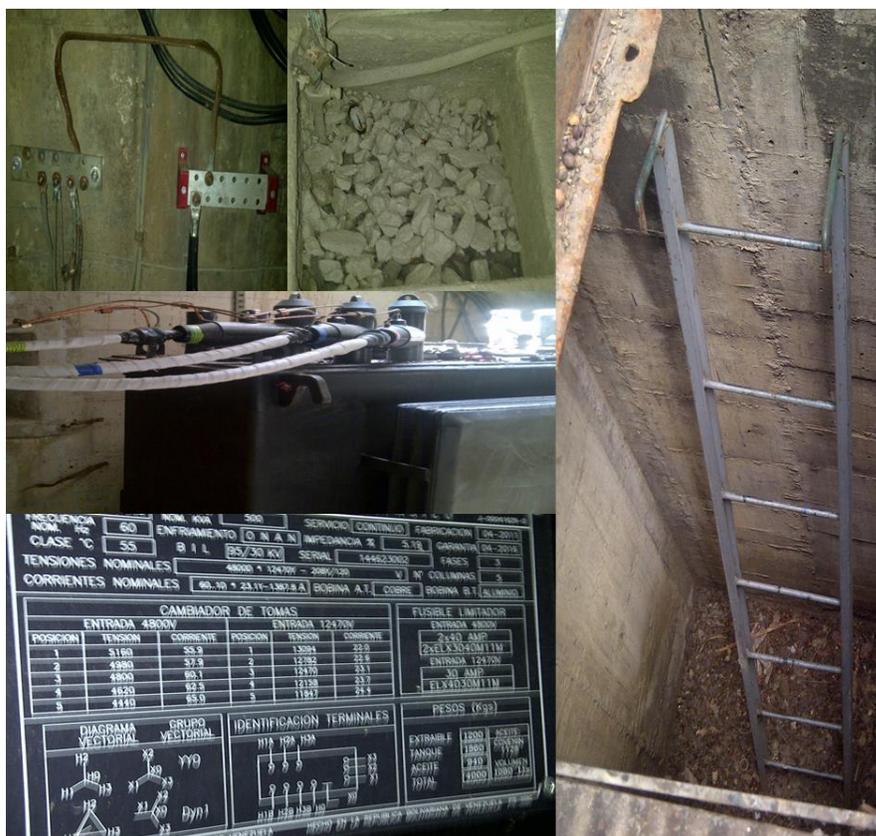


Figura 10. Registro fotográfico del sótano S-37.

Fuente: el Autor. Fecha: Septiembre 2012.

Sótano ST-24.

Este se encarga de alimentar al Decanato de Medicina, sus características eléctricas se ilustran en la tabla 4.

Tabla 4. Características eléctricas del sótano ST-24

Capacidad	800 kVA
Tensión de alta	4.8 kV
Tensión de baja	208 V
Conexión	Delta- Estrella

En la figura 11 se muestra las dimensiones del sótano a través de una vista superior, posee una capacidad de 800kVA que se distribuyen en, un transformador de 300kVA

y uno de 500kVA alimentados por diferentes circuitos, la altura de este sótano es de 2.8 m de cámara más 52 cm de placa de techo.

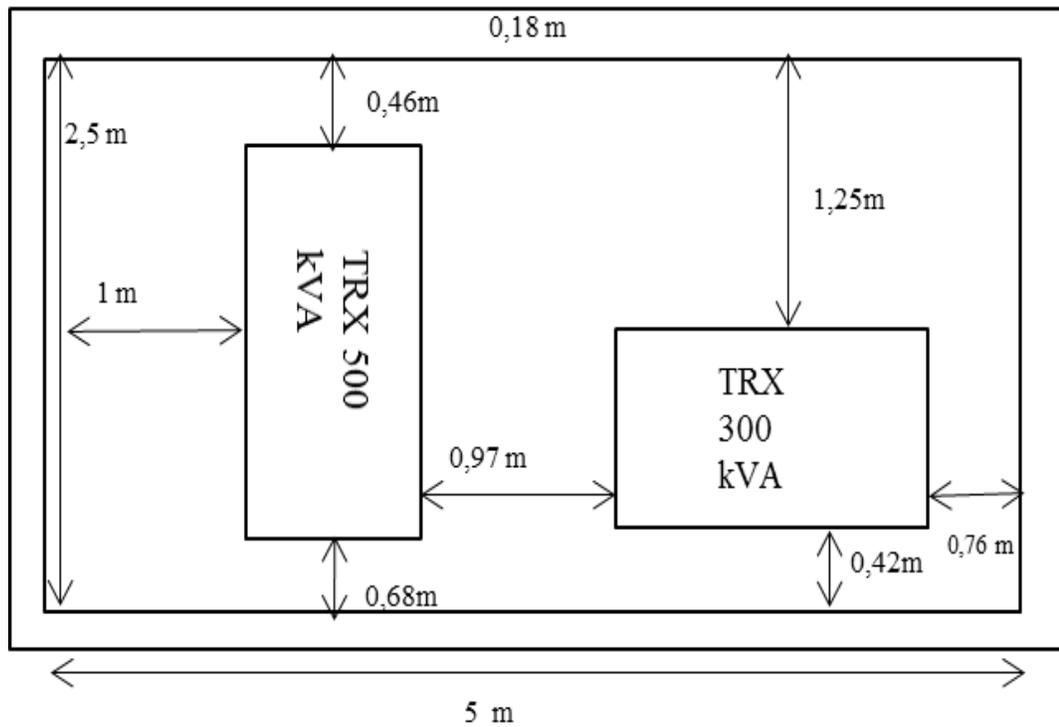


Figura 11. Dimensionamiento del sótano ST-24.

Fuente: el Autor.

En el registro fotográfico del sótano (figura 12), se observa que las pletinas de neutro y tierra están conectadas entre sí, existen dos barras de tierra, los soportes mecánicos de los cables poseen aisladores, las fases de los circuitos se encuentran plenamente identificadas, el sótano posee una escalera adosada y un drenaje sin piedra picada.



Figura 12. Registro fotográfico del sótano ST-24.

Fuente: el Autor. Fecha: Mayo 2013.

3.4. Casetas de transformación para alumbrado público

Las casetas para alumbrado público son estructuras particulares, que artísticamente se encuentran en armonía con la arquitectura de la CUC, estas estructuras tienen como finalidad resguardar los equipos eléctricos que permiten la energización del alumbrado público del Campus.

3.4.1. Descripción

Las casetas para alumbrado público son estructuras cilíndricas con un diámetro de 4,7m y una altura de 2,80 m, además poseen siete entradas de aire en el área superior, en la parte externa se encuentran recubiertas de mosaquillo verde. Para acceder a

estas se tiene una puerta cuyas medidas son 1,15x1,94 m, tal como se muestra en la figura 13. Se encuentran cuatro, ubicadas en las cercanías de la Escuela de Trabajo Social, edificio de Sanitarias, edificio de la Organización de Bienestar Estudiantil, Jardín Botánico y la cancha de tenis, respectivamente.



Figura 13: caseta de iluminación ubicada en las cercanías de la Escuela de Trabajo Social.

Fuente: el Autor. Fecha: Septiembre 2012

3.4.2. Planos

Luego de realizar una investigación en la dependencia de COPRED que salvaguarda los planos originales de la CUC, se obtuvo una copia digital del plano a partir del cual se construyen estas casetas, en la figura 14 se muestra un extracto del plano, que corresponde a la vista del corte superior de la estructura, las medidas indicadas están en escala 1:20.

3.4.3. Levantamiento en sitio

Caseta CT-6

Esta se encuentra en las adyacencias de la cancha de tenis y de la Escuela de Trabajo Social, sus características eléctricas se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Características eléctricas de la caseta CT-6

Capacidad	150 kVA
Tensión de alta	4.8 kV
Tensión de baja	212 V
Conexión	Delta- Estrella

Esta caseta maneja circuitos de alumbrado, posee un transformador autoprotegido de 150 kVA y no se prevé una ampliación de carga a mediano plazo. Las pletinas de tierra y neutro se encuentran conectadas entre sí, se cuenta con una barra de puesta a tierra. Un tablero que controla los circuitos de la zona que carece de tapa, lo cual hace que no se le brinde seguridad al personal que pueda intervenir en la caseta. Ver figura 15.



Figura 15. Registro fotográfico de la caseta CT-6.

Fuente: el Autor. Fecha: Octubre 2012.

Caseta CT-39

Esta caseta se encuentra entre los edificios de Ingeniería Sanitaria y Laboratorio de Hidráulica, ésta posee un banco de transformadores conformado por tres elementos de 100 kVA cada uno; las características eléctricas de dicha caseta se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Características eléctricas de la Caseta CT-39.

Capacidad	300 kVA
Tensión de alta	4.8 kV
Tensión de baja	208 V
Conexión	Delta- Estrella

En la figura 16, se observa el registro fotográfico de la caseta CT-39, en ésta se encuentra un banco de transformadores, dos tableros para controlar los circuitos de iluminación y la protección de los fusibles de alta, en esta caseta no se evidenciaron

pletinas de neutro y tierra, todo lo referente a este aspecto va directamente a la barra de puesta a tierra ubicada en el centro de la caseta.



Figura 16. Registro fotográfico, caseta CT-39.

Fuente: el Autor. Fecha: Septiembre 2012

3.5. Tanquillas de paso

Las tanquillas tienen como función principal ser las estructuras donde los cables de los circuitos cambian el ángulo de su recorrido o se permite el halado o empalmes. Dentro de la CUC se dividen en dos grandes lotes, las de alta tensión y baja tensión. Con el pasar de los años, y gracias al aumento de la demanda interna, los entes

encargados de administrar el sistema eléctrico de la CUC se han visto en la necesidad de crear nuevas estructuras, éstas se construyen bajo los esquemas normalizados por la extinta Electricidad de Caracas.

3.5.1. Descripción

Las tanquillas de paso originales de la CUC, pueden ser de distintas formas geométricas tales como, cuadradas, rectangulares, hexagonales y octogonales. Estas resultan ser bastantes amplias conforme a todas las estructuras de servicio originales del sistema de distribución de la Ciudad Universitaria. La altura en promedio de las tanquillas es de 2.1 m y poseen un drenaje de 40 x 40 cm.

3.5.2. Planos

En el COPRED, ente encargado de resguardar los planos originales de las estructuras del CUC, se encontró información referente al tipo de tanquilla de base cuadrada, tal como se observa en la figura 17.

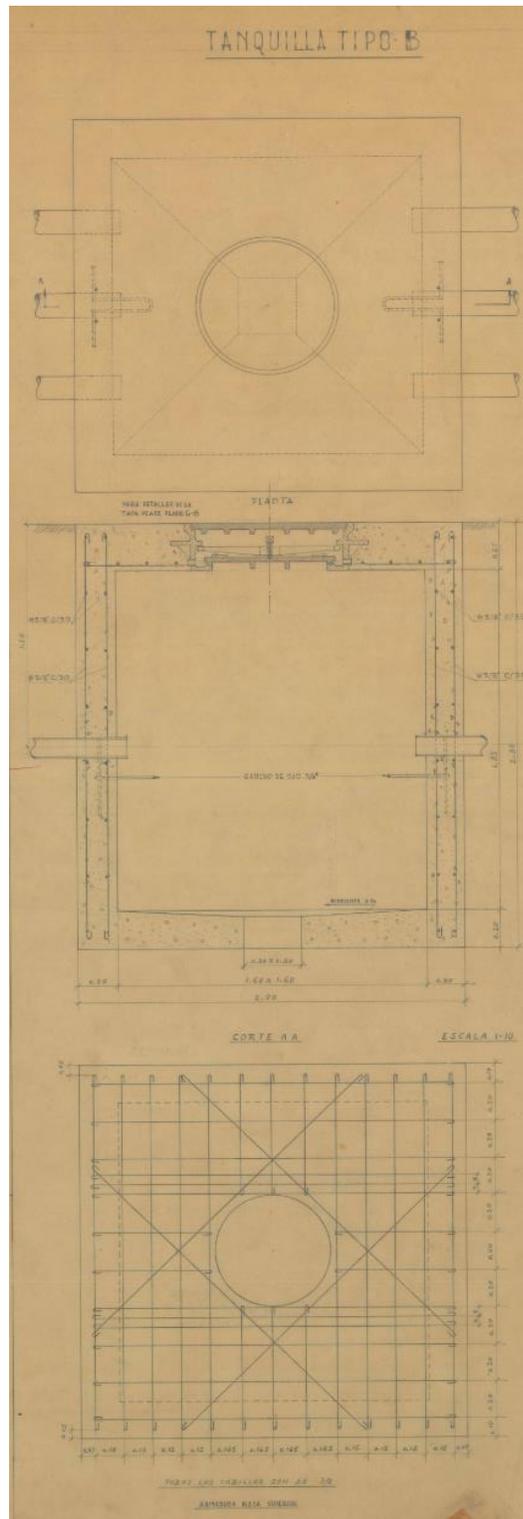


Figura 17. Réplica de plano original de una tanquilla.

Fuente: Instituto de la Ciudad Universitaria (ICU). Plano N°: O-1-G-7. Fecha: 07-12-1950.

3.5.3. Levantamiento en Sitio

Tanquilla AT-19 [8]

Esta tanquilla se encuentra ubicada entre la Escuela de Nutrición y Tierra de Nadie, los circuitos que atraviesan la estructura son el **A8-C3** y el **A6-C2**, es de forma rectangular y su esquema de conexión y dimensionamiento es el mostrado en la figura 18.

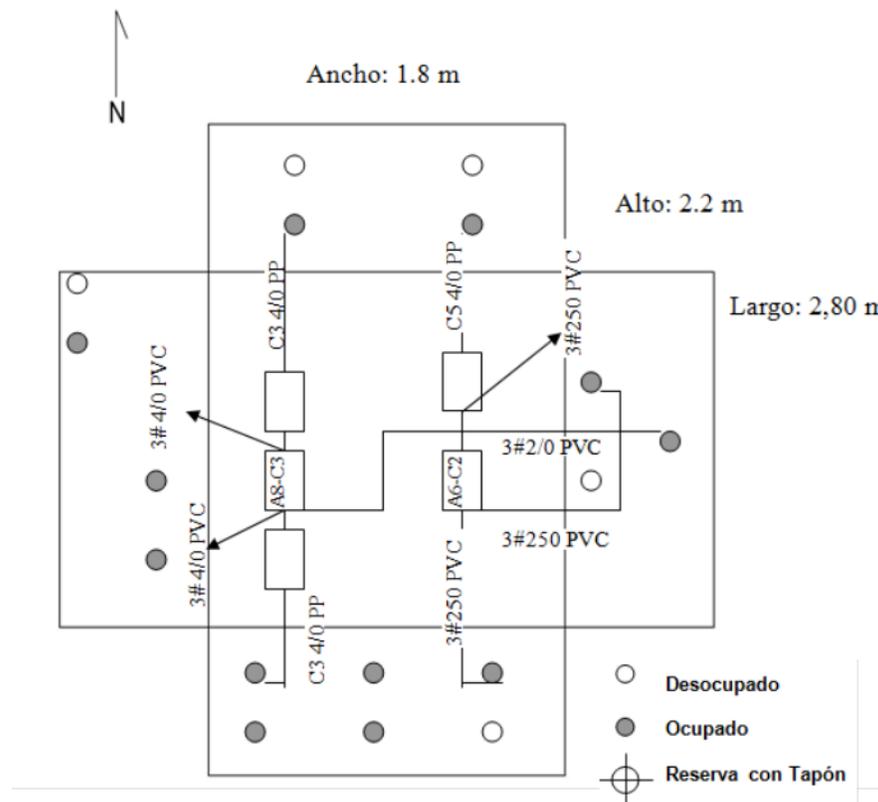


Figura 18. Esquema de tanquilla AT-19. Versión 2012

Fuente: El Autor. Versión 2012

En la tabla 7 se hace alusión al tipo de aislamiento de acuerdo al cable existente en la tanquilla.

Tabla 7. Aislamiento de los cables que atraviesan la tanquilla

Calibre	Circuitos	
	A8-C3	A6-C2
2/0	Aislamiento PVC	
4/0	Aislamiento PVC y de Papel Plomo (PP)	Aislamiento PVC
250 MCM		Aislamiento PVC

En el registro fotográfico de la figura 19, se observa que la tapa es de tipo reforzada y circular cuyo diámetro es de 90 cm, el interior de la tanquilla se encontró sucio con fango, sin embargo al no estar inundada se presume que el drenaje funciona correctamente, algunos cables estaban colocados sobre soportes y de éstos algunos poseían aislador; todos los cables poseían empalmes y en su mayoría estaban identificados los circuitos correspondientes, además algunos cables se encontraban puestos a tierra.



Figura 19. Registro fotográfico tanquilla AT-19.

Fuente: el Autor. Fecha: Mayo 2013.

Tanquilla AT-94 [9]

Esta tanquilla se encuentra en el área conocida como Tierra de Nadie en las cercanías del edificio de Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, su forma geométrica es octogonal, tal como se muestra en la figura 20.

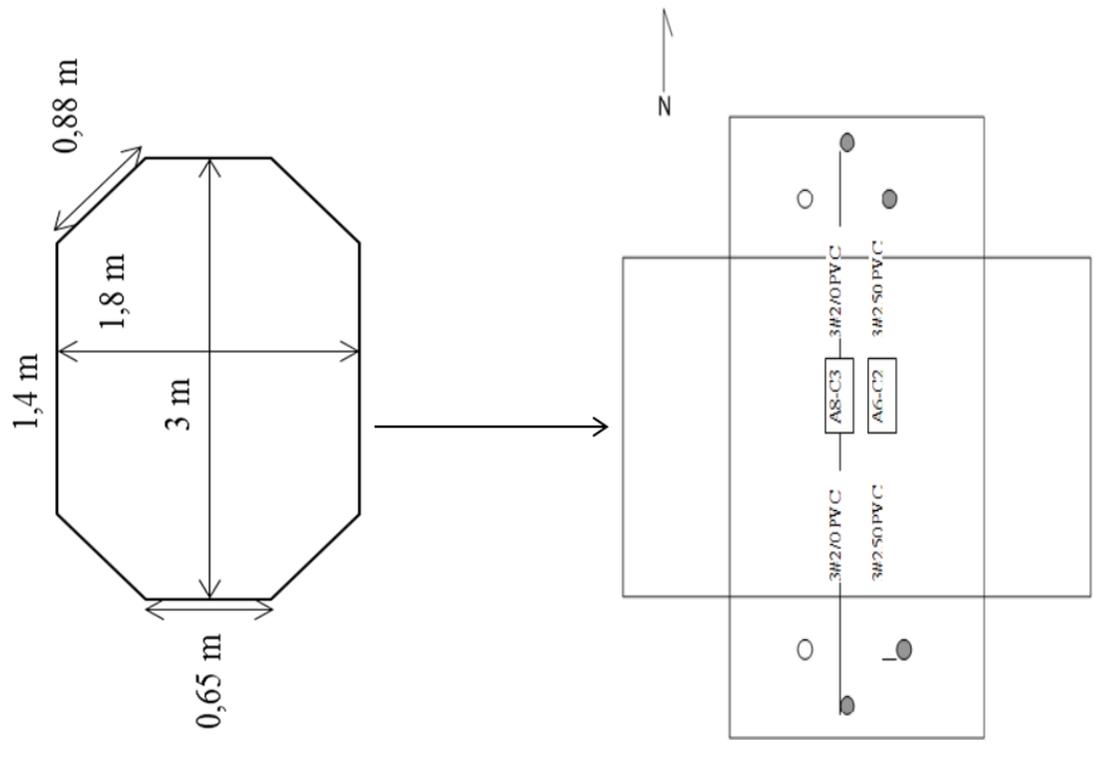


Figura 20. Esquema de tanquilla AT-94. Versión 2012

Fuente: el Autor.

En la tabla 8, se indica el tipo de aislamiento de acuerdo al cable existente en la tanquilla, conforme a los circuitos que atraviesan la misma.

Tabla 8. Aislamiento de los cables que atraviesan la tanquilla [8]

Calibre	Circuitos	
	A8-C3	A6-C2
2/0	Aislamiento PVC	
4/0		
250 MCM		Aislamiento PVC

En el registro fotográfico de la tanquilla AT-94 de la figura 21, se puede observar que los cables no poseen soporte, por consiguiente se encuentran en el piso, el drenaje de la tanquilla presenta cierta obstrucción por desechos de antiguos mantenimientos, sin embargo no está inundada por lo que se presume que el drenaje está en buen funcionamiento. Ésta es octogonal, con una altura de 2,3 m, con una tubería de 4"1/2, escalera adosada, además posee una tapa reforzada circular con un diámetro de 74 cm.



Figura 21. Registro fotográfico de la tanquilla AT-94.

Fuente: el Autor. Fecha: Mayo 2013

CAPÍTULO IV

NORMATIVA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS TIPO DE LA CUC.

4.1 Normativa relacionada

Las estructuras civiles con fines eléctricos a nivel nacional se rigen bajo varias normas como, el Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200-2009, el Código Nacional de Seguridad en Instalaciones de Suministro de Energía Eléctrica y de Comunicaciones FONDONORMA 0734:2004 para los casos en que las estructuras sean de uso público, sin embargo cuando éstas se encuentran bajo resguardo permanente de personal calificado, se pueden regir bajo sus propias normas como es el caso de la Electricidad de Caracas y la Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE) actualmente en proceso de adecuación a CORPOELEC. Normas que serán analizadas en los aspectos relevantes para este trabajo a continuación.

4.1.1. Aspectos importantes del Código Nacional de Seguridad FONDONORMA 0734:2004 [4]

En la sección 323 se hace referencia a los pozos de visita, tanquillas y bóvedas en los siguientes tópicos: resistencia, dimensiones, acceso a los pozos de visita, bóvedas y túneles de servicio, tapas, requisitos de las escaleras, desagües, ventilación, protección mecánica e identificación.

De la sección 323 es importante resaltar los siguientes puntos que permiten obtener los criterios básicos para la elaboración de las unidades de construcción:

323 A. Resistencia “Los pozos de visita, las tanquillas y las bóvedas serán diseñados para soportar todas las cargas esperadas que pueden ser aplicadas sobre la estructura.” Las estructuras diseñadas deben sostener la combinación de cargas verticales y horizontales a las que pueden ser sometidas dichas estructuras en situaciones críticas.

323 A.2 “En el diseño de estructuras no sometidas al tráfico de vehículo, la carga viva no será menor de 14.5 kPa.”

323 A.3 “Las cargas vivas serán aumentadas en un 30 % por los impactos”. La mayoría de las instalaciones subterráneas dentro de la CUC no se encuentran en zonas de tráfico de vehículos, sin embargo si se desea una ampliación del sistema eléctrico y es necesario utilizar dichas zonas hay que tener presente estas subsecciones.

323 B. Dimensiones

“Los pozos de visita cumplirán con los requisitos siguientes:

Se mantendrá un espacio libre suficientemente amplio para realizar los trabajos necesarios. Las dimensiones horizontales tendrán un espacio de trabajo libre de no menos de 900 mm (3 pies). Las dimensiones verticales no serán menores de 1.83 m (6 pies), excepto en los pozos de visita donde la abertura está ubicada en menos de 300 mm (1 pie), horizontalmente, del lado interior de la pared adyacente de ese pozo de visita.

EXCEPCIÓN 1: Donde el límite del espacio libre de trabajo es una pared no ocupada y el límite opuesto está formado solamente de cables, el espacio libre de trabajo horizontal puede reducirse a 750 mm (30 pulgadas).

EXCEPCIÓN 2: En los pozos de visita que contienen sólo cables y/o equipos de comunicaciones, una dimensión horizontal del espacio de trabajo puede ser reducida a no menos de 600 mm (2 pies), siempre que la otra dimensión horizontal sea aumentada de manera que la suma de las dos dimensiones sea por lo menos 1.83 m (6 pies)”

Estas dimensiones fueron concebidas principalmente bajo la premisa de que el personal especializado tenga libertad de movimiento para poder realizar alguna instalación, mantenimiento o reparaciones producto de fallas; con estas medidas se garantiza que una persona promedio tenga acceso a los equipos ubicados en la estructura de forma cómoda.

