

UNIVERSIDAD NORORIENTAL PRIVADA
GRAN MARISCAL DE AYACUCHO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
SEDE BARCELONA



**DISEÑO DE UN TECHO VERDE Y ACCESOS EN EL EDIFICIO SEDE DE
INGENIERÍA ARTURO USLAR PIETRI DE LA UNIVERSIDAD NORORIENTAL
PRIVADA GRAN MARISCAL DE AYACUCHO, UBICADO EN LA CIUDAD DE
BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI**
CASO: FASE I DISEÑO DE UN TECHO VERDE Y ACCESOS

“Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil”

Bachiller:
Ordaz Mardelís
C.I.:16.055.027

Bachiller:
Rodríguez Javier
C.I.:18.493.313

Barcelona; Diciembre de 2014

UNIVERSIDAD NORORIENTAL PRIVADA
GRAN MARISCAL DE AYACUCHO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
SEDE BARCELONA



**DISEÑO DE UN TECHO VERDE Y ACCESOS EN EL EDIFICIO SEDE DE
INGENIERÍA ARTURO USLAR PIETRI DE LA UNIVERSIDAD NORORIENTAL
PRIVADA GRAN MARISCAL DE AYACUCHO, UBICADO EN LA CIUDAD DE
BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI**
CASO: FASE I DISEÑO DE UN TECHO VERDE Y ACCESOS

“Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil”

Tutor Académico:

Ing. Gustavo A. Velásquez G.

C.I.16.055.027

C.I.18.493.313

Realizado por:

Ordaz Mardelís

Rodríguez Javier

Barcelona; Diciembre de 2014

UNIVERSIDAD GRAN MARISCAL DE AYACUCHO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE CIVIL
RESUMEN DEL TRABAJO DE GRADO

NOMBRES Y APELLIDOS DEL PASANTE
Br. Javier A. Rodríguez M. Br. Mardelís Ordaz Díaz
ESPECIALIDAD
INGENIERÍA CIVIL
TÍTULO DEL TRABAJO
DISEÑO DE UN TECHO VERDE Y ACCESOS EN EL EDIFICIO SEDE DE INGENIERÍA ARTURO USLAR PIETRI DE LA UNIVERSIDAD NORORIENTAL PRIVADA GRAN MARISCAL DE AYACUCHO, UBICADO EN LA CIUDAD DE BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI (FASE I)
ÁREA DE ESPECIALIDAD DEL TRABAJO
MULTIDISCIPLINARIA
RESUMEN
<p>En la ciudad de Barcelona, en la zona norte del Estado Anzoátegui está ubicada la sede de ingeniería edificio “Arturo Uslar Pietri” de la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho, en los últimos años ha sido una de las universidades con un alto índice de población estudiantil, aunado a que las carreras de ingeniería son en la actualidad las de mayor demanda; dichas instalaciones requieren de más áreas verdes que le den vida a la edificación, al igual que no se cuenta con un espacio de recreación y esparcimiento así como tampoco cuenta con accesos que integren dichos ambientes o que incluyan a las personas con dificultades físicas o discapacitados, es por ello que el grupo de Formulación y Evaluación de Proyectos decide hacer un diseño de un techo verde y accesos en el edificio sede de Ingeniería antes mencionado.</p>

Firma de los Estudiantes:	Firma del Asesor:	Fecha:

AGRADECIMIENTOS

MARDELÍS ORDAZ DÍAZ

Quiero agradecer a Dios primeramente, por darme el ser, por sus bendiciones y apoyo en cada paso de mi vida, gracias por permitirme conocer personas valiosas que me ayudaran, aún en tiempos difíciles nunca me faltó la Fe, la constancia y perseverancia. También disculparme con él, por la desobediencia que tuve en una etapa de mi vida, pero también los fracasos y errores son parte del aprendizaje. Te amo, todo esto es gracias a ti. Gracias por mi familia.

A mi madre, Beatriz Margarita Díaz Longart, una gran mujer, quién con esfuerzo y dedicación forjó en mí carácter para saber defenderme, Gracias mami porque ésto en parte es tu logro también. Perdona mi carácter y mi terquedad, pero te amo mucho y Dios te bendiga por ser un ejemplo de temple y valores.

A mis abuelos maternos, quienes más que abuelos fueron mis segundos padres y aunque ellos no estén hoy físicamente conmigo también es su logro y se lo dedico, mi MAMA fuiste mi maestra, sé que siempre vivirás en mi corazón, mi segunda madre, me haces mucha falta, tu carácter, tus regaños; gracias por haber sido mi pilar fundamental ¡Te amo!. PAPA VIEJO, mi abuelito consentidor, amoroso y caballero, siempre me decías querer estar en mi graduación pero ahí estarás y algún día estaremos juntos en México te lo debo. ¡Te amo!

A mi padre, Ramón Antonio Ordaz Quijada, siempre con un libro en la mano, me enseñó a luchar por lo que uno quiere sin importar que te digan que no puedes lograrlo, gracias alcancé una de las metas a pesar de los obstáculos. Siempre comprensivo y excelente escritor.

A mis abuelos paternos, mi abuelita Eva que nos dejó muy temprano, con mucha dulzura, amor y paciencia siempre nos cuidó. Mi abuelito SEMILLITA, educado, paciente y amoroso. Siempre los recordaré bonito, los amo.

A mi padrino, mi tío CHE CHE, tío Egedis J. Díaz L. fuiste un gran apoyo en mi carrera, y en mi vida Dios te llevó antes de tiempo, siempre estuviste conmigo y lo seguirás estando. Sin importar que no te hayan permitido seguir con nosotros, tú siempre vivirás en nuestros corazones y recuerdos, siempre con chistes, bromas, muy carismático y de fuerte carácter cuando era necesario. Gracias por tus enseñanzas, gran empresario, con mucha visión. Esto también te lo debo a ti.

A mi madrina, Gloria Velásquez, gracias tía por siempre estar pendiente de mi bienestar, por tu apoyo incondicional. Te quiero mucho, tía.

A mi tía NENA, quien siempre me dio sus enseñanzas, por su carácter fuerte pero para corregir, su ejemplo de valores, porque siempre esperaba todo de mí, lo mejor. Te quiero mucho, tía.

A mis hermanos, Marxova Ordaz Díaz, Ramón Ordaz Díaz y Daniel A. Ordaz V., los amo y bendigo a Dios cada día por darme unos hermanos tan maravillosos muy extrovertidos, cada uno tan diferente y únicos con mucha personalidad, mi hermana mayor MACHU formó parte de mi crianza un ejemplo y guía, gracias por tú confianza, MONCHI te amo, mi compañero de juegos, de travesuras, yo siempre tu alcahueta y siempre peleándonos por tonterías, ÑAÑO el menor, sin embargo un artista en potencia, muy alegre, Dios los bendiga a todos.

A mi novio, mi pilar, mi compañero y cómplice, José Alberto Alfonzo Rodríguez, gracias por tener fe en mí, por ser mi apoyo, mi amor bonito ROJITO, gracias por tu confianza; Dios nos permita seguir juntos y evolucionar como equipo. Te amo.

A mis amigas, Carmen R. Ruiz Carrillo, más que una amiga una hermana son tantos años, pronto lograremos el éxito amor Dios te bendiga a ti y a mis princesas. Bárbara J. Suárez M. gracias amiga por tu complicidad por estar siempre dispuesta, Dios te dé fortaleza y la paciencia necesaria serás una gran madre con tu principito. Gracias chicas son lo máximo mis amores.

A mi amigo Carlos Márquez quien fue mi apoyo en mi trayectoria en la UDO, gracias.

A mis compañeros de tesis, no los podía olvidar, Javier Asunción Rodríguez Marcano, amigo paciente y quien ha compartido conmigo la aventura en la Fase I del proyecto, muy dedicado es un placer hacer equipo contigo amigo, tendrás un gran futuro profesional, a Gissel Mora y Héctor Milano encargados de la evaluación estructural y Fase II, a Eduard Castillo y Juan Torbay quienes se encargaron de la Fase III, gracias a todos muchachos por su paciencia y por tolerar mi carácter, hubo momentos rudos ja, ja, ja pero todo era en pro de nosotros, ¡vieron que sí pudimos lograrlo!, valió la pena tanto esfuerzo.

A mi tutor y profesor de la asignatura Formulación y Evaluación de Proyectos el Ing. Esp. Gustavo A. Velásquez G. quien más que un tutor fue un guía y pilar fundamental para la realización de este Proyecto muchas gracias por su apoyo. Al igual a los profesores que colaboraron con nosotros en la elaboración de la misma

como es el caso de la Prof. Ayreen Monagas por su valioso material sobre metodología de la investigación y a la Prof. Yraima Salas por su apoyo en el material sobre la tesis y pasantías.

También quiero agradecer al resto de mis familiares y primos, que aunque no los mencione a cada uno por el factor espacio, la verdad mis amores, mi familia es extensa, Dios me bendijo con una familia numerosa y si los menciono a todos creo que dedicaría un libro entero para toda la familia ja, sin embargo quiero que sepan que a cada uno los llevo presente, y mil gracias.

A mis compañeros de trabajo de Venezolana de Cementos S.A.C.A. de la Gerencia de Proyectos Occidente, por su apoyo, por sus conocimientos y colaboración para hacer posible este proyecto. A mi jefe, Ing. Wilmer por darme su voto de confianza, así mismo gracias Ing. Suleman por sus consejos y experiencia impartida como Ing. Civil por ser mi orientador en la empresa, Al sr Carlos Marcano, con mucha educación, súper ordenado,. Mis otros compañeros de la VPT, Jessica amiga eres súper genial pronto lograrás tu sueño DTB, Al Ing. Marcos por su apoyo y solidaridad siempre muy cordial. En general a todo el equipo técnico de la Dirección de Estudios Ingeniería y Proyectos muchas gracias muchachos por formar parte importante en mi vida.

De igual manera agradezco a todas aquellas personas quienes de una u otra manera formaron, o forman parte de mi vida, a aquellas que por alguna razón ya no están y a aquellas que tomaron otros rumbos, a los que aún están a mi lado en cada día gracias a todos porque en algún momento sirvieron de ayuda, y Dios los puso en mi camino, a mis compañeros de la universidad. Son muchas las personas que tengo que agradecer, Dios los bendiga a todos, los quiero y son especiales para mí.

JAVIER A. RODRÍGUEZ M.

Deseo comenzar agradeciendo primero a Dios ya que por medio de él he podido obtener cada logro que he alcanzado en mi vida, me ha dado las fuerzas para seguir adelante en medio de las dificultades que se han presentado en el camino y me ha enseñado a esperar pacientemente Su tiempo, también me ha provisto de una familia hermosa que ha sido mi apoyo y ayuda a lo largo de los años y que no cambiaría por nada de este mundo, a ellos mi inmensa gratitud y amor.

A mi padre Silfredo Millán Rivas, un hombre que Dios puso en mi vida desde muy pequeño para mostrarme su amor, cariño, apoyo y que ha sido de gran ejemplo para mí, para poder llegar a ser la persona que soy, gracias de verdad papá por ser mi padre y más que eso mi mejor amigo, esto no lo habría logrado sin ti, Te amo.

A mi madre Lila Milena Marcano Hernández, Te amo mamá por haberte esforzado por cada uno de nosotros y porque lo sigues haciendo cada día, Dios recompensa nuestro esfuerzo y este logro te lo dedico a ti por haber luchado por mí y haberme llevado hasta acá, a pesar de todas las dificultades que pasamos juntos, Dios te conceda muchos años más a mi lado mi gorda linda, ¡te amo muchísimo!

A mis dos bellas hermanas Jhanettcita y Jhessyta, gracias por su cariño, su amor, su apoyo, son unas princesas para mí y un gran ejemplo de constancia y dedicación, quiero lo mejor para ustedes hermanitas y yo sé que Dios les va a dar lo mejor, gracias por creer en mí, las amo mucho.

Gracias abuelito, quiero pedirte perdón porque no pude terminar esto antes y que pudieras verlo y compartir este momento conmigo que yo sé que lo anhelabas, pero yo sé que en el cielo donde tu estás vas a verme y ponerte contento y alegre por mí, siempre fuiste así una persona tan linda y alegre, te dedico este logro Asunción Marcano, un día te veré y compartiremos y nos reiremos juntos otra vez, abuelito gracias por esos momentos tan bonitos que vivimos y gracias por ser un padre para mí también, Te amo.

Gracias abuelita, de verdad gracias por ser otra madre para mí, por tu apoyo, por estar allí siempre que te necesité, gracias por haberme educado

como lo hiciste y por siempre estar pendiente de mí, por haberme dado tantos regalos y detalles que yo sé que han sido muestras del gran amor que me tienes, quiero que cuando leas esto sepas que te amo mucho y que esto no lo hubiera podido haber logrado sin ti, luz.

Quiero agradecer a una persona especial que fue de ejemplo para mi vida, Eduardo Salazar Carrillo, gracias por ser como un tío para mí, gracias por tu ejemplo que me ayuda cada día a ser una mejor persona, aunque no puedas leer esto, quiero agradecerte porque Dios te puso en mi vida en los momentos que más lo necesitaba, gracias por tus consejos.

Gracias a mi compañera y querida amiga Mardelís Ordaz, por su apoyo en todo momento y por su constancia para la realización de este trabajo de grado, así como también durante parte de la carrera, gracias Marde mucho éxito para ti. Gracias a todos los demás compañeros Eduard, Héctor, Gissel y Juan Carlos por su colaboración y por ser parte de este Proyecto.

Muchas gracias a nuestro tutor el Ing. Esp. Gustavo Velásquez, lo estimo mucho por creer en nosotros, por tener siempre palabras de motivación y ayuda para la realización de este proyecto, gracias profesor por su apoyo.

También quiero agradecer a todas las personas que han sido de alguna u otra manera de ayuda en mi vida para poder llegar hasta aquí, a mis tíos Rosauero Rojas y Thalmay Marcano, a mis primas Nohe y May, a mi amigo Nicolás y a todos mis compañeros de estudios, amigos y amigas, a todos muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN DEL TRABAJO DE GRADO	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3 Alcance	7
1.4 Justificación	9
1.5 Limitaciones	10

1.6 Plan de Ejecución	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes	12
2.2 Fundamentos Teóricos	19
<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados. 	19
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde. 	45
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil. 	46
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento. 	50
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde. 	50
2.3 Definiciones Técnicas	51
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	53
3.1 Técnicas Aplicadas	53

3.1.1	Revisión Bibliográfica:	53
3.1.2	Consultas a la Red:	53
3.1.3	Videos Documentales:	53
3.1.4	Utilización de Herramientas y software:	53
3.1.5	Entrevistas no estructuradas:	54
3.2	Cuadro de Variables	54
3.3	Métodos	59
3.4	Población y Muestra	60
3.4.1	Población: Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho sede de Ingeniería Edif “Arturo Uslar Pietri”.	60
3.4.2	Tipos de Muestreo	61
		62
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DEL PROYECTO		
4.1	Descripción de la Situación Actual	62
	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados. 	62
	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde. 	64

<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil. 	65
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento. 	65
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde. 	66
4.2 Presentación de Datos	67
<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados. 	67
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde. 	67
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil. 	72
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento. 	96
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde. 	102
4.3 Análisis de los Resultados	104
<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados. 	104

<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde. 	104
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil. 	113
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento. 	117
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde. 	117
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
BIBLIOGRAFÍA CITADA	123
BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL	125
ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla N°2.1 cargas utilizadas en la empresa Zinco ₁₂	29
Tabla N°2.2 Tipos de techos verdes.	30
Tabla N°2.3 Clasificación de techos verdes según su estructura y materiales.	31
Tabla N°2.4 Clasificación primaria de los techos verdes	32
Tabla N°2.5 Clasificación secundaria de los techos verdes	33
Tabla N°2.6 Parámetros de los techos verdes.	34
Tabla N°2.7 Mantenimiento en los techos verdes según su clasificación.	43
Tabla N°3.1 Identificación y definición de las variables:	54
Tabla N°3.2 Operacionalización de las variables:	57
Tabla N°4.1 Codificación y especificación de partidas	102
Tabla N°4.2 Codificación de partidas	103
Tabla N°4.3 Codificación de partidas	103
Tabla N°4.4 Actividades realizadas	111

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Fig. N°1.1 Vista de Mapa	5
Fig. N°1.2 Vista satelital	5
Fig. N°2.1 Construcción en capas de enjardinados para techos planos.	19
Fig. N°2.2 Construcción de los techos de pasto tradicionales escandinavos (Minke, Witter 1982).	21
Fig. N°2.3 Central Madeirense de La Alameda, en el Municipio Baruta de Caracas, Venezuela.	22
Fig. N°2.4 Sala Eugenio Montejó de la Biblioteca de los Palos Grandes en el Municipio Chacao de Caracas, Venezuela.	22
Fig. N°2.5 Capas de un techo verde.	27
Fig. N°2.6 Membrana de drenaje en funcionamiento.	34
Fig. N°2.7 Secuencia del funcionamiento del sistema.	35
Fig. N°2.8 Componentes de un techo verde.	36
Fig. N°2.9 componentes de techos verdes.	36
Fig. N°2.10 Ejemplo de plantas de vegetación extensiva.	40
Fig. N°2.11 Ejemplo de plantas de vegetación semi-intensiva.	41
Fig. N°2.12 Ejemplo de plantas de vegetación semi-intensiva.	41
Fig. N°2.13 Ejemplo de plantas de vegetación semi-intensiva.	42
Fig. N°2.14 Ejemplo de plantas de vegetación intensiva.	42
Fig. N°2.15 Ejemplo de plantas de vegetación intensiva.	43
Fig. N°2.16 Ejemplo de una obra con la técnica ZinCo	44

Fig. N°2.17 Ascensor al vacío o neumático.	47
Fig. N°2.18 Vistas de los ascensores.	48
Fig. N°2.19 Vistas de los ascensores.	48
Fig. N°2.20 vista de un plano de corte de un ascensor sin cuarto de máquinas.	49
Fig. N°2.21 Vista de un plano de corte de un ascensor sin cuarto de máquinas.	49
Fig. N°4.1 Plano en Autocad de los perfiles de la estructura donde se aprecian las cotas en cada nivel.	70
Fig. N°4.2 Plano en Autocad de Planta baja con la ubicación de sus accesos y columnas.	70
Fig. N°4.3 Plano en Autocad de Planta piso 1 con la ubicación de la redoma central, balcones, y se aprecia el área.	71
Fig. N°4.4 Plano en Autocad de Planta piso 2 con la ubicación de la perforación central, por dónde pasará la escalera en espiral, ubicación de sus balcones, y se aprecia el área.	71
Fig. N°4.5 Plano en Autocad de Planta Techo con la ubicación de la perforación central, por dónde pasará la escalera en espiral, ubicación de sus balcones, ubicación de los equipos de los aires acondicionado y se aprecia el área.	72
Fig. N°4.6 Comienzo en el Programa Revit.	73
Fig. N°4.7 Comienzo en el Programa Revit.	74
Fig. N°4.8 Herramientas de trabajo de revit	74
Fig. N°4.9 Herramientas de revit.	75
Fig. N°4.10 Planos de la estructura importados al programa.	76
Fig. N°4.11 Paso 3	77

Fig. N°4.12 Paso 4	77
Fig. N°4.13 Lista de columnas nuevas.	78
Fig. N°4.14 Comando Load family	79
Fig. N°4.15 Explorador de archivos	79
Fig. N°4.16 Nueva lista de columnas cargada.	80
Fig. N°4.17 Edición de columna.	81
Fig. N°4.18 Columna colocada en la grid.	81
Fig. N°4.19 Colocación de vigas Paso 5	82
Fig. N°4.20 Comando On Grid Lines.	83
Fig. N°4.21 Visualización 3D del proyecto.	83
Fig. N°4.22 Paso 6 colocaciones de losas.	84
Fig. N°4.23 Listado de losas desplegado	85
Fig. N°4.24 Edición de la losa.	85
Fig. N°4.25 Edición de materiales de la losa, y su espesor.	86
Fig. N°4.26 Comando Bounday line	87
Fig. N°4.27 Salida de la edición.	87
Fig. N°4.28 Vista 3D del proyecto con sus losas.	88
Fig. N°4.29 Otra vista 3D	88
Fig. N°4.30 Paso 7.	89
Fig. N°4.31 Comando Pick Lines	89
Fig. N°4.32 Vista en planta. Con la abertura para la escalera.	90
Fig. N°4.33 Creando la escalera.	91

Fig. N°4.34 Comando Center-Ends Spiral	91
Fig. N°4.35 Edición de la escalera.	92
Fig. N°4.36 Edición de la escalera.	93
Fig. N°4.37 Opción Railing	94
Fig. N°4.38 Configuración de la opción Railing	94
Fig. N°4.38 Configuración de la opción Railing	94
Fig. N°4.40 Modelado de escalera en revit.	95
Fig. N°4.41 Escalera modelada en revit.	95
Fig. N°4.42 Visualización de la estructura con la escalera. Tomado de Revit	96
Fig. N°4.43 Layout del techo con las medidas realizado en Sketchup.	97
Fig. N°4.44 Plano del diseño de techo verde elaborado en Autocad 2D y 3D.	98
Fig. N°4.45 Vista esquemática isométrica del techo verde elaborado en Autocad 2D y 3D.	98
Fig. N°4.46 Estructura del aliven.	99
Fig. N°4.47 Modelado en Sketchup Pro. De todo el edificio y sus accesos.	101
Fig. N°4.48 Ubicación del edificio en GE.	105
Fig. N°4.49 Distancia entre los puntos principales. Tomada de GE	106
Fig. N°4.50 Plano de Planta baja. Nivel 0	108
Fig. N°4.51 Plano del Estacionamiento principal nivel 0	109
Fig. N°4.52 El plano del primer piso nivel 1	109

Fig. N°4.53 Plano del nivel 2	110
Fig. N°4.54 Tomada del portal web de arquigráfico.	114
Fig. N°4.55 Tomada del portal web de arquigráfico.	114
Fig. N°4.56 Vista de la fachada, Av. Jorge Rodríguez Barcelona Estado Anzoátegui.	116
Fig. N°4.57 Vista al interior del estacionamiento. Planta Baja.	116
Fig. N°4.58 Presupuesto techo verde	118
Fig. N°4.59 Presupuesto de impermeabilización.	118
Fig. N°4.60 Presupuesto de impermeabilización con proyección a 20 años	119

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
MEMORIA FOTOGRÁFICA	126
1.- Bosquejo de la planta de techo con las medidas y coordenadas obtenidas del GPS	126
2.- Zoom donde se puede ver las coordenadas obtenidas norte y oeste.	126
3.- Zoom donde se puede apreciar las medidas de uno de los cuartos, en donde se tiene la propuesta del kiosco en planos del techo verde.	127
4.- Zoom donde se puede apreciar las medidas de uno de los cuartos, en donde se tiene la propuesta de la ubicación de tanque y bomba para riego en planos del techo verde.	127
5.- Tomando nota de las dimensiones de la redoma.	128
6.- Haciendo uso de la cinta métrica para las tomas de mediciones de la redoma y su ubicación.	128
7.- Realizando las mediciones de la redoma haciendo uso de la cinta métrica.	128
8.- Realizando las mediciones de la redoma haciendo uso de la cinta métrica.se pudo obtener la medida del diámetro interno =3,94m	129
9.- Diámetro interno de la redoma.	129
10.- Tomando notas y esquematizando la redoma.	129
11.- Redoma central en el piso 1 donde se plantea instalar la escalera como acceso.	130
12.- Vista desde el techo de la sede al estacionamiento estudiantil.	130
13.- Tomando medidas del interior de la estructura y la ubicación	131

de las columnas.

14.- Tomando medidas de uno de los balcones.	131
15.- Foto de la edificación donde se aprecian las escaleras de emergencia.	131
16.- Foto de la edificación donde se aprecian las escaleras principales.	132
17.- Foto de la vista frontal de la edificación.	132
18.- Fachada posterior donde se aprecian los otros tres balcones.	132
19.- Mediciones y ubicación de los equipos en el techo.	133
20.- Fachada lateral izquierda donde se aprecia la escalera de emergencia.	133
21.- Aspecto de lo encontrado en el techo, el refuerzo y la impermeabilización.	133
22.- Situaciones encontradas en el techo del edificio.	134
23.- Foto del día 17/05/2014 tomando mediciones con el Prof. Gustavo.	134
24.- Foto del 17/05/2014 con el grupo de Formulación.	134
25.- Carta remitida a las autoridades para la solicitud de los planos de diseño.	135
26.- Carta remitida a las autoridades para la solicitud de ingreso a las instalaciones para realizar el levantamiento	136
PLANOS	137
PRESUPUESTO	145

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental al pasar de los años se ha ido aumentando, aunado al aumento poblacional a nivel mundial; lo cual, ha ido generado cada vez más construcciones, la rápida evolución de tecnologías, y de la Ingeniería, lo que provoca a su vez que las estructuras vayan incrementando su tamaño en la era moderna, todo esto creando como consecuencia la reducción de los espacios verdes. No obstante, la ingeniería Civil, trabaja de la mano con el ambiente, a pesar de la imagen que se tiene de ella por destructora del medio ambiente, ya que es una disciplina que data de hace muchos años, es una de las más antiguas después de la Militar, además es una rama de la ingeniería más completa y multidisciplinaria, es por ello que es capaz de poder minimizar los daños al medio ambiente en busca de soluciones alternativas.

Tratando de solucionar las necesidades de espacios verdes, los cuales son los purificadores por excelencia del aire, y generadores de oxígeno, se han implementado no sólo a nivel mundial, sino a nivel Nacional el uso e instalación de techos verdes, los cuales son sistemas de jardinería instalada detalladamente y por personal especializado, permitiendo tener toda una gama de ecosistemas conviviendo en las azoteas de los edificios, a la vez que aporta un lugar de esparcimiento y recreación para la población o usuario de una vivienda o edificio con techo verde.

Los techos verdes requieren de una instalación adecuada, adaptable dependiendo de las características de la estructura y de su capacidad de resistencia en carga; los mismos se dividen según su solicitud de carga, material, entre otros. Cada sistema tiene un requerimiento diferente y están compuestos por capas, la cuales protegen la estructura y su impermeabilización, entre uno de los beneficios de éstos. Es por ello que para

la ejecución del proyecto es indispensable la asistencia de un Ingeniero Civil, los cuales han llevado mala fama por ser constructores grises, sin embargo con la realización de estos proyectos han resurgido con otro panorama realizando y ejecutando proyectos de desarrollos sustentables.

Para el año 1999 fue puesta en vigencia la Ley Para la Integración de Personas Incapacitadas (LIPI), en la cual son tomadas en cuenta a las personas con discapacidad y según la ley todas las personas son iguales sin importar su condición física, donde se da derechos a los discapacitados eliminando cualquier tipo de discriminación o segregación; contemplando inclusive el derecho a laborar y a la educación. Para el año 2007 el CONAPI (Consejo Nacional Para la Integración de Personas Incapacitadas) el cual fue creado en el año 1994, pasa a denominarse Consejo Nacional para las Personas con Discapacidad (CONAPDIS). En consecuencia se ha hecho inclusión a personas con discapacidad en cada proyecto de edificación, donde se deben tener accesos que permitan el libre tránsito de todas las personas sin importar su condición.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El edificio “Arturo Uslar Pietri” sede de ingeniería de la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho, ubicado en la ciudad de Barcelona, estado Anzoátegui, adolece de áreas verdes, así como de un espacio de esparcimiento y recreación, de igual manera estas instalaciones no cuentan con accesos integrados ni rampas que permitan el tránsito a personas con dificultades física o discapacitados. Es por todo esto, que se plantea las mejoras en las instalaciones del edificio “Arturo Uslar Pietri”, permitiendo incluir áreas verdes y accesos que integren los ambientes, a la vez de un mejor traslado a personas con discapacidades físicas; esto proporcionará a la Universidad una mejor presentación, lo cual mejoraría tanto el nivel académico como el sentido de pertenencia de cada estudiante y miembro de la comunidad UGMISTA.

Surgen las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la ubicación de los puntos de descarga de las aguas pluviales aunque no es una limitante?
- ¿Cuál es la capacidad de soporte de la estructura?
- ¿Cuáles son las consideraciones de diseño estructural tomadas originalmente para el uso de la estructura?
- ¿Cuáles son los riesgos de seguridad que pueden presentarse?
- ¿Cuáles son las normas que rigen el diseño de un techo verde?

- ¿Cuáles son las normas que aplican para el uso de accesos para discapacitados?
- ¿Cuál es el beneficio que ofrece a la población estudiantil la realización del techo verde?

Ubicación Geográfica del Proyecto

Núcleos:

Actualmente la UGMA cuenta con siete núcleos, ubicados en la región Nororiental del país, siendo Barcelona la sede principal desde la creación de la misma.

Anaco:

Dirección: Av. José Antonio Anzoátegui, Edif. UGMA, Anaco, Estado Anzoátegui.

Telfs. (0282) 424.94.55/ Fax. 0285.425.20.57

Barcelona:

Dirección: C.C. Camino Real. 2do. Piso. Modulo B, Av. Fabricio Ojeda (Antigua Costanera, Nueva Barcelona-Edo. Anzoátegui).

Telf. 0281.6001230/ 0281.6001231

Ciudad Bolívar:

Dirección: Paseo Orinoco, Edif. Guayana, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

Telf. 0285.632.91.43/ Fax: 0285.632.91.43

Ciudad Guayana:

Dirección: Calle el Tocuyo, Centro Cívico, Edif. Maestro Jesús Soto, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

Telf. 0286.932.30.24/ Fax: 0286.932.15.93

Cumaná:

Dirección: Calle Guanta, Parcelamiento Miranda, Sector D, Edif. UGMA, Cumaná, Estado Sucre.

Telf. 0293.432.51.45/ Fax: 0293.432.51.45

El Tigre:

Dirección: Segunda Carrera Norte, Edif. Humberto Bello Lozano, El Tigre, Estado Anzoátegui.

Telf. 0283.235.80.55/ Fax: 0283.321.44.27

Maturín:

Dirección: Av. Libertador, Sede UGMA, Piso 3, Maturín, Estado Monagas.

Telf. 0291.643.29.52/ Fax: 0291.642.68.21

Sede de Ingeniería edificio “Arturo Uslar Pietri” Ubicada en la ciudad de Barcelona, estado Anzoátegui. Teléfono: 0281-3174486



Fig N°1.1 y N°1.2 Fuente: *Nota.* Tomado de Google Earth online.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.6.1 Objetivo General

Diseñar un techo verde y accesos en el edificio sede de ingeniería “Arturo Uslar Pietri” de la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho, ubicado en la ciudad de Barcelona estado Anzoátegui.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados.
- Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde.
- Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil.
- Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento.
- Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde.

1.3 Alcance

Fase de diseño de techo verde: Se elaborarán planos de la losa de techo y detalles con las medidas obtenidas y ubicación de los equipos mediante la utilización del software de diseño AUTOCAD, se elaborará un plano con el diseño de propuesta del techo verde a escala con los accesos y detalles de cada elemento del techo verde en el mismo software. Dentro de la propuesta planteada se presentará el funcionamiento del sistema. Se elaborará un presupuesto como referencia con tres partidas que sería solo la elaboración del sistema de techo verde, el mismo deberá ser verificado y actualizado al momento de ejecución del proyecto, aunque en el diseño se encontrará completo incluyendo su sistema de protección, en el caso del presupuesto no será tomado en cuenta debido a que el mismo se hará con una proyección del presupuesto sólo con impermeabilización para comparar ambos reflejando así las bondades y beneficios del techo verde; en éstas se encuentra incluida la partida de limpieza y remoción de material viejo en malas condiciones, las partidas estarán más específicamente, reflejadas en la tabla N°1.1 utilizando la norma COVENIN 2000-2 para su codificación ver las tablas 1.2 y 1.3.

Fase de diseño de accesos: Se elaborarán planos del diseño de la escalera y detalles con las medidas obtenidas y ubicación en la redoma central del edificio que va del primer piso al nivel de techo, mediante la utilización del software de diseño de AUTOCAD, se elaborará un plano con el diseño de propuesta de la escalera a escala con los accesos y detalles de cada elemento que la componen en el mismo software y en la aplicación de ATODESK REVIT. De igual manera se elaborará un recorrido virtual en el programa Lumion, a manera de visualizar como quedará el techo verde una vez construido, así como todos los accesos colocados en la estructura. Se investigó sobre los diversos accesos

para discapacitados, se seleccionará el más favorable para elaborar la propuesta de diseño de acuerdo a la institución y en la búsqueda de la economía.

1.4 Justificación

En la ciudad de Barcelona, en la zona norte del Estado Anzoátegui está ubicada la sede de ingeniería edificio “Arturo Uslar Pietri” de la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho, en los últimos años ha sido una de las universidades con un alto índice de población estudiantil, aunado a que las carreras de ingeniería son en la actualidad las de mayor demanda; pero dichas instalaciones requieren de más áreas verdes que le den vida a la edificación, al igual que no se cuenta con un espacio de recreación y esparcimiento, esto permitiría contribuir con el sentido de pertenencia de la comunidad UGMISTA dándole una mejor calidad al ambiente universitario así como un signo de identificación a la institución, tampoco cuenta con accesos que integren los ambientes o que incluyan a las personas con dificultades físicas o discapacitados, es por ello que el grupo de Formulación y Evaluación de Proyectos decide hacer un diseño de un techo verde y accesos en el edificio sede de Ingeniería antes mencionado, ya que esto beneficiaría no solo a la comunidad sino a la misma estructura ya que el techo verde es ventajoso en el aspecto de que refresca la estructura y colabora con el aislamiento y la eficacia energética de los equipos de aire acondicionado; de igual manera en la ley hoy en día promueven la inclusión de personas con discapacidades físicas, lo cual si es una institución integral generará mayor ingreso estudiantil lo cual se resumiría en mucho más ingreso económico y menor egreso por mantenimientos.

Debido al gran número de bachilleres que se han interesado en continuar su formación profesional y al número de excelentes oportunidades que presenta nuestra casa de estudio, esta se ha convertido en una de las principales opciones a considerar a la hora de buscar instituciones para pre y postgrados, adicional a esto las circunstancias de inseguridad y deficiencia de transporte

público que se presentan en nuestro país han llevado a que la mayoría de la población estudiantil se vea en la necesidad de transportarse a la institución en vehículos propios, por estos motivos al transcurrir los años la cantidad de población que acoge la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho ha superado las estadísticas estimadas para su capacidad, viéndose ya en condiciones de no satisfacer por completo la gran demanda en el tema de servicio de aparcado de vehículos.

Trabajando en conjunto con el grupo de la materia de Formulación y Evaluación de Proyectos, nos vimos motivados a incluir en el plan de mejoras que se está presentando a la Universidad Nororiental Gran Mariscal de Ayacucho la idea de modificar y reacondicionar el estacionamiento secundario de la misma.

1.5 Limitaciones

Una de las limitaciones más significativas durante el proyecto se representaría en la ausencia de los planos de diseño de la estructura en estudio, dichos planos fueron solicitados con anterioridad y son de vital importancia para un cálculo certero y verás de lo contrario se basará la investigación en función a las mediciones tomadas en sitio de la estructura existente como construida, para poder continuar con la investigación fue necesario basarnos en consideraciones y en las investigaciones del tema y las normas aplicables a diseño de edificaciones, debido a que al no contar con los planos mencionados se nos dificulta el saber la cantidad de acero colocada en la estructura, o lo que hay en ella para poder hacer conclusiones más concisas.

1.6 Plan de Ejecución

ETAPAS	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Sept.				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados. 	/				/				/				/								/																			
<ul style="list-style-type: none"> Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde. 					/				/				/																											
<ul style="list-style-type: none"> Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil. 													/				/				/																			
<ul style="list-style-type: none"> Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento. 					/				/				/				/				/				/															
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde. 																													/				/							
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar y presentar el Proyecto con los resultados para la evaluación. 	/				/				/				/				/				/				/				/				/							

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

1. **Autor:** Mateo de Rhodes Valbuena. **Tutor:** Carlos Devia. **Año de publicación:** Bogotá D.C 2012. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES CARRERA DE ECOLOGÍA **TRABAJO DE GRADO** Para obtener el título de ECÓLOGO **Título:** IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE TECHO VERDE Y SU BENEFICIO TÉRMICO EN UN HOGAR DE HONDA, TOLIMA (COLOMBIA).

Objetivo principal: Realizar un análisis comparativo de las variaciones de temperaturas diarias a partir de implementar un modelo de techo verde en una casa en Honda, Tolima.

Principales hallazgos: Los techos verdes se han implementado desde la antigüedad, permitiendo aclimatar el ambiente interno de las viviendas, funcionando como aislante térmico. Se conoce que hace miles de años, en Egipto y Persia se construían patios y huertas que integraban las construcciones, una prueba de ellos son los jardines colgantes de Babilonia (Urbieta, 2005).

Se han encontrado registros en la historia que sustentan el uso de cubiertas vegetales, mucho antes de los romanos y de los jardines de babilonia, en donde hoy es irán e Irak. Con hallazgos de los restos de construcciones de plataformas superpuestas donde se piensa se basaron para los jardines de Babilonia, de igual manera se han reflejan evidencias existentes, en varios lugares del mundo, de estructuras que usaban esta técnica, al transcurrir los años se ha ido perdiendo estas técnicas y ciudades, reemplazándolas por nuevas técnicas de construcción y nuevas ciudades (Ortega et al, 2008; Briz, 2004)

Conclusiones: El modelo de techo verde de tipo indirecto con guadua como recipiente para una casa de tierra caliente de teja de fibrocemento, de pocos recursos, presupuesto y biodegradable, es una opción viables y adecuado, debido a que este material es de fácil acceso en la zona y es “amigable” con el

medio ambiente ya que se descompone rápido y naturalmente en comparación con otros materiales como plásticos.

El modelo del techo verde indirecto utilizando guadua como recipiente puede pesar 25 Kg/m² con sustrato y cobertura vegetal.

El uso de techos verdes ayuda a disminuir la temperatura en zona de tierra caliente, pero su grado de atenuación depende del área cubierta, de las plantas, el sustrato, los materiales y el tipo de techo verde que se implemente.

Los beneficios de los techos verdes, en términos cuantitativos varían considerablemente de un estudio a otro por sus características y los diferentes contextos que se pueden evidenciar.

La implementación de un techo verde puede ser asequible y de poco presupuesto.

El clima y la especie de planta que se utilice son variables determinantes para que funcione correctamente el sistema de techo verde en cualquier caso.

La percepción de las personas sobre esta tecnología de techos verdes puede ser un limitante en algunos casos ya que la desconocen y desconfían a la hora de implementarla o no la dejan implementar por eso mismo.

El área, el tipo de techo verde, las plantas, el sustrato y los materiales de los techos verdes influyen directamente sobre los beneficios que se pueden obtener y, en este caso, sobre la temperatura.

Recomendaciones:

- Tener en cuenta a la hora de implementar un techo verde:
 - a) Que las condiciones del techo no son las mismas que las del exterior y varían de casa a casa.
 - b) Las plantas enraizadas pueden acelerar el proceso de desarrollo del techo verde.
 - c) En condiciones extremas, es necesario utilizar un protector o una polisombra para ayudar al crecimiento y adaptación de las plantas en el techo.
 - d) En zonas donde el agua es escasa es importante hacer o tener canales y almacenamiento para recoger el agua lluvia.
- Para cuantificar los beneficios de esta tecnología se debe tener presente el área y cobertura del techo verde, además de llevar un constante registro o

monitoreo de su comportamiento (a todas horas para mirar su comportamiento).

- Es necesario hacer más investigaciones sobre este tema en la zona tropical, específicamente en Colombia, ya que puede ser una herramienta muy utilizada e implementada como estrategia para combatir algunas problemáticas de carácter socio-ambiental. Además para crear un antecedente de ganancias y errores del tema, pero sobre todo un antecedente en la zona.
- Para este tema, sería bueno indagar sobre la utilización de especies nativas que se adapten a un techo verde, para fomentar e incentivar el cultivos de estas especies.
- Es importante tener en cuenta que las plantas necesitan un tiempo para desarrollarse y adaptarse a las condiciones del techo. Y que su desarrollo define en parte el beneficio que puede brindar esta tecnología

Aportes para el trabajo: Conocer la historia de los techos verdes, su clasificación, y los tipos de carga por m² según el tipo de techo verde implementado. Así como informa detalladamente todo lo referente a techos verdes y su instalación en una edificación aunque en nuestro caso no aplica a vivienda, de igual manera se pudo observar los aportes climáticos de dichos sistemas.

2. **Autor:** Irais Guadalupe Sánchez Mora. **Tutor:** M.I. Cristian Emmanuel González Reyes. **Año de publicación:** Ciudad Universitaria, México, junio 2012. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA **TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL. Título:** MANUAL PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA AZOTEA VERDE.

Objetivo principal: Generar un documento que cuente con las bases necesarias para el diseño e instalación de una azotea verde de cualquier tipo, sin importar el tipo de estructura en la que se desee instalar el área naturada.

Principales Hallazgos: La organización de Techos Verdes para Ciudades Saludables (GRHC) fue fundada como resultado del proyecto de investigación sobre los beneficios de las azoteas verdes y las barreras para el desarrollo de la industria, integrada por organizaciones públicas y privadas, esta asociación rige principalmente a América del Norte.

La GRHC ofrece un curso sobre “Tecnologías de techo verde en América del Norte”, el cual consta de los siguientes programas:

- Curso introductorio: Green Roofs Diseño 101
- Diseño e instalación de 201: Infraestructura del Techo Verde
- Impermeabilización de Techos Verdes y Drenaje 301
- Las plantas verdes y medios de cultivo 401

Estos cursos son de apoyo para la formación de profesionales en materia de azoteas verdes, siempre y cuando el interesado acredite el examen de certificación de GRP por sus siglas en inglés Green Roof Professional.

La GRHC en conjunto con la industria de capas para techos por sus siglas en inglés Single Ply Roofing Industry (SPRI), han desarrollado las siguientes Normas:

- Directrices para el diseño por incendio
- Diseño estándar por viento
- Procedimiento para la investigación de la resistencia a la penetración.

También cuentan con Normas adicionales las cuales incluyen las funciones múltiples de los medios de cultivo.

Conclusiones: Las azoteas verdes constituyen una alternativa viable para la creación de ciudades sustentables, la gente que habite el inmueble podrá contar con múltiples beneficios, además de retribuciones económicas.

El instalar una azotea verde permite al usuario, contar con un ambiente confortable y más saludable, además de adquirir una variedad de beneficios, estéticos y sociales.

El diseño adecuado de una azotea verde es primordial ya que de esta manera podrá funcionar correctamente y brindar todos los beneficios a los usuarios del inmueble. Si el diseño de la azotea verde no es adecuado, ésta presentará problemas que pueden ser fatales, como la deformación de la losa y en el peor de los casos el vencimiento de ésta.

Este trabajo contribuye de manera directa, en la difusión e implementación para el desarrollo de una ciudad sustentable, a corto plazo. Ha sido demasiado el daño que se le ha hecho a la naturaleza, por lo que es necesario regresarle algo de su ciclo natural de vida, por ejemplo a los ciclos biogeoquímicos los cuales son beneficiados por la vegetación instalada completando así su ciclo natural. Además de tratar de convertir una ciudad gris en una ciudad verde.

Para continuar con esta línea de investigación es necesario la difusión de este tema, ya que es muy poca la información que se tiene al respecto. Cabe destacar que algunos países de primer mundo han desarrollado planes a corto plazo para la implementación de ciudades sustentables, tal es el caso de

Alemania, Suiza, Estados Unidos. Aún queda bastante por desarrollar dentro de nuestro país, (respecto de este tema), que sin lugar a dudas, será de vital importancia en un futuro que ya nos está alcanzando.

Este manual servirá como guía para que las personas con ciertos conocimientos en ingeniería, sean capaces de diseñar una azotea verde, según sea su preferencia, siguiendo todos los criterios señalados en este documento. Existen diversos tipos de azoteas verdes por lo tanto quedará a criterio del lector el tipo de naturación a instalar.

Aportes para el trabajo: Conocer la importancia de los techos verdes para el medio ambiente, los beneficios y aportes para regular el clima, y disminuir la contaminación sonora, conocer el tipo de vegetación adecuada para cada tipo de techo verde y clasificación del sustrato y aporte de retención de líquidos.

3. **Autor:** Carla Alejandra Villagrán Novoa. **Tutor:** Erazo, Juan (dir). **Año de publicación:** Quito, Ecuador, Mayo de 2011. **Título:** Centro de investigación geobotánico Pululahua.

Objetivo principal: El objetivo general es la integración del paisaje natural con lo artificial mediante el diseño ecológico, mejorando de dicha forma las zonas de confort para las actividades humanas.

Principales Hallazgos: Estrategias de Diseño sustentable, éste es un proyecto experimental para demostrar la eficiencia de la arquitectura verde y la posibilidad de reciclaje. En el proyecto se reduce la oscilación de calor. Los paneles de hierba reducen el escurrimiento de aguas pluviales. Además el césped central no se retira para dar cabida a este edificio, sino que efectivamente se triplicó el área de siembra original mediante los paneles de césped en el techo y las fachadas de dos. El panel de hierba está previsto que se trasladó a la valla parcial del complejo residencial después de la demolición. Y por último, visualmente se armoniza la estructura temporal con el jardín existente.

Conclusiones y Recomendaciones: La arquitectura llega a relacionarse de manera diferente con la naturaleza por lo que animar lo artificial y construir lo natural son dos propósitos que van en la misma dirección. La relación que se crea entre el paisaje y arquitectura es una relación de intercambio, es decir simbiótica. La arquitectura por el hecho mismo de llegar a ser construida no podrá lograr a cabalidad ser mimética con el entorno ya que su construcción

corrompería un hábitat natural sin embargo se debe intentar minimizar su impacto. Y por otro lado, el contraste exagerado llegaría a desligar la arquitectura de un entorno inmediato. Por dichas razones, la mejor relación será la reciprocidad representada en una correcta transición del exterior al interior, la utilización de materiales que no afecten al lugar así como estrategias de diseño ecológico como las cubiertas y paredes verdes.

Aportes para el trabajo: Estadísticas sobre las incidencias de construcciones humanas al medio ambiente. De igual manera permitió conocer la relación que existe entre la construcción y medio ambiente. La reutilización de materiales y recursos que permitan minimizar los daños al ambiente.