323 C. Acceso a los pozos de visita

Las aberturas redondas de acceso a un pozo de visita conteniendo cables de suministro serán de un diámetro mayor de 650 mm (26 pulgadas). Las aberturas que tengan una escalera fija que no obstruya la salida, deberán tener un diámetro mayor a 600 mm (24 pulgadas); si la abertura es rectangular su medida debe ser mayor a 650 mm x 560 mm. Cualquier tipo de las aberturas mencionadas debe estar ausente de salientes que puedan dañar al personal o impedir una salida rápida.

Las aberturas de acceso al personal no deben ser ubicadas de forma que se encuentren directamente sobre los cables y equipos; si esta situación resultara imposible entonces se debe tomar como medidas de seguridad lo siguiente; colocar una barrera protectora sobre el cable, una escalera fija y un aviso de seguridad visible.

323 D. Tapas

Mientras no se esté trabajando en la tanquilla o pozo de visita, éstos deben permanecer cerrados por tapas pesadas y cuyo diseño no permita la apertura de las

mismas de manera fácil y sin herramientas; además ninguna parte de la tapa debe hacer contacto con los cables y equipos. La resistencia de la tapa se rige por la regla 323 A.

323 E. Acceso a bóvedas y túneles de servicio

En un principio deben ubicarse de forma que se propicie un acceso seguro, partiendo de esta premisa, las entradas de personal no se deben encontrar por encima de cables y equipos, los accesos que no son destinados para el personal sí pueden colocarse por encima de los equipos y cables con la finalidad de facilitar cualquier tipo de trabajo que se pueda hacer a los equipos que ahí se encuentran. De encontrarse estas instalaciones en zonas de fácil acceso para el público no calificado, sus accesos deben permanecer cerrados con llave o candado. Las puertas de acceso deben ser diseñadas de manera de que una persona estando adentro pueda salir aun cuando la puerta esté cerrada por fuera.

323 F. Requisitos de la escalera

Las escaleras deben ser resistentes a la corrosión.

323 H. Ventilación

Las bóvedas, pozos de visitas y túneles tendrán ventilación que permita la libre circulación de aire, este acceso se debe encontrar cerrado al público; en caso de que dentro de estas instalaciones se encuentren transformadores, interruptores, reguladores o equipos afines, el sistema de ventilación debe ser limpiado periódicamente.

323 I. Protección mecánica

“Los cables de suministro y equipos deben ser instalados y resguardados de tal manera, que se evite daño por objetos caídos o empujados a través de las rejillas.”

323 J. Identificación

Las tapas de los pozos y de las tanquillas deben estar debidamente identificadas por la compañía prestadora de servicio.

Sección 125. Espacios libres de trabajo alrededor del equipo eléctrico

125 A. Espacios libres de trabajo alrededor del equipo eléctrico (600 V o menos)

Como premisa principal se tiene que “Debe ser provisto y mantenido, el acceso y el espacio libre de trabajo alrededor del equipo eléctrico para permitir la operación rápida y segura, así como el mantenimiento del mismo.”

125 A.1. Espacios libres despejados

Los espacios libres dentro de los sótanos, tanquillas o casetas de transformación no pueden ser usados para el almacenaje.

125 A. 2. Acceso y entrada a espacios libres de trabajo

“Al menos una entrada será provista para dar acceso a los espacios libres de trabajo alrededor del equipo eléctrico.”

125 A 3. Espacios libres de trabajo

Las distancias libres de trabajo se rigen bajo lo expuesto en la tabla 9, adicionalmente a esas dimensiones “el espacio libre de trabajo no será menor de 750 mm de ancho en el frente del equipo eléctrico. Las distancias serán medidas desde las partes energizadas si ellas están expuestas o desde el frente del encerramiento o su abertura si están encerradas.”

Tabla 9: Espacio de trabajo, tabla 125-1 del Código Eléctrico de Seguridad [4]

Tensión a tierra (V)	Distancia libre entre:		
	Partes energizadas expuestas y partes no energizadas o partes energizadas aisladas adecuadamente (mm)	Partes energizadas expuestas y partes puestas a tierra (mm)	Dos Partes energizadas expuestas, pero no aisladas (mm)
0-150	900	900	900
151-600	900	1070	1200

Además de todo lo expuesto en esta sección, los espacios deben estar libres de desperdicios o basura que pueda ingresar por las rejillas de los accesos.

Sección 16: Conductores

160. Aplicación

“Los conductores serán adecuados para la ubicación, uso y tensión.” Deben tener capacidad de corriente, mecánica y de aislamiento adecuada para la aplicación.

162. Protección mecánica y soporte

162. A. “Todos los conductores estarán soportados adecuadamente para resistir las fuerzas causadas por la corriente de cortocircuito máxima a la cual están sometidos”.

A partir de este criterio se deben instalar soportes en los sótanos para la colocación de los cables.

4.1.2. Secciones de interés del Código Eléctrico Nacional (CEN) [5]

Sección 110. Requisitos para instalaciones eléctricas

En la mencionada sección se establecen “los requisitos generales para inspección y aprobación, instalación y uso, acceso y espacios referido a conductores y equipos eléctricos, encerramientos previstos para la entrada de personal e instalaciones en túneles.”

110.12. Ejecución mecánica del trabajo

De acuerdo con lo expuesto en este apartado “los equipos eléctricos serán instalados de forma limpia y profesional”

110.12. A Aberturas no usadas

Se refiere a aquellas aberturas no utilizadas, otras que aquellas previstas para la operación de equipos, las previstas para el montaje o las permitidas como parte del diseño para equipos listados, estarán completamente cerradas para proveer una protección equivalente a la de la carcasa del mismo, cuando para esto sea necesario usar tapones o tapas metálicas en envolventes no metálicas, ellos serán separados mínimo 6 mm de la superficie exterior de la envolvente.

110.12 B. Envolventes bajo la superficie

Para las bóvedas y tanquillas en las que se prevenga la entrada de personal para la instalación o mantenimiento de equipos, los conductores serán soportados de manera que exista un acceso fácil y seguro.

110.12. C. Integridad de los equipos y conexiones eléctricas

“Las partes internas de los equipos eléctricos, como las barras colectoras, terminales de cables, aislantes y otras superficies, no serán dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos.” Además no deben poseer partes dañadas que afecten el debido funcionamiento de los equipos o la resistencia mecánica de los mismos, como piezas dobladas, cortadas, rotas o deterioradas por la corrosión.

110.13. B. Enfriamiento

Los equipos eléctricos que requieran circulación de aire para que su nivel de temperatura le permita un buen funcionamiento, deben ser instalados de manera que no tengan obstrucción adyacente para la circulación de aire, por lo tanto se le debe garantizar a un equipo instalado en piso que se le proveerá un espacio libre entre su parte superior y las superficies adyacentes, para la disipación del aire caliente ascendente.

110.26 Espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico

“Se proveerá y mantendrá suficiente acceso y espacio de trabajo alrededor de todo equipo eléctrico, con el objeto de permitir una rápida y segura operación y mantenimiento del equipo.” Ver tabla 10.

Tabla 10: Tabla (A) (1) Espacio de trabajo para tensiones menores de 600 V [5]

Tensión a tierra (V)	Distancia libre entre:		
	Partes energizadas expuestas y partes no energizadas o partes energizadas aisladas adecuadamente (mm)	Partes energizadas expuestas y partes puestas a tierra (mm)	Dos Partes energizadas expuestas, pero no aisladas (mm)
0-150	914	914	914
151-600	914	1070	1220

110.26. A2. Ancho del Espacio de Trabajo.

El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico será la distancia cuyo módulo sea mayor entre el ancho del equipo o 762 mm. En todos los casos se debe dejar la posibilidad de abrir cualquier puerta abisagrada al equipo un mínimo de 90°.

110.26. A3. Altura del Espacio de Trabajo.

El espacio de trabajo debe estar libre y se tomará desde el suelo o plataforma donde se instala el equipo hasta la altura requerida; la altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, tableros o paneles de distribución o de los centros de control de motores será de 2 m. Cuando la altura del equipo sea mayor a los 2 m de altura, el espacio mínimo hasta el techo no será inferior a la altura del equipo.

110 III. Mayor a 600 V, Nominal.

110. 31. A. Resistencia al Fuego de Bóvedas Eléctricas.

“Las paredes, techos, pisos y entradas de bóvedas que contienen conductores y equipos sobre 600 V, nominal, serán construidos con materiales de adecuada rigidez estructural para las condiciones de resistencia al fuego de 3 horas como mínimo.”

Respecto a la seguridad del personal de mantenimiento o de edificios aledaños a las instalaciones eléctricas es sumamente importante la verificación del debido cumplimiento de este artículo ya que un incendio producto de una falla eléctrica es factible para este tipo de instalaciones, por lo tanto “los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra serán de concreto no menor de 102 mm de espesor, pero donde la bóveda es construida con un espacio u otros pisos debajo de él, el suelo tendrá rigidez estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él, el suelo tendrá rigidez estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y un mínimo de resistencia al fuego de 3 horas.”

110.32. Espacios de Trabajo.

Alrededor de los equipos eléctricos se debe proveer y mantener suficiente espacio con la finalidad de permitir un mantenimiento y maniobra, de manera rápida y segura. Para cuando se tenga el caso de que las partes activas se encuentren descubiertas el espacio de trabajo debe ser mayor a 2 m de altura y 900 mm de ancho. Ver tabla 11.

Tabla 11. Profundidad mínima del Espacio Libre de Trabajo en Equipos Eléctricos,
Tabla 110-34 CEN

Tensión a tierra (V)	Distancia libre entre:		
	Partes energizadas expuestas y partes no energizadas o partes energizadas aisladas adecuadamente (m)	Partes energizadas expuestas y partes puestas a tierra (m)	Dos Partes energizadas expuestas, pero no aisladas (mm)
601-2500	0.900	1.2	1.5
2501-9000	1.2	1.5	1.8
9001-25000	1.5	1.8	2.8
25001-75000	1.8	2.5	3
Sobre 75000	2.5	3	3.7

V. Tanquillas, Bóvedas y Otros Encerramientos Eléctricos Previstos para la Entrada de Personal.

110.70. Disposiciones Generales.

Los encerramientos eléctricos previstos para la entrada de personal deben mantener un espacio de trabajo suficiente alrededor del equipo eléctrico con partes energizadas, destinado para mantenimiento y reparación de fallas.

110.71. Resistencia.

Las tanquillas, pozos de visita y bóvedas y sus medios de acceso deben estar diseñados bajo la supervisión de personal de ingeniería calificada y debe soportar todas las cargas que le puedan ser impuestas.

110. 72. Espacio de Trabajo para el Cableado.

Se debe proporcionar un espacio de trabajo libre mayor a 914 mm cuando los cables estén localizados en ambos lados, mayor de 712 mm en donde los cables estén solamente de un lado. La altura del espacio libre no será mayor a 1.8 m, a menos que la abertura esté a una distancia de 300 mm, medido horizontalmente de la pared lateral inferior adyacente al encerramiento.

110.73. Espacios de Trabajo para Equipos.

Cuando se instale un equipo eléctrico con partes energizadas que probablemente requiera de pruebas de funcionamiento, mantenimiento, ajustes o reparación mientras esté energizado en una tanquilla, pozo de visita, bóveda u otro espacio destinado para el acceso de personal especializado se debe cumplir con todos los espacios de trabajos expuestos anteriormente; además las tapas de acceso que se requieran para la

implementación de tanquillas, bóvedas o pozo de visita, debe pesar 45.5 kg para cumplir con los requerimientos del CEN.

110.74. Espacio de Curvatura para los Conductores.

Los conductores deben ser cableados y acomodados de manera apropiada, de manera que proporcionen un acceso fácil y seguro para las personas que requieran entrar a la instalación para realizar instalaciones o mantenimiento, para esto deben cumplir con los apartados 314.28 (A), 314.71 (A) (B) según sea el caso.

110.75. Acceso a Pozo de Visita y Tanquilla. Dimensiones.

Las aberturas de acceso rectangulares deben medir más de 650 x 550 mm y las aberturas redondas deben medir más de 650 mm de diámetro, este diámetro puede ser reducido a 600 mm en un pozo de visita o tanquilla que posea escalera fija que no obstruya la abertura.

110.78. Resguardo.

Cuando los conductores o equipos, o ambos puedan entrar en contacto con objetos que caen, o que son empujados a través de las rejillas de ventilación, tanto los conductores como las partes energizadas serán protegidos de acuerdo con los requisitos 110.27 (A)(2) ó 110.31 (A)(1), dependiendo de la tensión.

110.79. Escaleras Fijas.

Las escaleras fijas serán resistentes a la corrosión.

Sección 314. Cajas de Salida, de Dispositivos, de Halado y de Empalmes, Conduletas, Accesorios, Bocas de Visita y Tanquillas.

Para los efectos prácticos de este trabajo especial de grado, de esta sección sólo se resaltarán lo concerniente a las Tanquillas.

314.30. Bocas de Visita o Tanquillas

Estas serán diseñadas e instaladas para resistir todas las cargas a las que puedan ser expuestas. Deben ser identificadas para sistemas subterráneos.

(A) Dimensiones. Las bocas de visita o tanquillas deberán ser dimensionadas en acuerdo a 314.28 (A) para cables de tensiones inferiores o iguales a 600V y según 314.71.(B)(1) para tensiones superiores a los 600 V.

314.28 (A). Tamaño mínimo. En canalizaciones que contengan conductores de calibre 4 AWG o superiores, las dimensiones mínimas deben cumplir con las siguientes premisas:

- Para halado en tramos rectos, la longitud de la instalación no será inferior a ocho veces la designación métrica del conducto o tubo más grande.
- Para halado en ángulos, en U o con empalmes, la distancia entre la entrada de cada conducto o tubo a la caja y la pared opuesta de la misma, debe ser mayor a seis veces el tamaño comercial del conducto o tubo de mayor área transversal de una fila. Esta distancia debe ser aumentada cuando existen entradas adicionales en una cantidad que sea la suma de los diámetros de todos los demás conductores o tubos que entran en la misma fila.

314.71.(B)(1). Distancia a la Pared Opuesta. La distancia entre la entrada de cada cable o conductor a la caja y la pared opuesta de la misma, no será inferior a 36 veces el diámetro exterior sobre el recubrimiento del mayor de los cables o conductores. Si hay otras entradas, esta distancia deberá ser aumentada con el monto de los diámetros externos sobre el recubrimiento de todas las entradas de cables o conductores a través de la misma pared.

(B) Entrada del Cableado. Las canalizaciones y ensambles de cable entrando a las bocas de visita o tanquillas deberán extenderse dentro de las envolventes pero no quiere decir que estén mecánicamente unidas a ellas.

(C) Cableado Encerrado. Todos los conductores que se encuentran dentro de las bocas de visita o tanquillas y sus empalmes y terminaciones, deben ser listados como adecuados para locaciones húmedas.

(D) Tapas. Las tapas de las bocas de visitas o tanquillas deben tener una marcación o logotipo que visiblemente identifica la función, tal como “eléctrico”. Las tapas deben estar bien selladas al punto de requerir de herramientas para ser levantadas, en caso de no ser así debe tener un peso superior a los 45 kg. En caso de ser tapas metálicas o de material conductivo y que se encuentren expuestas, éstas deben ser puestas a tierra.

Sección 450. Transformadores y Bóvedas de Transformadores.

En esta sección se establecen los procesos para la instalación de varios tipos de transformadores.

450.8 Protección.

Los transformadores deben ser protegidos según estas características:

(A) Protección Mecánica. Siempre que el transformador esté expuesto a daños físicos se deben adoptar medidas que eviten cualquier tipo de afectaciones de esta índole.

(B) Envolventes. (Cajas o Gabinetes). Los transformadores de tipo seco, serán instalados en envolventes no combustibles y resistentes a la humedad, que ofrezcan una protección razonable contra la penetración accidental de objetos extraños.

(C) Partes Energizadas Expuestas. Se permitirá que los suiches u otros equipos que operen a 600 V o menos y que estén únicamente conectados a equipos dentro de la envolvente del transformador, estén instalados en la envolvente del transformador si sólo son accesibles a personal calificado.

(D) Señales de Peligro. La tensión de funcionamiento de las partes energizadas descubiertas en las instalaciones de transformadores será indicada por medio de señales o marcas visibles colocadas sobre los equipos o estructuras.

450. 9 Ventilación. La ventilación que recibe el transformador debe ser adecuada para que el mismo no tenga pérdidas a plena carga y para evitar que el equipo llegue a temperaturas excesivas.

450. 10 Puesta a Tierra. Las partes metálicas expuestas en las instalaciones de transformadores que no transportan corriente, serán puestas a tierra y conectadas equipotencialmente.

450. 11 Marcación. Cada transformador llevará una placa de características que indicará el nombre del fabricante, su potencia nominal en kVA, su frecuencia, las tensiones del primario y del secundario, la impedancia en los transformadores de 25 kVA en adelante, las distancias de seguridad necesarias para transformadores con

aberturas de ventilación y la cantidad y tipo del líquido aislante, cuando se use. Además, en la placa de características de los transformadores secos se incluirá la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

450.26 Transformadores Aislados con Aceite en Instalaciones Interiores.

Este tipo de transformadores en instalaciones interiores, serán instalados en una bóveda como se especifica a continuación.

Sección III Bóvedas de Transformadores.

450.41 Ubicación. Las bóvedas de transformadores estarán ventiladas con aire exterior sin la necesidad de utilizar conductos o salidas de gases, siempre y donde este arreglo sea posible.

450.42 Paredes Techos y Pisos. Las paredes y techos de estas estructuras deben ser construidos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas de acuerdo a la norma COVENIN 193. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra, serán de concreto y de un espesor mínimo de 100 mm. Para los efectos de este apartado no se permitirá los cuartos con listones y paredes de tabla.

450.43 Accesos. Para las bóvedas de transformación los tipos de accesos serán los siguientes:

(A) Tipo de Puerta. Los accesos que conducen desde el interior del edificio hasta la bóveda de transformadores, estarán equipados con una puerta de cierre hermético que tenga una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo permitan, la autoridad competente permitirá una puerta de acceso de este tipo desde los muros exteriores.

(B) Brocales. Cada puerta tendrá un umbral o un brocal de altura suficiente para confinar dentro de la bóveda el aceite del transformador de mayor tamaño. Siempre debe ser mayor a 100 mm.

(C) Cerraduras. Las puertas estarán equipadas con cerraduras y se mantendrán cerradas, permitiéndose el acceso sólo a personal calificado. Las puertas para el personal deben abrir hacia afuera y estarán equipadas con barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas, pero éstas deben abrir por simple presión desde adentro.

450.45 Aberturas de Ventilación. Para el requerimiento de la sección 450.9 se debe cumplir con lo siguiente:

(A) Ubicación. Las aberturas deben estar lo más alejadas posible de las salidas de emergencia contra incendio y materiales combustibles en caso de que la bóveda lo amerite.

(B) Disposición. Se permitirá que la bóveda de transformadores, ventilada por la circulación natural de aire, tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para la ventilación en una o más aberturas cerca del suelo y las restantes en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área necesario para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

(C) Tamaño. En una bóveda de transformadores ventilada por circulación natural del aire hacia un área exterior, el área neta total de todas las aberturas de ventilación, después de restar el área ocupada por pantallas, rejillas o romanillas, debe ser mayor a 1900 mm^2 por cada kVA de la capacidad de los transformadores

en servicio y en ningún caso esta área neta será menor a 0.1 m^2 para cualquier capacidad por debajo de 50 kVA.

(D) Cubiertas. Las aberturas de ventilación que den al interior estarán equipadas con compuertas cortafuegos de cierre automático que operen al producirse fuego en la bóveda. Dichos cortafuegos deben tener una clasificación estándar mayor a 1.5 horas.

(F) Ductos. Todos los ductos deben ser diseñados con material antifuego.

450.46 Drenaje. Cuando sea factible, las bóvedas que contengan transformadores de más de 100 kVA, estarán provistas de un drenaje u otro medio que permita evacuar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a menos que las condiciones locales lo impidan. El piso debe tener una pendiente hacia el drenaje.

450.47 Tuberías de Agua y Accesorios. Ningún sistema de tuberías o ductos ajenos a la instalación eléctrica entrará o atravesará la bóveda. Cualquier sistema de tubería diseñado como parte del sistema de refrigeración del transformador no será considerado como ajeno al mismo.

450.48 Almacenaje en las Bóvedas de Transformación. Estas instalaciones no pueden ser usadas para almacenar ningún tipo de material ajeno a la estructura.

4.1.3. Normas de la EdeC:

4.1.3.1. PDI N-P3S-D-0697 Sótanos. (Aspectos constructivos). [9]

Generalidades.

Es importante para este tipo de construcciones hacer cumplir con la calidad de los materiales especificados, ya que al modificar esto, puede traer como consecuencia incidir en la seguridad de los sótanos. Cuando el volumen lo amerite se recomienda tomar muestras del concreto a vaciar, hacerle pruebas y ensayos con la finalidad de verificar la calidad del mismo.

Según esta norma, se debe cumplir con los siguientes pasos previos a la construcción de un sótano.

- 1. Replanteo.** En un principio, se marcará el perímetro que ocupará el sótano con pintura en la acera o pavimento con el fin de crear una guía para la rotura. En caso de que existan impedimentos se tratarán de solucionar mediante la reubicación de servicios o cambio de la geometría del sótano. En caso de que las dificultades no puedan ser superadas, se debe replantear el proyecto variando el trazado o diseño de las canalizaciones, siendo siempre la prioridad guardar la máxima seguridad de las instalaciones, necesidades de acceso y facilidad en operaciones de mantenimiento.

- 2. Exploración del terreno.** Es necesario asegurar que las canalizaciones puedan hacerse de acuerdo a lo indicado a los planos de detalle con el fin de evitar que se realicen excavaciones innecesarias. Los puntos donde se deben hacer las exploraciones con el fin de precisar las condiciones del subsuelo, existencia de canalizaciones o servicios de otras compañías son:
 - Lugar donde se requiera construir el sótano.
 - En los puntos intermedios donde la persona encargada lo considere necesario.

En la figura 22, se observan las tres formas diferentes en que puede ser realizada la exploración, esto debido a que a medida que los sótanos son de mayor tamaño pueden interferir con otros servicios o instalaciones.

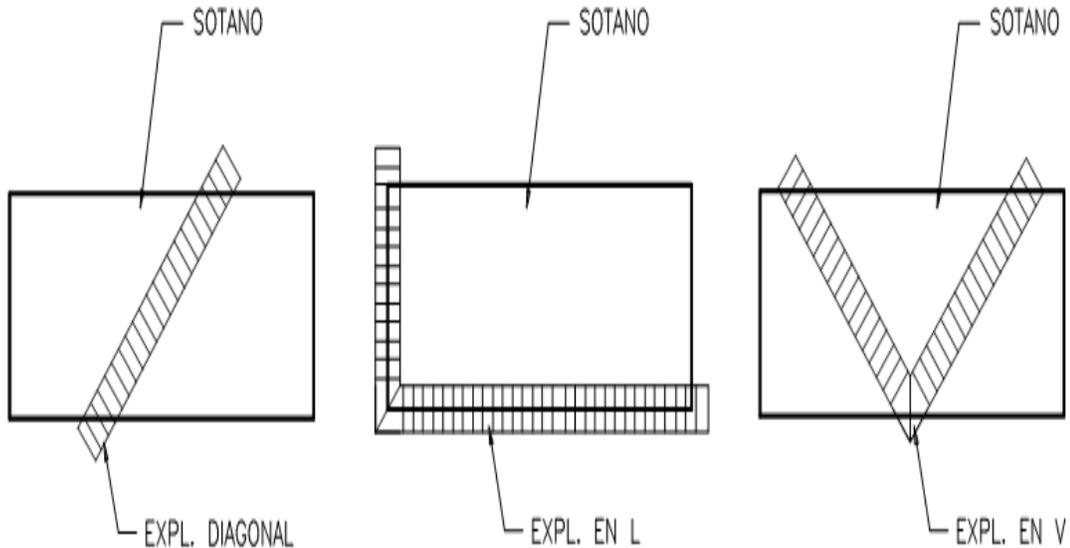


Figura 22. Exploración del terreno según EdeC.

Fuente: Norma PDI N-P3S-D-0697 Sótanos.

Estas exploraciones deben realizarse con un ancho mínimo de 70 cm y una profundidad de 25 cm por debajo de la cota de fondo del sótano.

3. Excavación. Esta acción debe tener la longitud y ancho necesarios para construir el sótano de acuerdo a las dimensiones de los planos, estas dimensiones deben ser respetadas aun cuando se requiera realizar obras de entibado. Se denominará como sobreexcavación un ancho aproximado de quince a veinte centímetros. La altura de la misma debe ser la suma del espacio libre, la losa de piso y la losa de techo; ésta se entibará cuando existan terrenos de poca consistencia y pueda ocurrir desprendimiento de tierras.

Una vez realizada la excavación, se debe acondicionar y limpiar la zona, para evitar la presencia de piedras y objetos extraños; además de realizar un perfilado de la

misma para evitar las irregularidades en el terreno, el fondo de la excavación debe dejarse uniforme y compactado.

La excavación debe ser realizada con retroexcavadora, a medida que ésta avance se nivelará y rematará con pico y pala las paredes, utilizando la plomada como guía vertical. La tierra excavada se irá colocando a un lado del sótano de manera que no obstruya la vía y se separará lo suficiente de manera que el material suelto no caiga dentro de la fosa.

“El fondo de la excavación será terreno compactado con una capa de piedra picada de cinco centímetros de espesor.”

Construcción de Sótanos.

a) **Losa de Piso.** El piso será una losa de concreto de 18 cm de espesor mínimo, la resistencia del concreto a compresión será de 180 kgf/cm^2 , con una armadura de repartición para controlar posibles agrietamientos que en un futuro pueden permitir filtraciones indeseadas. El vaciado del concreto se realizará con canalones para evitar la segregación de la mezcla.

Se tendrá en cuenta el drenaje previsto y la pendiente del suelo hacia éste debe ser de 1% como mínimo, previo al vaciado de la losa de piso se colocará una capa de piedra picada de 5 cm de espesor. El acero será colocado en ambos sentidos como lo indican las Unidades de Construcción. El recubrimiento mínimo que debe dejarse es de 7 cm por ser un elemento apoyado directamente sobre el suelo. En terrenos muy húmedos se empleará un sello hidráulico en la junta de construcción entre el piso y paredes.

En la junta entre las paredes y pisos se construirá una media caña con mortero para garantizar el drenaje y el sello de la junta piso pared, tal como se muestra en la figura 23.

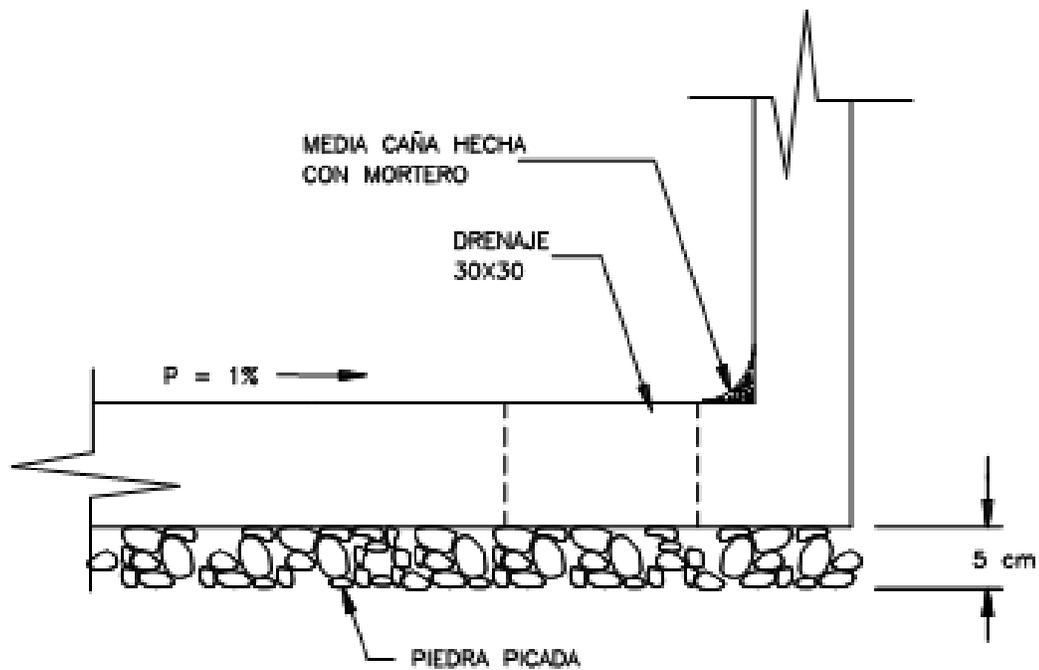


Figura 23. Indicaciones de construcción del piso, según EdeC.

Fuente: Norma PDI N-P3S-D-0697 Sótanos.

2. **Paredes.** Éstas tendrán 15 cm de espesor mínimo, la resistencia del concreto a compresión será de 180 kgf/cm^2 con una armadura principal y una repartición las cuales varían con la profundidad del sótano. El encofrado deberá apuntalarse de manera que las operaciones de vaciado no afecten la estabilidad del mismo. Se construyen los llamados embudos para la entrada y salida de tubos del sótano, para éstos se utiliza una formaleta de forma tronco piramidal, que se coloca al ras con las campanas terminales de la tubería que penetran el sótano, como se muestra en la figura 24.

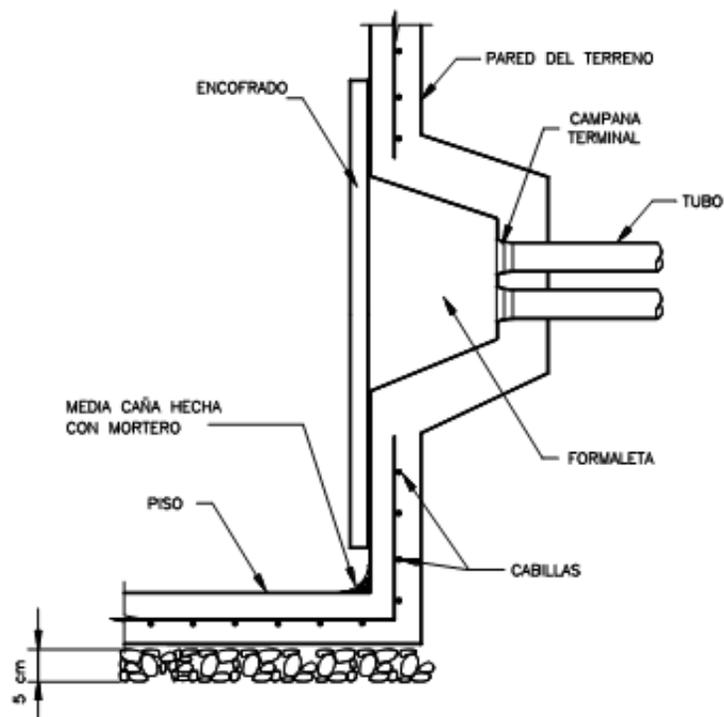


Figura 24. Indicaciones de construcción de pared, según EdeC.

Fuente: Norma PDI N-P3S-D-0697 Sótanos.

Antes de realizar el vaciado se deben colocar las barras de tierra previstas para cada sótano, éste se debe realizar por medio de canalones o carretones y debe ser vibrado para evitar zonas con aire y cangrejas indeseadas en el concreto.

Se deberá prever el sitio de colocación de los ganchos de halado, los cuales serán en forma de U y diámetro mínimo de 5/8", se ubicará en la pared opuesta a los embudos a 25 cm del piso y con una inclinación de 15° hacia arriba. En sótanos pequeños se vacían pisos y paredes al mismo tiempo y en los grandes se debe vaciar primero el piso y luego las paredes. Se desencofrará al día siguiente y se rematarán las ventanas y cualquier detalle que sea necesario en pisos y paredes.

c) **Placa de Techo.** La losa de techo debe tener como mínimo 25 cm de espesor, la resistencia del concreto a compresión será de 210 kgf/cm² con una armadura

principal y una de repartición las cuales varían con el tamaño de la placa. Se coloca el encofrado asegurando su apuntalamiento para resistir el vaciado del concreto, este puede ser metálico o de madera.

El encabillado, los marcos de rejas y tapas de acceso deben ser colocados tal como lo indican las Unidades de Construcción, la nivelación de éstos se hace usando como referencia la calzada o acera. El vaciado debe ser continuo para que no se originen juntas que luego permitan el paso de agua o agente externos.

El tiempo de fraguado del concreto es de 28 días, por lo que es recomendable que éste sea el tiempo de la puesta en servicio y el vaciado de la placa, en ningún caso el tiempo debe ser inferior a los 15 días, el desencofrado de la placa debe hacerse mínimo a los 7 días.

4.1.3.2. Unidades de Construcción para Sótanos de Transformación (EdeC)

Las unidades de la EdeC aplicables dentro de la CUC son las siguientes y las características generales se presentan posterior a la mencionada Unidad.

Sótano para un transformador trifásico hasta 500 kVA en anillo E410C, figura 25.

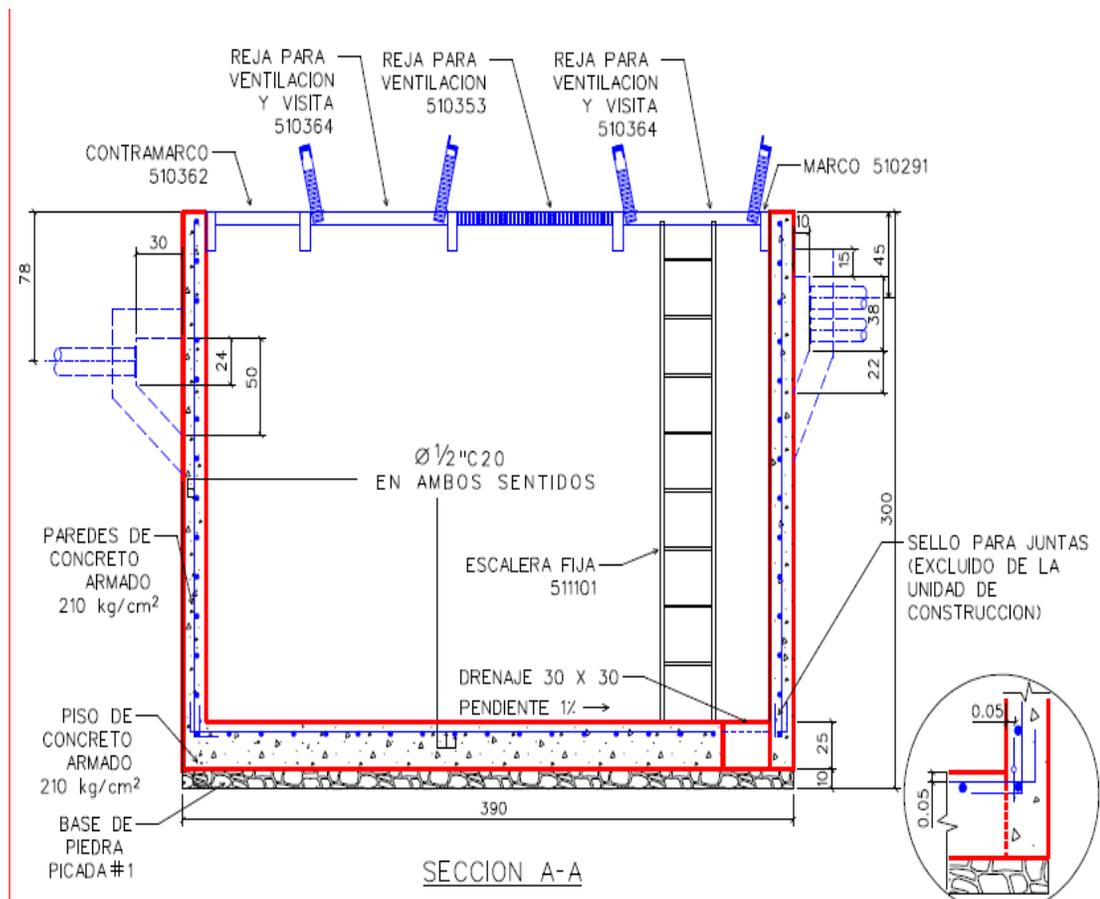


Figura 25. Corte transversal de sótano E410C.

Fuente: Unidad de Construcción E410C.

- Bóvedas: 1.
- Ancho: 3.9 m.
- Altura: 3 m.
- Pendiente hacia el drenaje: 1%.
- Cuadro de drenaje: 30 x 30 cm.
- Espesor de piedra picada #1: 10 cm.
- Espesor de piso: 25 cm.
- Resistencia a compresión del concreto del piso: 210 kg/cm².
- Espesor de Pared: 15 cm.
- Resistencia a compresión del concreto de la pared: 210 kg/cm².

Para la instalación de los transformadores en el interior del sótano se utiliza la unidad de construcción T401C, un extracto de esta se muestra en la figura 26. Es muy importante resaltar las distancias del transformador a la pared que indica la EdeC, con la finalidad de garantizar el acceso del personal especializado a la hora de ocurrir una falla o requerir mantenimiento, todas las medidas están dadas en centímetros.

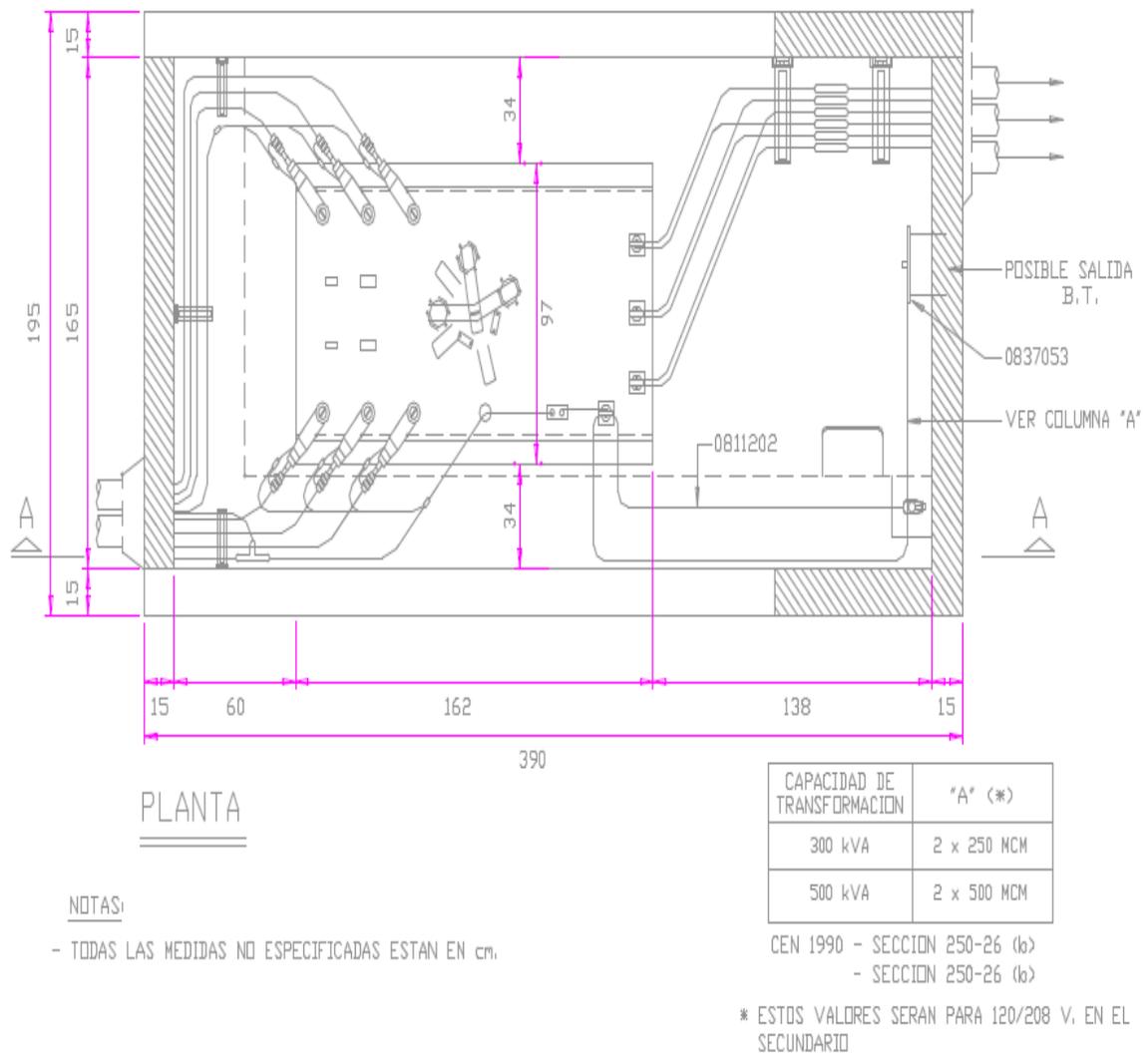


Figura 26. Disposición de un transformador en un sótano tipo E410A según EdeC.

Fuente: Unidad de Construcción T401C.

Sótano para un transformador trifásico autoprotegido de 750 o 1000 kVA en anillo E412C, figura 27.

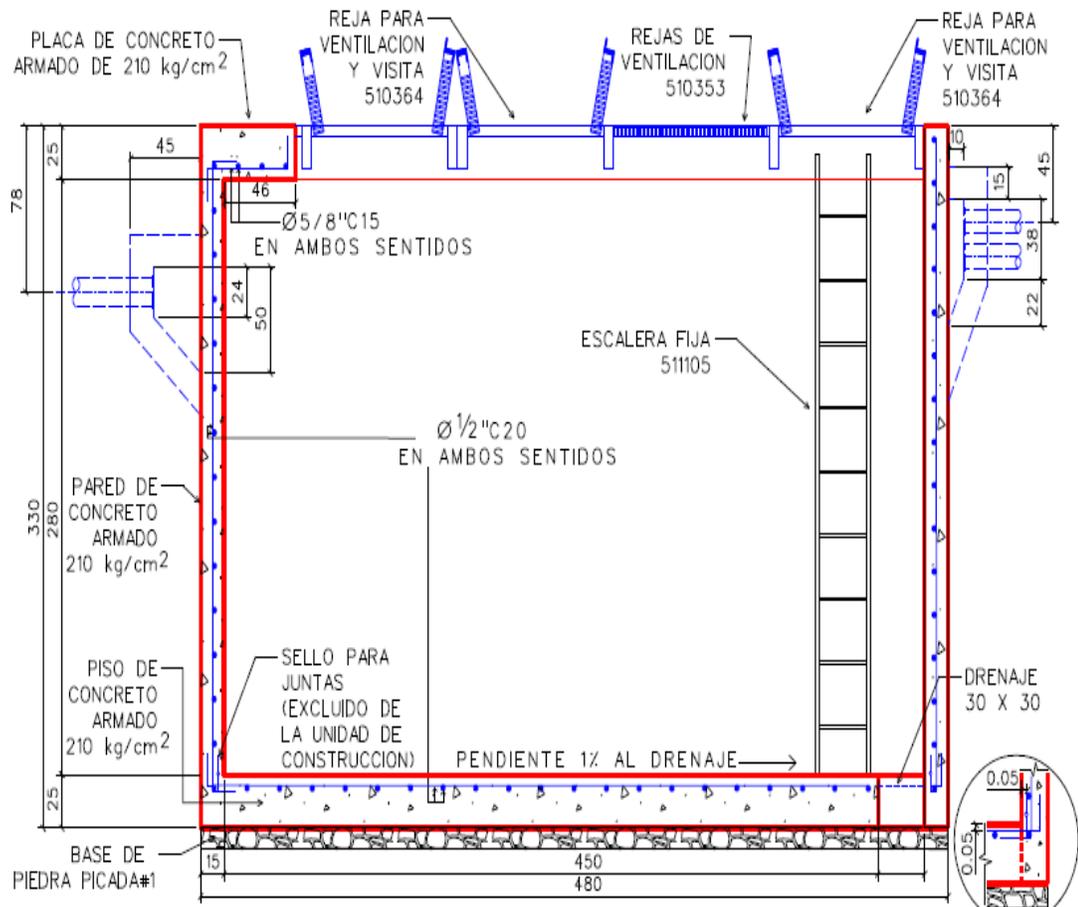


Figura 27. Corte transversal de sótano E412C.

Fuente: Unidad de Construcción E412C.

- Bóvedas: 1.
- Ancho: 4.8 m.
- Altura: 3.3 m.
- Pendiente hacia el drenaje: 1%.
- Cuadro de drenaje: 30 x 30 cm.
- Espesor de piedra picada #1: Mayor a 10 cm.
- Espesor de piso: 25 cm.
- Resistencia a compresión del concreto del piso: 210 kg/cm².
- Espesor de Pared: 15 cm.
- Resistencia a compresión del concreto de la pared: 210 kg/cm².

Para la colocación del transformador en este tipo de sótano se utiliza la unidad de construcción E403C, un extracto de ésta se aprecia en la figura 28, donde haciendo una comparación con el sótano anterior se observa que debido a que la capacidad es superior las distancias del equipo a pared también lo son.

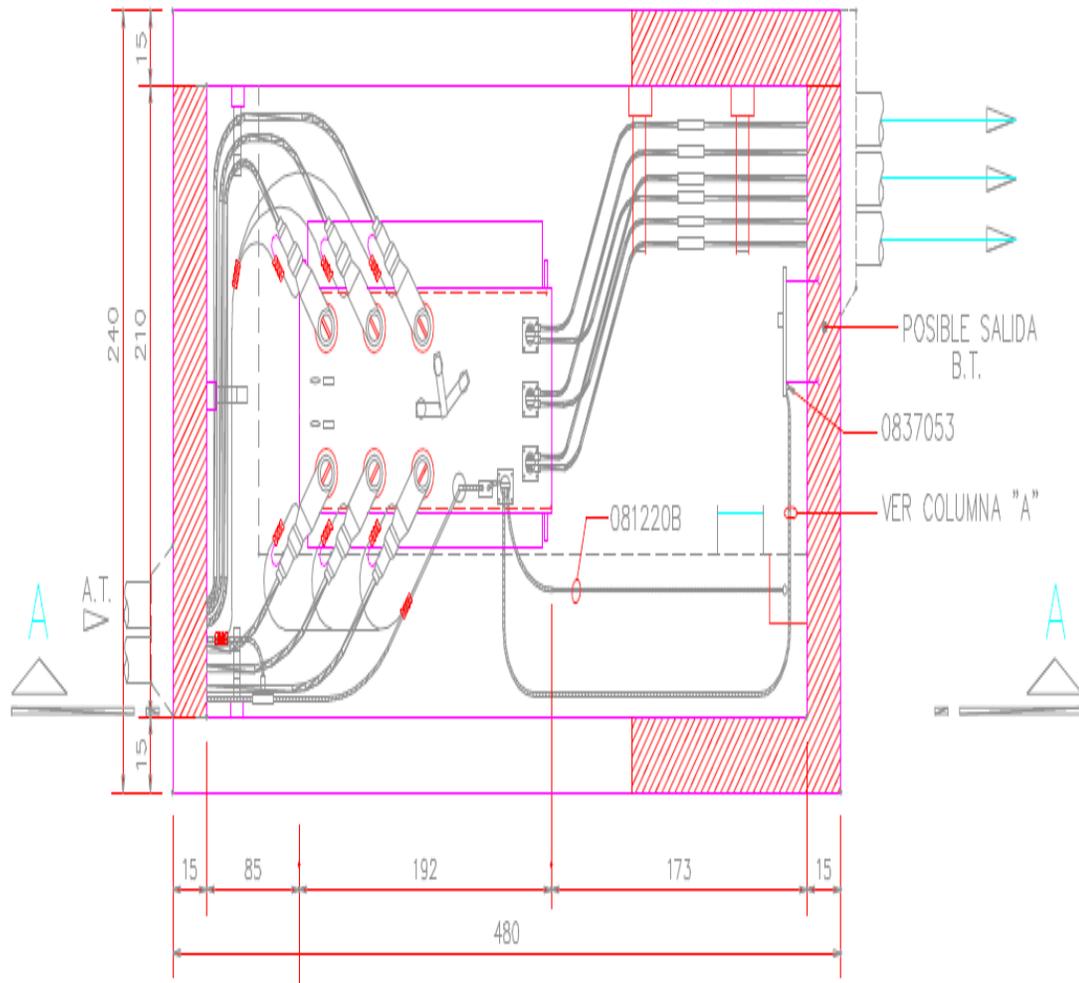


Figura 28. Disposición de un transformador en un sótano tipo E412C según EdeC.
Fuente: Unidad de Construcción E403C.