4. **Autor:** G. Castañeda-Nolasco, F. Vecchia. **Año de publicación:** Ingeniería, vol. 11, núm. 2, mayo-agosto, 2007, pp. 21-30, Universidad Autónoma de Yucatán México. **Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Sistema de Información Científica. Título:** SISTEMA DE TECHO ALTERNATIVO PARA VIVIENDA PROGRESIVA EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO.

Resumen: Se expone el resultado de la comparación experimental del comportamiento térmico de dos sistemas de techo: Concreto Armado y Domotej, con lo que se demostró que el Domotej es una propuesta de techo alternativo que mejora el comportamiento térmico del techo de concreto armado utilizado convencionalmente en las viviendas construidas en Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas. El análisis térmico se realizó en un día típico experimental, comparando las temperaturas superficiales de los dos sistemas de techos. Sin embargo, debido a la ventaja térmica mínima lograda con la propuesta inicial, se le colocó una capa de pasto con sustrae en la parte superior, lo que amplió dicha ventaja sobre el techo a mejorar.

Principales hallazgos: Los techos verdes se han implementado desde la antigüedad, permitiendo aclimatar el ambiente interno de las viviendas, funcionando como aislante térmico. Se conoce que hace miles de años, en Egipto y Persia se construían patios y huertas que integraban las construcciones. En esta revista integran dos sistemas alternativos, ambos con el fin de reducir el impacto directo de los cambios climáticos sobre la estructura elaborando un techo verde-demotej.

Conclusiones: Con base en el trabajo desarrollado se relacionan las siguientes conclusiones:

- 1) El techo de la vivienda de concreto armado, comúnmente utilizado en Tuxtla Gutiérrez, contribuye de manera significativa al calentamiento interior de la vivienda, principalmente por medio de calor radiante, debido a las características termofísicas de los materiales que lo constituyen (materiales pétreos y acero), su volumen y las cargas térmicas del clima cálido del contexto analizado.
- 2) La contribución térmica de un sistema de techo Domotej, a la temperatura interior de la vivienda en Tuxtla Gutiérrez, es menor que el que ofrece el techo de concreto armado debido a los materiales que lo conforman y al volumen de los mismos.
- 3) Aunque el retraso y amortiguamiento térmico logrado con el sistema de techo Domotej es conveniente por reducir su incidencia en la temperatura interior de la vivienda, lo que confirma el logro de los objetivos iniciales planteados, la ventaja lograda de 3° C no es significativa por lo que se propuso el Techo Verde-Domotej (TVD), para ampliar dicho efecto.
- 4) Es importante enfatizar que la propuesta de techo Domotej, es una alternativa desarrollada considerando aspectos del contexto analizado, tales como: Cultura constructiva de la población, materiales utilizados en la localidad y con precios accesibles, por lo que el Domotej es un sistema de techo factible de ser construido en una primera etapa, por un grupo social más amplio que el que construye con el concreto armado, debido al sistema constructivo de prefabricación que permite una inversión paulatina en el tiempo, sin concentrarse en un solo momento como lo exige el techo de concreto armado, por lo que con una asesoría menor, se adapta a la posibilidad de la autoconstrucción de los grupos sociales de menores ingresos.
- 5) El TVD se es una opción apropiada para el clima del contexto estudiado pero que se plantea como una estrategia de mejoramiento al techo Domotej totalmente factible de ser construido en una segunda etapa, sobre el techo Domotej, lo que reduce la penetración de calor por el techo, y por consecuencia mejora el confort térmico de la vivienda.

2.2 Fundamentos Teóricos

- **Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados.**

Esto es un tema bastante extenso sin embargo a continuación se presentan algunas de las recopilaciones que sirvieron de dato para la realización del proyecto el resto de la teoría se encuentra en los documentos originales utilizados y especificados o referenciados en la bibliografía.

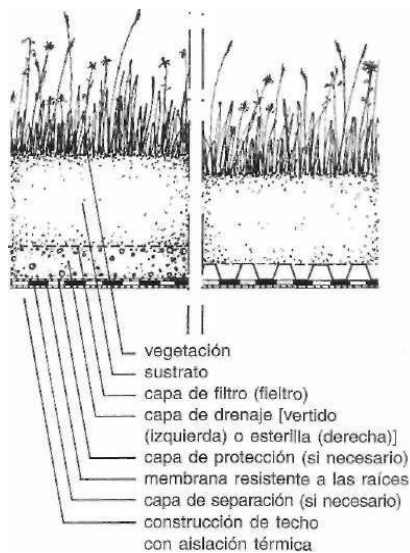


Fig. N°2.1 Construcción en capas de enjardinados para techos planos. *Nota.*

Tomado de Techos Verdes Planificación, ejecución, consejos prácticos por Gernot Minke.

Historia de los techos Verdes

Los techos verdes modernos colocados deliberadamente para mantener vegetación en un medio de cultivo son un fenómeno relativamente reciente. Sin embargo los **países escandinavos** han usado techos de pasto por muchos siglos. La tendencia moderna comenzó cuando **Alemania** desarrolló los primeros en la década de 1960 y ahora se han difundido a muchos países. Se calcula que alrededor del 10% de los techos en Alemania son verdes. Se están volviendo populares en Europa y en menor grado en Estados Unidos. Fragmento tomado de la bibliografía₁.

Según Gernot Minke de Alemania en su Proyecto sobre Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos se extrajo algunos ejemplos históricos él nos dice en la versión traducida que los techos verdes son conocidos hace siglos tanto en países de climas fríos como Islandia, Escandinavia, USA y Canadá, como en los de climas cálidos como en Tanzania. Él nos comenta que en los climas fríos “calienta” ya que conservan el calor de los ambientes interiores de la estructura y en los climas cálidos “enfrian”, ya que mantienen a la estructura aislada de cambios de temperatura del exterior. De tal manera que los techos verdes ayudan considerablemente a moderar y controlar que los cambios de temperatura afecten los ambientes interiores de la estructura.

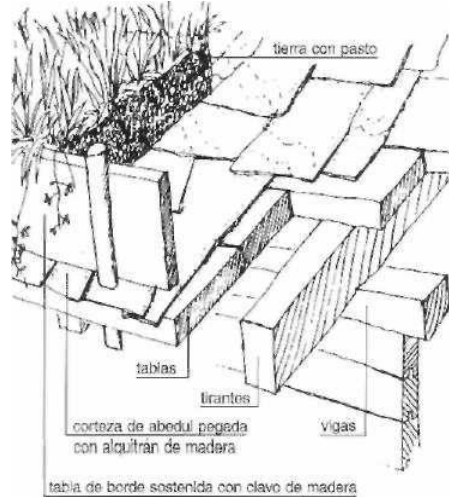


Fig. N°2.2 Construcción de los techos de pasto tradicionales escandinavos (Minke, Witter 1982). *Nota.* Tomado de Techos Verdes Planificación, ejecución, consejos prácticos por Gernot Minke. 5

En Venezuela también tenemos historia sobre la construcción de techos verde aunque son construcciones nuevas y modernas algo jóvenes en comparación con los pioneros en esta técnica claro, además esto ha venido agarrando auge debido a sus propiedades y ventajas. En el portal web del periódico El Universal bibliografía⁶ con su noticia “Central Madeirense construye sucursal 100% verde” con fecha del domingo 3 de abril de 2011, podemos verlo en la Fig. N°5. Donde se cuenta con alrededor de 4 mil metros cuadrados, equivalente a aproximadamente 85% del área total de techos. También en la revista Madre Tierra hacen mención de ello y del techo verde de la Sala Eugenio Montejo de la Biblioteca de los Palos Grandes⁷, de la cual también El Universal⁸ hace referencia en su portal con la noticia “Biblioteca de Los Palos Grandes estrenó techo verde” "Iniciativas como estas son vitales en nuestro país, donde tanto se habla de problemas eléctricos", apuntó el alcalde. La imagen de la sala se pueden observar en la Fig. N°6.



Fig. N°2.3 Central Madeirenses de La Alameda, en el Municipio Baruta de Caracas, Venezuela. *Nota.* Tomado del portal de la revista Madre Tierra⁷



Fig. N°2.4 Sala Eugenio Montejó de la Biblioteca de los Palos Grandes en el Municipio Chacao de Caracas, Venezuela. *Nota.* Tomado del portal de la revista Madre Tierra⁷

Ventajas del Techo Verde

Los techos verdes tienen múltiples ventajas y usos dentro de los que se pudieron investigar tomamos las siguientes del blog de construcción tierra¹⁰:

Usos:

- Cultivar frutas, verduras y flores, y así como plantas ornamentales.
- Mejorar la climatización del edificio.
- Prolongar la vida del techo.
- Reducir el riesgo de inundaciones.
- Filtrar contaminantes y CO₂ del aire.
- Actuar como barrera acústica; el suelo bloquea los sonidos de baja frecuencia y las plantas los de alta frecuencia.
- Filtrar contaminantes y metales pesados del agua de lluvia.
- Proteger la biodiversidad de zonas urbanas.

Dentro de las Ventajas tenemos:

Un techo verde es un componente clave de un edificio autónomo. Un estudio realizado en 2005 por Brad Bass de la universidad de Toronto demostró que los techos verdes también pueden reducir la pérdida de calor y reducir el consumo de energía en invierno. En un estudio reciente sobre el impacto de estructuras verdes en la zona de Manchester los investigadores comprobaron que los techos verdes ayudaban a bajar las temperaturas especialmente en zonas urbanas.¹⁰

Los Techos Verdes contribuyen a mejorar la calidad del aire y reducir los niveles de CO₂.¹⁰

Ayudan a filtrar el aire, las plantas llegan a filtrar el 85% de las partículas del aire, depositando los metales pesados -como el plomo- en las plantas y en el sustrato. 1m² de pasto atrapa 130 gramos de polvo por año.¹⁰

Son reguladores de temperatura natural, hacen que las estructuras que se encuentran debajo, estén más frescas en verano y más cálidas en invierno. Sobre todo esta es una cualidad importante en los cambios climáticos de Venezuela específicamente en la zona oriental donde se encuentra la edificación. Lo cual es doblemente benéfico ya que ayudaría a reducir el trabajo de los aires acondicionados proporcionando mayor enfriamiento y eficiencia en los mismos.

Reducen el riesgo de inundaciones ya que retienen buena parte del agua de lluvia en tormentas. Lo cual es importante en períodos de lluvia en Venezuela ya que ayudaría con la impermeabilización, ya que lo que llegaría a la capa asfáltica es menor cantidad de agua siendo que la mayoría se quedaría en el sistema del techo verde y en cada una de sus capas.

Reducen la cantidad de calor absorbido del sol que luego es liberado por los edificios al medio ambiente. “efecto de isla de calor urbano”.

Aíslan el ruido exterior, las plantas absorben los sonidos de alta frecuencia y la tierra los de baja frecuencia. Lo cual sería beneficioso ya que es una institución universitaria y ayudaría cuando se imparten las clases.

Beneficios económicos

Se obtendrán múltiples beneficios económicos ente los cuales enunciaremos algunos:

- Permite el ahorro energético de hasta un 60% lo que reduce el costo de mantenimiento en equipos de aire acondicionado; ya que aísla el ambiente interno de la estructura de los cambios climáticos exteriores.
- Le da un valor agregado al inmueble.
- Ayuda a reducir las filtraciones producto de grandes lluvias lo cual reduce costos en reparaciones. Al igual que permite una durabilidad de 20 años más que un techo normal ya que lo protege de daños ambientales.
- Dentro de uno de los beneficios económicos está el hecho que requiere de muy poco para su mantenimiento.

Beneficios de salud

- Al seleccionar el tipo de techo verde adecuado, también se debe seleccionar una buena vegetación esto nos garantizaría la teoría que aparece en el blog de [construcciontierra₁₀](#) sobre techos verdes en el cual aseguran como beneficio que 1m² de pasto generará el oxígeno que requiere una persona en todo el año.
- La Ingeniera agrícola mexicana Tanya Muller García, en su investigación pudo observar el comportamiento de personas hospitalizadas y tuvieron una recuperación mucho más rápida aquellas que estuvieron en contacto con el verde.
- Tener contacto con jardines y el medio ambiente es relajante, de hecho algunos especialistas recomiendan hacer ejercicio en áreas es más beneficioso a la salud.

Beneficios recreativos

- Se contará con un espacio verde dentro de un entorno urbano que beneficiará a la comunidad.
- Será un lugar donde cada estudiante podrá relajarse y concentrarse en sus actividades académicas mucho mejor y sin tanta presión.
- Se generarán nuevos ecosistemas dentro de un entorno urbano.

Desventajas de los techos verdes

Algunas desventajas que menciona Cristancho (2011), Quintabani (2010), Briz (2004).

- Exige unos requisitos estructurales.
- Tiene que tener en cuenta la estructura y diseño de la vivienda.
- Algunos edificios o viviendas, ya existentes no pueden ser modificadas.
- Costos de materiales e implementación.
- Costos de mantenimiento (en caso de techos intensivos)
- El clima y las condiciones ambientales extremas (sequías, altas y bajas temperaturas, granizadas, heladas, inundaciones, exceso de lluvia, etc) pueden afectar las condiciones para el desarrollo de la cobertura vegetal.
- Desconocimiento del tema, percepción (contexto cultural).
- Factores normativos, donde apenas se están implementando y no hay una legislación sobre el tema.

Clasificación de los techos verdes

Los techos verdes se clasifican generalmente en tres según el tipo de construcción y la sollicitación de la carga.



Fig. N°2.5 Capas de un techo verde. Tomado del portal de zinco₁₂

Techos verdes extensivos

Son generalmente utilizados para edificios de poca demanda de carga y además son muy bondadosos ya que requieren menor mantenimiento, el tipo de vegetación es pasto o vegetación corta y densa que se puede colocar como un manto, es posible colocar vegetación floral y aromática que sea resistente, se le puede colocar un sistema de riego para mayor autosuficiencia.

Techos verdes semi-intensivos

Los techos semi-intensivos pueden ser transitables y el tipo de vegetación es mixta se puede utilizar la vegetación del extensivo e incorporar plantas ornamentales y pequeños arbustos.

Techos extensivos

Son aquellos que requieren un poco más de atención en lo que respecta a mantenimiento al igual que requieren mayor demanda de carga debido a su




vegetación, la cual puede ser una combinación de los anteriores incluyendo arboles de mayor tamaño. Por lo cual la capa aumentaría del sistema en general. Con respecto al mantenimiento y riego se le puede colocar un sistema de riego.

Cubiertas sobre túneles o estacionamientos de zinco₁₂

Las cubiertas sobre estacionamientos subterráneos, zonas comunitarias e incluso túneles ofrecen espacios de uso multifuncional tanto para el acceso de servicios, de maquinaria para el aire acondicionado, paso de vehículos e incluso zonas de recreo.

Además de la carga que ocasiona cada tipo de utilización, hay que prever las posibles y sobrecargas puntuales, las posibles vibraciones ocasionadas por una maquinaria en funcionamiento o la fuerza de empuje por vehículos en marcha.

La ingeniería de ZinCo con su amplia experiencia en las múltiples utilizaciones queda a su disposición. ¡Pídanos ayuda – responderemos con sumo gusto!

	Acceso por:	Sobrecarga:	Sobrecargas adicionales:
	Personal de servicio individual, como antenistas, mecánicos, jardineros.	de 1 kN puntual	
	Grupo de personas, muebles, utensilios juego y recreo.	de >10 m ² 3,5 kN/m ² de <10 m ² 5,0 kN/m ²	de para superficies por norma DIN 1055 T-3
	Clase de carga 3 hasta coches y	30 kN de carga total	sobrecargas horizontales por efectos de frenado, arranque y por cambio de


	Acceso por:	Sobrecarga:	Sobrecargas adicionales:
	camiones	por 3,0 carga adicional	rueda dirección kN/m ²
	Clase de carga pesada	600 kN total 100 kN por 33,3 carga adicional	carga sobrecargas horizontales por efectos de frenado, carga arranque y por cambio de rueda dirección kN/m ²

Tabla N°2.1 Cargas utilizadas en la empresa Zinco₁₂

En Venezuela se deben utilizar cargas actuantes según las normas aplicadas al diseño en este país.

Capacidad de carga₁₂

El peso de la cubierta varía en función del tipo de cubierta verde elegida.

Una cubierta ecológica extensiva tiene un peso de 120 kg/m² saturada de agua.

Las cubiertas con grava convencionales pesan aproximadamente entre 90 y 100 kg/m², por lo que son fácilmente sustituibles por una cubierta ecológica.

En el caso de la cubierta semi-intensiva que fue la seleccionada para el proyecto, ya que me permite el tránsito de peatones se consideró una carga de 200 kg/m² saturada.

Las cubiertas ajardinadas intensivas tienen un peso superior que varía, dependiendo del espesor del sistema elegido; pero tienen un peso mínimo de aproximadamente 340 kg/m².

Para establecer la capacidad máxima de carga para un techo, es necesario el asesoramiento de personas capacitadas y especialistas en la materia, un buen

asesor sería un Ing. Civil Calculista, conjuntamente con el proyectista de la edificación.

Tipos Techo verde	Descripción
Directo	Es el uso de un techo verde directamente o continuo a la estructura del inmueble (sea teja, cemento, etc) requiere adecuación del techo, permeándolo para que no haya infiltraciones y que las raíces de las plantas no afecten el inmueble.
Indirecto	Cuenta con recipientes o materas. El sustrato y la planta No entran en contacto directamente con el techo del inmueble.
Intensivo	El espesor del sustrato es mayor de 30 cm. Por lo que se considera un “techo verde pesado”. Requiere que la estructura del edificio soporte dicho peso. El costo de instalación y mantenimiento es mayor por las exigencias en prácticas culturales (riego, insumos, podas, sembrado, etc) constantes.
Semi-intensivo	Tipo intermedio entre los otros por espesor del sustrato (12 a 30 cm), y la densidad de plantas. Requieren menos prácticas culturales y poco mantenimiento.
Extensivo	Considerado de bajo mantenimiento y generalmente se instalan en lugares de difícil acceso. Especies de plantas muy limitadas debido al sustrato (5 a 15 cm) y a las condiciones del ambiente. Vegetación de porte bajo. Mantenimiento mínimo. Este es el más apto para ser utilizado en construcciones existentes.

Tabla N°2.2 Tipos de techos verdes. Fuente: Cruz (2012), Cristancho (2011), Secretaria Distrital de Ambiente (2011), Garcia (2010), Alvares (2009), Ibañez (2008), Ortega et al (2008), Urbieta (2005), Briz (2004), Gonzales (2004), Minke (2004). Tomado del trabajo de grado de Mateo de Rhodes Valbuena.

Clasificación	Descripción
Multicapa monolítica	Consiste en apoyar directamente sobre el techo impermeabilizado varias capas de componentes especializados que tienen continuidad horizontal y actúan como una unidad. Es la más utilizada y difundida a nivel mundial.
Multicapa elevada	Se apoyan las capas especializadas sobre pedestales que elevan el sistema del techo impermeabilizado, crea una hendidura horizontal continuo en el intermedio.
Receptáculo	Se apoyan sobre el techo impermeabilizado recipientes individuales que alojan el medio de crecimiento y la vegetación. Estos recipientes son elementos especializados para cumplir las funciones de un techo verde y pueden tener forma de bandejas, materas, sacos, cajones,
Monocapa	Consiste en tapetes pre-sembrados que incorporan en una sola capa los diferentes componentes estables y activos, y se fijan al techo impermeabilizado
Aeropónico	Las plantas no tienen sustrato o medio sólido de crecimiento y se requiere de una estructura de soporte para la vegetación; la nutrición de la planta se realiza por medio de irrigación directa en forma de líquido o vapor a las raíces expuestas de las plantas.

Tabla N°2.3 Clasificación de techos verdes según su estructura y materiales.

Fuente: Secretaria de Ambiente (2011). Colombia. Tomado del trabajo de grado de Mateo de Rhodes Valbuena.

Clasificación Primaria	Descripción
Techo verde autorregulado	Es un modelo que requiere poco o nada de mantenimiento después de la instalación, bajo en costos, de peso en comparación con los otros, las plantas utilizadas son de la región o nativas resistentes al clima.
Techo verde ajardinado	Este tipo de techo verde tiene como propósito crear un espacio paisajístico, por lo general usan plantas de ornamentación y necesita un mantenimiento constante (poda, riego, insumos, etc).
Techo ecológico especializado	Su propósito es simular o replicar un hábitat para la fauna y flora local. La vegetación puede tener una altura máxima aproximada de 2 m y un peso máximo de 450 kg en estado saturado. Necesita una estructura y materiales especializados, además de un seguimiento después de la instalación. Este tipo de techo verde en Bogotá deberá estar abalado por el Jardín Botánico, La Secretaria Distrital de Ambiente o la Secretaria de Planeación Distrital
Techo verde huerta	Este tipo de techo verde tiene como propósito principal la producción agrícola. Está cubierta tiene mayores exigencias de estanqueidad y protección mecánica debido a la exposición al desgaste por el uso constante de la cubierta, se debe emplear mecanismos de regulación ambiental como barreras vivas, cortasoles, entre otros y un sistema de riego. Usualmente se captura, trata y recicla el agua de lluvia para el riego. Generalmente se incorporan estrategias de hidroponía y se realiza la siembra en contenedores, bandejas y otros elementos que soporten la planta y proporcionen protección a la capa de impermeabilización.

Tabla N°2.4 Clasificación primaria de los techos verdes según la Secretaria de Ambiente (2011). Colombia. Tomado del trabajo de grado de Mateo de Rhodes Valbuena.

Livianos		
Tipo de techo verde	Peso aproximado	Tamaño (altura) aproximado de las plantas
Autorregulado	80 kg/m ³	20 cm
Ajardinado	150 kg/m ²	50 cm
Ecológico especializado	200 kg/m ²	50 cm
Huerta	150 kg/m ²	50 cm
Moderados		
Tipo de techo verde	Peso aproximado	Tamaño (altura) aproximado de las plantas
Autorregulado	80-120 kg/m ²	50 cm
Ajardinado	150-200 kg/m ²	200 cm
Ecológico especializado	200-300 kg/m ²	150 cm
Huerta	150-250 kg/m ²	100 cm
Robusto		
Tipo de techo verde	Peso aproximado	Tamaño (altura) aproximado de las plantas
Autorregulado	120-150 kg/m ²	50 cm
Ajardinado	Más de 250 kg/m ²	200 cm
Ecológico especializado	300-450 kg/m ²	150 cm
Huerta	250-350 kg/m ²	100 cm

Tabla N°2.5 Clasificación secundaria de los techos verdes según la Secretaría de Ambiente (2011). Colombia. Tomado del trabajo de grado de Mateo de Rhodes Valbuena.

PARÁMETROS PARA CADA TIPO DE NATURACIÓN			
Tipo de Naturación	EXTENSIVA	SEMI-INTENSIVA	INTENSIVA
Altura de crecimiento de plantas	5 - 50 cm	5 - 100 cm	5 - 400 cm
Diámetro de Copa	NO APLICA	NO APLICA	300 cm MÁXIMO
Substrato	10 - 15 cm	15 - 30 cm	> 40 cm
Carga Adicional	110 - 140 kg/m ²	250 kg/m ²	> 250 kg/m ²
Cobertura Vegetal	CRASULÁCEAS	CRASULÁCEAS, PASTOS Y ARBUSTOS	CRASULÁCEAS, PASTOS, ARBUSTOS Y ÁRBOLES

Tabla N°2.6 Parámetros de los techos verdes. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.