Los detalles de todas las Unidades de Construcción se presentan en el Anexo 1.

4.1.3.3. Norma PDI N-P4C-D-0697 Casillas. [10]

En esta sección se resaltarán los aspectos básicos constructivos que deben usarse en las casetas de transformadores según la EdeC, éstas deben cumplir, además, con todo lo requerido por el Código Eléctrico Nacional que fue expuesto con anterioridad. Para el cumplimiento de dichos requerimientos es necesario respetar las siguientes premisas:

- La losa de concreto en el techo debe tener un espesor mínimo de 15 cm.
- El espesor de la losa de piso debe ser superior a los 25 cm.
- El bloque utilizado en las paredes, debe ser macizo con un espesor de 20cm.
- Se deben colocar bloques de ventilación cercanos al nivel del techo, de manera que la unidad que se encuentra en el interior pueda trabajar adecuadamente.
- Las puertas deben ser metálicas y tener una resistencia al fuego de 3 horas y debajo de ésta debe haber un brocal de mínimo 10 cm para confinar el aceite de los transformadores.
- Las casetas deben ubicarse en lugares donde exista libre circulación de aire.
- La losa de piso debe tener una pendiente de 1% hacia el drenaje.
- La resistencia de concreto debe ser de 250 kg/cm^2 .

Las casetas de la CUC debido a sus características particulares, no encuentran similitud con las Unidades de Construcción de la EdeC, es por esto que se tomaran en cuenta los aspectos constructivos desde el punto de vista de los materiales civiles para así cumplir con lo requerido en el CEN.

4.1.3.4. PDI N-P2T-D-0697 Tanquillas. [11]

Las tanquillas tienen como función el acceso a cambios bruscos de dirección en las rutas de las instalaciones subterráneas, usualmente se utilizan en rutas de baja tensión

incluyendo de uno a seis tubos. En principio son cajas de concreto situadas a ras del terreno, acera o calzada con tapa metálica de acceso superior.

Para la realización de estas estructuras es necesario cumplir con los siguientes pasos:

Exploración del Terreno. La exploración para la construcción de las tanquillas es simultánea a la que se realiza para la construcción de la bancada, se hará una calicata en todos los puntos marcados para situar tanquillas, la profundidad será 25 cm mayor que la profundidad indicada para la tanquilla.

Excavación. Para realizar esta acción es necesario cumplir con los siguientes pasos:

- Los trabajos de rotura de pavimentos o excavaciones se efectuarán con el equipo adecuado y bajo el cumplimiento de la Norma de Seguridad Integral.
- La longitud y ancho que debe tener la excavación deben cumplir con lo indicado en planos y Unidades de Construcción, la profundidad debe cumplir con la suma de la altura interna más el espesor de la piedra picada.
- Luego de realizada la excavación se debe acondicionar la superficie de fondo para evitar la presencia de objetos indeseados, además se deberá realizar el perfilado de las excavaciones para eliminar las irregularidades producto de la excavación.
- El fondo de la excavación deberá dejarse uniforme y compactado, por lo que se compactarán las pequeñas aportaciones de tierra o arena que fuesen necesarias para rellenar huecos del suelo.

Construcción de la Tanquilla.

- En terrenos firmes se encofrarán las paredes internas de la tanquilla, teniendo cuidado de no obstruir la entrada de los ductos a la misma; mientras que en terrenos no firmes se encofrarán ambas caras de las paredes de la tanquilla, existiendo la posibilidad de recuperar o no el encofrado de la cara exterior.

- El acceso de la bancada a la tanquilla tiene efectos menores de dilatación que se podrían manifestar como presión sobre la pared de la tanquilla, por lo que el tubo será situado sin pegamento en el terminal acampanado de PVC, para permitir leves desplazamientos por dilatación y contracción, siempre que lo apruebe el Ingeniero Inspector.
- “El fondo de la tanquilla será terreno compactado con una capa de piedra picada de 5 cm de espesor que ayuda al drenaje de humedad manteniendo el fondo limpio”.
- La resistencia mínima del concreto a la compresión será 180 kgf/cm^2 .
- El espesor mínimo de las paredes de concreto será de 10 cm. Las tanquillas construidas en acera, no llevan refuerzos de acero en las paredes; mientras que las construidas en calzada llevan refuerzo de acero en las paredes. En las tanquillas que se construyen en calzada, es necesario colocar una media caña con mortero para garantizar el drenaje y el sello de la junta piso pared, tal como se muestra en la figura 29.
- El vaciado se realizará con carretones y/o carretillas y se permitirá el vibrado con barra o con un vibrador que se adapte al espesor de la pared. Se deberá dejar embutido en el concreto el marco de la tapa de la tanquilla.
- El curado debe ser mínimo durante 3 días para evitar grietas o fracturas del concreto.
- “El área alrededor de la tanquilla deberá ser cuidadosamente compactada al 95% del Proctor Modificado, de manera de garantizar que no existan hundimientos”.
- Luego de desencofrada la tanquilla, se debe limpiar los restos existentes de mezcla y además debe rematarse los bordes y paredes que presenten irregularidades.

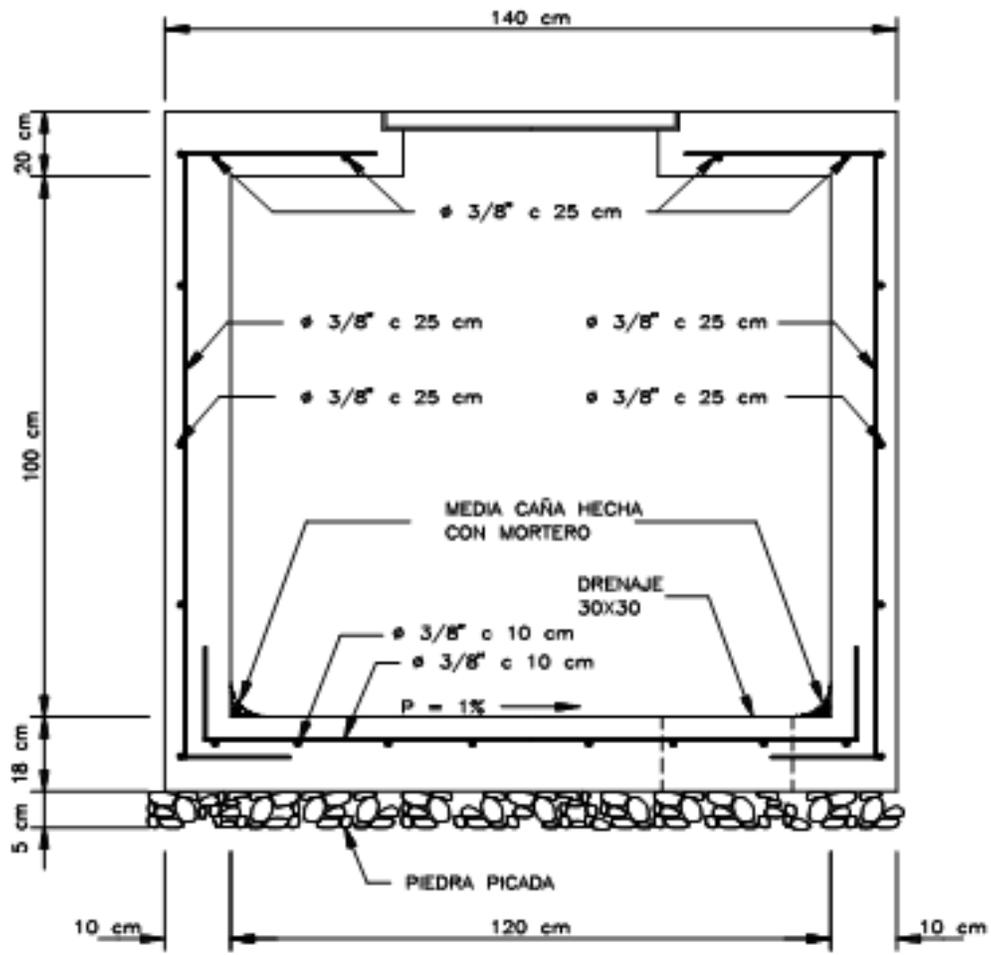


Figura 29. Especificación de tanquillas en calzadas según EdeC.
Fuente: PDI N-P2T-D-0697 Tanquillas.

En un extracto de la Unidad E119C, se observan los detalles importantes de este tipo de tanquillas, figura 30 y 31.

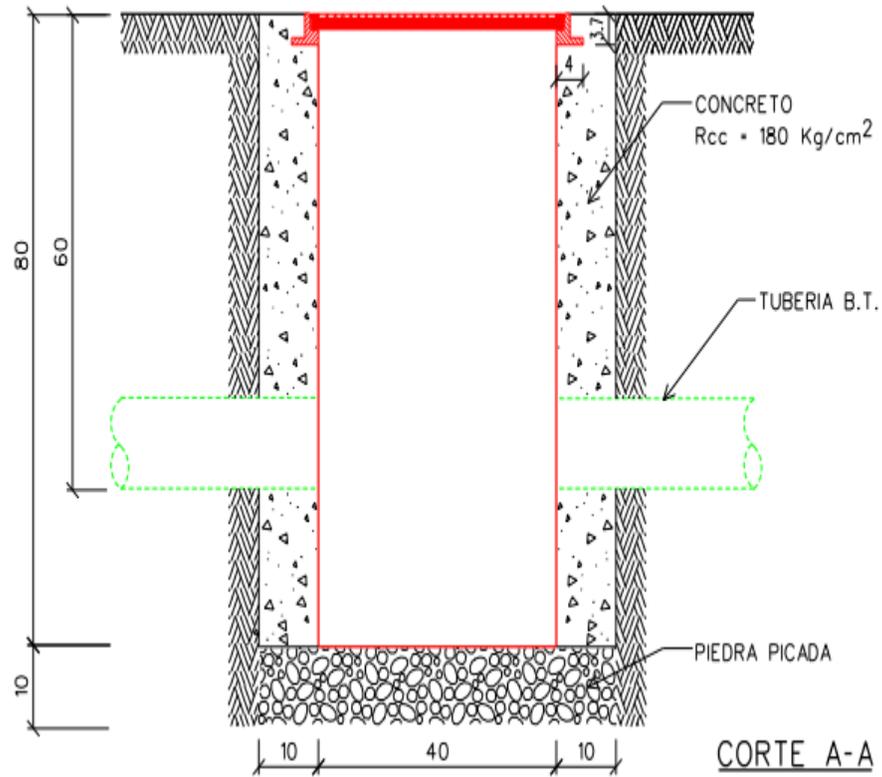


Figura 30. Tanquilla para empalme y derivación en cable de baja tensión E119C.
Fuente: Unidad de Construcción E119C.

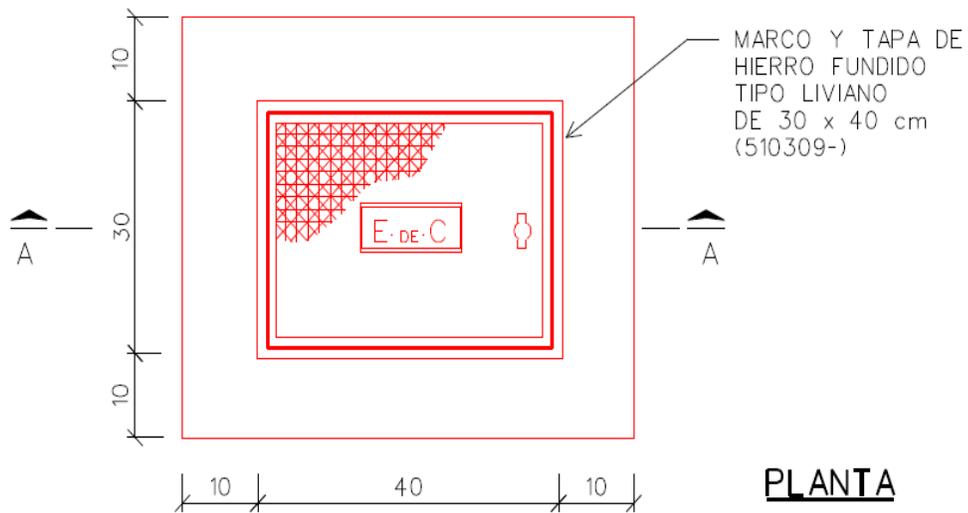


Figura 31. Tanquilla para empalme y derivación en cable de baja tensión E119C,
vista de planta.
Fuente: Unidad de Construcción E119C.

Las tanquillas E119C son utilizadas para baja tensión con un tubo y para el servicio de alumbrado público, este tipo de tanquillas deben ser construidas en zonas donde no haya acceso vehicular.

Las tanquillas existentes en la CUC no siguen los lineamientos de estas Unidades de Construcción, sin embargo si se quisiera realizar nuevas tanquillas, por cuestiones de economía es conveniente seguir dichos lineamientos o este tipo de Unidades.

4.1.4. Normativas CADAFE. [12]

Sótanos.

Los sótanos se construirán de acuerdo estas indicaciones.

- Los materiales de construcción deberán tener las características indicadas en los planos y en estas especificaciones, los accesorios metálicos en el interior del sótano deberán ser de hierro galvanizado caliente.
- Deben siempre tener un drenaje mayor a 30x30 cm y de relleno debe tener piedra picada, el piso debe ser de pendiente 1% en dirección hacia el drenaje.
- En caso de haber escalera de acceso, será de hierro galvanizado de 16 mm de diámetro.
- En las paredes opuestas a las entradas de los ductos deberán colocarse ganchos empotrados, los cuales servirán para halar conductores.
- A fin de obtener una curvatura adecuada de los conductores en la entrada a los ductos, se construirán embudos en forma y dimensiones indicadas en los planos. Además, cada ducto a su llegada al embudo, se rematará en forma de anillo cónico con bordes redondeados.
- El piso de los sótanos quedará siempre más alto que el nivel freático del terreno.

Todas las dimensiones y los materiales de construcción serán indicados en los planos correspondientes.

Las Unidades de Construcción según la empresa CADAFE de los sótanos de transformación para distribución son las E-31 y E-32, en la figura 32 y la figura 33 se observan sus cortes transversal y superior.

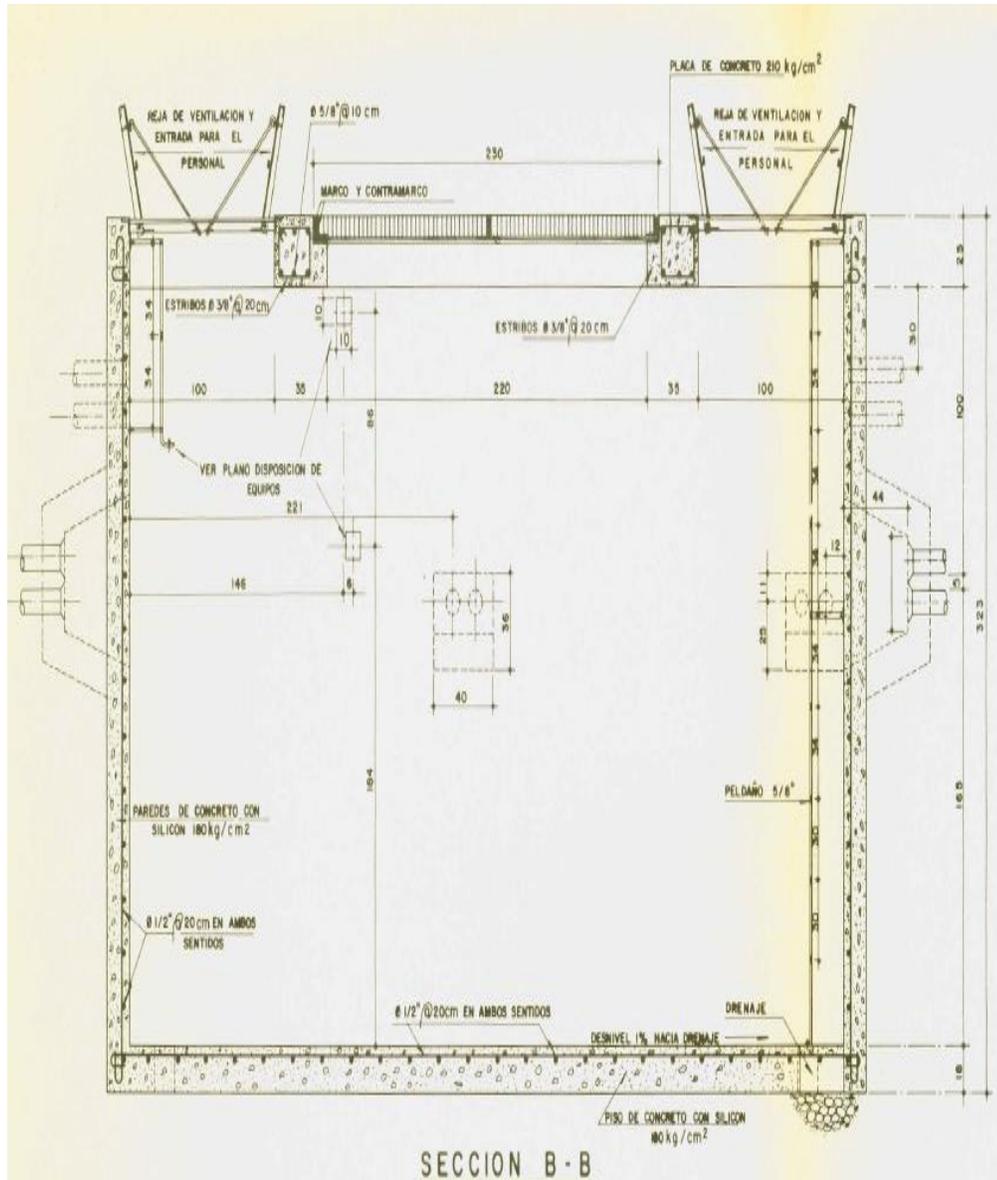


Figura 32. Corte transversal del sótano de transformación E-31 y E-32.
Fuente: Normas CADAFE, Normas para Redes de Distribución Subterráneas.

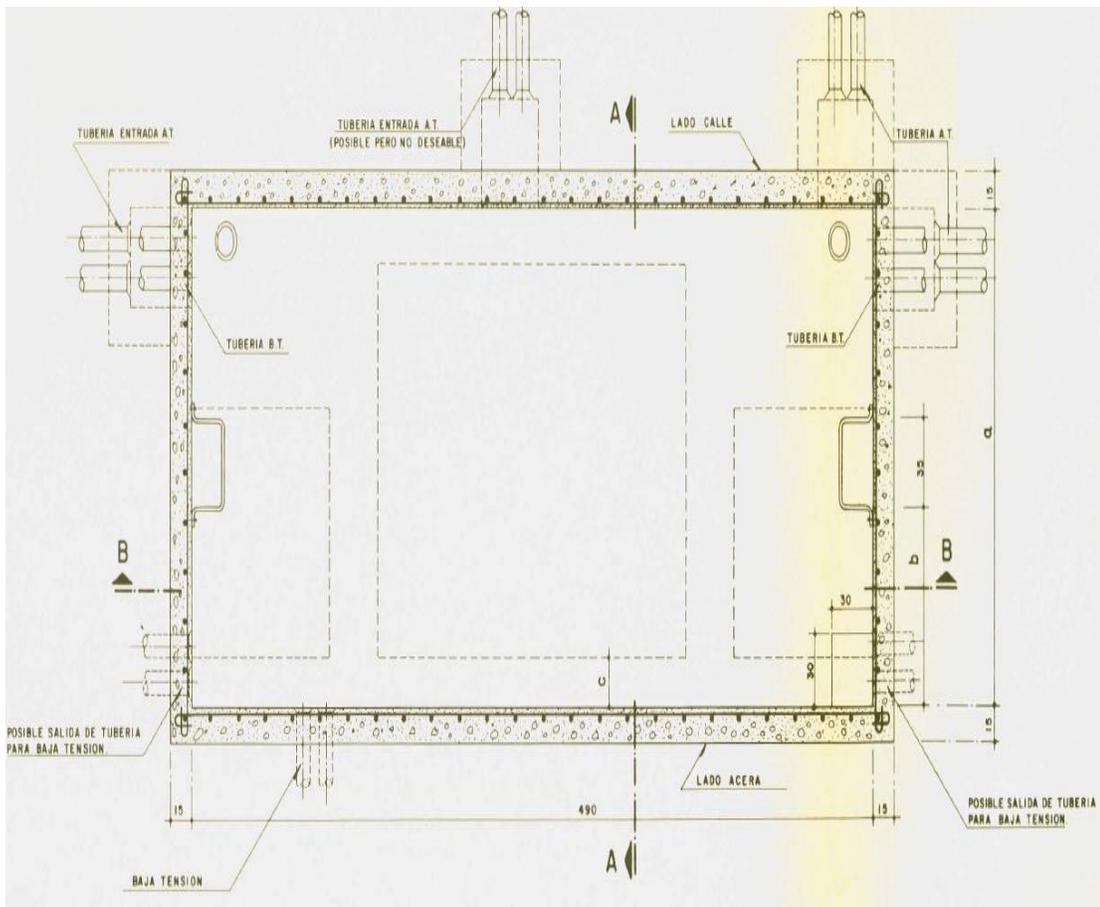


Figura 33. Corte superior de los sótanos E-31 y E-32.
Fuente: Normas CADAPE, Normas para Redes de Distribución Subterráneas.

Las dimensiones de las variables a, b y c expresadas en la figura 33 varían de acuerdo a la capacidad que será instalada en el sótano y se expresan en la tabla 12.

Tabla 12. Dimensiones variables de acuerdo al sótano, en centímetros, CADAPE.

Tipo de sótano	A	B	C
Serie E 31 Hasta 500 kVA	200	82.5	20
Serie E 32 Hasta 1000 kVA	270	170	44

Las características principales que se pueden extraer de las figuras 32 y 33 son las siguientes:

- Bóvedas: 1.
- Entradas de ventilación: 2.
- Ancho: 5.2 m.
- Altura: 3.23 m.
- Pendiente hacia el drenaje: 1%.
- Cuadro de drenaje: 30 x 30 cm.
- Espesor de piedra picada #1: No especificado.
- Espesor de piso: 18 cm.
- Resistencia a compresión del concreto del piso: 180 kg/cm².
- Espesor de Pared: 15 cm.
- Resistencia a compresión del concreto en techo: 210 kg/cm²
- Espesor en techo: 25 cm.

Tanquillas.

Las tanquillas se construirán de acuerdo a lo siguiente:

- Las tanquillas de electricidad se construirán de concreto, 150 kg/cm² con paredes de 10 cm de espesor.
- El piso de la tanquilla estará formado por una capa de piedra picada de 10 cm de espesor, para facilitar la filtración del agua que entre a la tanquilla.
- La terminación de la tubería en las paredes de la tanquilla se hará con un anillo cónico o una superficie redondeada que no ofrezca cantos vivos que puedan deteriorar conductores.
- Las tapas deberán tener una marca que permita identificar las tanquillas usadas para distribución de energía y sistemas de señales o comunicación.
- Cuando el piso de la tanquilla no pueda quedar más alto que el nivel freático del terreno, se planteará el caso a la inspección para tomar las soluciones debidas.

Puesta a tierra de los circuitos y equipos.

Según CADAFE deben conectarse a tierra las siguientes partes:

- El neutro de los transformadores, en el lado de baja tensión.
- La pantalla metálica de los cables de alta tensión, en los empalmes y conos de refuerzos terminales.
- Las partes metálicas de los equipos.
- Los neutros de los circuitos de baja tensión en las tanquillas de acometida.
- La parte metálica de los tableros de alumbrado público.

En los sótanos o casetas de transformación se colocarán dos barras de tierra, una para las partes metálicas y otra para el neutro, las cuales se introducirán en el terreno.

Para la puesta a tierra se utilizarán cables de cobre desnudos No. 4 AWG, los cuales se unirán mediante conectores apropiados a las barras de tierra clavadas en el terreno. Las barras serán de cobre “COPPERWELD”, de 5/8” x 8’ de longitud.

A lo largo de uno o un grupo de circuitos, todas las barras de tierra a las cuales estén conectadas las pantallas metálicas de los cables de alta tensión, deberán estar unidas entre sí mediante un cable desnudo de cobre No. 2 AWG desde el extremo del o los circuitos, hasta el neutro de la subestación de distribución. Este cable irá colocado en uno cualquiera de los ductos de alta tensión ocupados.

Se conectará a tierra el neutro de los circuitos de alumbrado público a través de barras clavadas en el fondo de algunas tanquillas, a distancias de 150 m.

Las resistencias de las puestas a tierra serán inferiores a 25 Ohms y deben medirse en el momento de la instalación. Si no puede obtenerse este valor, se utilizarán varias barras conectadas en paralelo, hasta que se obtenga el valor de puesta a tierra. Puede

utilizarse cualquier procedimiento de medición reconocido, pero se recomienda el de las dos tierras auxiliares.

4.1.5. Criterios generales para la creación de las Unidades de Construcción de los elementos UCV

Sótanos de transformación.

En la siguiente tabla 13 se presentan unas medidas sugeridas para la instalación de los transformadores para los sótanos CUC.

Tabla 13. Criterios para la elaboración de las Unidades de Construcción de los sótanos CUC.

Capacidad del Transformador (kVA)	Distancia de pared al punto de conexión de los cables al transformador. (cm)	Distancia de pared a radiador. (cm)
300	60	15
500	60	30
1000	90	45

- a) En caso de instalar un transformador de 300 kVA, el espacio entre pared y radiador debe ser superior a los 15 cm.
- b) El cable de tierra debe estar desnudo.
- c) El cable de neutro debe estar aislado.
- d) Todas las salidas de cables de los sótanos deben estar protegidas con cortafuegos.

Tanquillas.

- a) Las aberturas de acceso rectangulares deben medir más de 650 x 550 mm y las aberturas redondas deben medir más de 650 mm de diámetro.

- b) El espacio libre de trabajo debe ser mayor a los 92 cm.
- c) El fondo de la tanquilla será terreno compactado con una capa de piedra picada de 10 cm de espesor.
- d) Las tapas deberán tener una marca que permita identificar las tanquillas.

Casetas.

Actualmente en la universidad no se plantea construir nuevas casetas de iluminación, en caso de que en un futuro se quieran implementar debido a sus características particulares deben valorarse los lineamientos patrimoniales de la Ciudad Universitaria de Caracas.

En el anexo 2 se presentan las propuestas de Unidades de Construcción.

CAPÍTULO V

VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES

Las instalaciones de distribución construidas dentro de la CUC, en su mayoría fueron construidas y diseñadas hace más de cuarenta años y con el pasar del tiempo algunas han sido actualizadas. Como aporte a estas labores de actualización se procedió a verificar el cumplimiento de la normativa actual en una muestra del sistema, con la colaboración de la “Dirección de Mantenimiento de la Universidad Central de Venezuela”.

5.1. Sótanos de transformación.

Laboratorio de Química (ST-32)

Este sótano posee un transformador autoprotegido conectado al anillo cuya capacidad es de 300 kVA, su disposición es en delta-estrella, en el momento de la inspección este se encontraba seco y libre de escombros. En la tabla 14 se presentan los puntos importantes que cumple o no esta estructura.

En la figura 34 se evidencia que la pletina de neutro no está conectada con la tierra, además se puede observar que las bancadas no poseen espuma cortafuego en las salidas de baja tensión.



Figura 34. Aspectos a resaltar en el sótano del IMME.
Fuente: El Autor. Fecha: Septiembre 2012.

Edificio de Aulas Luis Damiani. (ST-37)

En este sótano se cuenta con un transformador de 500 kVA, conexión en anillo configurado en delta- estrella, en la tabla 14 se evidencian los aspectos más relevantes de su levantamiento.

En la figura 35 se resalta la ausencia de material cortafuego en las bancadas de baja tensión, además se puede apreciar que las chaquetas de los cables de alta están puestas a tierra y las fases están identificadas con los colores amarillo, azul y rojo.



Figura 35. Sótano del edificio de Aulas, sin cortafuegos en la salida de baja tensión.

Fuente: El Autor. Fecha: Septiembre 2012.

En la figura 36 se observa desorden en la bancada de salida de baja tensión, puesto que por cada tubo debería ir tres portadores de corriente, aunado a esto, el tubo existe un franco deterioro de su estructura, que al momento de requerirse el halado del cable puede propiciar deterioro del aislamiento.



Figura 36. Bancada de baja, en el sótano de aulas.
Fuente: El Autor. Fecha: Septiembre 2012.

En este sótano, existe una conexión efectiva entre el transformador y la barra de tierra, ésta se encuentra colocada en el drenaje de la estructura y se evidencia la piedra picada del mismo. Además, está la conexión entre la pletina de tierra y la de neutro, en donde se aprecia que el cable de tierra es desnudo mientras que el de neutro está aislado, todo esto puede ser observado en la figura 37.



Figura 37. Sistema de tierra, sótano de aulas.
Fuente: El Autor. Fecha: Septiembre 2012.

Jardín Botánico de Caracas. (ST-9)

En este sótano se encuentra un transformador de 300 kVA, conexión radial configurado en delta-estrella, a continuación los aspectos más relevantes de su levantamiento. Ver tabla 14.

Este sótano no ha sido intervenido para realizar actualizaciones o remodelaciones recientemente, es por esto que no presenta pletinas de neutro y tierra, debido a esto en el drenaje se encuentran dos barras que recolectan los neutros y la tierra respectivamente, tal como se muestra en la figura 38, en esta misma imagen se aprecian desperdicios en la piedra picada del drenaje. Otro punto importante a resaltar es que el lado de alta no posee identificación de fases, lo cual se puede observar en la figura 39, esto trae como consecuencia que cuando se desee ampliar la carga o cambiar el transformador va a ser necesaria una verificación de fases para evitar causar daños a equipos que se encuentren aguas abajo.



Figura 38. Drenaje del sótano del Jardín Botánico de Caracas.

Fuente: El Autor. Fecha: Octubre 2012.



Figura 39. Lado de alta tensión en el transformador de Jardín Botánico de Caracas.

Fuente: El Autor. Fecha: Octubre 2012.

Sótano Comedor UCV (ST-7)

Se cuenta con tres transformadores de 100 kVA que conforman un banco de una capacidad de 300 kVA, su conexión es radial y su configuración es en delta-estrella, en la tabla 14 se aprecian los aspectos más relevantes de este levantamiento.

Al realizar la verificación del estado del sótano, se observa que los cables no presentan ninguna identificación con respecto a las fases, algunos presentan daños en el aislamiento y existen muchos desperdicios como se muestra en la figura 40.



Figura 40. Situaciones encontradas en el sótano.
Fuente: El Autor. Fecha: Mayo 2013.

En este sótano durante el levantamiento se consiguió que el banco de transformadores no estaba conectado a tierra debido a que el conductor desnudo se encontraba vandálicamente cortado, aunado a esto el drenaje no poseía piedra picada en su superficie, lo que queda evidenciado en la figura 41.

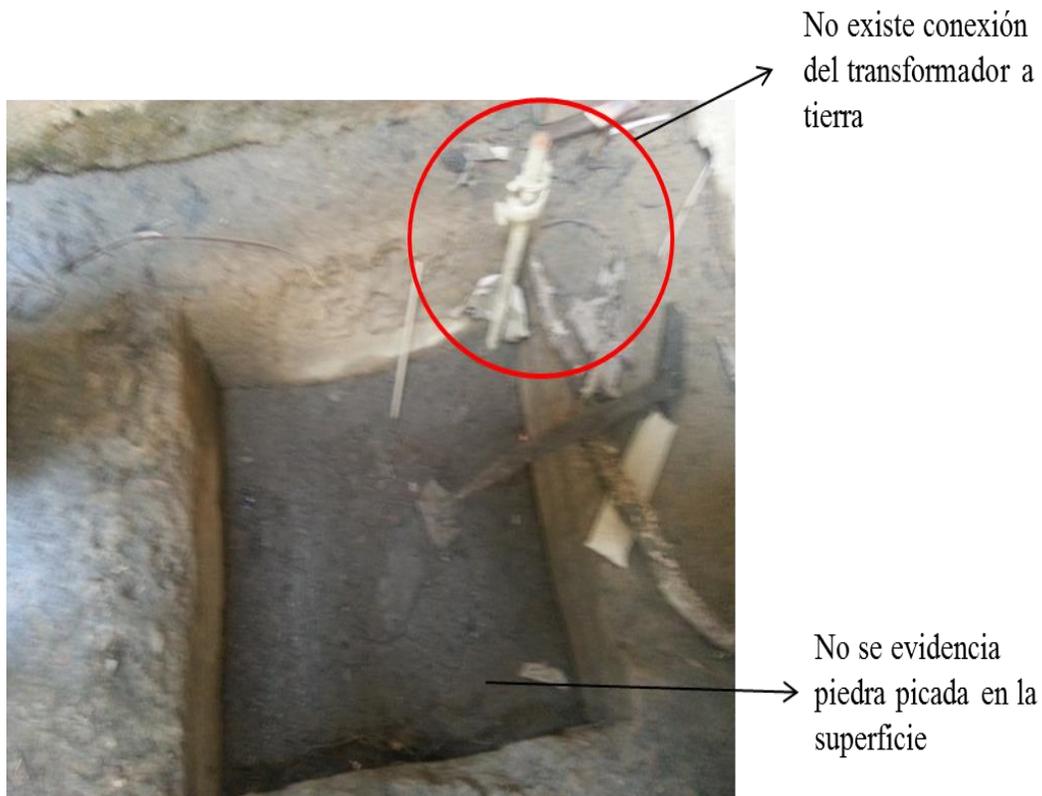


Figura 41. Drenaje del sótano.
Fuente: El Autor. Fecha: Mayo 2013.

Sótano Decanato de Medicina, Escuela Razetti. ST-24

Este posee en su interior dos transformadores, uno de 300 kVA y otro de 500 kVA, teniendo así una capacidad total de 800 kVA, en la tabla 14 se presentan los aspectos más importantes de esta estructura.

Los cables de la bancada del transformador de 500 kVA, no salen del sótano a través de un tubo. El drenaje no posee piedra picada en su superficie, esto es mostrado en la figura 42.



No se evidencia
piedra picada en la
superficie del Drenaje



Ausencia de tuberías
subterráneas

Figura 42. Aspectos relevantes del levantamiento.
Fuente: El Autor. Fecha: Mayo 2013.

Tabla 14. Aspectos importantes de los sótanos de transformación

Condición Importante	¿Se Cumple?				
	ST-32	ST-37	ST-9	ST-7	ST-24
Sótanos:					
Escalera Adosada	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Transformador autoprotegido	Sí	Sí	No	No	No
Banco de transformadores	No	No	No	Sí	No
Identificación de fases en los circuitos de alta	Sí	Sí	No	No	Sí
Identificación de fases en los circuitos de baja	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Posee desperdicios dentro del sótano	No	No	Sí	Sí	No
El conductor de neutro es aislado	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Existen pletinas de neutro y tierra	Sí	Sí	No	No	Sí
Están conectadas la pletina de neutro y la de tierra	No	Sí	No aplica	No aplica	Sí
Los cables están colocados sobre soportes mecánicos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Los cables colocados sobre soportes mecánicos poseen cerámica aisladora	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Existe barra de tierra	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
El transformador posee placa legible	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
El transformador está colocado de manera firme sobre el piso	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
El drenaje posee piedra picada en la superficie	Sí	Sí	Sí	No	Sí
El sótano posee espuma cortafuegos	No	No	No	No	No
El cableado posee cinta cortafuegos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

5.2. Casetas de alumbrado público

Caseta del Edificio de Hidráulica CT-43.

Esta caseta posee un banco de transformadores monofásicos de 100 kVA cada uno, esta caseta posee dos tableros donde se controlan circuitos de iluminación. En la tabla 15 se enuncian condiciones importantes que se recomienda seguir.

El banco de transformadores está conectado en delta-estrella. En la figura 43 se observa que las conexiones se ven comprometidas, ya que en el aislamiento de los cables se evidencia alto deterioro.

Deterioro en el aislamiento



Figura 43. Banco de transformadores en Caseta de Hidráulica CT-43.
Fuente: El Autor. Fecha: Septiembre 2012.

El tablero que controla la iluminación externa a la caseta, posee características que resultan importante resaltar. No cuenta con una tapa que brinde protección al personal de mantenimiento ya que las barras se encuentran totalmente expuestas. No se evidencia barra de tierra pero si barra de neutro, la conexión del neutro a la barra no es la deseada, ya que no es directa a los orificios de la barra; otra condición que llama la atención es que existe un circuito de donde sale un cable que no posee conexión galvánica en el otro extremo. Todas estas características se observan en la figura 44. Es importante aplicar correcciones a las condiciones mencionadas, ya que de esta manera se le brinda mayor seguridad al personal encargado de la supervisión y mantenimiento.

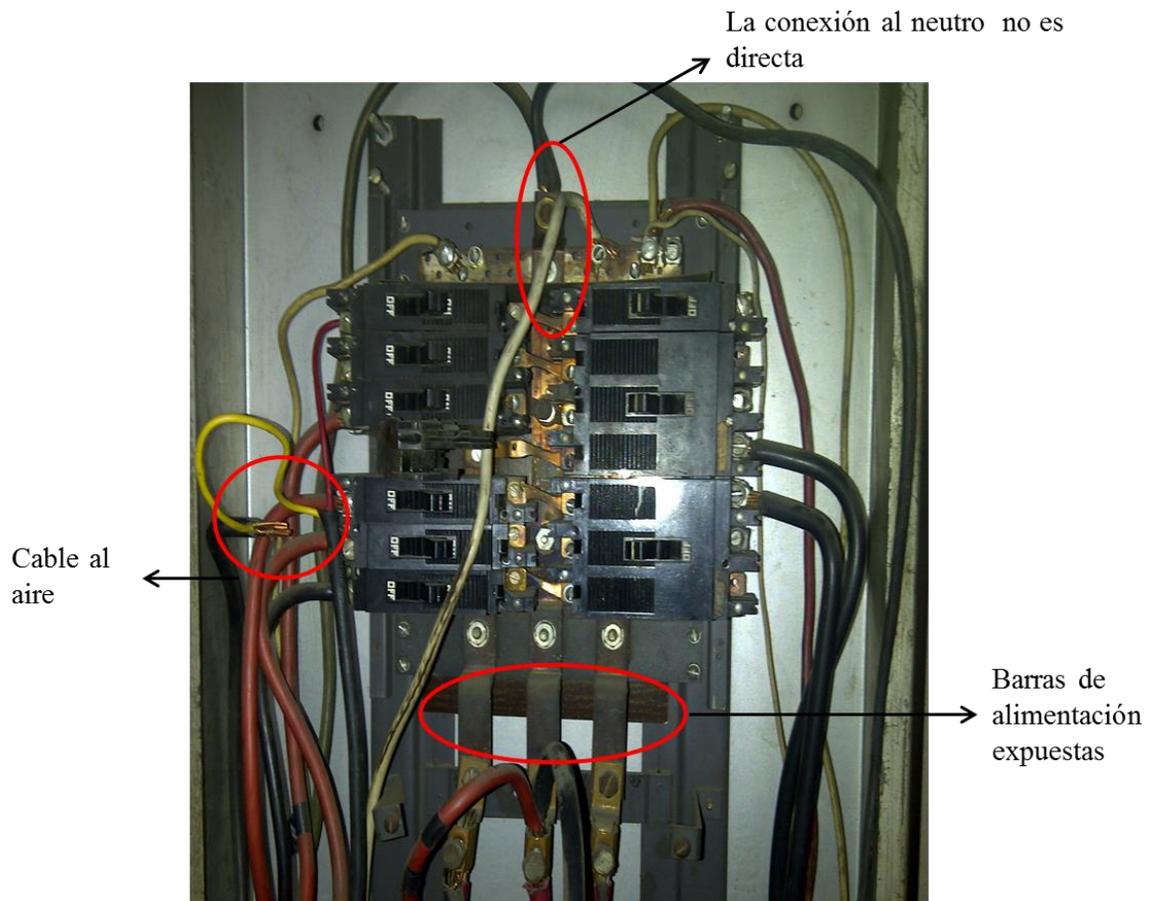


Figura 44. Tablero de Caseta de Hidráulica.
Fuente: El Autor. Fecha: Septiembre 2012.

Caseta de Trabajo de Social. (CT-6)

Esta caseta posee un transformador autoprotegido con una capacidad de 150 kVA, cuyas características principales se exponen en la tabla 15.

En la figura 45, se observa el transformador que suministra energía a los circuitos asociados a esta caseta, donde se aprecia la identificación de los circuitos por fase, en la misma imagen se evidencia la conexión efectiva entre la pletina de neutro y tierra, adicional a esto se evidencia que la salida de cables de la caseta cuenta con espuma corta fuego, lo cual protege a las personas e instalaciones que se encuentren en las edificaciones adyacentes ante un eventual incendio dentro de la caseta.

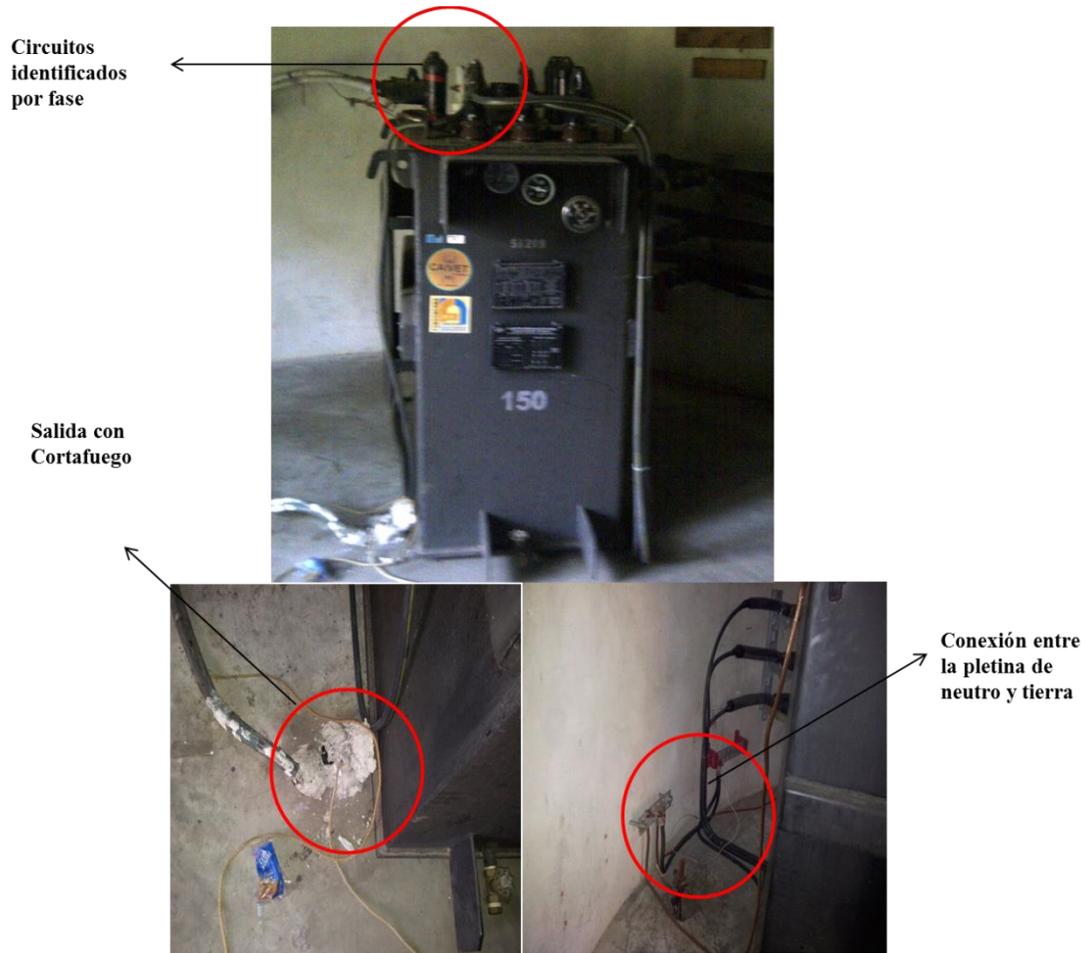


Figura 45. Aspectos relevantes de la Caseta de Trabajo Social.

Fuente: El Autor. Fecha: Octubre 2012.

En esta caseta existen varias irregularidades desde el punto de vista de instalación eléctrica. En la figura 46 se aprecia que la caja de paso que se encuentra debajo del tablero, no cuenta con tapa, además a ésta llegan cables que no entran por la tubería sino por encima de la misma, lo cual no permitiría colocar la tapa ausente en esta pieza. El tablero tampoco posee tapa lo cual puede generar cierto riesgo eléctrico.

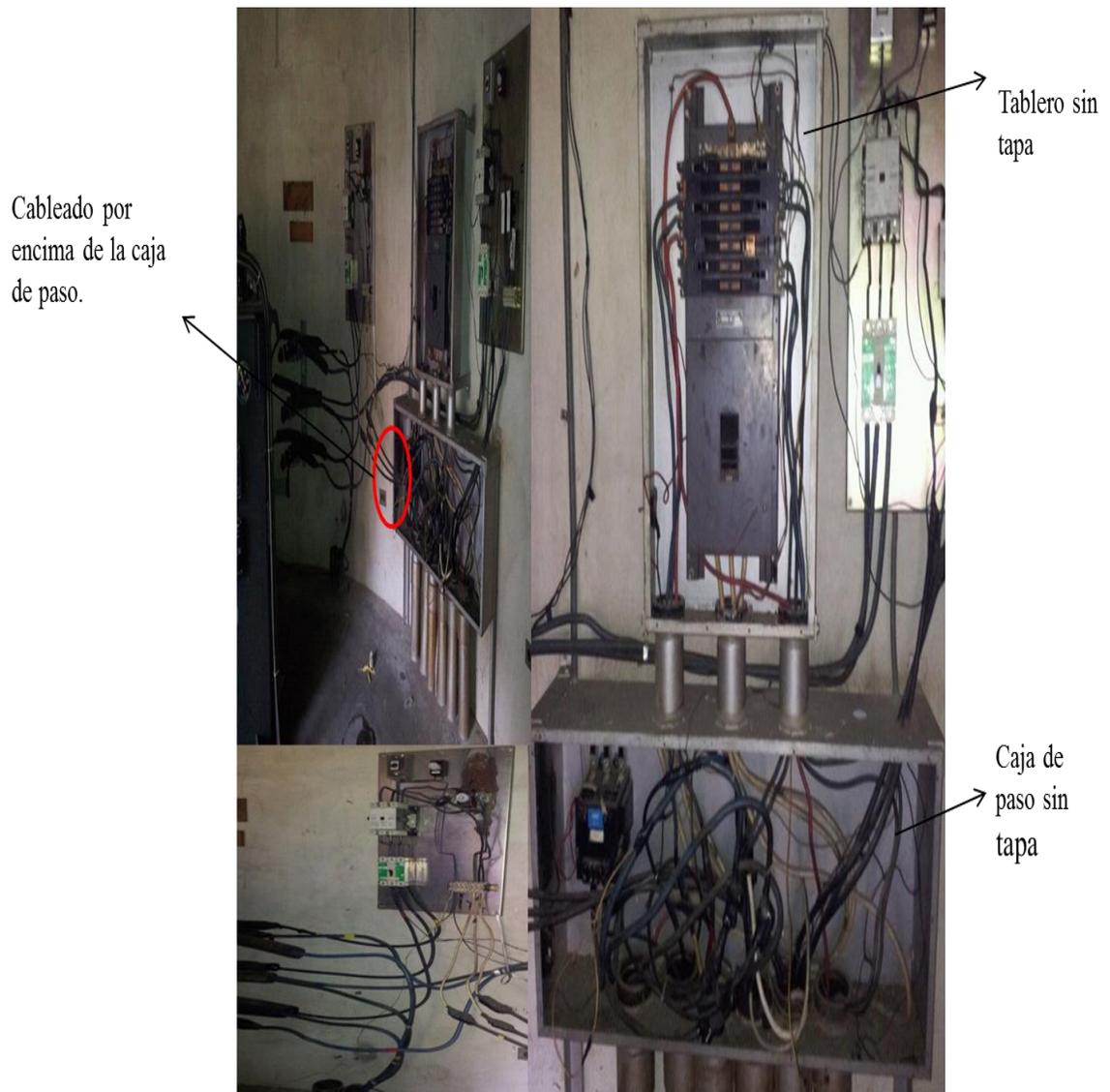


Figura 46. Aspectos importantes de la caseta CT-6.
Fuente: El Autor. Fecha: Septiembre 2012.