Funcionamiento



Fig. N°2.6 Membrana de drenaje en funcionamiento. *Nota.* Tomada de el portal de una compañía de construcción de techos verdes http://www.zincocubiertas-ecologicas.es/conceptos_basicos/manera_de_funcionar.php¹²

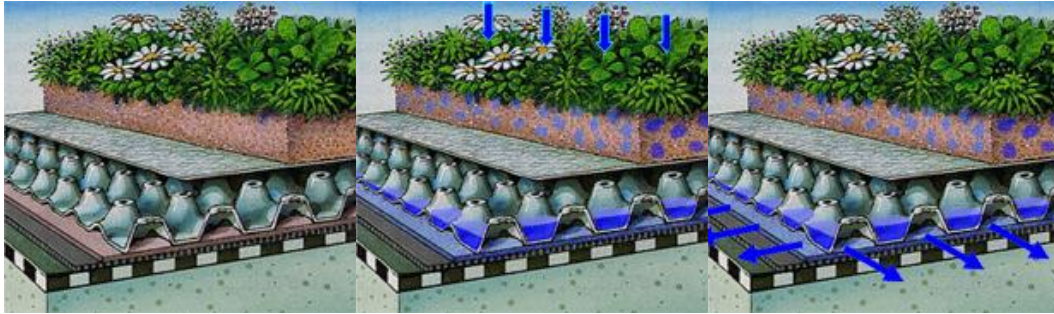


Fig. N°2.7 Secuencia del funcionamiento del sistema. *Nota.* Tomada de el portal de una compañía de construcción de techos verdes http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/conceptos_basicos/manera_de_funcionar.php¹²

El agua fluvial al caer se filtra no solo con el sustrato sino a través de cada membrana como se puede observar en la secuencia de la Fig. N°9, al llegar al manto de drenaje, estos son depósitos que sirven de reserva de agua para el mismo sistema la membrana tienen un agujero en la parte superior que a la vez le proporciona oxigenación a la vegetación, luego ellas distribuyen el agua con un drenaje adecuado.

Una vez que la tierra vegetal está saturada y las concavidades llenas, el agua sobrante puede fluir libremente hacia los desagües de la cubierta.¹²

Componentes de los techos verdes

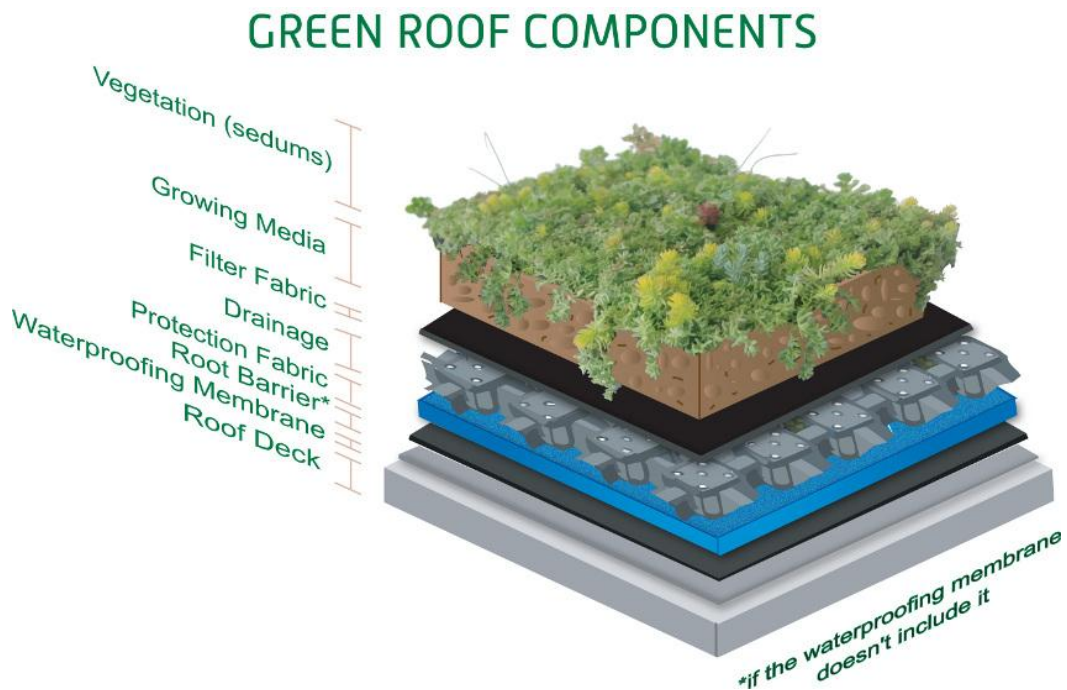


Fig.N°2.8 Componentes de un techo verde. Nota. Tomado del portal <http://www.kota21.com/techos-verdes/>₁₁



Fig. N°2.9 componentes de techos verdes. Nota. Tomada de mismo portal de zinco₁₂

1. Las láminas antirraíz

Son mantos geotextiles especializados para proteger la impermeabilización de perforaciones por las raíces.

2. Las mantas protectoras

Como su nombre lo indica protegen las láminas anti-raíz de daños producidos por golpes y retienen agua y nutrientes para las plantas. Evitan que las láminas anti-raíz se fisuren, lo cual podría ocasionar que las raíces de la vegetación dañe la estructura.

3. Las capas de drenaje

Son aquellas que se encargan de almacenar el agua proveniente de las lluvias y del riego en las cavidades superiores de las placas a la vez permiten canalizar toda el agua sobrante de manera rápida y segura a los sumideros de la cubierta a través de sus canaletas inferiores. Al tiempo que aseguran una adecuada oxigenación de la tierra vegetal y de las plantas. Gracias al sistema el agua que llega a las siguientes capas es en menor cantidad evitando que colapsen los sistemas de drenaje de las edificaciones.

Los componentes de esta capa son algunos de los siguientes materiales:

- Láminas de fibra sintética
- Mallas plásticas
- Placas drenantes de polietileno
- Placas drenantes de poliestireno

Debe poseer las principales características:

- Una estructura duradera y estable.
- Estabilidad física y química (ser compatible con las otras capas).
- Estabilidad en su función y forma.

4. Las capas filtrantes

Evitan que los granos finos de la capa adhesiva superior se corroan y aseguran al mismo tiempo una capa portante estable y un funcionamiento seguro del drenaje. Debe cumplirse con un peso mínimo de 200 gramos por metro cuadrado, y permitir el paso de al menos 2 litros de agua por minuto por cada metro cuadrado.

Esta capa se caracteriza de la siguiente manera:

- Permeabilidad 10 veces mayor que la del sustrato
- Permitir el crecimiento de la raíz
- Resistencia a la tensión y compresión
- Resistencia ante microorganismos
- De estructura duradera y estable
- Resistencia a la putrefacción
- Resistente a diferentes climas (resistencia a la intemperie)
- Resistencia a pH elevados

5. Las capas de sustrato

La capa de sustrato debe colocarse con sumo cuidado y asesorarse con expertos para que se pueda ajustar exactamente a las necesidades particulares de la vegetación de la cubierta para garantizar su máximo desarrollo.

Dependiendo de los recursos económicos que se dispongan va a depender la instalación de esta capa, debido a que puede instalarse de dos formas diferentes:

- **Monocapa.** Esta capa suprime la capa de drenaje y hace la función de ambas, es decir, capa de drenaje y capa de sustrato en una.

- **Bicapa.** Esta se encuentra separada la capa de sustrato y la capa de drenaje, lo que quiere decir que cada una realiza su función correspondiente.

La capa de sustrato puede estar constituida por algunos de los siguientes materiales:

- Mezcla de minerales ya sea con o sin materia orgánica.
- Minerales porosos ya sea: piedra pómez, arcilla expandida.
- Tejidos industriales en placas, por ejemplo lana de roca mineral.

A manera de aportar mayor estabilidad y nutrientes a la vegetación, esta capa debe contener las siguientes características:

- Mezcla homogénea
- Contener materia orgánica y minerales
- Alcalinidad
- Contener caliza activa
- Salinidad
- Capacidad de intercambio catiónico
- Buena compactación
- Capacidad de retención de agua
- Estabilidad de cada una de sus propiedades
- Libre de patógenos vegetales.

6. Las capas vegetales

La selección de una buena capa vegetal va a depender del tipo de sistema seleccionado sin embargo con una buena asesoría se puede seleccionar una vegetación resistente y que aporte los beneficios al medio ambiente.



Ceratodon purpurelis



Campothecium sericeum



Synthrichia ruralis



Schistidium apocarpum



Barbula convoluta



Bryum argenteum

Fig. N°2.10 Ejemplo de plantas de vegetación extensiva. Nota. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.

Suculentas



Sedum acre



Sedum album



Sedum caucicola

Fig. N°2.11 Ejemplo de plantas de vegetación semi-intensiva. Nota. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.

Liliaceas:



Allium atropurpureum

Allium flavum var. minus

Allium montanum



Allium oreophilum



Allium schoenoprasum

Gramineas:



Bromus tectorum



Carex humilis

Fig. N°2.12 Ejemplo de plantas de vegetación semi-intensiva. Nota. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.



Carex ornithopoda



Festuca punctoria

Fig. N°2.13 Ejemplo de plantas de vegetación semi-intensiva. Nota. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.



Fig. N°2.14 Ejemplo de plantas de vegetación intensiva. Nota. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.



Fig. N°2.15 Ejemplo de plantas de vegetación intensiva. Nota. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.

	NATURACIÓN EXTENSIVA	NATURACIÓN SEMI-INTENSIVA	NATURACIÓN INTENSIVA
Mantenimiento	Bajo	Periódicamente	Alto
Riego	No	Periódicamente	Regularmente
Vegetación	Hierbas y pastos	Hierbas y arbustos	Césped, arbustos y árboles
Sistema de acumulación	60 a 200 mm	120 a 250 mm	150 a 400 mm en garajes subterráneos > 1000 mm
Peso	60 a 150 kg / m ²	120 a 210 kg / m ²	180 a 500 kg/m ²
Costos	Bajo	Medio	Alto
Uso	Capa de	Techo Verde	Parque como

	protección ecológica	diseñado	jardín
--	----------------------	----------	--------

Tabla N°2.7 Mantenimiento en los techos verdes según su clasificación. Tomado del trabajo de grado de Irais Guadalupe Sánchez Mora.

Reutilización de aguas pluviales

El agua es el medio más imprescindible, junto al sol, para todo tipo de vida en nuestro planeta. Es una necesidad absoluta que seamos responsables y utilicemos este medio esencial de vida sin derrocharlo.

ZinCo, con su sistema de recuperación de aguas pluviales aporta con su técnica de retención de agua, su almacenamiento, recuperación a través de una **programación inteligente el manejo óptimo** y responsable de las aguas pluviales y de riego.

Además disponemos de **sistemas solares** que regulan autónomo todo el proceso de trabajo de este sistema, prescindiendo de tendidos de línea eléctrica sobre la cubierta. El conjunto de este proceso inteligente de mando le demuestra nuestra imagen animada donde aprecian su sistema de funcionamiento.

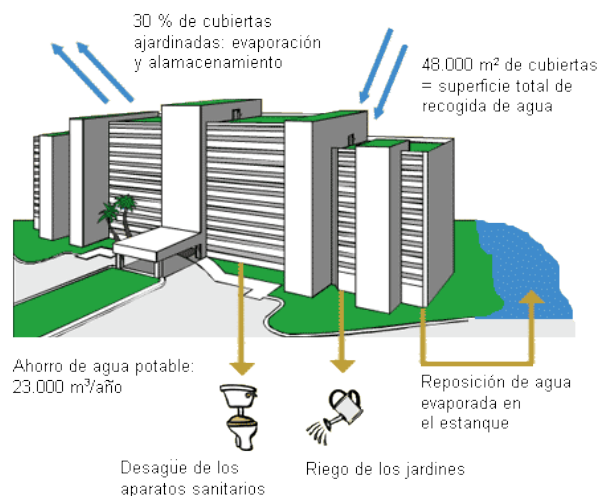


Fig.N°2.16 Ejemplo de una obra con la técnica ZinCo, realizada en el "Potsdamer Platz" de Berlin.¹²

Como resultado de un proyecto de investigación para realzar los beneficios y bondades de los Techos Verdes o Azoteas Verdes, se fundó La organización de Techos Verdes para Ciudades Saludables, en el mismo se profundiza sobre las barreras para el desarrollo de la industria, integrada por organizaciones públicas y privadas, esta es una asociación que rige principalmente a América del Norte.

Se encarga principalmente de otorgar la “Certificación del Diseño del Techo Verde 101”, entre los organismos del Gobierno y privados, aunque debido a la poca información con que se cuenta, la “Green Roofs for Healthy Cities” GRHC ofrece cursos sobre “Tecnologías de techo verde en América del Norte”, integrado por el siguiente programa:

- Curso introductorio: Green Roofs Diseño 101
- Diseño e instalación de 201: Infraestructura del Techo Verde
- Impermeabilización de Techos Verdes y Drenaje 301
- Las plantas verdes y medios de cultivo 401

Estos cursos son un gran apoyo para instruir y formar a profesionales sobre la disciplina de azoteas verdes, pero se debe acreditar el examen de certificación de GRP por sus siglas en ingles Green Roof Professional.

- **Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde.**

La planimetría y altimetría son actividades propias de la topografía, que permite conocer mediante la utilización de equipos especializados las distancias y elevaciones de un área.

Topografía

Es una ciencia que contempla el estudio de diversas actividades las cuales permiten la determinación y las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación en lo que se conocen como los 3 ejes (X, Y, Z). Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco (grados

sexagesimales). Los levantamientos generalmente tienen por finalidad el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación gráfica de las medidas tomadas en campo mediante perfiles y planos, por ello estos trabajos también se consideran dentro de la topografía. Para el estudio de la topografía plana se divide en dos grandes áreas que son la altimetría y planimetría. Para lo cual se utilizan equipos de medición dependiendo de la precisión y del área a medir.

Planimetría y Altimetría

Las áreas de la topografía plana en conjunto, permiten la proyección o confección de un "plano topográfico", donde se visualiza la posición en planta así también la elevación de cada uno de los diferentes puntos del terreno. La altimetría de los puntos del terreno se representa gráficamente usando curvas de nivel.

- **Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil.**

El Conapi (Consejo Nacional para la Integración de Personas Incapacitadas) fue creado en el año de 1994 como el primer organismo destinado a la defensa de los derechos del colectivo con discapacidad, este marchó con la Ley para la Integración de Personas Incapacitadas (LIPI), la cual rigió hasta 1999. Cuando se puso Cuando Hugo Chávez tomó posesión del mandato en el año 1999 se publica en la Gaceta Oficial y entra en vigor la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, donde se toma en cuenta a las personas discapacitadas establecido en el Art. 81 donde las personas son iguales ante la Ley, sin ningún tipo de discriminación ni segregación, además en ella se manifiestan los deberes y derechos de las personas con discapacidad.

Luego la LIPI da paso a la nueva Ley para Personas con Discapacidad la cual enmarca todos los derechos y servicios: atención médica, transporte, accesibilidad en empresas y registro de las mismas, certificación, asesoría jurídica, atención familiar, inclusión el derecho a laborar y a la educación en sus diversos niveles; es decir, que le otorga derechos sociales, políticos y

económicos a personas discapacitadas. Después el Conapi pasa a denominarse Consejo Nacional para las Personas con Discapacidad (Conapdis) publicado en Gaceta Oficial Número 38.598, el 5 de enero de 2007.

Con el tiempo, se ha visto que los discapacitados se han considerado personas que necesitan el respeto y protección de la comunidad. Es por ello, que es un gran avance para tener otra apreciación de la discapacidad, así se tendrá una certeza de que cada persona pueda tener el privilegio de una vida plena, tranquila y con mayor calidad sin discriminaciones.

Se presentan diferentes teorías de ascensores para minusválidos

1.- Ascensores al vacío o neumáticos: es un conducto vertical cilíndrico de aluminio y policarbonato con una cabina que se desplaza hacia arriba o hacia abajo hasta el nivel deseado sin medios de propulsión visibles. Se eleva gracias al aire, o más bien a la ausencia de presión de aire y la presión atmosférica lo hace descender suavemente hasta la planta baja.



Fig. N°2.17 Ascensor al vacío o neumático. Tomada del portal web <http://www.arquigrafico.com/ascensores-al-vacio-o-neumaticos-los-ascensores-mas-baratos-del-mercado-con-fcil-y-rpida-instalacin/>

Este elevador no requiere de foso ni sala de máquinas, siendo una de las grandes ventajas de este tipo de elevador ya que no se tendría que realizar modificaciones a la infraestructura de la UGMA pudiéndose apoyar directamente sobre cualquier piso ya existente. Su instalación es sencilla no requiere de obras civiles.

2.- Ascensores de sillas de rueda: este tipo de elevadores se puede instalar en escaleras ya existentes, por lo que hay un espacio especial para poner una silla para poder subir al minusválido, y la otra parte de la escalera deja un espacio libre para poder subir a pie. Siendo un elevador muy importante porque no requiere de mucho espacio para ser instalado.

3.- Elevadores de Plataforma: Son como una plataforma en la cual también se puede acceder con sillas de ruedas. Esta plataforma es muy parecida a la de un ascensor convencional, y se puede instalar fácilmente y sin mucha complicación. También este tipo de plataformas se puede instalar en las escaleras ya existentes.



Fig. N°2.18 y 2.19 Vistas de los ascensores. Tomado del portal web de arquigráficos.

4.- Ascensores sin cuartos de máquinas: son ascensores que no necesitan cuarto de máquinas ya que su máquina se encuentra instalada en la parte superior del pozo, lo que simplifica los diseños permitiendo el aprovechamiento

de ese espacio para otro fin, con lo que se gana libertad en el diseño del edificio y sus terminaciones tanto en nuevas edificaciones como en huecos ya existentes, siendo las dimensiones de hueco idénticas a las del ascensor convencional.

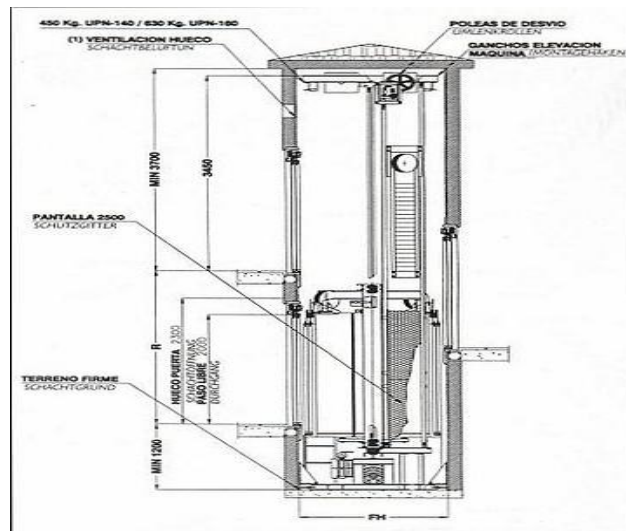


Fig. N°2.20 Vista de un plano de corte de un ascensor sin cuarto de máquinas. Tomado del portal web de arquigráfico.

5.- Los Ascensores Panorámicos: permiten a los usuarios admirar una vista exterior, son la solución ideal para inmuebles tales como Hoteles, Restaurantes, Centros Comerciales, Bancos, Etc. Su instalación puede efectuarse en el interior o exterior de los edificios



Fig. N°2.21 Vista de un plano de corte de un ascensor sin cuarto de máquinas. Tomado del portal web de arquigráfico.

- **Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento.**

Definición de Diseño

Se define como el proceso previo de configuración mental, "pre-figuración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la **industria, ingeniería, arquitectura, comunicación** y otras disciplinas **creativas**.¹⁷

Definición de Techo Verde

Techo verde, azotea verde o cubierta ajardinada¹, Es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado. No se refiere a techos de color verde, como los de tejas de dicho color ni tampoco a techos con jardines en macetas. Se refiere en cambio a tecnologías usadas en los techos para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir tecnologías que cumplen una función ecológica.

- **Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde.**

El presupuesto es un cómputo anticipado del coste de una obra o de los gastos y rentas de una corporación.⁴

Estimar los Costos es una secuencia de actividades que consisten en desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades de un proyecto. La estimación de costos es una predicción basada en la información disponible en un momento dado. Incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de cómputo de costos para iniciar y completar el proyecto.

De lo antes expuesto se pudo determinar que el sistema de techo verde se podría presupuestar como una única partida tratándose como un sistema, en el cual no está contenido ni la limpieza ni la impermeabilización se tratarían como otras partidas aparte.

2.3 Definiciones Técnicas

Techo verde, azotea verde o cubierta ajardinada₁: Es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado. No se refiere a techos de color verde, como los de tejas de dicho color ni tampoco a techos con jardines en macetas. Se refiere en cambio a tecnologías usadas en los techos para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir tecnologías que cumplen una función ecológica.

Sustrato o subsuelo₂: Capa del suelo debajo de la capa superficial del mismo.

Proyecto₃: Un proyecto (del **latín** proiectus) es una **planificación** que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas. La razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente y un lapso de tiempo previamente definido.

Documentación₄: Acción y efecto de documentar. Documento o conjunto de documentos, preferentemente de carácter oficial, que sirven para la identificación personal o para documentar o acreditar algo.

Planimetría₄: Representación y medida sobre un plano de una porción de la superficie terrestre.

Altimetría₄: Parte de la topografía que trata de la medida de las alturas.

Estructura₄: Distribución y orden de las partes importantes de un edificio.

Edificio₄: Construcción fija, hecha con materiales resistentes, para habitación humana o para otros usos.

Diseño₄: Traza o delineación de un edificio o de una figura. Se define como el proceso previo de configuración mental, "pre-figuración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la **industria, ingeniería, arquitectura, comunicación** y otras disciplinas creativas.¹⁷

Presupuesto₄: Cómputo anticipado del coste de una obra o de los gastos y rentas de una corporación.

Propuesta₄: Proposición o idea que se manifiesta y ofrece a alguien para un fin.

Escalera₄: Serie de escalones que sirven para subir a los pisos de un edificio o a un plano más elevado, o para bajar de ellos.

Mejoramiento₄: Acción y efecto de mejorar.

Mejorar₄: Adelantar, acrecentar algo, haciéndolo pasar a un estado mejor.

Manto₄: Capa de material que se extiende sobre una superficie.

Columna₄: Soporte vertical de gran altura respecto a su sección transversal.

Viga₄: Madero largo y grueso que sirve, por lo regular, para formar los techos en los edificios y sostener y asegurar las fábricas. **Nota:** En nuestro estudio tanto las vigas como las columnas son de concreto armado.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Técnicas Aplicadas

3.1.1 Revisión Bibliográfica:

Se recopiló información referente a la elaboración Formulación y Evaluación de un Proyecto, de igual manera sobre la metodología aplicada. Como complemento del tema se realizó investigación sobre los diferentes conceptos y relacionados a diseño de techo verde. Esta técnica emprenderá el proyecto y comenzará a dar los primeros pasos en su organización, programación y desarrollo.

3.1.2 Consultas a la red:

Se Investigó y recopiló mediante la herramienta de internet, toda la documentación e información importante referente al tema de estudio, esto a manera de poder comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc.