Tabla 15. Aspectos importantes encontrados en las casetas

Condición Importante	¿Se Cumple?	
	CT-43	CT-6
Casetas:		
Transformador autoprotegido	No	Sí
Banco de transformadores	Sí	No
Identificación de fases en los circuitos de alta	No	Sí
Identificación de fases en los circuitos de baja	No	Sí
Existen desperdicios dentro de la caseta	Sí	No
El conductor de neutro es aislado	Sí	Sí
Existen pletinas de neutro y tierra	No	Sí
Están conectadas la pletina de neutro y la de tierra	No Aplica	Sí
Los cables están colocados sobre soportes mecánicos	No Aplica	Sí
Los cables colocados sobre soportes mecánicos poseen cerámica aisladora	No Aplica	Sí
Existe barra de tierra	Sí	Sí
El transformador posee placa legible	No	Sí
Los tableros poseen tapas	No	No
El drenaje posee piedra picada en la superficie		No
La caseta posee espuma cortafuegos	No	Sí
El cableado posee cinta cortafuegos	No	No

5.3. Tanquillas de paso

Tanquilla AT-19

Esta tanquilla de paso de alta tensión se encuentra en las adyacencias de la Escuela de Comunicación Social y Tierra de Nadie, sus principales características se representan en la tabla 16.

En la figura 47 se puede apreciar que los circuitos en su mayoría están identificados, los soportes mecánicos en su mayoría presentan aisladores para soportar los cables, algunos cables presentan empalmes y en estos el aislamiento no se ve comprometido. Como todas las estructuras de servicio características de la CUC, esta tanquilla resulta bastante amplia, por lo que se puede aseverar que cumple con los requerimientos de espacio conforme al diámetro del cable, la tapa de la misma es circular, pesada y tiene su debida identificación.

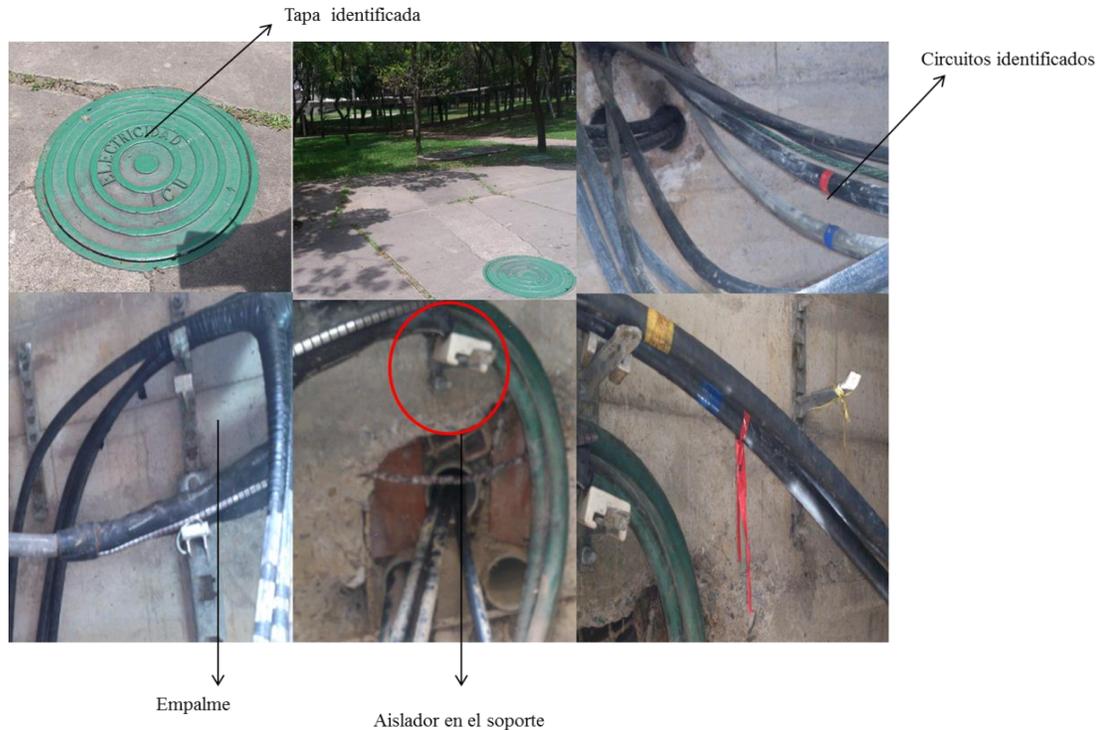


Figura 47. Aspectos relevantes de la tanquilla AT-19.

Fuente: El Autor. Fecha: Mayo 2013.

Tanquilla AT-94

La tanquilla se ubica en Tierra de Nadie en las cercanías de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Sus características se registran en la tabla 16.

La mencionada tanquilla, cuyo registro fotográfico se refleja en la figura 48, es octogonal, posee escalera adosada e identificación en la tapa, sus paredes poseen raíces ramificadas, lo cual puede ser perjudicial para el concreto, en el interior de misma se encuentran desechos de mantenimientos previos que se han realizado y basura. Esta tanquilla no posee soportes para cables, lo cual obliga a que los mismos se encuentren en el piso tal como muestra el registro fotográfico.

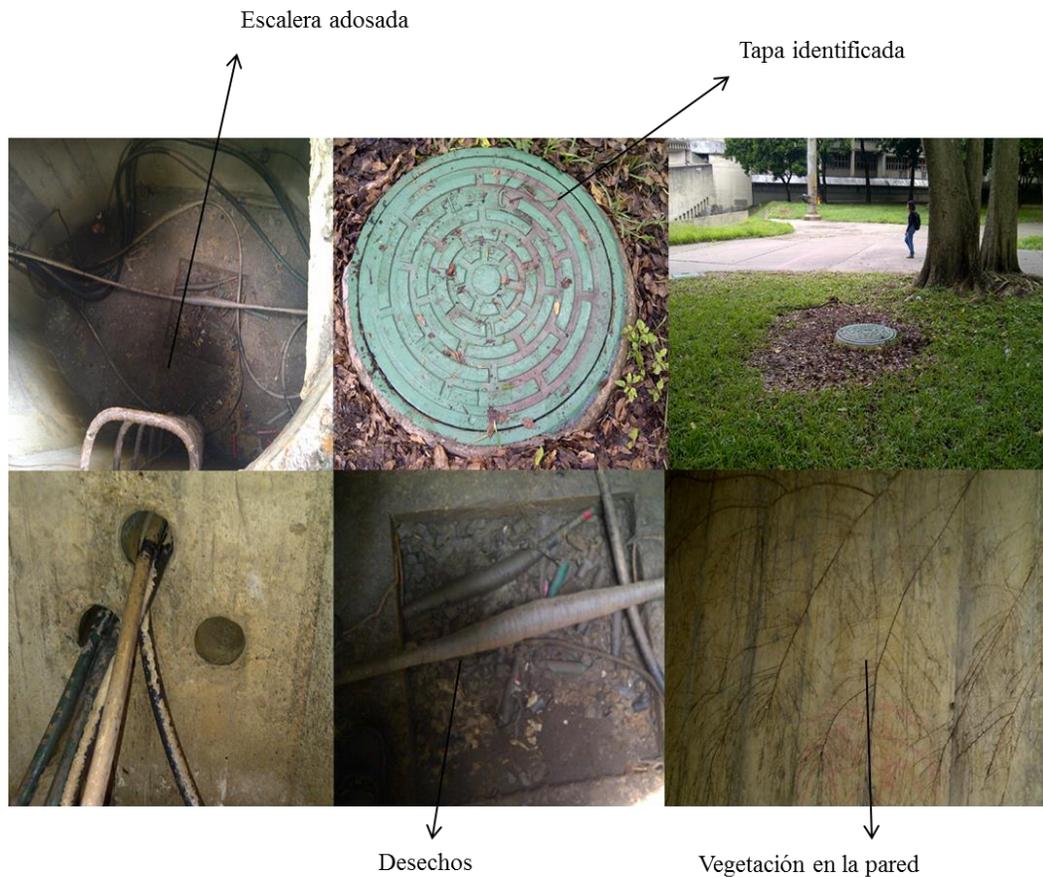


Figura 48. Aspectos relevantes de la tanquilla AT-94.
Fuente: El Autor. Fecha: Mayo 2013.

Tabla 16. Aspectos Importantes de las Tanquillas de la CUC.

Condición Importante	¿Se Cumple?	
	AT-19	AT-94
Tanquillas		
Tapa identificada	Sí	Sí
Funcionamiento del drenaje.	Normal	Normal
Cables en soporte	Algunos cables en soportes	No
Cables con empalmes	Sí, todos	Sí, todos
Identificación de circuitos	Sí	No
Escalera adosada	No	Sí
Tanquilla limpia	No	No

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES PROGRAMAS COMERCIALES DE PRESUPUESTOS Y BASE DE DATOS

En el campo laboral, especialmente en el área de construcción y ejecución de proyectos, se utilizan muchos programas con fines comerciales especializados en el manejo de bases de datos, elaboración de presupuestos y creación de partidas, a continuación se seleccionan tres programas conocidos en el área y se realiza una comparación entre éstos.

6.1. Maprex Presupuestos

El programa es desarrollado por la empresa “Ingeniería Laing CA (RIF J-00365013-7) *Software, Service & Training.*” Éste se encarga de la elaboración y manejo de análisis de precios, presupuestos y bases de datos, tanto para el sector de la construcción como para el petrolero. Además, este programa permite la exportación de datos a Excel. El software está compuesto por tres tipos de módulos. [13]

- **Módulo Principal.** Aparece al iniciar el sistema, éste contiene todas las opciones del programa, las cuales están ubicadas en una barra vertical a la izquierda de la pantalla, tal como se muestra en la figura 49.

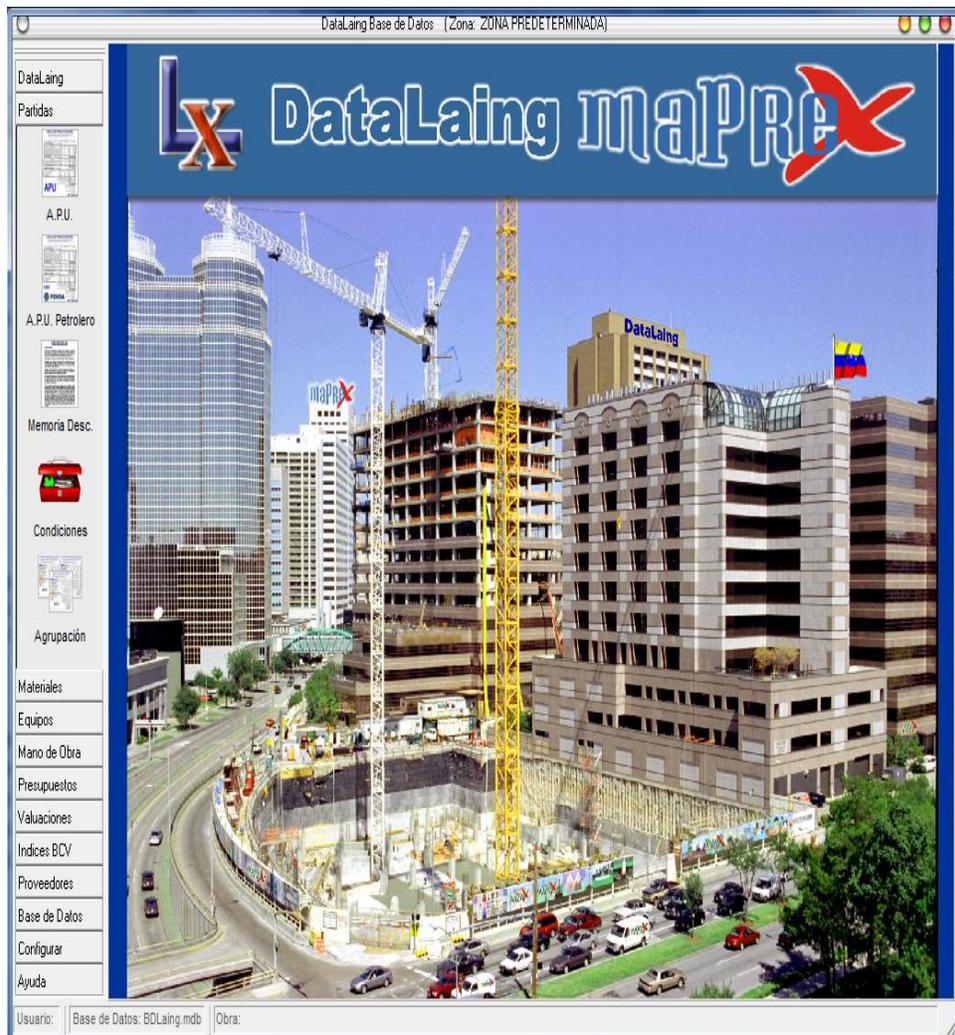


Figura 49. Módulo principal, Maprex

- **Módulo de Visualización.** Al presionar las opciones del módulo principal, se despliega una pantalla con todos los registros de la tabla a consultar dentro de un *grid* o cuadrícula, en donde se permite buscar, filtrar e imprimir los contenidos de la base de datos, esto se puede observar en la figura 50.

MaPreX Partidas (Base de Datos: BDLaing.mdb) (Zona: ZONA PREDETERMINADA)

Referencia	Código	Descripción	Und.	Rendimiento	Agrupación
▶ ARB001	C.S/C	REFORESTACION DE TALUDES	m2	160,000000	
ARB002	ES/C	SUMINISTRO Y SIEMBRA DE AR	und	20,000000	
ARB003	ES/C	PODA Y TRATAMIENTO FITOSAN	und	5,000000	
ARB004	ES/C	PODA Y TRATAMIENTO FITOSAN	und	4,000000	
ARB005	ES/C	PODA Y TRATAMIENTO FITOSAN	und	0,800000	
ARB006	ES/C	PODA Y TRATAMIENTO FITOSAN	und	0,500000	
ARB007	ES/C	PODA Y TRATAMIENTO FITOSAN	und	0,750000	
ARB008	ES/C	TALA DE ARBOLES CON ALTUR	und	4,000000	
ARB009	ES/C	TALA DE ARBOLES DE 12 A 18 m	und	0,750000	
ARB010	ES/C	TALA DE ARBOLES MAYORES D	und	0,750000	
ARB011	ES/C	TALA DE ARBOLES ESPECIALES	und	0,700000	
ARB012	ES/C	DESRAIZAMIENTO DE ARBOLES	und	3,000000	
ARB013	ES/C	TALA DE ARBOLES MAYORES D	und	0,800000	
ARB014	ES/C	TALA DE ARBOLES ESPECIALES	und	0,700000	
ARB015	ES/C	TALA Y DESRAIZAMIENTO DE AI	und	4,000000	
ARB016	E811100000	SUMINISTRO Y SIEMBRA DE AR	oza	40,000000	

Comentario: Und.: m2

Descripción (Completa): REFORESTACION DE TALUDES UTILIZANDO FAJINAS Y ESTACAS, INCLUYENDO ABONO

DataLaing Filtro por Código: Ver todas las Partidas Filtro por Agrupación: Ver Todas Las Partidas 8608

PARTIDAS

Figura 50. Módulo de visualización, Maprex

- **Módulo de Ficha.** Muestra todos los datos de registro de una determinada tabla, se representan en forma de ficha, este módulo permite crear, modificar, eliminar y buscar registros de la base de datos. Un ejemplo de este módulo se puede observar en la figura 51.

Figura 51. Módulo de ficha, Maprex

El programa Maprex permite trabajar con la base de datos Datalaing y con algunas preexistentes del usuario, en el primer caso, los análisis de precios unitarios no son modificables, mientras que cuando se utiliza otra base de datos si es posible la modificación.

En las figuras 52, 53 y 54 se observa una hoja de un análisis de precio unitario cualquiera, el programa bajo estudio muestra en la parte superior de su pantalla, el código de referencia y un total de costos por área, mientras que en la parte inferior da opciones que permiten modificar el documento, generar uno nuevo, eliminarlo, imprimirlo o realizar la búsqueda de otro APU. [14]

Análisis de Precios Unitarios (Base de Datos: BDLaing.mdb) (Zona: ZONA PREDETERMINADA)

Referencia: Materiales Equipos Mano de Obra Costo Directo Precio Unitario
 EIB028 17.743,96 28,05 189,81 17.961,82 24.766,65 Memoria

I.E. BREAKERS TERMOMAGNETICO, 3 POLOS 240/480 V. 65 KA ICC, CAPACIDAD 800 AMP

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Referencia: EIB028 Fecha: 10/04/2010

Código: ES/C Unidad: pza Cantidad: 1,00 Rendimiento: 6,000000

Descripción: I.E. BREAKERS TERMOMAGNETICO, 3 POLOS 240/480 V. 65 KA ICC, CAPACIDAD 800 AMP

Desc. Corta:
Comentario:
Agrupación: Condiciones: CONDICIONES PREDETERMINADAS

1. MATERIALES (2)

Añadir Material: Simple Compuesto Eliminar Limpiar Copiar Pegar

Ref.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	ELE080 BREAKER INDUSTRIAL 3P X 800 A	pza	1,0000	0,0	17.624,84	17.624,84
2	VAL027 FLETE / TRANSPORTE	sg	1,0000	0,0	119,12	119,12
3						

TOTAL MATERIALES: 17.743,96
 % de Incidencia: 98,7871 Costo Unitario Materiales: 17.743,96

Dividir Mat./Rendi:

«« «» «» «» Nuevo Modificar Eliminar Búsqueda Imprimir Grabar Como Grabar Cancelar Salir

Figura 52. Análisis de precio unitario, sección "materiales".

Análisis de Precios Unitarios (Base de Datos: BDLaing.mdb) (Zona: ZONA PREDETERMINADA)

Referencia: Materiales Equipos Mano de Obra Costo Directo Precio Unitario
 EIB028 17.743,96 28,05 189,81 17.961,82 24.766,65 Memoria

I.E. BREAKERS TERMOMAGNETICO, 3 POLOS 240/480 V. 65 KA ICC, CAPACIDAD 800 AMP

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Referencia: EIB028 Fecha: 10/04/2010

Código: ES/C Unidad: pza Cantidad: 1,00 Rendimiento: 6,000000

Descripción: I.E. BREAKERS TERMOMAGNETICO, 3 POLOS 240/480 V. 65 KA ICC, CAPACIDAD 800 AMP

Desc. Corta:
Comentario:
Agrupación: Condiciones: CONDICIONES PREDETERMINADAS

2. EQUIPOS (3)

Añadir Equipo: Simple Compuesto Eliminar Limpiar Copiar Pegar

Ref.	Descripción	Cant.	COP/Dep	Precio	Total
1	ELE003 EQUIPO DE ELECTRICIDAD	1,00	1,000000	73,81	73,81
2	ELE007 HERRAMIENTAS P/ELECTRICISTA	1,00	0,090000	567,79	51,10
3	ELE035 MULTIMETRO SIMPSON O SIMILAR	1,00	0,040000	1.085,04	43,40
4					

TOTAL EQUIPOS: 168,31
 % de Incidencia: 0,1562 Costo Unitario Equipos: 28,05

3. MANO DE OBRA (3)

Añadir Mano de Obra: Simple Compuesta Eliminar Limpiar Copiar Pegar

Ref.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Tot. Jornal	Tot. Bono
1	1-1-2 AYUDANTE	2,00	57,49	0,00	114,99	0,00
2	19-215 ELECTRICISTA DE 1RA	2,00	72,09	0,00	144,19	0,00
3	24-216 MAESTRO ELECTRICISTA	1,00	79,78	0,00	79,78	0,00
4						

«« «» «» «» Nuevo Modificar Eliminar Búsqueda Imprimir Grabar Como Grabar Cancelar Salir

Figura 53. Análisis de precio unitario, secciones "equipos, mano de obra".

Analisis de Precios Unitarios (Base de Datos: BDLaing.mdb) (Zona: ZONA PREDETERMINADA)

Referencia:	Materiales	Equipos	Mano de Obra	Costo Directo	Precio Unitario
EIB028	17.743,96	28,05	189,81	17.961,82	24.766,65

I.E. BREAKERS TERMOMAGNETICO, 3 POLOS 240/480 V. 65 KA ICC, CAPACIDAD 800 AMP

	1	2	3	4			
1	19-215	ELECTRICISTA DE 1RA	2,00	72,09	0,00	144,19	0,00
2	24-216	MAESTRO ELECTRICISTA	1,00	79,78	0,00	79,78	0,00
3							
4							

SUBTOTAL MANO DE OBRA: 0,00 338,94
 F.C.A.S. % 236,00 PRESTACIONES SOCIALES: 0,00 799,90
 SUBTOTAL + PRESTACIONES: 0,00 1.138,84
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA: 1.138,84
 % de Incidencia: 1,0567 **COSTO UNITARIO MANO DE OBRA: 189,81**

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A: 17.961,82
 % 15,00 **ADMINISTRACIÓN Y GASTOS GENERALES: 2.694,27**
SUBTOTAL B: 20.656,09
 % 10,00 **UTILIDAD E IMPREVISTOS: 2.065,61**
SUBTOTAL C: 22.721,70
 % 0,00 **FINANCIAMIENTO: 0,00**
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO: 22.721,70
 % 9,00 **IMPUESTO IVA: 2.044,95**
 % 0,00 **OTROS IMPUESTOS: 0,00**
PRECIO UNITARIO (Bs.): 24.766,65

HORAS LABORABLES AL DIA: 8,00
 HORAS HOMBRES x DIA: 40,00
 HORAS HOMBRES x DIA / Rend.: 6,667
 PU / (HORAS HOMBRES x DIA / Rend): 3.714,81

<<< << >> >>> Nuevo Modificar Eliminar Búsqueda Imprimir Grabar Como Grabar Cancelar Salir

Figura 54. Cálculo de precio Unitario.

Este manejador de datos permite modificar la base de datos DataLaing y elaborar nuevas partidas para presupuestos. Es importante acotar que para la modificación de los insumos y campos del APU este sistema no es muy amigable con respecto a otros existentes en el mercado.

6.2. IP3 Control de Obras

Este programa es desarrollado por la empresa “IP-3 SOFTWARE, C.A.” RIF: J-30357501-3, se encarga del manejo de presupuestos, valuaciones, generar un cronograma de trabajo y de inversiones, memorias descriptivas, además de ser un manejador de base de datos y permitir la apertura de registros donde se guardan los datos de las obras.

El IP3 puede ser dividido en los siguientes módulos:

- **Módulo Principal:** es la primera visual que genera el programa al ser abierto, éste presenta todas las opciones principales de trabajo en pestañas, además posee botones que permiten el acceso directo a ciertas funciones, tal como se muestra en la figura 55.

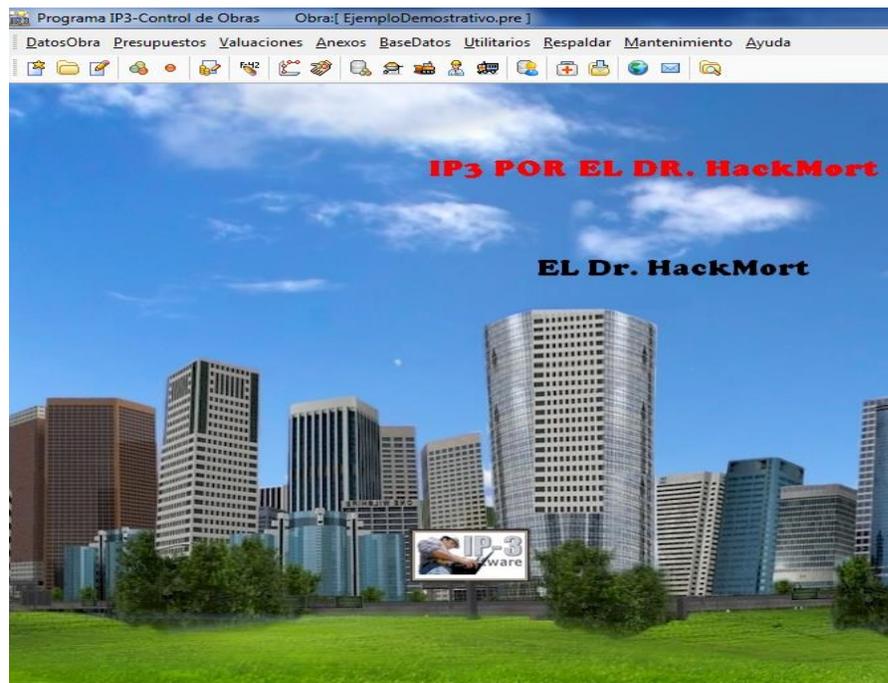


Figura 55. Modulo principal, IP3.

- **Módulo de visualización:** luego de seleccionar alguna opción desplegada en las pestañas, aparecen las partidas en *grid* cuyas modificaciones se hacen a través de los botones mostrados en la parte inferior de la figura 56.

Presupuesto con Análisis de Precio Unitario Obra: [EjemploDemostrativo.pre]

Que Contenga: Y No Contenga: Capítulo:

No	Referencia	Código	Capítulo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Asumido	Total	Unidad
1	DMD0001	E311110150	CAP001	12,00	1.242,42	1.242,42	14.909,04	m3
2	DMD0002	E311110300		8,00	500,97	500,97	4.007,76	m3
3	DMD0003	E313310000		23,00	2,45	2,45	56,35	m3
4	DMD0004	E325000125	CAP002	20,00	1.100,29	1.100,29	22.005,80	m3
5	DMD0005	E326000120		8,00	666,16	666,16	5.329,28	m3
6	DMD0006	E327000125		12,00	774,80	774,80	9.297,60	m3
7	DMD0007	E331100125		10,00	798,38	798,38	7.983,80	m3
8	DMD0010	E411011012		120,00	98,57	98,57	11.828,40	m2
9	DMD0011	E411011015		105,00	89,03	89,03	9.348,15	m2
10	DMD0012	E511111019	CAP004	25,00	10,87	10,87	271,75	m
11	DMD0013	E521223023		130,00	4,05	4,05	526,50	m
12	DMD0014	E542112230		5,00	35,39	35,39	176,95	pza
13	DMD0015	E621021019	CAP003	4,00	120,01	120,01	480,04	pto
14	DMD0016	E622031051		5,00	452,47	452,47	2.262,35	pto
15	DMD0017	E622051051		2,00	81,46	81,46	162,92	pto
16	DMD0018	E667223535		2,00	667,98	667,98	1.335,96	pza
17	DMD0019	E802305015		5,00	807,54	807,54	4.037,70	m3

Capítulo: OBRA PRELIMINARES Partida Revisada Mover Sub-Total = 94.020,35

No. Partida **1** EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIEN TO DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 m. Impuesto = 13.162,85

Descripción Total = 107.183,20

Partidas: 17

Figura 56. Módulo de visualización, IP3.

- **Módulo de ficha:** deriva de las modificaciones o configuraciones que se deseen hacer al programa, proviene generalmente del módulo de visualización, un ejemplo de éste se observa en la figura 57.

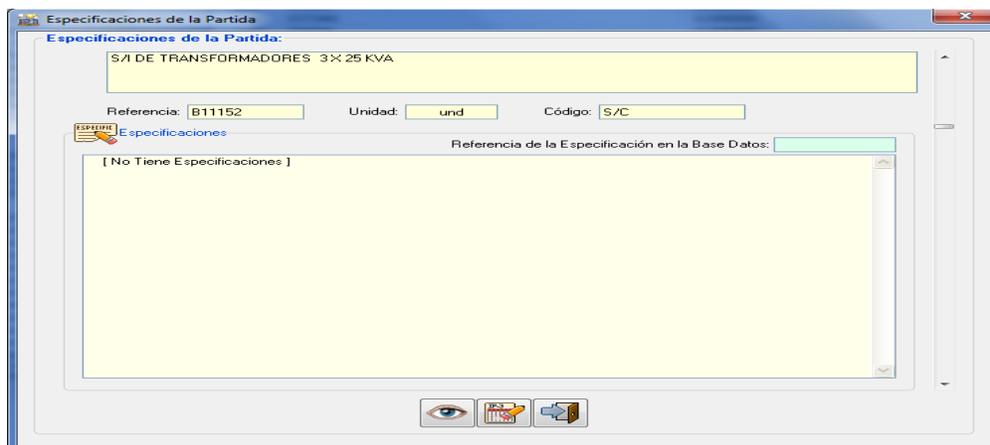


Figura 57. Módulo de ficha, IP3.

Este programa genera el análisis de precio unitario de manera amigable, donde la modificación del mismo resulta ser intuitiva para un usuario cuyo manejo computacional no sobrepase lo básico.

A continuación se muestra en varias figuras una hoja de APU, en la figura 58 se aprecian los íconos que sirven de acceso para la modificación directa de los insumos en ese campo; mientras que en la figura 59 se tienen los puntos que toma en cuenta el programa para el cálculo del costo. También en la parte superior de la pantalla que ofrece el sistema para un APU, se observa el código de referencia y el precio unitario.
[15]

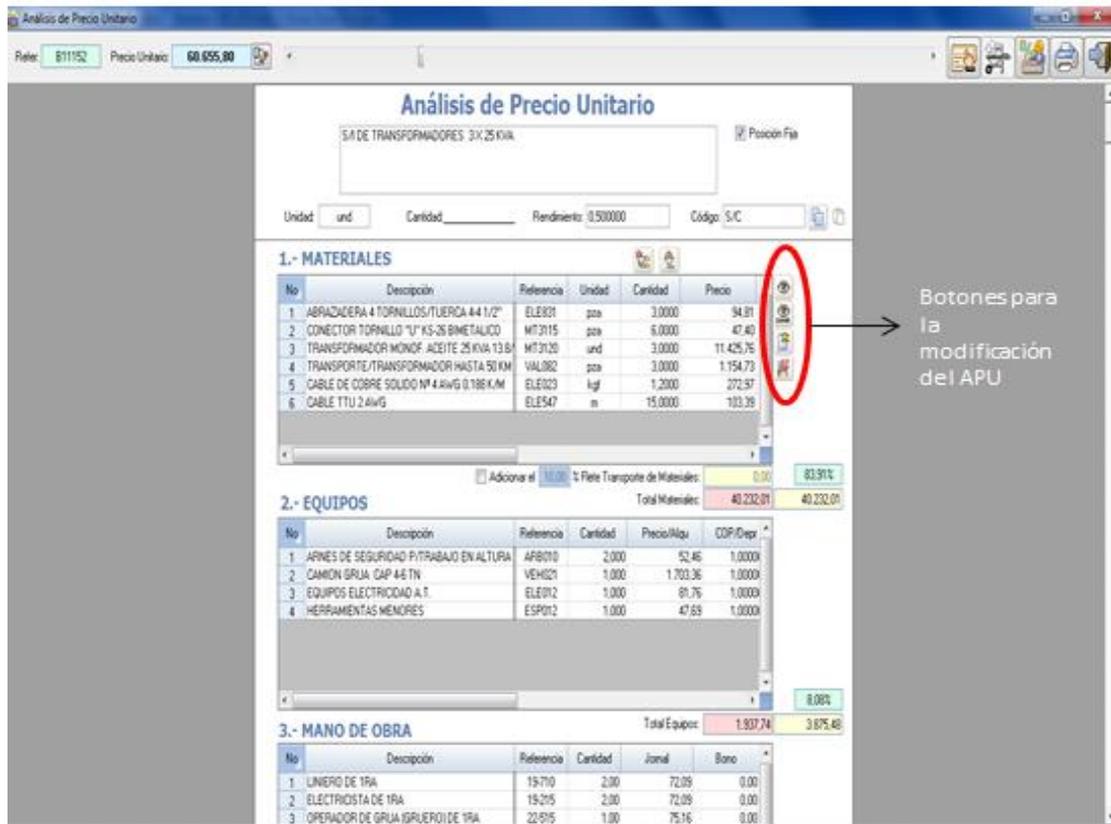


Figura 58. Muestra de análisis de precio unitario, sección “materiales, equipos y mano de obra”.

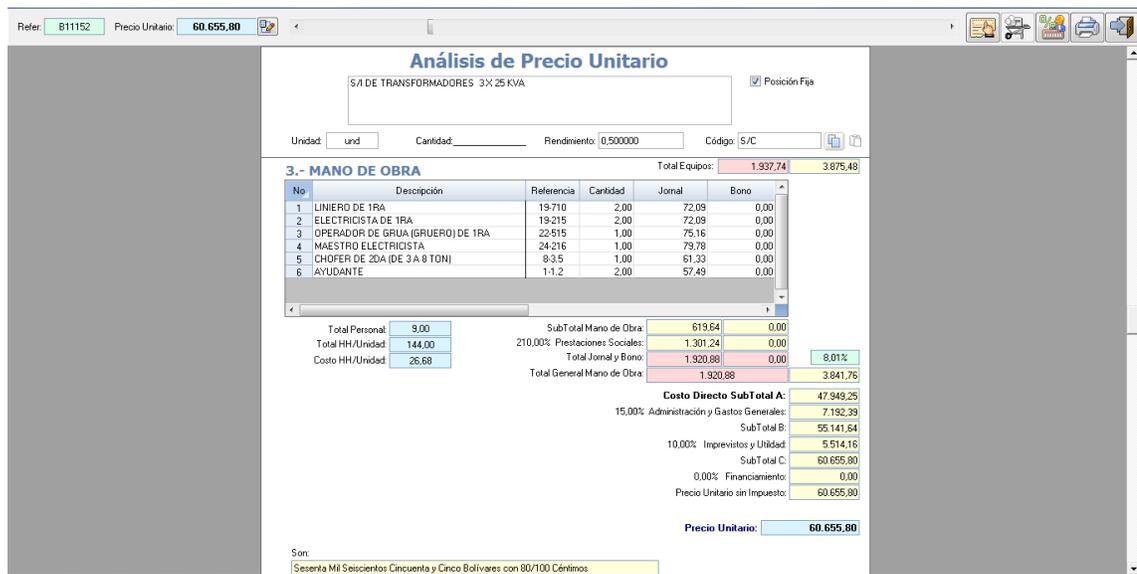


Figura 59. Muestra de análisis de precio unitario, sección de costos totales.

La licencia que vende la empresa que fabrica este programa, le otorga al usuario la instalación y uso en un computador. Por un costo adicional ésta ofrece una llamada “Llave USB” la cual permite activar la función “Multi-Empresa”; con ésta se admite que distintas empresas emitan presupuestos y APU con la licencia inicial.

6.3. Visor 3.11 Guía referencial de costos Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV)

El Visor 3.11 es desarrollado por “Distribuidora 3HP, C.A.”, este permite la consulta de las bases de datos que componen las “Guías Referenciales de Costos” que el Colegio de Ingenieros de Venezuela publica mensualmente, estas guías, tal como lo indica su nombre sirven de referencia y sus datos no son modificables por el usuario. [17]

Este programa al igual que los mencionados anteriormente se desglosará en los siguientes módulos:

- **Módulo principal.** Es la pantalla de presentación del programa, consta de cuatro pestañas, las cuales contienen los accesos a las funciones principales del sistema, tal como se puede apreciar en la figura 60.



Figura 60. Módulo principal, Visor 3 CIV.

- **Módulo de visualización.** Aparece luego de seleccionar una opción en el módulo principal y presenta la posibilidad de generar un APU, Partidas, Insumos y Presupuestos, además muestra a través de un *grid* las Partidas almacenadas en la base de datos. En este módulo se pueden hacer las modificaciones a los porcentajes y a la selección de materiales regulados que aparecerán en el producto que éste genera. Una muestra se puede observar en la figura 61.

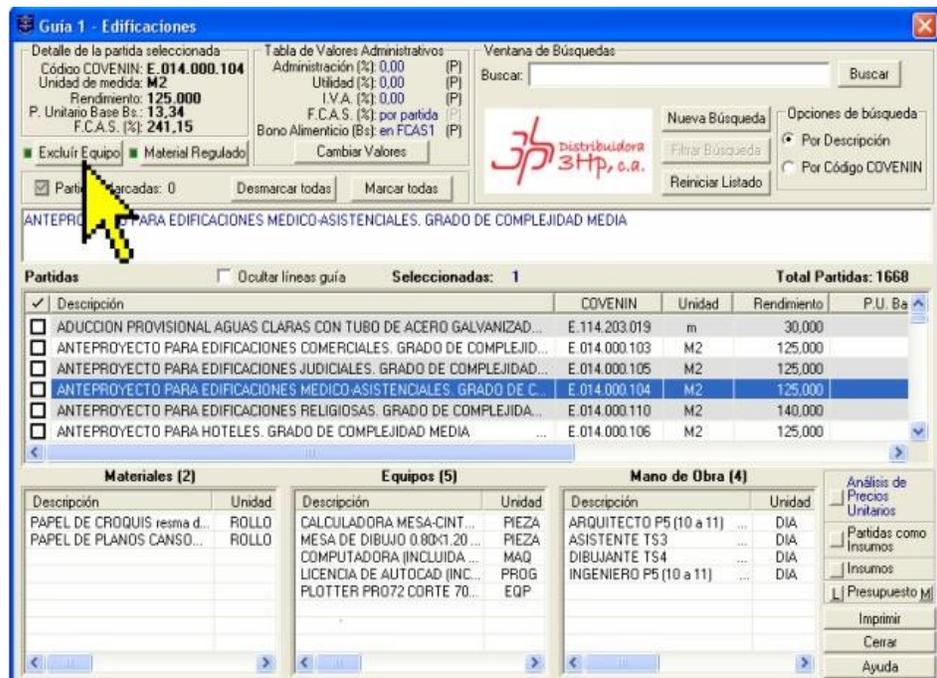


Figura 61. Módulo de visualización, Visor 3.

- **Módulo de ficha.** Se genera cuando se desea realizar modificaciones o configuraciones que se reflejan en el producto solicitado, es decir, en APU, Presupuestos y Partidas; tal como el que se muestra en el ejemplo de la figura 62.

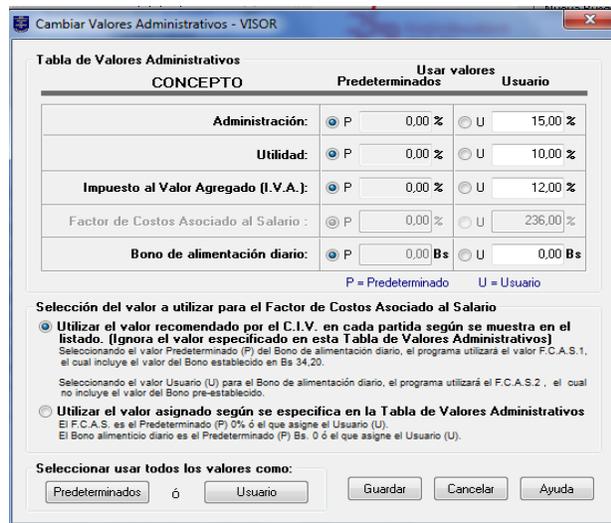


Figura 62. Módulo tipo ficha. Visor 3.

Todas las modificaciones que se deseen hacer al APU solicitado, se deben realizar antes de que el programa lo muestre, ya que éste lo presenta de manera que no se pueden hacer arreglos directos, como se observa en las figuras 63 y 64.

Colegio de Ingenieros de Venezuela
Departamento de Análisis y Costos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
EDICION: AGOSTO 2011

DATOS DE LA PARTIDA:

COVENIN	Unidad	Cantidad del Análisis	Rendimiento	Precio Unitario	F.C.A.S.	Cálculos por
E-733.107.113	pza	1,00 pza	4,000	Bs. 77.503,17	381,55%	Rendimiento

Descripción de la Partida:
SUMINISTRO Y COLOCACION DE BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE 75,0 KVA, 13.800/240-120 VOLT. INCLUYE TRANSPORTE

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (Bs.)	TOTAL (Bs.)
CABLE TTU # 2/0 AWG/MCM (90° C 600 V)	m	15,0000	103,06	1.545,90
CONDUCTOR SÓLIDO DE COBRE # 4 AWG 188 Kg/Km	Kgf	1,4000	15,00	21,00
TRANSPORTE DE MATERIALES (5%)	%	0,0500	72.961,90	3.648,09
CONECTOR TORNILLO "U" # 0/2 (BURNDY) PF-2S S-4	pieza	8,0000	14,00	112,00
ABRAZADERA SOPORTE 1 TRANSFORMADOR DE 57,7	pieza	3,0000	136,00	408,00
TRANSFORMADOR MONOF. DISTRIB. AEREA 75KVA. 13.8/120-220	pieza	3,0000	23.625,00	70.875,00
			% Costo Directo: 98,85	Total Materiales Bs.: 76.609,99
			% Precio Unitario: 98,85	Unitario de Materiales Bs.: 76.609,99

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	COP	COSTO (Bs.)	TOTAL (Bs.)
CAMION GRUA CAP 4 - 6 TON	0,50	0,00265	444.181,78	588,54
CINTA METRICA DE ACERO DE 5 m, MARCA STANLEY	1,00	0,01000	64,33	0,64
ALICATE CRESCENT 8"	1,00	0,01000	105,00	1,05
JUEGO DE LLAYES COMBINADAS DE HASTA 1-1/2"	1,00	0,01000	1.237,78	12,38
TENAZA CRESCENT DE 8"	1,00	0,01000	154,50	1,55
			% Costo Directo: 0,19	Total Equipos Bs.: 604,16
			% Precio Unitario: 0,19	Unitario de Equipos Bs.: 151,04

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL (Bs.)	TOTAL (Bs.)
AYUDANTE	4,00	83,05	332,20
MAESTRO ELECTRICISTA	0,25	115,25	28,81
CHOFER DE 1ra. (DE 8 A 15 TONS)	0,50	94,35	47,17
LINERO DE 1ra.	2,00	104,14	208,28
			% Costo Directo: 0,96
			% Precio Unitario: 0,96
			Sub-Total Mano de Obra Bs.: 616,46

Figura 63. Análisis de Precios Unitarios, Visor 3

% Costo Directo:	0,96	Sub-Total Mano de Obra Bs.:	616,46
% Precio Unitario:	0,96	Factor de Costos asociados al Salario (381,55%) Bs.:	2.352,10
		Total Mano de Obra + Factor de Costos Bs.:	2.968,56
		Bono Alimenticio (Incluido en F.C.A.S. - Bs. 34,20) x 6,75 Bs.:	0,00
		Total Bono Alimenticio + Mano de Obra + Factor de Costos Bs.:	2.968,56
		Unitario de Mano de Obra Bs.:	742,14
		Costo directo por unidad Bs.:	77.503,17
		Administración (0,00%) Bs.:	0,00
		Sub-total Administración + Costo directo por unidad Bs.:	77.503,17
		Utilidad (0,00%) Bs.:	0,00
		Sub-total Utilidad + Administración + Costo directo por unidad Bs.:	77.503,17
		Precio Unitario sin I.V.A. Bs.:	77.503,17
		Impuesto al valor agregado (I.V.A.) (0,00%) Bs.:	0,00
		PRECIO UNITARIO: Bs. 77.503,17	

S.O.I.T.A.V.E.
S.O.I.T.A.V.E.
S.O.I.T.A.V.E.
S.O.I.T.A.V.E.

PARA USO EXCLUSIVO DE:

Figura 64. Cálculo de costos del APU, Visor 3.

Este programa es una guía referencial, su licencia es aplicable para tres computadoras distintas, como tal no posee actualización, las Guías de Costos Referenciales se deben adquirir mensualmente en el CIV.

Luego de analizar los programas comerciales para la realización de presupuestos, se procede a hacer una comparación más efectiva a través de la tabla 17.

Tabla 17. Cuadro comparativo entre programas comerciales de presupuestos y base de datos.

Características principales:	Maprex	IP-3	Visor 3
Sistema operativo	Windows	Windows	Windows
Requerimientos de Hardware	Procesador Mínimo: Pentium III Espacio libre: 300Mb Memoria RAM: 256 MB	Procesador Mínimo: Pentium III Espacio libre: 500Mb Memoria RAM: 128 MB	Procesador Mínimo: Pentium III Espacio libre: 10Mb Memoria RAM: 64 MB
Permite la exportación de datos a Microsoft Excel	Sí	Sí	Sí
Programa multiempresa	Sí	Sí	No
Base de datos Modificable	No	Sí	No
Facilidad de uso	Media	Alta	Media
APU Modificable	Sí	Sí	Sí
Tiempo de actualización	Mensual	Mensual	No Aplica
Programa libre	No	No	No
Vigencia de la licencia	No vence	No vence	1 mes
Importa bases de datos	No	Sí, sólo modelo tipo IP-3	No
Posee representación local	Sí	Sí	Sí
Idioma	Español	Español	Español
Costo actual aproximado (Bs) (Abril 2013)	6500	12000	2500

CAPÍTULO VII

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

7.1. Análisis de Precio Unitario, aspectos generales.

El APU está conformado por cuatro elementos principales que se enuncian a continuación:

- **La partida.** Se refiere a la acción específica que se va a presupuestar en una obra, esta puede ser tan precisa o general como se desee puesto que se puede referir a la obra o a parte de ella. Representa la unidad a especificar, esta relacionada con los computos métricos.
- **Materiales.** Es una lista de insumos relacionada con una partida en específico, esta debe contener la descripción de los materiales, la cantidad requerida y el costo por unidad.
- **Equipos.** Es la lista de equipos requeridos para llevar a cabo una partida, esta debe contener el costo por unidad y la cantidad necesaria.
- **Mano de Obra.** Esta lista contiene el personal necesario para realizar el trabajo enunciado en la partida, la cantidad de personas de acuerdo a sus aptitudes y funciones, el pago que requiere cada uno en función de un tiempo determinado (Jornal) y el bono según sea el caso. A esta lista se le debe aplicar un porcentaje referente a las prestaciones sociales de conformidad con la ley vigente.

El APU debe contemplar la sumatoria de los costos asociados a las listas mencionadas en este capítulo, además de eso, un porcentaje que contemple cualquier imprevisto que se pueda suscitar en la ejecución de la obra o partida en cuestión.

Un resumen de los criterios para la codificación de partidas según la Norma COVENIN 2000-92 se encuentra en el anexo 3.

7.2. Selección del software para la realización del programa.

De la sección 7.1 de este capítulo, se puede inferir que la función principal de cualquier paquete de programación que se use para realizar el programa, es la capacidad de manejar diversas bases de datos y ser amigable. En miras a que sea utilizado por las distintas dependencias de la Universidad Central de Venezuela, el software debe ser de fácil adquisición o encontrarse previamente instalado en las distintas computadoras.