3.1.3 Videos Documentales:

En el portal web youtube se pudo encontrar varios documentales sobre los métodos constructivos y algunos cursos de elaboración de techos verdes. Lo que permite tener más claro el proceso del proyecto de investigación.

3.1.4 Utilización de Herramientas y Software:

Se implementó la ayuda de varios software de diseño, cálculo, y cómputos esto a manera de agilizar el análisis y desarrollo del proceso para reducir el tiempo de elaboración del proyecto.

3.1.5 Entrevistas no estructuradas:

Las entrevistas se utilizaron para recaudar información en forma verbal, a través de preguntas propuestas, para obtener mayor información y recibir asesorías de verdaderos especialistas en el tema. Sobre todo en el ramo de Formulación y Evaluación de un Proyecto.

3.2 Cuadro de Variables

Tabla N°3.1 Identificación y definición de las variables:

Objetivos Específicos	Variable	Definición conceptual
<p>Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados.</p>	<p>Documentación necesaria.</p>	<p>Documentación₄: Acción y efecto de documentar. Documento o conjunto de documentos, preferentemente de carácter oficial, que sirven para la identificación personal o para documentar o acreditar algo.₄</p> <p>Necesaria (rio) ₄: Que es menester indispensablemente, o hace falta para un fin.₄</p>
<p>Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del</p>	<p>Levantamiento planialtimétrico.</p>	<p>Planimetría₄: Representación y medida sobre un plano de una porción de la superficie terrestre. ₄</p> <p>Altimetría₄: Parte de la topografía que trata de la medida de las alturas.₄</p>

techo verde.		
Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil.	Accesos internos.	<p>Acceso₁₄: Entrada o paso.</p> <p>Interno₁₅: loc. adv. ant. En lo interno, en lo interior.</p>
Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento.	Diseño de techo verde	<p>Diseño₄: Traza o delineación de un edificio o de una figura.⁴</p> <p>Se define como el proceso previo de configuración mental, "pre-figuración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la industria, ingeniería, arquitectura, comunicación y otras disciplinas creativas.¹⁷</p> <p>Techo verde₁: Es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado. No se refiere a techos de color verde, como los de tejas de dicho color ni tampoco a techos con jardines en macetas. Se refiere en cambio a tecnologías usadas en los techos para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir tecnologías que cumplen una función ecológica.¹</p>
Elaborar un presupuesto	Presupuesto	Presupuesto₄ : Cómputo

para estimar el costo del sistema de techo verde.		anticipado del coste de una obra o de los gastos y rentas de una corporación. ⁴
---------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla N°3.2 Operacionalización de las variables:

Variable	Dimensión	Indicador	Definición Operacional
Documentación necesaria.	Literaria	Lectura	Recopilar y revisar la documentación encontrada tanto de metodología como del tema en investigación y analizar el contenido de manera de obtener aportes sobre las bases teóricas, antecedentes y metodología a manera de ir esquematizando el proyecto.
Levantamiento planialtimétrico.	Topográfica	Distancias y Cotas de elevación.	Se tomarán las medidas de longitud y elevación de cada nivel de la estructura del edificio Arturo Uslar Pietri. Y se realizará una vista esquemática a escala mediante el software SketchUp.
Accesos internos.	Diseño	Distancias y Cotas de elevación.	Se elaborará una propuesta del diseño de la escalera en la redoma central desde el nivel1 hasta el nivel 3. Se realizará un esquemático con el software de diseño SketchUp.Pro conjuntamente con su modelado en el software de cálculo SAP2000.
Diseño de techo verde.	Diseño	Distancias y Cotas	Se realizará una propuesta de un diseño de techo verde mediante la utilización del software de diseño AUTOCAD.
Presupuesto.	Administrativa	Costos	Se elaborará un presupuesto

			referencial con la herramienta IP3, conjuntamente con la herramienta de office Excel a manera de reflejar una comparación y proyección con respecto a una impermeabilización de techo.
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.3 Métodos

- **Según el propósito de la investigación:** el tipo de investigación es la aplicada, ya que se realiza en la búsqueda de la solución de un problema como es la falta de un espacio de esparcimiento y recreación en la sede de ingeniería de la Universidad Nororiental privada Gran Mariscal de Ayacucho en el edificio “Arturo Uslar Pietri” lo cual ayudará a la vez a mejorar la calidad del entorno y ambiente universitario de la comunidad UGMISTA, basándonos en teorías y documentales ya elaborados sobre el tema de techos verdes y áreas de recreación así como experiencias de profesionales que han documentado sus Investigaciones al respecto.
- **Según el nivel de conocimiento a obtener en la investigación:** Se aplicaron varios tipos de investigación que se encuentran en este grupo entre las cuales podemos explicar a continuación y detallar cada una de ellas:

Investigación descriptiva: Ya que mediante este realizamos mediciones de la estructura existente donde se va a elaborar el proyecto, indagamos sobre el tema a desarrollar, para poder definir el tipo de estructura que tenemos y el comportamiento de cada losa.

Investigación explicativa: ya que se observó el área, donde pudimos obtener que además de que no se cuenta con espacio de recreación y esparcimiento la institución requiere de más áreas verdes que le den vida a la edificación, de igual manera se estudió e indagó sobre el tipo de techo verde más idóneo para colocarlo en la estructura existente.

- **Según la estrategia empleada por el investigador:** En este grupo se aplicaron varios tipos de investigación más detalladas a continuación:

Diseño de campo: Se realizaron medidas en el sitio y se levantó toda la edificación para poder elaborar los planos de cada planta y el esquemático de

cada diseño. Se investigó el costo de algunos elementos del techo verde para poder elaborar el presupuesto. Al igual que para la evaluación del estacionamiento se elaboraron encuestas que nos permitieran conocer el nivel de necesidad de los usuarios.

Diseño documental: Se elaboró una investigación exhaustiva sobre proyectos ya elaborados y documentales a través de internet, a manera de saber todo lo referente al tema de elaboración de techos verdes los tipos de capas, la carga aproximada en kg/m^2 a manera de poder estimar el peso que ejercerá sobre la estructura. Así como se investigó sobre los accesos más acordes para los discapacitados y escaleras.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población: Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho sede de Ingeniería Edif “Arturo Uslar Pietri”.

Área de la losa de techo = 1252.5101 m^2

Columnas rectangulares ubicadas desde el nivel 1 hasta el nivel 3= 22 columnas de dimensiones $0.40 \times 0.40 \text{ m}$

Columnas rectangulares ubicadas en el nivel 0= 22 columnas de dimensiones $0.45 \times 0.45 \text{ m}$

Columnas circulares ubicadas desde el nivel 0 hasta el nivel 3= 14 columnas de diámetro = 0.50 m

Sección de Vigas de carga= Sección de Vigas de amarre= $0.40 \times 0.40 \text{ m}$ las dimensiones de cada una se pueden detallar en los planos.

Las dimensiones más detalladas de cada eje de la estructura en general se observarán en los planos anexos.

3.4.2 Tipos de Muestreo

Muestreo por conglomerados: Este tipo de muestreo lo utilizamos en la investigación ya que se requirió primero el levantamiento total de la estructura y luego de este universo de muestra se seleccionó la losa de techo que es donde se realizará más a fondo el estudio y donde será aplicada la propuesta.

Muestreo Intencional u Opinático: Debido a que la muestra tomada se realizó en base a criterios propios y de la investigación en la búsqueda de la solución del problema citado.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1 Descripción de la Situación Actual

- **Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados.**

En el mes de marzo al comienzo de las actividades académicas más específicamente para el día 11/03/2014 se realizó en el aula de clases con la asignatura de Formulación y Evaluación de Proyectos, conjuntamente con el profesor la discusión sobre el modo de evaluación de la asignatura y la selección de el proyecto que llevaríamos a cabo. De esta manera en clases se discutió sobre la teoría de formulación y evaluación de proyectos y matemática financiera al igual se investigó sobre la metodología aplicada en proyectos de investigación material aportado por los Prof. Gustavo A. Velásquez que es el facilitador de la asignatura mencionada y Coordinador de la carrera de Ing. Civil, la Prof. Yaraima Salas Coordinadora para ese entonces de pasantías en la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho sede Ingeniería Edif. “Arturo Uslar Pietri”, y la Prof. Ayreen Monagas facilitadora de la asignatura Metodología de la Investigación. Al recopilar toda esta información se pudo tener más claro de todo el esquema del proyecto.

Luego en horas de clases se discutió la selección del tema del proyecto final del cual el profesor Gustavo había planteado el diseño de una escalera en espiral ubicada en la redoma central que está dentro de la institución ubicada desde el nivel 1 hasta el nivel 3 del edificio mencionado. El grupo de formulación,

incentivado y emocionado decidió a parte elaborar un proyecto algo más grande del cual se seleccionó el tema “Diseño de un Techo Verde y Accesos en el Edificio Sede de Ingeniería Arturo Uslar Pietri de la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho, ubicado en la ciudad de Barcelona, Estado Anzoátegui”, el cual no sólo englobaría la escalera sino que aportaría a la universidad un espacio de esparcimiento que permita refrescar la estructura y aportar con el medio ambiente. En base a todo lo expuesto se investigó sobre el tema que para entonces solo teníamos una idea y necesitamos profundizar, qué se requiere para instalar el mismo en la azotea de esta edificación así como el tipo de techo verde a implantar, cuál sería la carga entre otras, por tal motivo en primera instancia, se redactó una carta solicitando los planos de diseño de la edificación a medida de saber los tipos de losa y de hacer los cálculos estructurales, luego se hizo una reunión, con la asistencia del profesor, para tomar algunas medidas de referencia a manera de calcular el área de la azotea, así como pudimos observar la distribución y la ubicación de algunos equipos pertenecientes a los aires acondicionados que si bien no pueden ser reubicados, al menos tendrán que organizarse en grupos para un mejor aprovechamiento del espacio, posteriormente se dio otra cita para medir donde iría las escaleras de lo cual se tiene memoria fotográfica, esto aportaría al desarrollo del tema del proyecto. De lo investigado documentalmente en la red se obtuvo información importante sobre la composición, ventajas de la construcción de un techo verde.

Para finales del semestre no sólo se presentaría dicho proyecto como evaluación final de la asignatura, sino que fue planteado y presentado ante las Autoridades de la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho ésto a medida de proponer el proyecto para desarrollarlo como tema de tesis de grado el cual fue aprobado y apoyado por los profesores y la Vicerrectora ya teniendo el trabajo bastante avanzado en su desarrollo, para lo cual sólo se

harían algunos ajustes en el formato presentado, para después formalizar la presentación del mismo.

Se siguió desarrollando y corrigiendo el proyecto, a la vez que se investigó los antecedentes del mismo que nos podrían aportar material relevante para el desarrollo de éste. De la misma manera se hizo la investigación práctica y teórica sobre los software a aplicar para la evaluación de esta tesis.

Tiempo de ejecución aprox. de 24 semanas.

- **Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde.**

A partir del día miércoles 09 de abril se comenzó las actividades de medida para hacer el levantamiento planimétrico y altimétrico de todo el edif. Arturo Uslar Pietri. Estas medidas tomadas y puntos referenciales sirvieron como dato primordial para la elaboración de los planos de la estructura y a partir de ellos poder realizar su análisis estructural, diseño del techo verde y diseño de los accesos internos. Se tomó la medida de elaborar los planos de la edificación construida debido a que al inicio de las actividades académicas se hizo una solicitud de los planos de Diseño para analizar la estructura, en vista de que no se obtuvo respuesta positiva para dicho estudio, se procedió a hacer el levantamiento completo. Los planos citados se encuentran en los anexos del proyecto.

Tiempo de ejecución aprox. de 13 semanas.

- **Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil.**

Se elaborará una propuesta de diseño de las escaleras ubicadas en la redoma central desde el nivel 1 hasta el nivel 3 de la edificación. Se requiere integrar los ambientes para hacer un mejor flujo de la población estudiantil. Se utilizará el software de diseño SketchUp. Pro, Autocad, la aplicación de Autodesk REVIT. Y se investigará sobre los diferentes tipos de accesos para personas con discapacidades físicas.

Actualmente en la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho no se dispone de un fácil acceso para los minusválidos, y como consecuencia de esto las personas discapacitadas o con alguna dificultad para caminar deben acceder a la universidad por medio de las escaleras que ahí se encuentran no siendo aptas para estas personas, por su incomodidad y dificultad para ellos trasladarse a los otros niveles.

En vista de la problemática que existe se propone la instalación de ascensores para minusválidos siendo una solución rentable para las personas con necesidades de progresar en sus estudios superiores sin importar sus diferentes discapacidades.

Tiempo de ejecución aprox. de 18 semanas.

- **Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento.**

Desde el inicio que se comienza la investigación sobre el tema ya seleccionado, se va a ir planteando las características, según la estructura del edificio donde se va a aplicar a manera de tratar de seleccionar el tipo de techo verde más acorde. Luego que se tenga la mayoría de la información necesaria se realizará mediante la utilización del software de diseño AUTOCAD, una propuesta del

diseño del techo verde, esto nos permitirá tener una idea del área y características para poder elaborar el presupuesto.

Tiempo de ejecución aprox. de 28 semanas.

- **Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde.**

Mediante la realización del proyecto se estuvieron realizando investigaciones constantemente sobre el costo de cada elemento que contiene un techo verde, al igual que el costo por limpieza y remoción de material impermeabilizante en mal estado. Al igual que el costo por re-impermeabilizarlo, ya que esta fase es vital para el comienzo de instalación del sistema de techo verde. De todo lo investigado en teorías, documentales y empresas especialistas en el ramo así como en los portales web donde se pudo apreciar algunos de sus trabajos ya efectuados a nivel internacional, son empresas que no están ejerciendo en Venezuela, no obstante la información técnica contenida en sus páginas fueron de vital importancia para el desarrollo de este proyecto.

Tiempo de ejecución aprox. de 4 semanas.

4.2 Presentación de Datos y teorías

- **Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados.**

Para el diseño del techo verde, de la investigación de acuerdo a la estructura y a sus características, se ha seleccionado el techo verde semi-intensivo permitiendo el tránsito peatonal, con una carga saturada para su diseño 200kg/m². Con una vegetación corta y media.

- **Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde.**

Como se observa en la memoria fotográfica imágenes que van de la 1-24 se tomaron medidas en las instalaciones de la Universidad. Del levantamiento se obtuvieron los planos de los niveles 0, 1, 2 y 3 cuyos planos se encuentran entre los anexo.

Equipo utilizado en las mediciones

- Cinta métrica de 50m
- GPS para ubicar coordenadas de dos puntos referenciales
- Escalímetro
- Regla
- Papel y lápiz para anotar el croquis de las plantas y las distancias.

Dentro de los datos obtenidos en el levantamiento podemos enumerar algunos a continuación otros se encuentran en los anexos en la memoria fotográfica:

- Área de la losa de techo = 1252.5101 m²
- Columnas rectangulares ubicadas desde el nivel 1 hasta el nivel 3= 22 columnas de dimensiones 0.40x0.40m
- Columnas rectangulares ubicadas en el nivel 0= 22 columnas de dimensiones 0.45x0.45m
- Columnas circulares ubicadas desde el nivel 0 hasta el nivel 3= 14 columnas de diámetro = 0.50m
- Sección de Vigas de carga= Sección de Vigas de amarre= 0.40x0.40m las dimensiones de cada una se pueden detallar en los planos.
- Las dimensiones más detalladas de cada eje de la estructura en general se observarán en los planos anexos.

Las coordenadas de los puntos marcados en el edificio son las siguientes:

P1: 10° 8'47.00"N - 64°40'55.60"O

P2: 10° 8'47.82"N - 64°40'54.29"O

P3: 10° 8'47.89"N - 64°40'55.50"O

P4: 10° 8'46.81"N - 64°40'54.38"O

La distancia obtenida entre los puntos es:

P1-P4: 37,3m

P4-P2: 31,4m

P2-P3: 36,7m

P3-P1: 26,7m

Durante la actividad se observaron 14 columnas circulares, 11 de ellas ubicadas en la parte frontal y las 3 restantes ubicadas en la parte interior de la edificación, cuentan con diámetro de 50 cm a una distancia de 6,80 m aproximadamente entre columna y columna.

Las restantes son de sección cuadrada de 45cmx45cm

Se determinó la ubicación de la escalera principal, la escalera de emergencia y otros detalles relevantes, como la redoma central con un diámetro de 3.94m. Donde se plantea la ubicación de la escalera en caracol.

Se realizaron los planos en Autocad 2D y 3D.

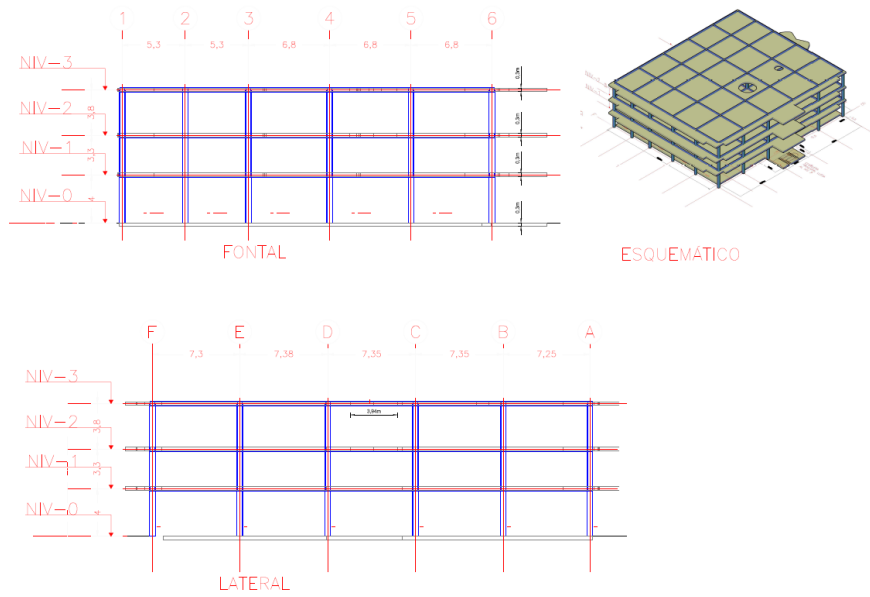


Fig. N°4.1 Plano en Autocad de los perfiles de la estructura donde se aprecian las cotas en cada nivel.

Levantamiento del Nivel 0

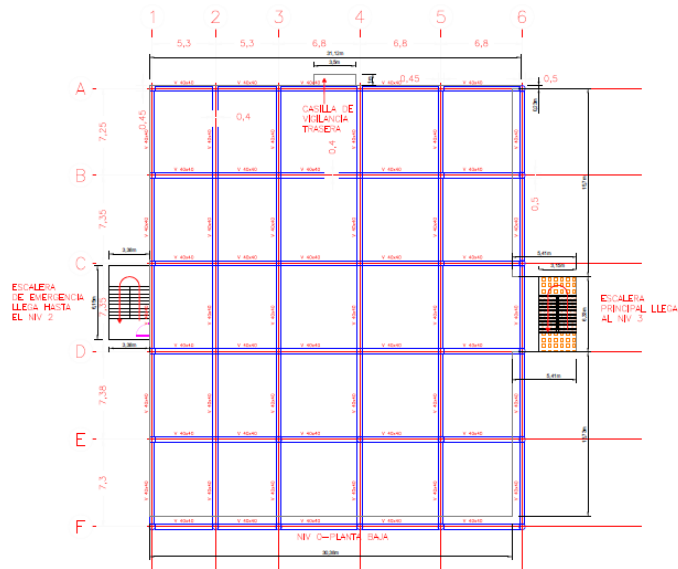


Fig. N°4.2 Plano en Autocad de Planta baja con la ubicación de sus accesos y columnas.

Levantamiento del Nivel 1

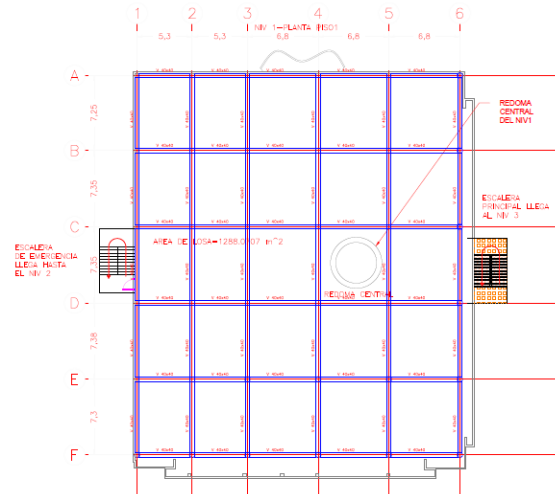


Fig. N°4.3 Plano en Autocad de Planta piso 1 con la ubicación de la redoma central, balcones, y se aprecia el área.

Levantamiento del Nivel 2

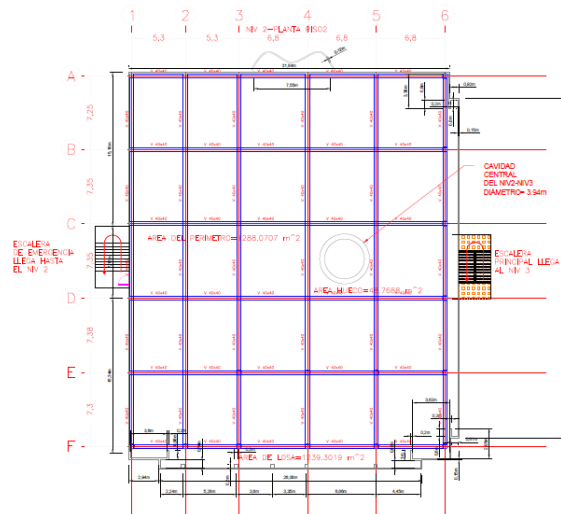


Fig. N°4.4 Plano en Autocad de Planta piso 2 con la ubicación de la perforación central, por dónde pasará la escalera en espiral, ubicación de sus balcones, y se aprecia el área.

Levantamiento del Nivel 3

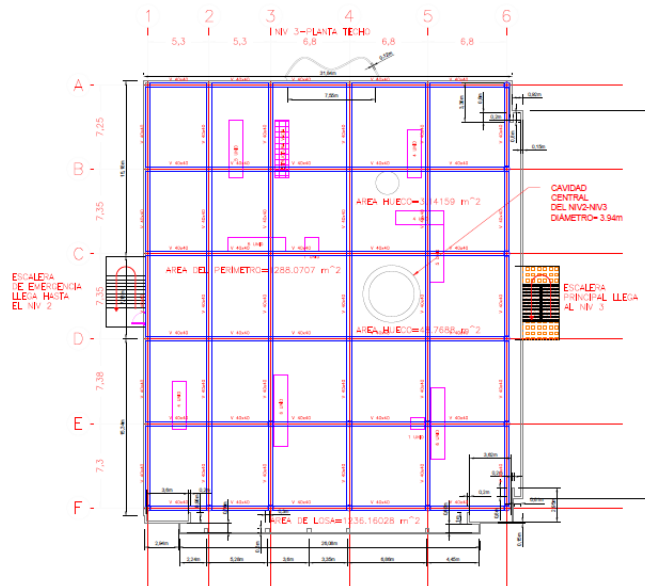


Fig. N°4.5 Plano en Autocad de Planta Techo con la ubicación de la perforación central, por dónde pasará la escalera en espiral, ubicación de sus balcones, ubicación de los equipos de los aires acondicionado y se aprecia el área.

- **Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil.**

Se elaboró una propuesta de diseño de una escalera en espiral o caracol la cual se planteó ubicarla en la redoma central de la edificación lo cual facilitaría su ejecución debido a que ya se encuentra la perforación donde ella puede caber sin necesidad de hacerle grandes cortes a las losas existentes.

Para la propuesta de la escalera en la redoma central se tomaron las medidas de la misma obteniendo un diámetro interno de 3.94m y su ubicación con respecto a las columnas que se puede evidenciar en planos, donde se tomo un punto referencial con respecto a una de las columnas y se tomaron tres datos para hacer 3 circunferencias a manera de donde éstas se interceptaran para

ubicar la circunferencia principal de la redoma, de igual manera se tomaron medidas de las alturas entre los pisos. Nivel 0-1=4m, Nivel1-2 =3.3m, Nivel2-3 =3.8m. Las escaleras irán ubicadas en dicha redoma y se proyectarán desde el nivel 1 hasta el nivel 3 donde se plantea la propuesta de diseño del techo verde.

REVIT STRUCTURE

Para la elaboración de la propuesta de diseño de la escalera de caracol se uso el software revit structure versión 20015, para esto se procedió de la siguiente manera:

1.- Primero se crea un nuevo Proyecto de acuerdo a la disciplina que vayamos a trabajar, en nuestro caso es la estructural, luego dibujamos los levels (niveles) presentes en la estructura, buscamos la pestaña structure del programa, luego la parte de Datum y allí encontramos el comando level que nos permite dibujar las líneas de cada nivel de acuerdo a la cota del mismo. Para dibujar los niveles hay que situarnos en la vista correcta por medio del uso del Project browser, en el cual desplegamos la lista de Elevations y escogemos una de las vistas presentes allí, por ejemplo East.

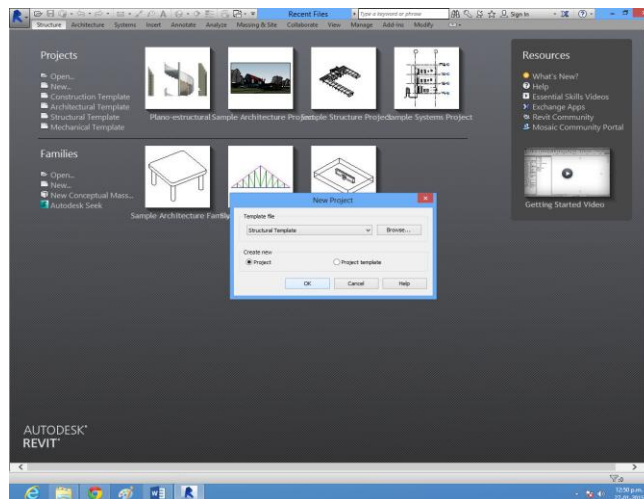


Fig. N°4.6 Comienzo en el Programa Revit.

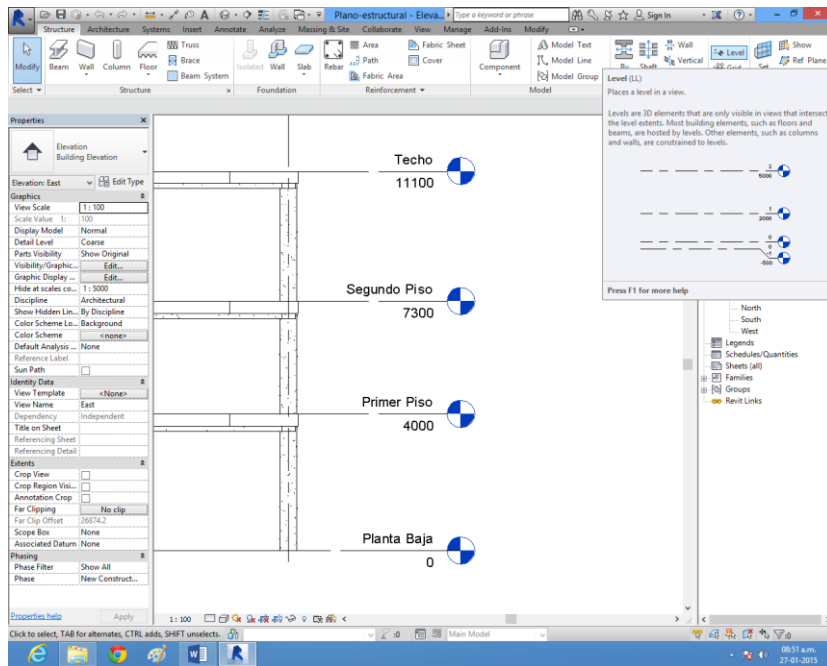


Fig. N°4.7 Comienzo en el Programa Revit.

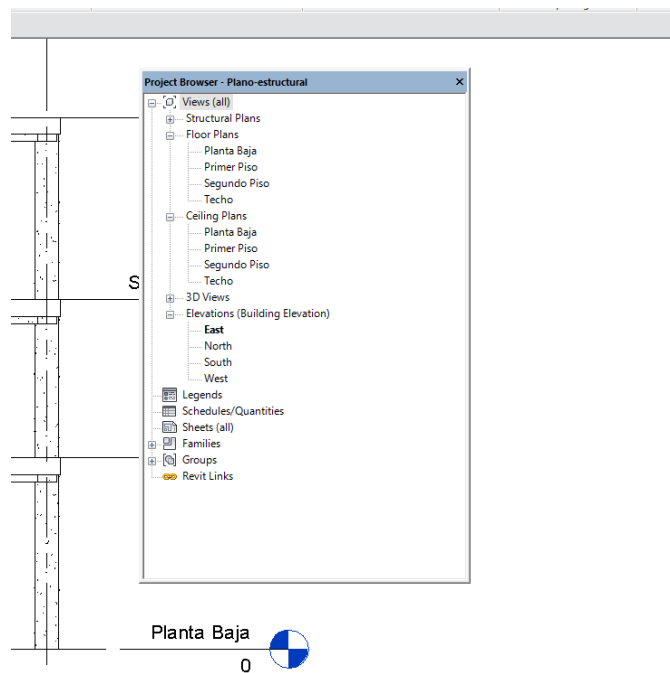


Fig. N°4.8 Herramientas de trabajo de revit

2.- luego nos situamos por medio del Project browser en alguna de la vistas de planta que se encuentran al desplegar la lista de Floor Plans, por ejemplo Planta Baja.

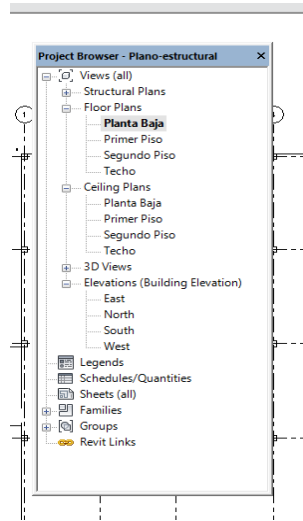


Fig. N°4.9 Herramientas de revit.

Cabe destacar que al crear los distintos niveles al comienzo, el programa automáticamente crea una vista de planta para cada nivel con su respectivo nombre.

3.- En la pestaña structure, en la opción Datum encontramos el comando Grid que nos va a servir para crear una grilla en la cual podremos añadir en la intersección de cada una de ellas las columnas, como apreciamos en la figura a continuación.

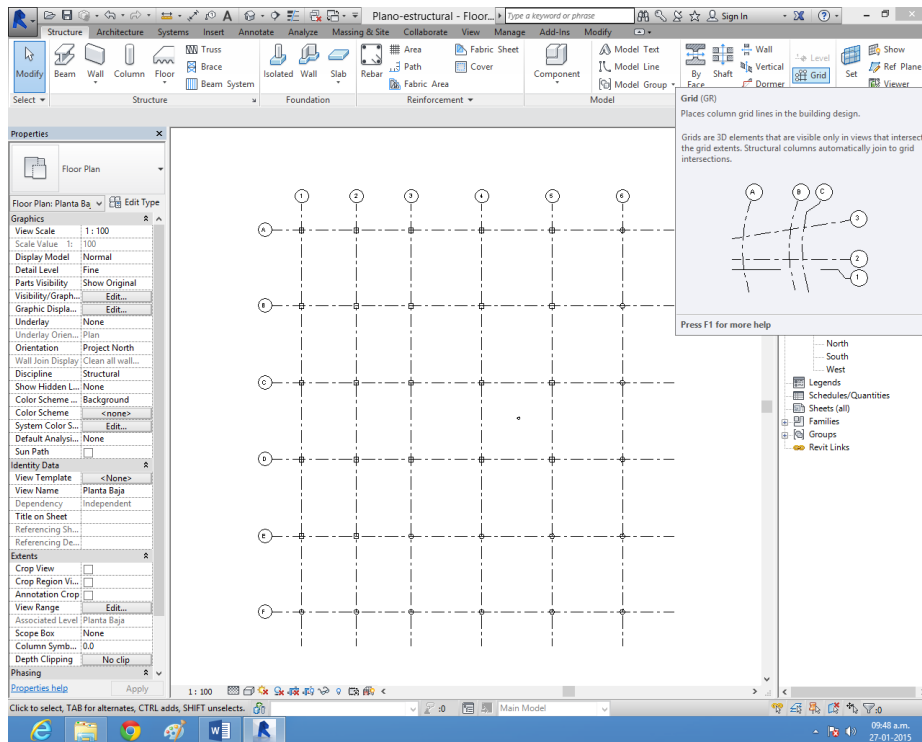


Fig. N°4.10 Planos de la estructura importados al programa.

También podemos añadir los planos de planta de autocad para tener una mejor referencia, para ello vamos a la pestaña de Insert y luego al comando Link CAD y quedaría así. Como se muestra en la Fig. N°4.11.

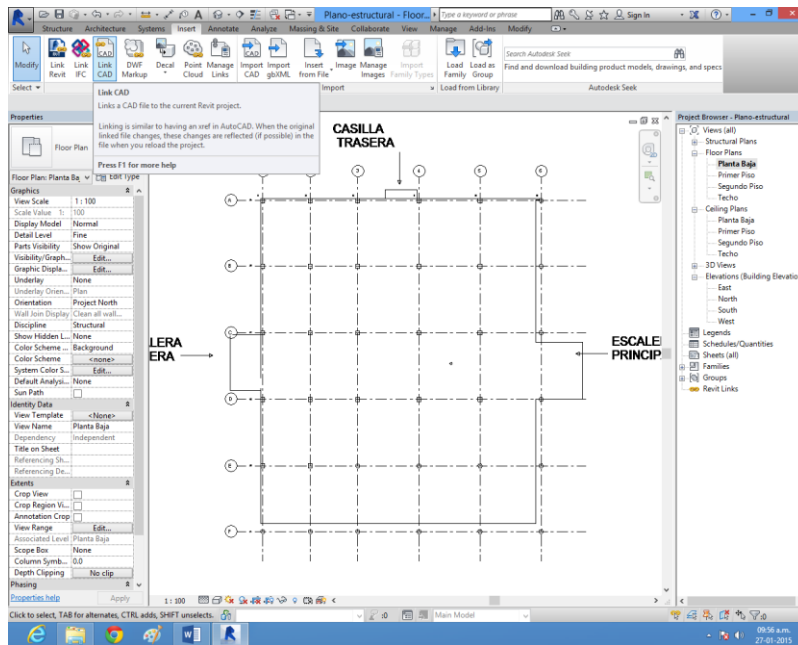


Fig. N°4.11 Paso 3

4.- Para agregar las columnas elegimos el comando column (structural column)

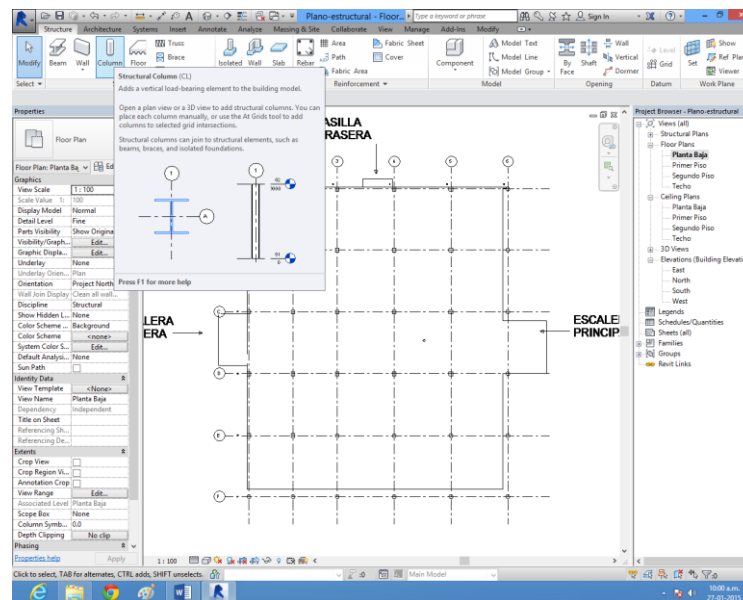


Fig. N°4.12 Paso 4

Al elegirlo nos saldrá de lado izquierdo de la pantalla en la ventana de propiedades (Properties) todos los tipos de columnas que tenemos cargados en el proyecto de revit.

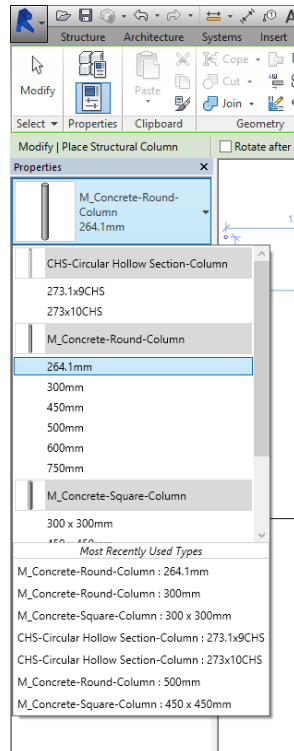


Fig. N°4.13 Lista de columnas nuevas.

Si el tipo de columna que necesitamos para nuestro proyecto no se haya en esta lista debemos cargarla al programa mediante el comando load family ubicado en la parte superior derecha.

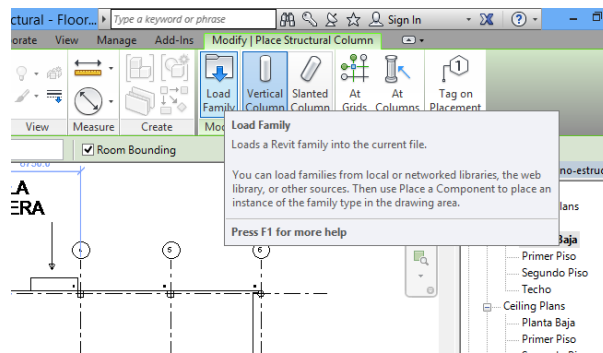


Fig. N°4.14 Comando Load family

Esto nos dará acceso al explorador de archivos para buscar en la librería de revit el tipo de columna que necesitamos y cargar una familia de elementos de diferentes dimensiones para ver si alguno de ellos cumple las especificaciones de nuestro diseño.

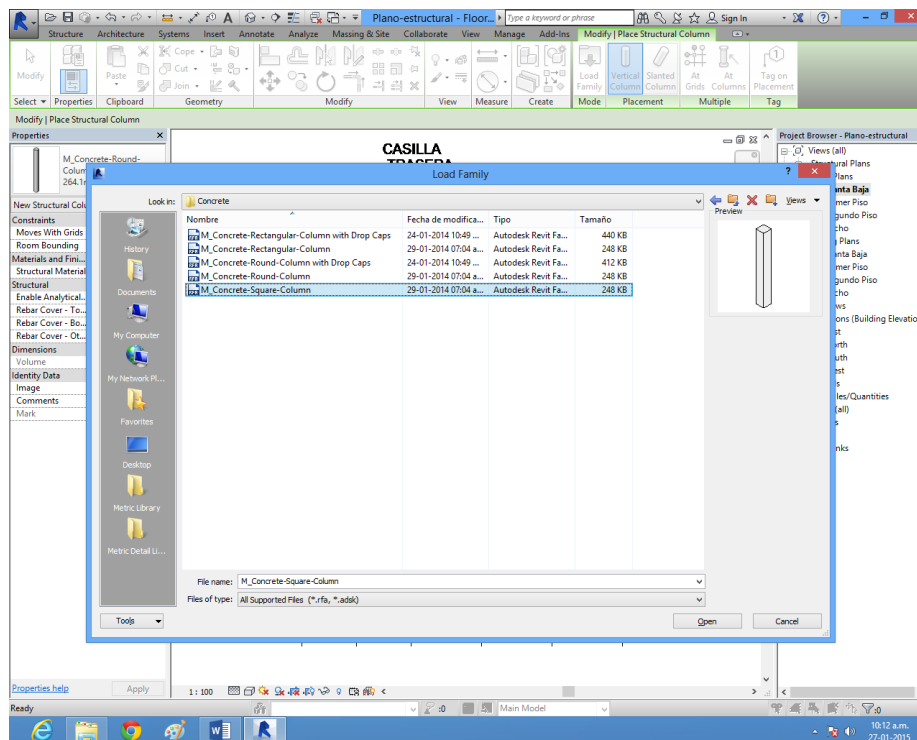


Fig. N°4.15 Explorador de archivos

Al darle clic al botón Open y cargar nuestra familia, la misma aparecerá en la lista de los tipos de columnas que mencionamos anteriormente, para poder así elegir la que necesitamos, en dado caso que la columna no cumpla con las dimensiones necesarias procedemos a modificar las dimensiones de la misma con el botón Edit Type.

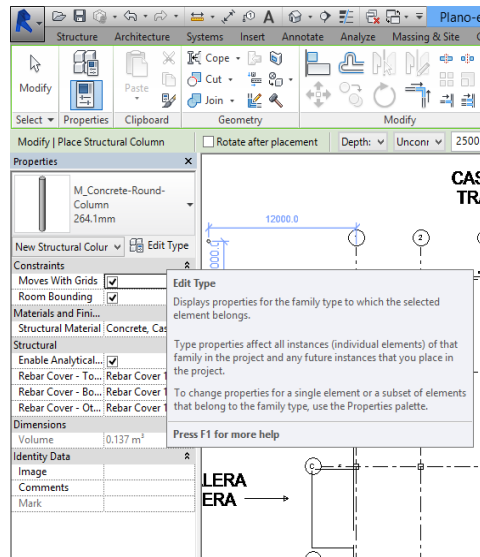


Fig. N°4.16 Nueva lista de columnas cargada.

Al darle clic aparecerá una ventana en la cual podremos modificar sus dimensiones. Es de suma importancia antes de hacer una modificación a la columna crear un duplicado de la misma con el botón duplicate and assign name and then modify it and assign a new name to the modified one, ya que si no lo hacemos modificaremos la que se encuentra por defecto en la librería de revit structure.

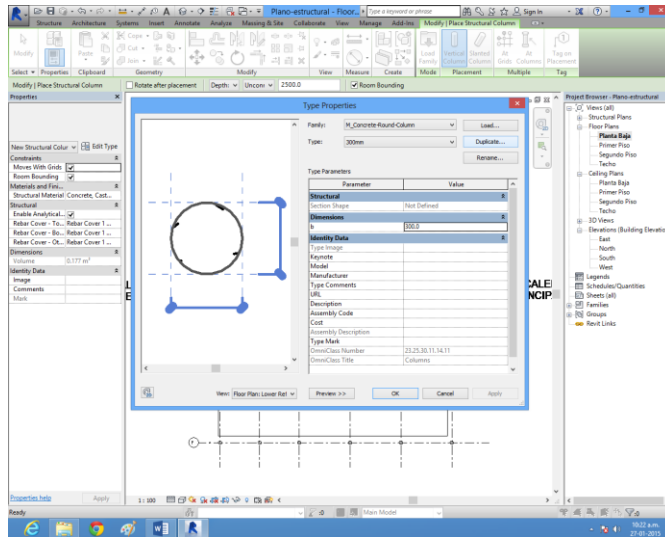


Fig. N°4.17 Edición de columna.

Al tener nuestra columna lista procedemos a agregarla a la grid en las intersecciones de la misma, esto lo podemos realizar de dos formas, la primera es haciendo clic en cada una de las intersecciones y la segunda es eligiendo la opción At Grid Intersection lo cual nos permitirá dar clic y arrastre para seleccionar la grid con todas sus intersecciones y colocar las columnas en cada una de ellas de forma automática.

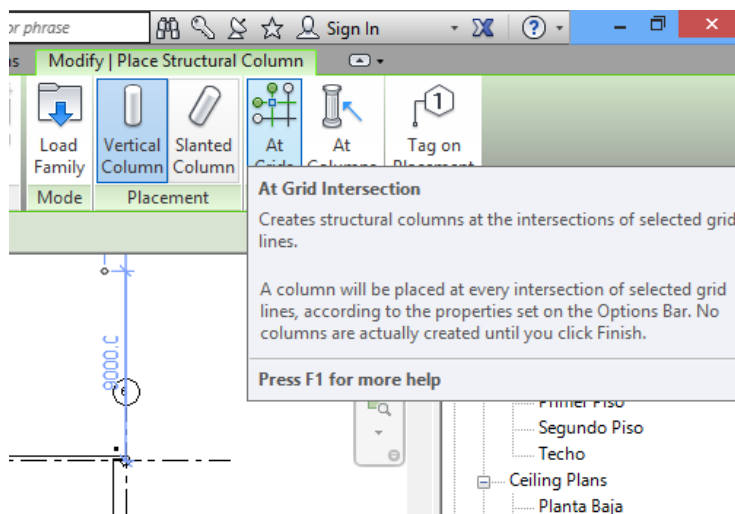


Fig. N°4.18 Columna colocada en la grid.

5.- Luego de tener colocadas nuestras columnas, procedemos a colocar nuestras vigas, para ello vamos a structure y luego elegimos el comando Beam y de la misma manera que las columnas podemos cargar una familia de la librería de revit y editar nuestra viga a nuestra conveniencia siguiendo cada uno de los pasos descritos con anterioridad.

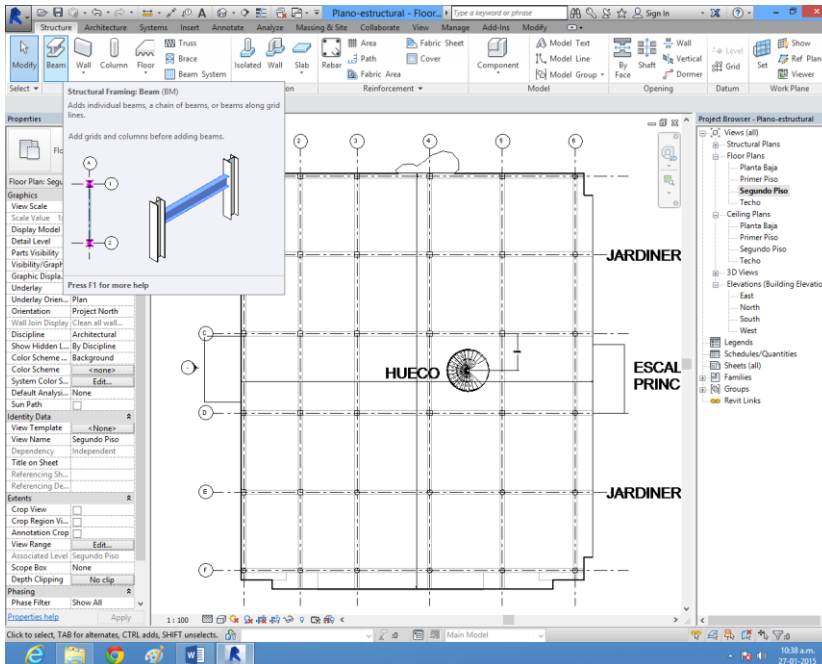


Fig. N°4.19 Colocación de vigas Paso 5

Las vigas pueden colocarse ya sea dibujándolas en la vista de planta o para mayor facilidad y rapidez tomando la opción On Grid Lines que nos permitirá dar clic a cada una de las líneas del Grid donde queremos colocar una viga.