Actualmente, de acuerdo a una investigación previa, el software que cumple con los requisitos mínimos es el “Microsoft Access[®]” puesto que se encuentra en todas las computadoras que manejen el paquete de Microsoft versión Profesional. Es de uso intuitivo y sumamente amigable en torno al manejo de bases de datos. Otra de sus funciones importantes, es que permite generar códigos en el lenguaje Visual para realizar acciones específicas.

7.3. Construcción del programa, con Microsoft Access[®].

Para la elaboración del programa de Análisis de Precio Unitario se usará la siguiente nomenclatura:

- RefPart: código referencia de partida.
- RefMat: código referencia de material.

- RefEq: código referencia de equipo.
- RefMno: código referencia de mano de obra.
- PartMat: tabla auxiliar utilizada para relacionar las partidas con los materiales.
- PartEqu: tabla auxiliar utilizada para relacionar las partidas con los equipos.
- PartMno: tabla auxiliar utilizada para relacionar las partidas con la mano de obra.

Para la elaboración del programa, se parte de una base de datos que relacione un listado de partidas, con materiales, equipos y mano de obra. Resultó necesario descifrar el método por el cual existe la mencionada relación, en este caso, cada partida tenía asignado un código denominado “REFPART”. Por otro lado cada material, equipo o elemento de mano de obra tiene asignado su código denominado “REFMAT”, “REFEQ” y “REFMNO” respectivamente. La base de datos usa tablas auxiliares para combinar las referencias de partidas (REFPART) con las referencias de los otros tres listados, un ejemplo de esto se aprecia en la figura 65.

PartMatId	RefPart	RefMat	CantMat	Posicion	PartidaInsu
12598	EAA034	ACA002	0,12	5	<input type="checkbox"/>
12607	EAA035	ACA002	0,12	7	<input type="checkbox"/>
12833	EAA090	ACA002	0,12	2	<input type="checkbox"/>
13404	EAP076	ACA002	0,04	1	<input type="checkbox"/>
13408	EAP077	ACA002	0,04	2	<input type="checkbox"/>
13411	EAP078	ACA002	0,04	2	<input type="checkbox"/>
13820	EAY010	ACA002	0,15	7	<input type="checkbox"/>
13823	EAY011	ACA002	0,1	2	<input type="checkbox"/>
13837	EAY012	ACA002	0,2	8	<input type="checkbox"/>
13838	EAY013	ACA002	0,15	1	<input type="checkbox"/>
13846	EAY014	ACA002	0,3	1	<input type="checkbox"/>
14036	EAY002	ACA002	0,1	5	<input type="checkbox"/>
14039	EAY003	ACA002	0,2	1	<input type="checkbox"/>
14049	EAY004	ACA002	0,2	4	<input type="checkbox"/>
14059	EAY005	ACA002	0,15	6	<input type="checkbox"/>
14172	EAW001	ACA002	0,0333	1	<input type="checkbox"/>
14177	EAW002	ACA002	0,0333	2	<input type="checkbox"/>
14608	EIB018	ACA002	2	1	<input type="checkbox"/>

Figura 65. Tabla auxiliar para relacionar partidas y materiales.

Microsoft Access, como manejador de base de datos, tiene la opción de usar tablas auxiliares para relacionar campos idénticos existentes en tablas diferentes, tal como se muestra en la figura 66 y 67.

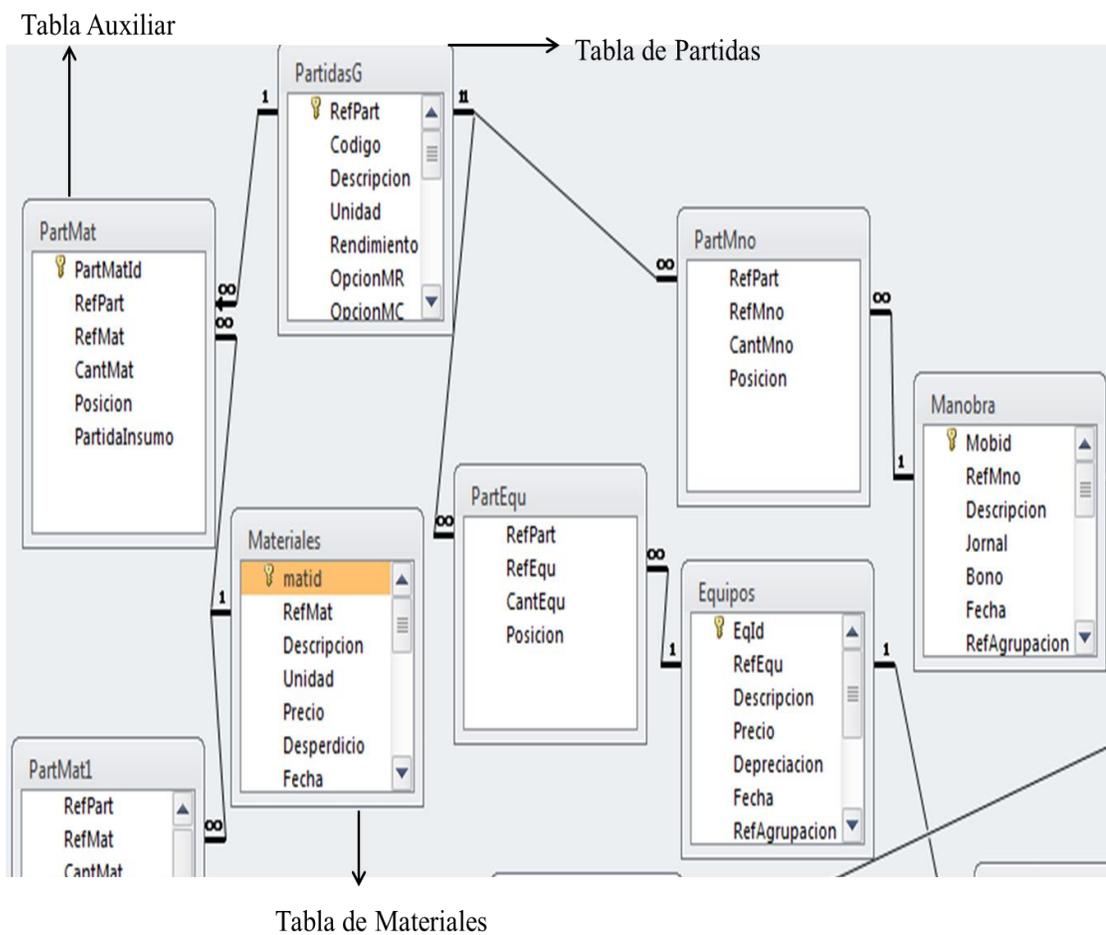


Figura 66. Relación principal para generar un APU.

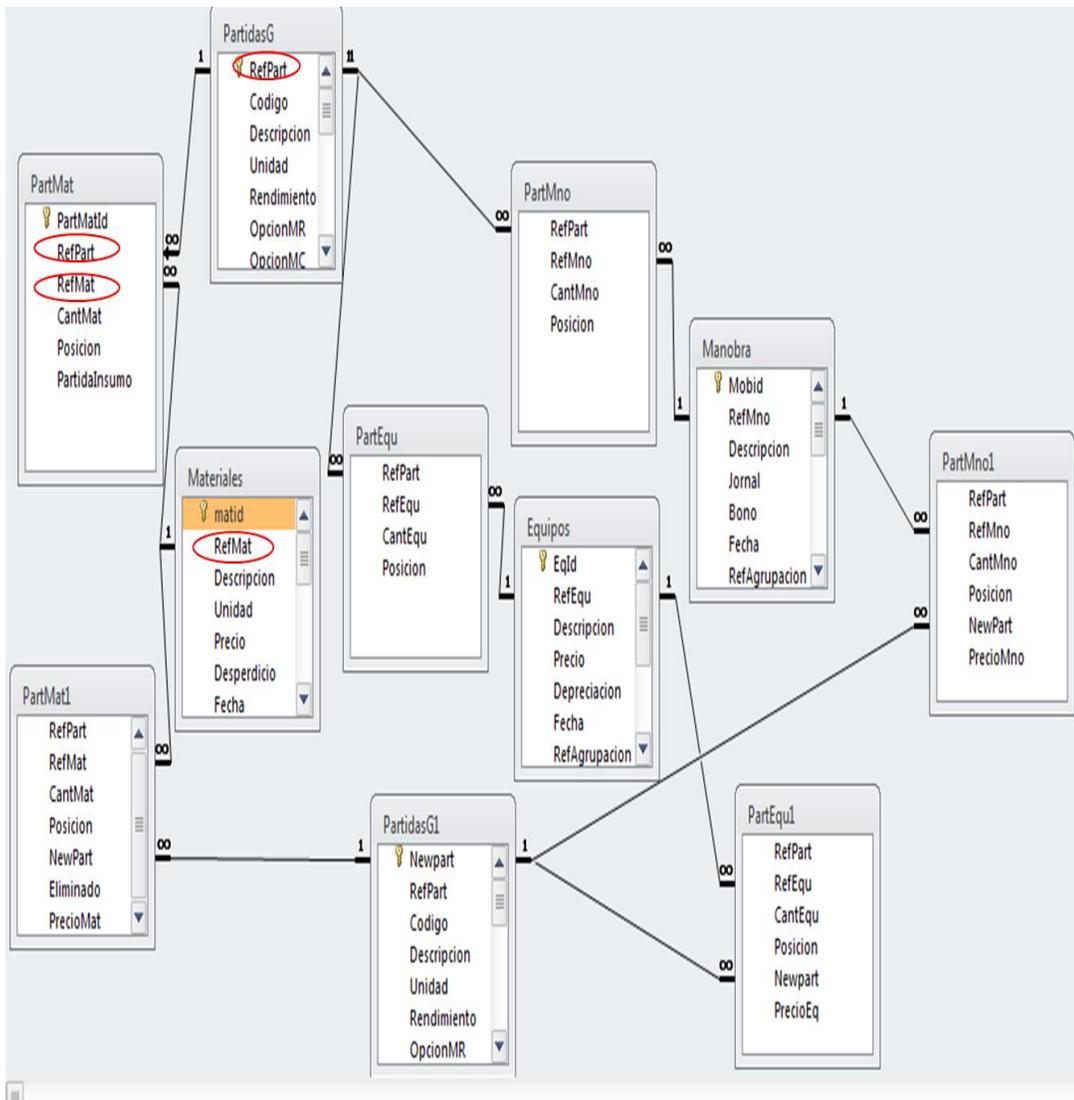


Figura 67. Relación entre tablas a través de campos idénticos

Una vez establecidas las relaciones, se procede a generar las consultas entre tablas de manera que el programa traduzca la relación entre tabla y su contenido en sí. La figura 68, en su parte superior muestra la relación entre la tabla de “Equipos” y “PartEqu” así como los parámetros consultados, en la parte inferior el resultado de la consulta.

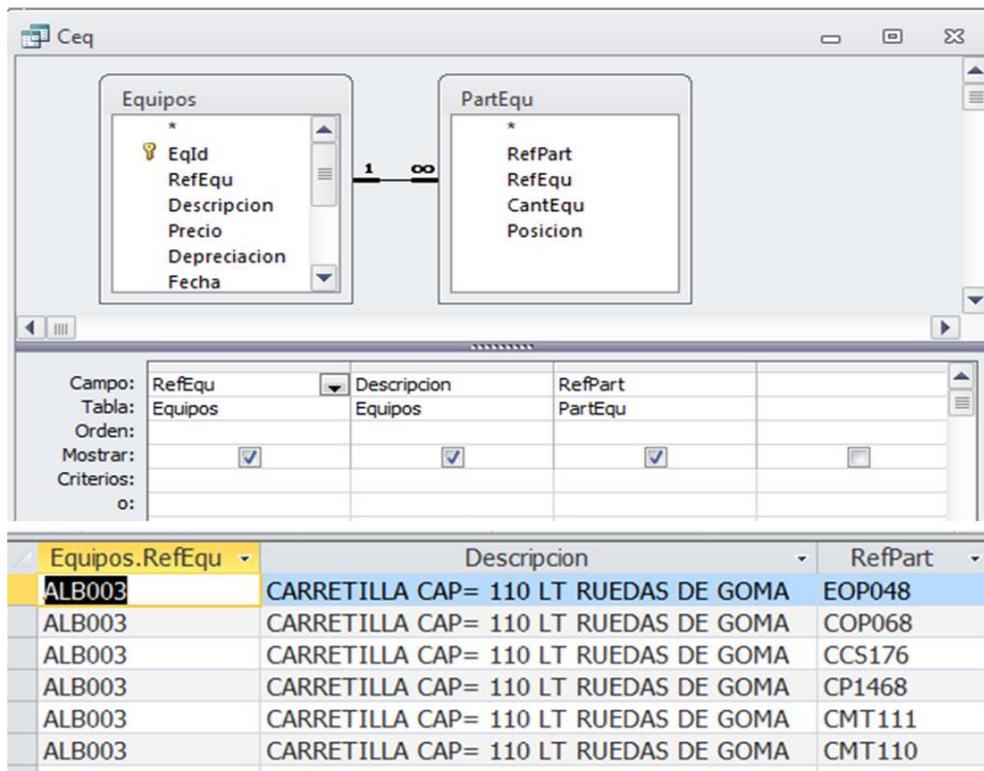


Figura 68. Estructura para generar una consulta en Microsoft Access

Cuando ya se tienen las relaciones y las consultas se crean los formularios, los cuales serán el ambiente de trabajo y manejo de la base de datos un ejemplo de esto se observa en la figura 69.

Análisis de Precio Unitario. 02/09/2013

Descripción de Partida: S/I DE TRANSFORMADOR SECO 480-208, 120 VOLTIOS, 30 KVA

Unidad Cantidad: Rendimiento

Materiales:

RefMat	Descripción	Unidad	Precio Bs.	Cantidad	% Desperdicio	Total	
ELA025	MATERIALES P/INSTALACION DE TRANSFORMADO	pza	1148,67	1	0	1148,67	BORRAR
VAL083	TRANSPORTE/TRANSFORMADOR HASTA 50 KM Y 1	und	2220,53	1	0	2220,53	BORRAR
ELA310	TRANSFORMADOR SECO 480-208 120 VOLTIOS 3	und	28163,62	1	2	28726,8924	BORRAR

SubTotal Materiales:
SubTotal Unitario Materiales:

Equipos:

RefEq	Descripción	Precio Bs.	Cantidad	Depreciación	Total	
ELE003	EQUIPO DE ELECTRICIDAD	121,91	1	1	120,6909	BORRAR
ELE006	EQUIPO MEDICION ELECTRICIDAD, PERTIGA AL	3103,34	1	7,00000002980232E-02	3101,1677	BORRAR
SUB008	EQUIPO MENOR P/MONTAJE MEDIANO	58,08	1	1	57,4992	BORRAR

Figura 69. Formulario, ambiente de trabajo.

Luego armado el APU a voluntad del usuario se presenta un informe del mismo, lo cual sería el resultado final del programa, una muestra de esto se aprecia en la figura 70.

Análisis de Precio Unitario lunes, 02 de septiembre de 2013
08:16:42 p.m.

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería

Descripción:

Unidad: Cantidad: Rendimiento:

Materiales:

RefMat	Descripción	Precio	Cantidad	% Desperdicio	Total
--------	-------------	--------	----------	---------------	-------

Figura 70. Reporte generado por el Programa de Análisis de Precio Unitario

En las figuras 71 y 72 se muestra un ejemplo de un APU generado por el programa realizado para este Trabajo Especial de Grado y en el anexo 4 se presenta un manual para su uso.



Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería

Descripción:

SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TRANSFORMADOR TRIFASICO SECO DE 300 KVA, RELACION DE TRANSFORMACION: 480/220 - 127 V. CONEXION TRIANGULAR ESTRELLA.

Unidad:

Cantidad:

Rendimiento:

Materiales:

RefMat	Descripcion	Precio	Cantidad	% Desperdicio	Total
ELAD46	TRANSFORMADOR SECO 3F 300 KVA 480/240 -	306369,07	1,00	0,00	306369,07
VAL063	TRANSPORTE/TRANSFORMADOR HASTA 50 KM Y 1	2220,50	1,00	0,00	2220,50
APAO26	CABLE DE GOMA CON AISLAMIENTO ST	37,57	1,00	2,00	38,32

SubTotal Materiales:

SubTotal Unitario Materiales:

Equipos:

RefEqu	Descripcion	Precio	Cantidad	Depreciación	Total
VEH021	CAMION GRUA CAP 4-6 TN	2683,95	1,00	1,00000	2683,95
ELE000	EQUIPO DE ELECTRICIDAD	121,91	1,00	1,00000	121,91
COP075	CAMION FORD F-350 ESTACAS	227395,24	1,00	0,00211	524,60
SUB008	EQUIPO MENOR P/MONTAJE MEDIANO	58,08	1,00	1,00000	58,08
ELE006	EQUIPO MEDICION ELECTRICIDAD, PERTIGA AL	3100,34	1,00	0,07000	217,23

SubTotal Equipos:

SubTotal Unitario Equipos:

Figura 71. Pág 1 del APU generado por el programa

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería

Mano de Obra:

RefMno	Descripcion	Jornal	Cantidad	Bono	Total
1-1.1	CEBERO DE 1RA	96,95	2,00	0,00	193,90
1-1.2	AYUDANTE	100,81	2,00	0,00	207,62
19-215	ELECTRICISTA DE 3RA	130,18	2,00	0,00	260,36
19-514	OPERADOR DE GRUA (GRUERO) DE 2DA	130,18	1,00	0,00	130,18
24-216	MAESTRO ELECTRICISTA	144,06	1,00	0,00	144,06
8-3.5	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON)	110,74	2,00	0,00	221,48

SubTotal Mano de Obra:	1157,60	Costo Directo Unitario:	106771,36
% Prestaciones Sociales: 210,00	3388,56	% Administrativos y Costos Generales: 15,00	16015,70
Bono: 0,00		SubTotal:	122787,06
Total General Mano de Obra:	3588,56	% Utilidad e Imprevistos: 10,00	12278,71
SubTotal Unitario Mano de Obra:	448,57	Precio Unitario:	135065,77

Figura 72. Pág 2 del APU generado por el programa

CONCLUSIONES

A partir de la elaboración de este Trabajo Especial de Grado, la CUC posee una propuesta de Unidades de Construcción para los sótanos de transformación, tanquillas de paso, casetas de transformación para alumbrado público y un programa para la realización de Análisis de Precio Unitario, que no existían hasta la fecha. Con estas dos soluciones la Universidad Central de Venezuela cuenta con una referencia en precios o cantidad de materiales al momento de ofertar licitaciones para la remodelación o construcción de los mencionados elementos. Para la obtención de esta propuesta fue necesario el cumplimiento de todos los objetivos específicos enunciados en el Marco Referencial.

Para la realización de las Unidades de Construcción, se seleccionó una muestra de cada tipo de instalación de interés y se procedió a hacer el levantamiento, verificando medidas, formas y estado de sus elementos importantes, de esta manera se pudo obtener como resultado las UC que permiten resguardar la originalidad de los diseños encontrados en la Ciudad Universitaria. Luego de una investigación exhaustiva en el ámbito de normas locales y nacionales se obtuvo un compendio de información en el área, que ayudó a verificar si dichas instalaciones construidas, desde hace más de cuarenta años, cumplen con los lineamientos actuales. En el desarrollo de este trabajo se encuentran varios reportes de irregularidades conseguidas en las instalaciones que pueden ser usadas por los órganos competentes para solventar dichas situaciones.

Se hizo un análisis comparativo entre tres diferentes programas comerciales de presupuestos y base de datos; “Maprex”, “IP3” y “Visor 3.11 Guía referencial de costos Colegio de Ingenieros de Venezuela”, los cuales son de amplio uso en el sector empresarial. De esta comparación se concluye que por distintos puntos expuestos en

el capítulo VI, que el programa “IP3” pese a su elevado costo, es más amigable y más versátil de los tres.

Con la finalidad de que la UCV posea una referencia en costos al momento de licitar y que esto no le genere un gasto, se diseñó un programa en “Microsoft Access®” capaz de generar Análisis de Precio Unitario completamente editables y adaptables a las necesidades que el usuario requiera. De esta forma se da por cumplida la ingeniería de detalle que involucra estas dos propuestas generadas por este Trabajo Especial de Grado.

RECOMENDACIONES

- Puesto que el alcance de este Trabajo Especial de Grado está enfocado al área de ingeniería eléctrica, se recomienda hacer un estudio civil de las instalaciones típicas tales como, sótanos de transformación, tanquillas de paso y casetas de transformación para alumbrado público, de manera que se generen Unidades de Construcción civiles que resguarden la originalidad de las instalaciones y cumplan con las normas vigentes.
- Se recomienda la elaboración de Unidades de Construcción desde el punto de vista de conexión eléctrica y disposición civil de otras estructuras contenidas en la CUC, de manera que exista uniformidad en los trabajos que se lleven a cabo dentro de ella.
- La creación de Unidades de Construcción en estructuras patrimoniales pudiera convertirse en una actividad de la Coordinación de Extensión de la Facultad de Ingeniería con la finalidad de generar una fuente de ingreso para la misma.
- Resulta conveniente tomar en cuenta las observaciones contenidas en los levantamientos realizados en este trabajo y solventar las irregularidades conseguidas en la CUC.
- En vista de que el alcance del presente trabajo fue realizar un programa que genere Análisis de Precio Unitario, se recomienda hacer un programa que sea compatible con el elaborado en este Trabajo Especial de Grado que tenga la capacidad de generar presupuestos completos con sus cómputos métricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Central de Venezuela, "Página oficial de la Universidad Central de Venezuela," 2009. [Online]. Available:
<http://www.ucv.ve/organizacion/rectorado/direcciones/consejo-de-preservacion-y-desarrollo-copred/la-ciudad-universitaria-de-caracas-cuc.html>.
- [2] A. M. F. Jaua, "Ciudad Universitaria de Caracas, su máxima obra," 1999. [Online]. Available:
http://www.centenariovillanueva.web.ve/CUC/Introduccion/Frames_Introduccion.htm.
- [3] Consejo de Preservación y Desarrollo COPRED, "Lineamientos Generales de Intervención para las Edificaciones de la Ciudad Universitaria de Caracas," Caracas, COPRED, 2004, p. 8.
- [4] CODELECTRA, Código Eléctrico Nacional Fondonorma 200:2009, Caracas, 2009.
- [5] COVENIN, *SUPLEMENTO No. 1 DE LA NORMA COVENIN — MINDUR 2000 de año 1992*, Caracas: COVENIN, 1999.
- [6] N. R. M. C. Association, "Nmrca," [Online]. Available:
<http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP35es.pdf>. [Accessed 01 Abril 2013].
- [7] CODELECTRA, Código Nacional de Seguridad en Instalaciones de Suministro de Energía Eléctrica y de Comunicaciones Fondonorma 0734:2004, Caracas, 2004.

- [8] Dirección de Mantenimiento UCV, "Levantamiento de la tanquilla AT-19JC," Caracas, 2005.
- [9] Dirección de Mantenimiento UCV, "Levantamiento Tanquilla 94JC," UCV, Caracas, 2005.
- [10] La Eléctricidad de Caracas, *PDI N-P3S-D-0697 Sótanos*, Caracas: EdeC.
- [11] Electricidad de Caracas, *PDI N-P4C-D-0697 Casillas*, Caracas: EdeC.
- [12] Electricidad de Caracas, *PDI N-P2T-D-0697 Tanquillas*, Caracas: EdeC.
- [13] CADAFE, *Normas para Redes de Distribución Subterráneas*, Caracas: CADAFE, 1979.
- [14] Datalaing, "Datalaing Maprex," Datalaing, 2013. [Online]. Available: http://www.datalaing.com/arch_htm/datalaing_maprex.htm.
- [15] DataLaing, *Ayuda, Maprex*, Caracas: Datalaing, 2012.
- [16] I. Software, *Ayuda IP3*, Caracas, 2012.
- [17] Colegio de Ingenieros de Venezuela, *Visor 3.11 Guía referencial de costos Colegio de Ingenieros de Venezuela*, Caracas, 2012.