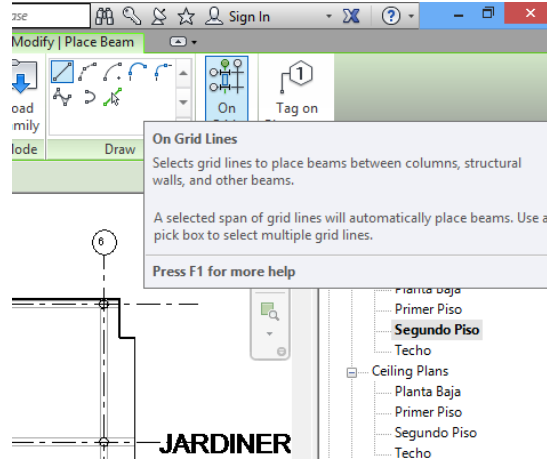


Fig. N°4.20 Comando On Grid Lines.

En todo momento que deseemos tener una visual 3D de nuestro proyecto solo basta darle clic al botón Default 3D View ubicado en la barra de acceso rápido de revit structure.

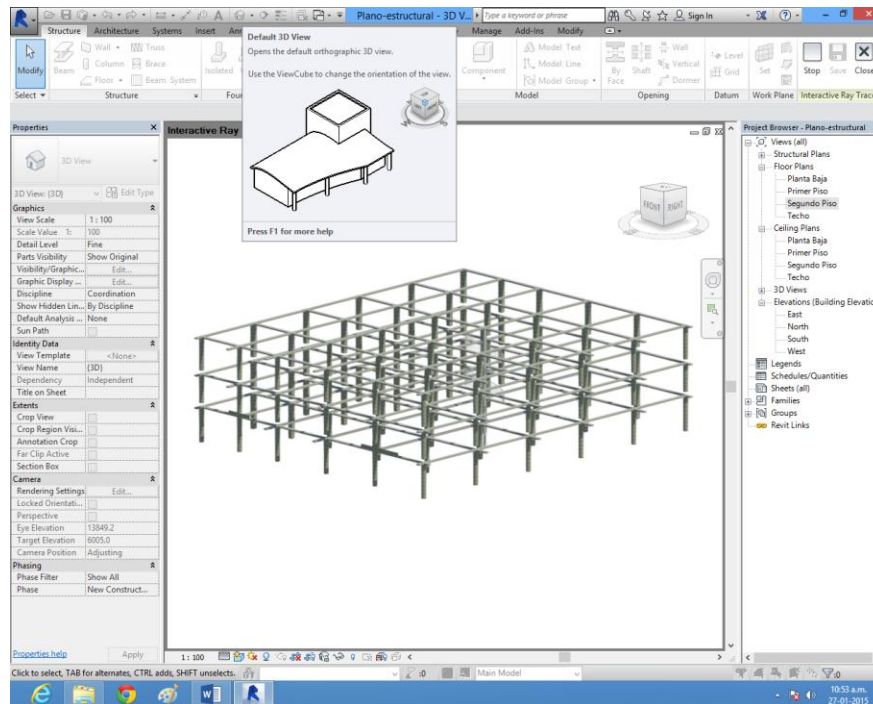


Fig. N°4.21 Visualización 3D del proyecto.

6.- Luego de colocar nuestras columnas y vigas, colocamos nuestras losas para cada piso de la estructura, mediante el comando Floor de la barra de herramientas, el cual a su vez tiene un botón de lista que desplegamos para elegir la opción Floor: Structural.

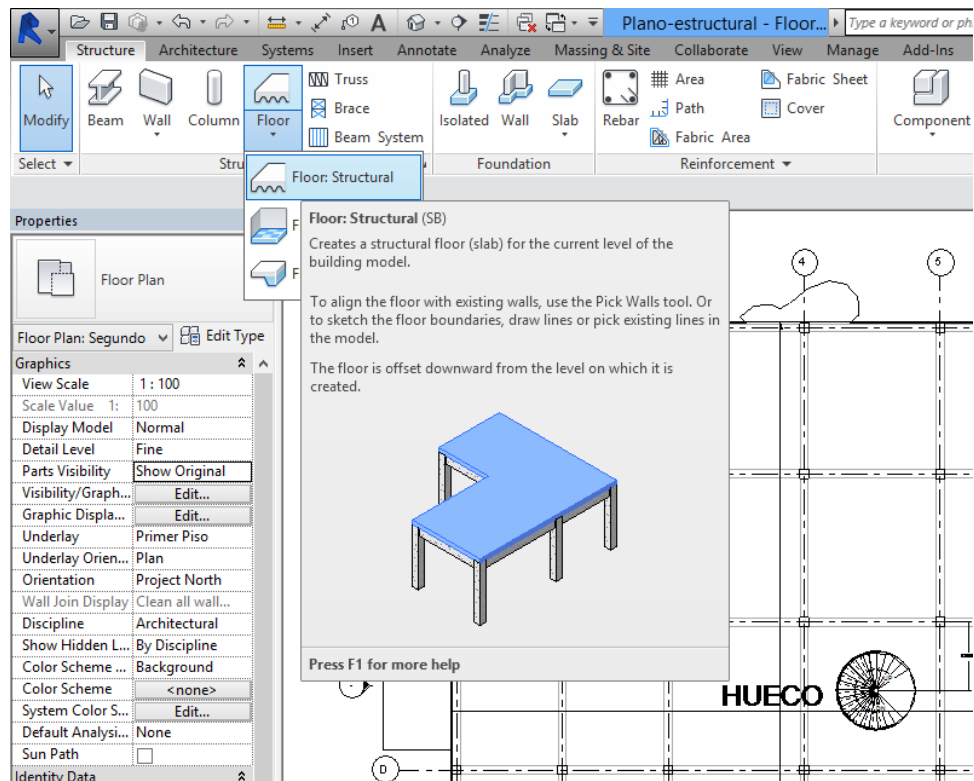


Fig. N°4.22 Paso 6 colocaciones de losas.

Al elegir este comando en la ventana de propiedades nos va a aparecer la lista con los distintos tipos de losas

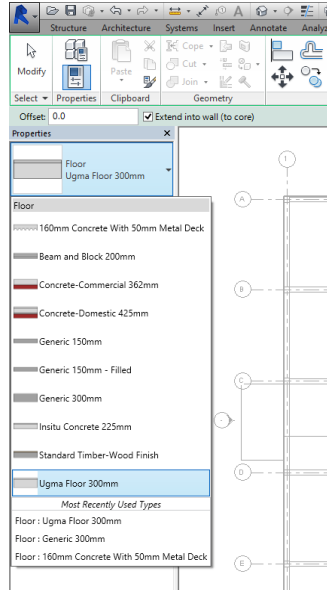


Fig. N°4.23 Listado de losas desplegado

Escogemos la que necesitamos en nuestro proyecto y también podemos modificar con el botón Edit Type su espesor y otras propiedades.

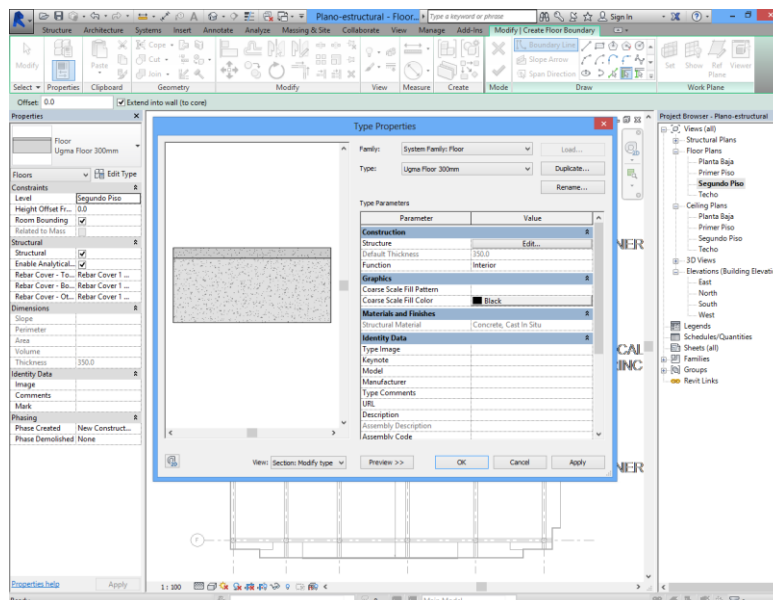


Fig. N°4.24 Edición de la losa.

En esta nueva venta que aparece podemos seleccionar en el apartado Construction, la propiedad Structure y darle al botón Edit que se encuentra a su lado, esto nos permitirá agregar o eliminar capas de distintos tipos de materiales y colocarle su respectivo espesor.

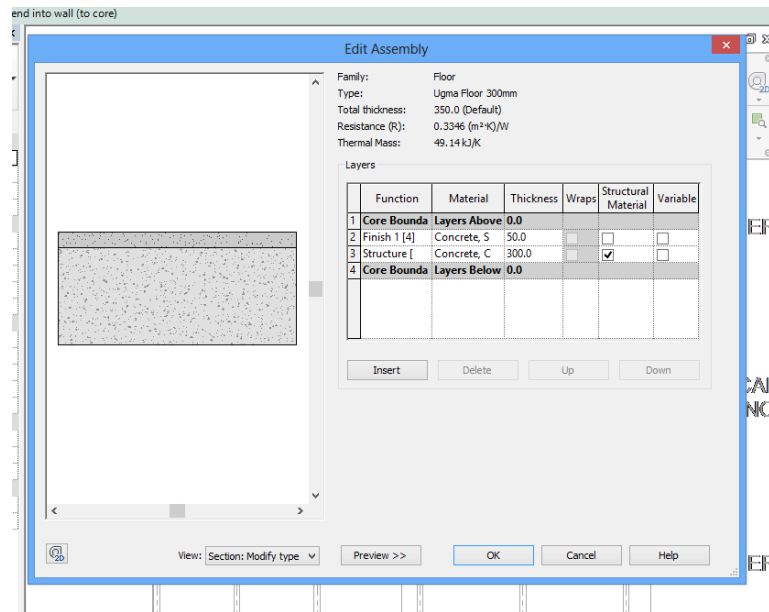


Fig. N°4.25 Edición de materiales de la losa, y su espesor.

Luego de tener nuestra losa lista procedemos a dibujar el perímetro de ésta, nosotros usamos en nuestro caso como base el plano de planta importado de autocad. Para realizar el trazado escogimos el comando Boundary Line y dentro de éste la opción Line.

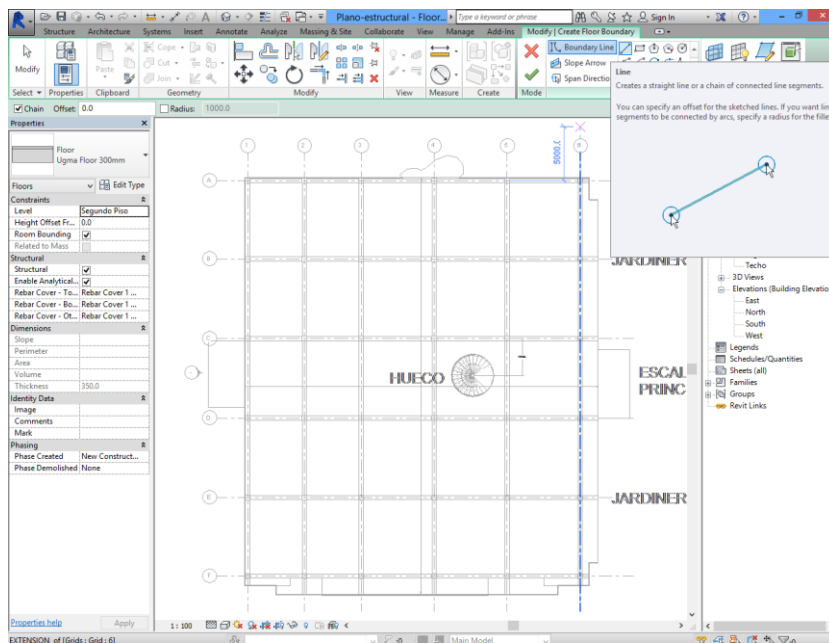


Fig. N°4.26 Comando Boundary line

Después de trazar el perímetro salimos del modo de edición dándole a la flecha verde (Finish Edit Mode).



Fig. N°4.27 Salida de la edición.

Repetimos el procedimiento para cada nivel y luego vemos una vista 3D de nuestro modelo estructural ya finalizado.

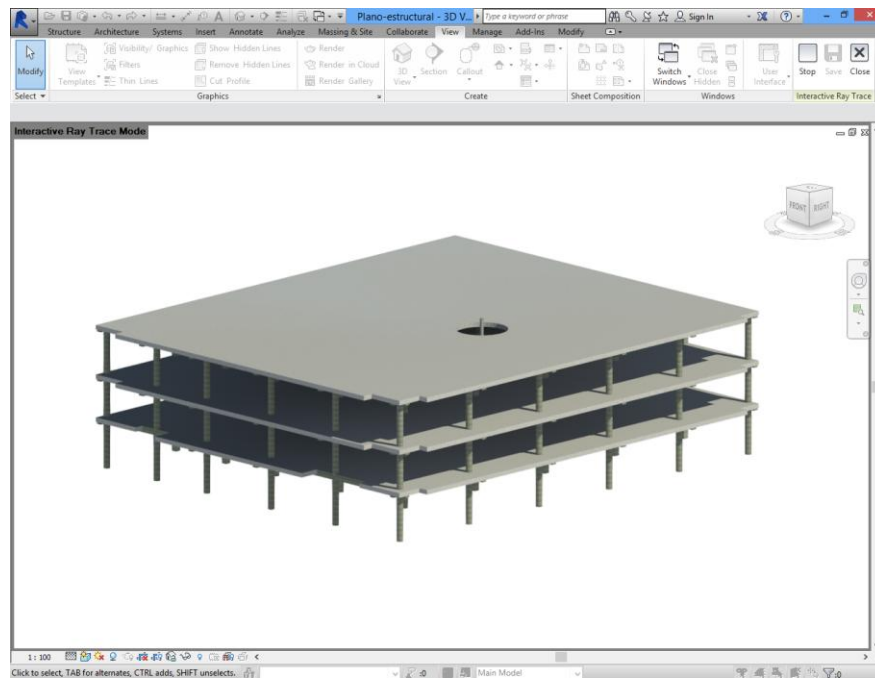


Fig. N°4.28 Vista 3D del proyecto con sus losas.

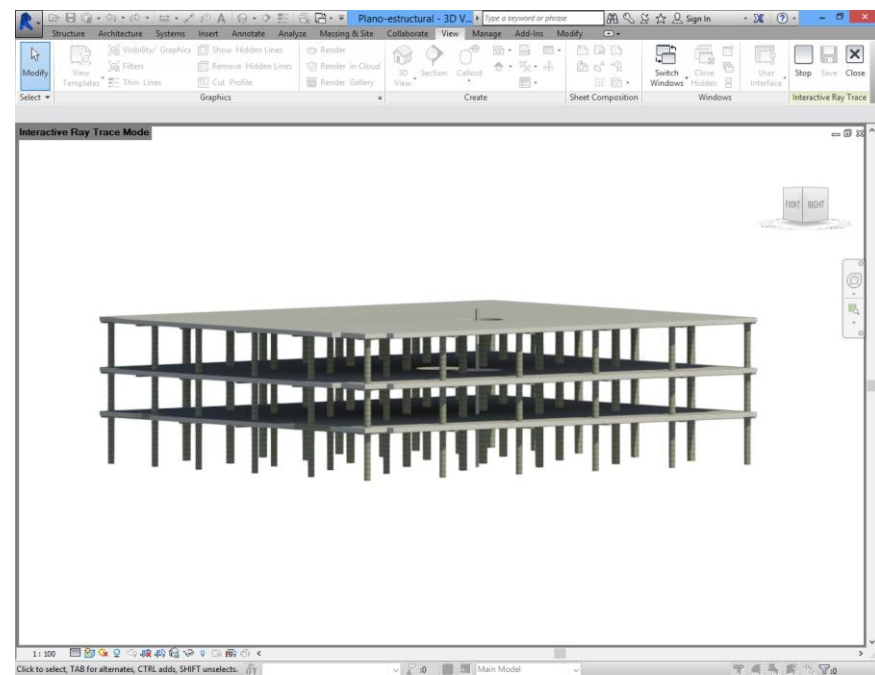


Fig. N°4.29 Otra vista 3D

7.- Para crear la abertura del segundo piso y del techo se usó el comando Shaft Opening, que se encuentra en la sección Opening de la barra de herramientas.

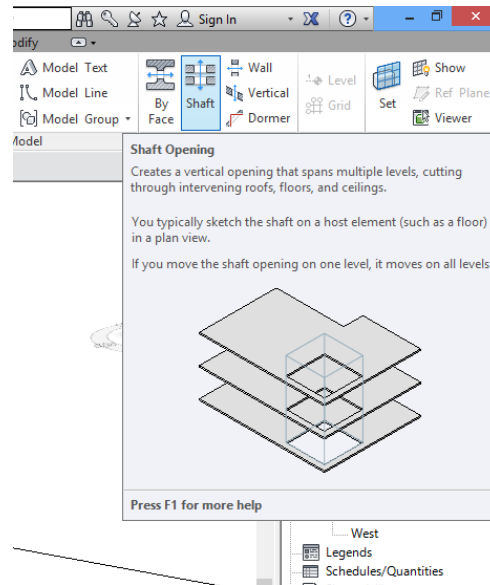


Fig. N°4.30 Paso 7.

Al entrar en este comando se elige la opción Boundary Lines y luego Pick Lines y con ella hacemos clic en la abertura circular que tenemos en nuestro plano de autocad para generar la misma en Revit Structure.

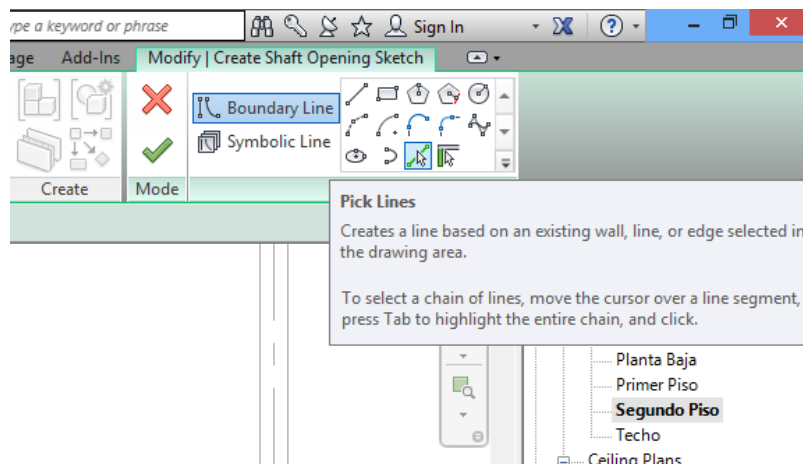


Fig. N°4.31 Comando Pick Lines

Le decimos en las propiedades en que niveles queremos que sea aplicada esta abertura y podemos ver tanto en nuestro plano de planta como en la vista 3D la abertura creada.

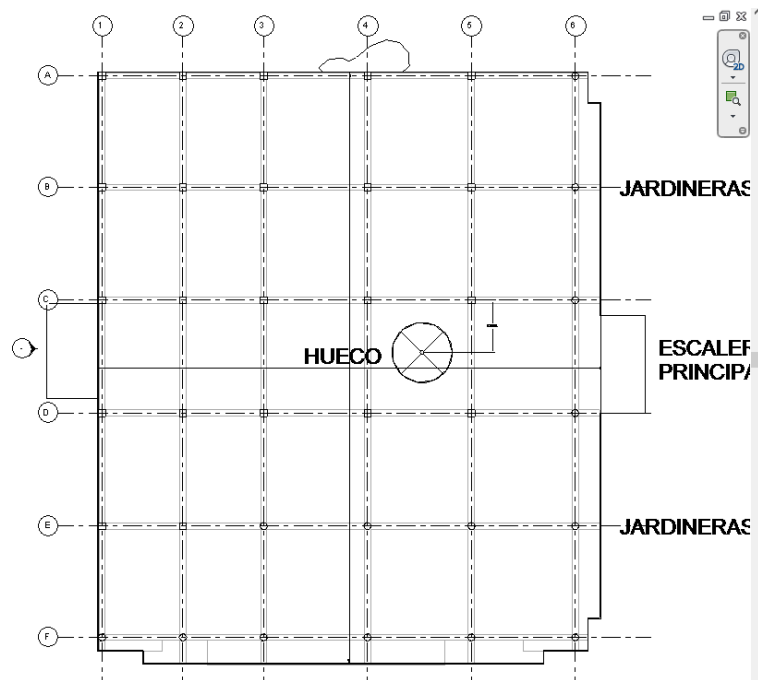


Fig. N°4.32 Vista en planta. Con la abertura para la escalera.

8.- Para la creación de la escalera de caracol se usó el comando Stair, que se encuentra dentro de la pestaña Architecture, al elegirlo se despliega una lista en la cual se escoge la opción Stair by Component.

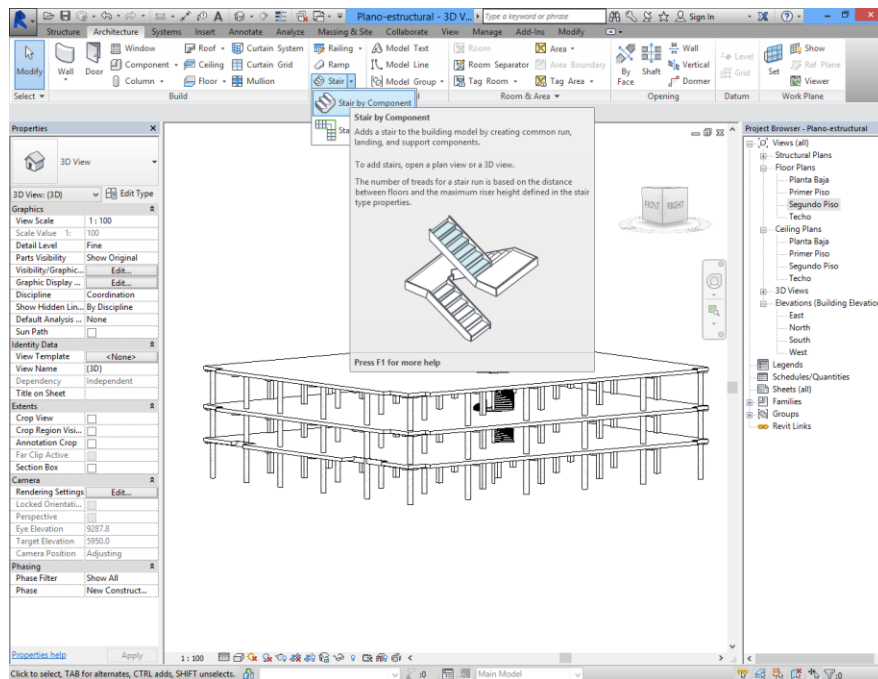


Fig. N°4.33 Creando la escalera.

Seguidamente en la pestaña Modify/Create Stair se selecciona la opción Run y dentro de esta Center-Ends Spiral para generar mi escalera de caracol.

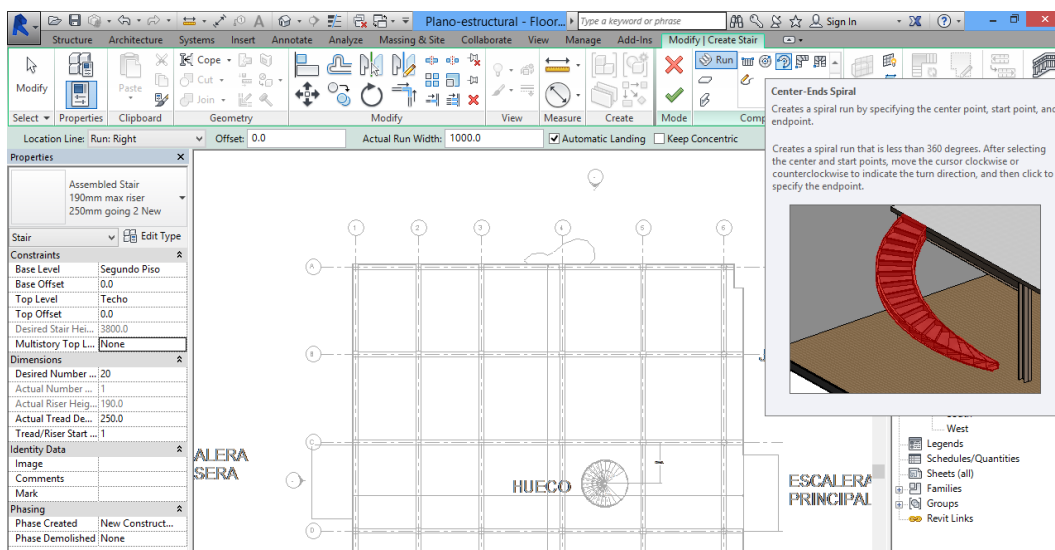


Fig. N°4.34 Comando Center-Ends Spiral

Dibujamos la escalera en la vista de planta de planta deseada y en la ventana de propiedades del lado izquierdo de la pantalla podemos elegir desde que nivel comenzará la escalera y hasta cual nivel finalizará, también al presionar el botón Edit Type podemos editar las dimensiones de la huella y la contrahuella, cambiar sus espesores y definir los materiales que la componen.

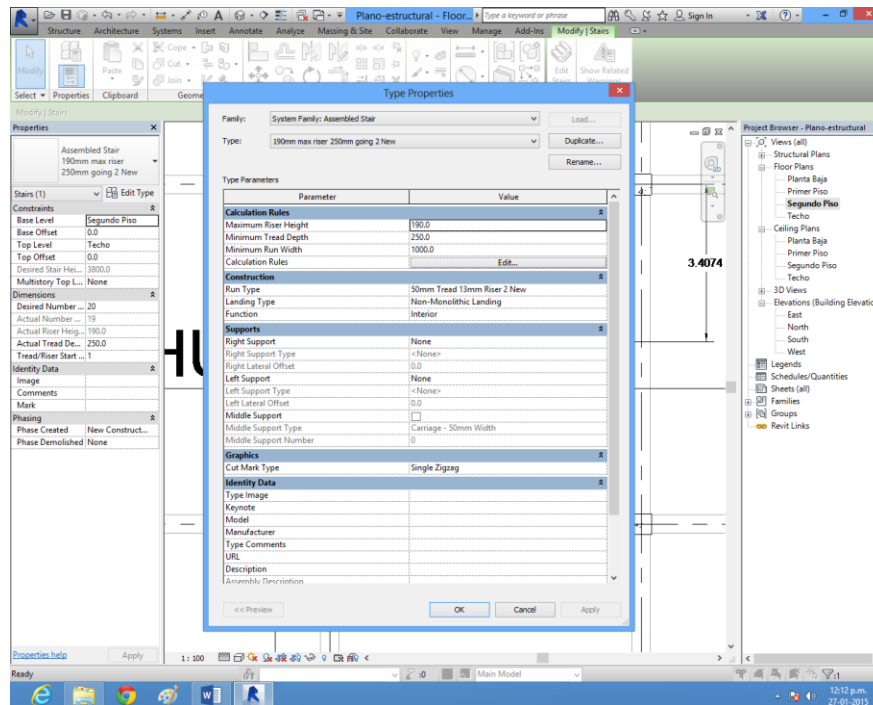


Fig. N°4.35 Edición de la escalera.

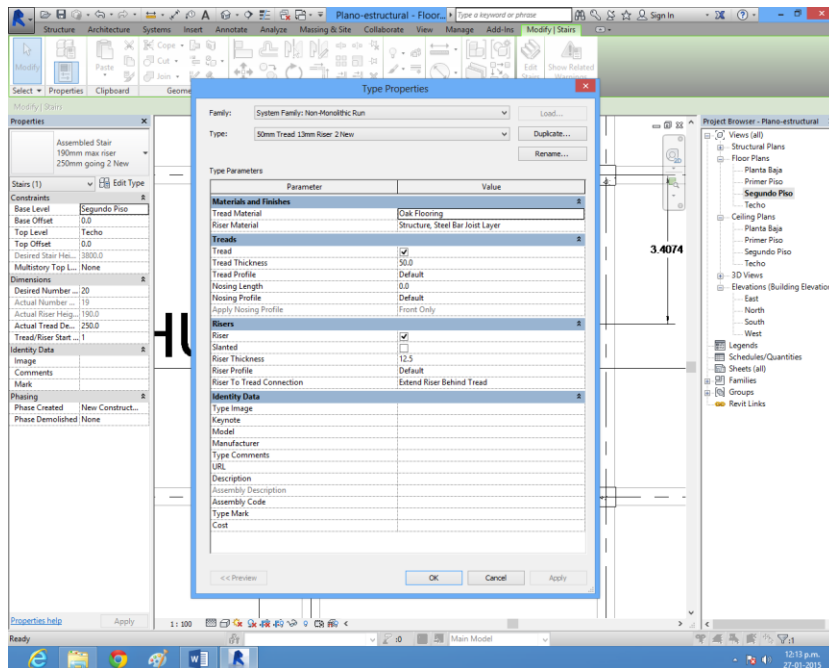


Fig. N°4.36 Edición de la escalera.

Luego de definir todas sus propiedades, pasamos a definir las propiedades de las barandas, estas las creamos con la opción Railing, que se encuentra en la pestaña Modify/Create Stair, en el apartado Tools, al elegir esta opción nos preguntará en que parte de la escalera queremos que vayan ubicadas las barandas y también podemos elegir el espesor de los tubos que la componen o el material que queremos, igualmente todas estas propiedades pueden ser modificadas luego al seleccionar la baranda ya creada y elegir la opción Edit Type de la ventana de propiedades.

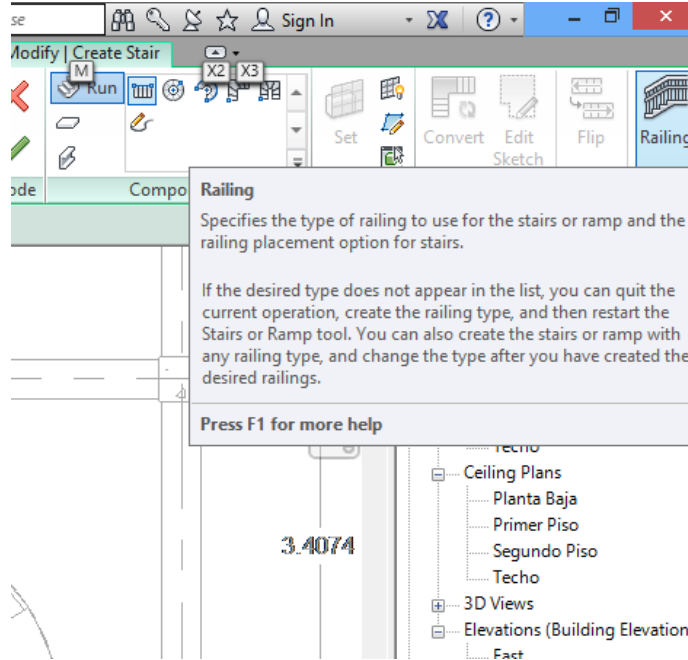


Fig. N°4.37 Opción Railing

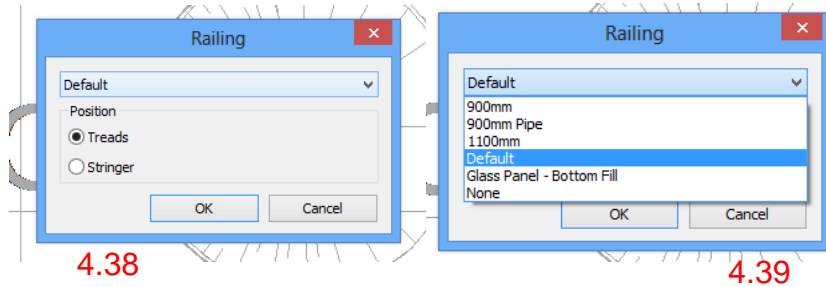


Fig. N°4.38, Fig. N°4.39 Configuración de la opción Railing

Finalmente tendremos nuestra escalera de caracol lista para visualizarla.



Fig. N°4.40 Modelado de escalera en revit.



Fig. N°4.41 Escalera modelada en revit.

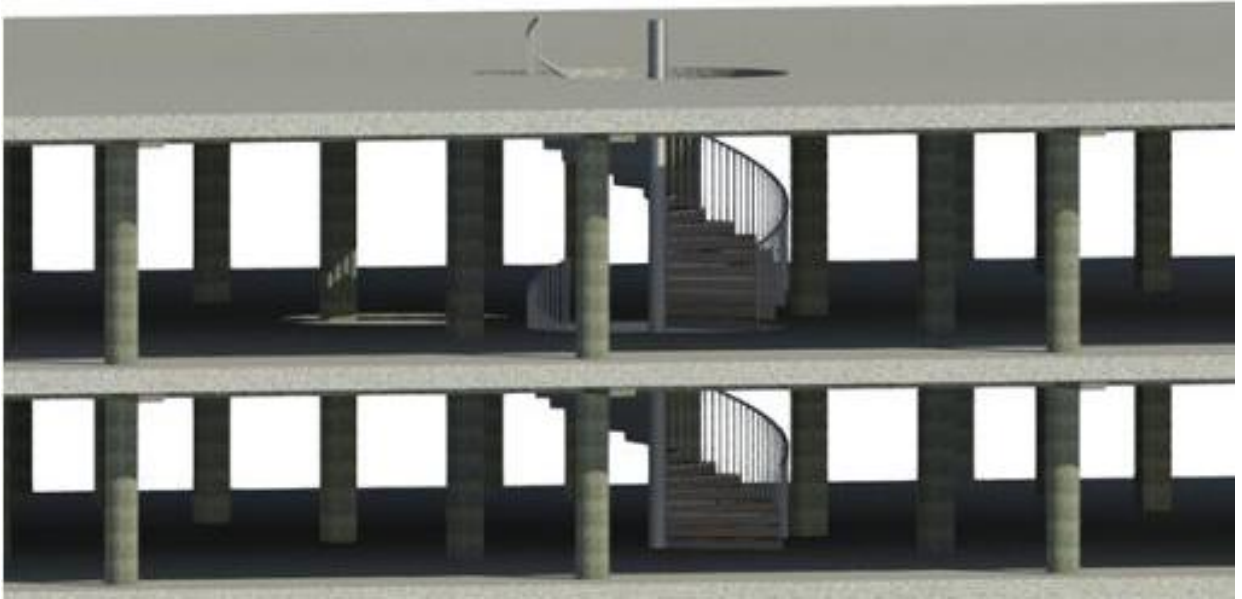


Fig. N°4.42 Visualización de la estructura con la escalera. Tomado de Revit

- **Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento.**

Se elaboró un layout de la planta de techo en Sketchup con las medidas tomadas de la edificación, para poder saber el área a trabajar y comenzar a realizar el diseño. Las medidas se pueden evidenciar en los planos anexados, así como la memoria fotográfica. De igual manera en los mismos se reflejan el diseño final del techo verde.

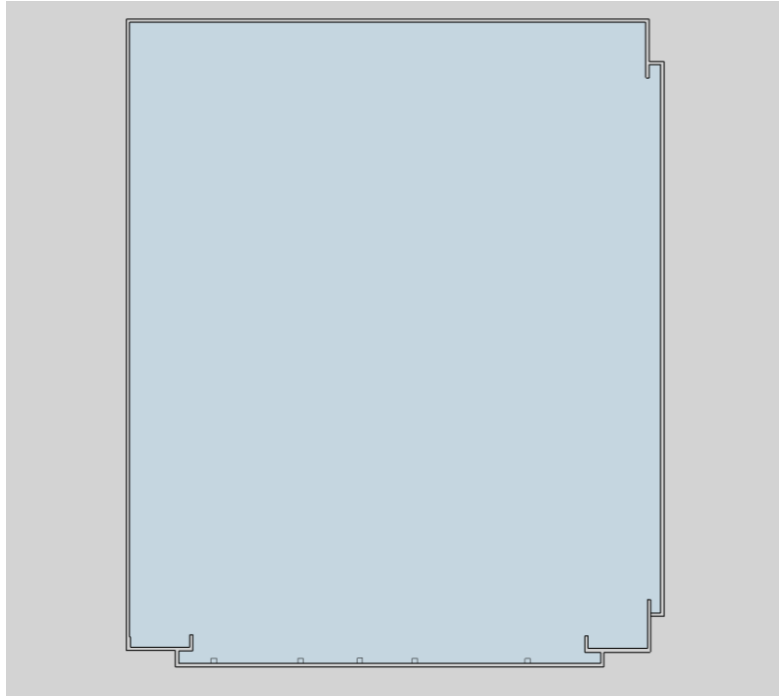


Fig. N°4.43 Layout del techo con las medidas realizado en Sketchup.

El techo verde seleccionado para implementar en la estructura fue Semi-intensivos, los cuales permiten tránsito de peatones, para el cual se consideró una carga saturada de 200 kg/m^2 .

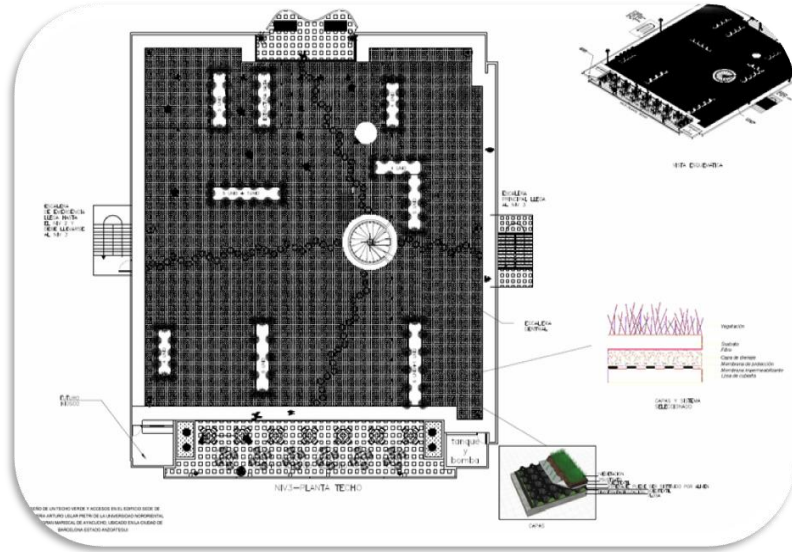


Fig. N°4.44 Plano del diseño de techo verde elaborado en Autocad 2D y 3D.

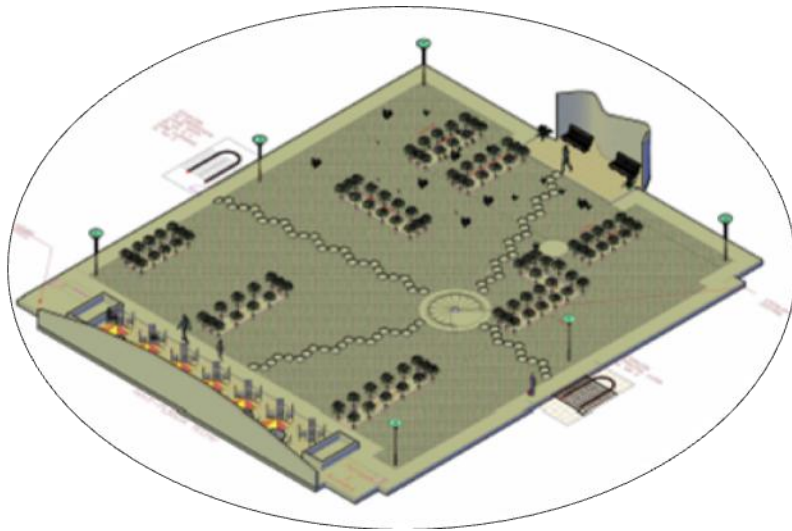


Fig. N°4.45 Vista esquemática isométrica del techo verde elaborado en Autocad 2D y 3D.

Dentro del diseño escogido se utilizó en la capa de drenaje la propuesta de utilizar aliven el cual es un material fabricado químicamente cocinado en hornos de gran tamaño cuyo uso principal es la construcción su composición se basa en arcilla expandida, su presentación es en forma de pequeñas esferas livianas constituidas por una corteza vitrificada, rígida, resistente y de color pardo o

ladrillo, que encierra una estructura alveolar porosa de color gris, como se muestra en la Fig. N°2.1. Este material me aporta la bondad de que absorbe agua como es arcilla expandida mantendrá el sustrato hidratado, se puede trabajar conjuntamente con geomalla 3D ya que ella se consigue en nuestro país y se puede sustituir por la capa de drenaje del sistema, sin embargo me va a permitir el mismo funcionamiento trabajando también en conjunto con el aliven. Según la Fig. 3 se seleccionó el sistema de la izquierda.



Fig. N°4.46 Estructura del aliven. *Nota.* Tomado de la página principal de aliven.¹⁶

El sustrato es en bicapa ya que el sustrato y drenaje están separados y que aporten las principales características definidas en la capa de sustrato en este proyecto, sin embargo pueden ser de utilidad elementos que ayuden a mejorar sus características. Entre algunos tenemos:

- Productos de retención de agua
- Fertilizantes orgánicos
- Minerales de lenta liberación

- Camas de materia orgánica
- Partículas minerales porosas de buena estabilidad
- Productos fijadores.

El resto de las capas se mantienen en las mismas condiciones según su construcción a excepción de la capa de separación.

SKETCHUP PRO Y LUMION

Luego de la realización del levantamiento planimétrico y altimétrico de la estructura se procedió a elaborar los planos de los distintos niveles de la misma en el software autocad, ya teniendo estos planos de planta como base los mismos fueron importados al software sketchup pro en el formato de archivo .dwg, luego de importarlos tomando como referencia una dimensión tomada en autocad de la planta se procede a escalar la misma en sketchup pro mediante la herramienta scale, para así tener correctamente las dimensiones de nuestro plano de planta en sketchup pro, seguidamente se procede a dibujar la planta en sketchup tomando como plantilla la dibujada en autocad mediante el uso de comandos como line, rectangle, offset, move, etc.

Al tener dibujada la planta se procedió a la extrusión de la misma mediante el comando push/pull para así generar las paredes, ventanas, puertas y demás elementos, para generar estos elementos se usaron comandos como mirror, rotate, follow me y algunos de los ya mencionados anteriormente.

También se usaron comandos como group y component que son de suma importancia para agilizar el flujo de trabajo en este software, luego de haber generado todas las plantas de cada uno de los niveles de la estructura, se superpuso cada nivel uno sobre el otro mediante el comando move y el uso de

líneas guías realizadas con el comando tape measure y protactor en caso de necesitarse alguna línea guía en un determinado ángulo.

Luego de modelada toda la estructura se procedió a agregar los materiales presentes en la misma tomando como referencia las fotografías tomadas en campo, esto se realizó creando cada material en la opción materials y luego aplicándolos mediante la herramienta paint bucket, luego por medio de una extensión del programa llamada 3D Warehouse se importaron los vehículos, el ascensor, los postes de iluminación y diversos objetos presentes en la escena que el programa los denomina “models”.

Por último, mediante las opciones de visualización de cámara del programa se tomaron varias vistas de la estructura desde distintos ángulos para generar imágenes renderizadas tanto de la fachada, como de la propuesta de techo verde y accesos, por medio de complementos del programa o plugins como es el caso del vray, a continuación una muestra:



Fig. N°4.47 Modelado en Sketchup Pro. De todo el edificio y sus accesos.

Después de finalizar el modelado en sketchup se procedió a importarlo a otro software llamado lumion en su versión 4.5, en formato de archivo DAE, en el que se realizó un recorrido de la estructura por medio de una animación y se le agrego distintos elementos de paisajismo por medio de este software.

- **Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde.**

Para elaborar el presupuesto se realizó la codificación según la Norma Venezolana COVENIN COVENIN 2000-2:1999, en el cuál se generó tres partidas para el techo verde como se muestra en la tabla 1.1, luego se realizó mediante la utilización del software IP3 el presupuesto, pero el programa tiene su propia base de datos la cual ya está codificada, es por ello que las partidas tienen codificaciones diferentes, como se refleja en los anexos.

Tabla N°4.1 Codificación y especificación de partidas, elaborada y codificada con los criterios de la norma Venezolana COVENIN 2000-2:1999. (Ver Tabla N°2 y N°3).

N° PARTIDA	CÓDIGO	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
1	E14-SN	Remoción de material asfáltico impermeabilizante existente en malas condiciones y llevarlo hasta su disposición final de forma adecuada.	m ²
2	E4203301	Impermeabilización en caliente con soplete a gas de loza de techo prefabricada con manto	m ²

		asfáltica con refuerzo interno de fibra de vidrio e=3mm y acabado folio aluminio	
3	P9XXXXXXXXXX	Colocación de sistema de techo verde con todas sus capas complementarias.	m ²

Tabla N°4.2 Codificación de partidas *Nota.* Tomada de la norma Venezolana COVENIN 2000-2:1999

CAP	SUB-CAPÍTULO	CONCEPTO	TIPO	Un.	ELEMENTO	MECANISMO	DISTANCIA	
O B R A S P R E L I M I N A R E S	4: Remociones	1: Elementos aislados	1: Estructuras metálicas	kgf				
			2: Tabiques o puertas metálicas	m				
			3: Marcos metálicos	m2				
			4: Estructuras madera					
			5: Tabiques o puertas de madera					
			6: Marcos de madera					
			7: Tubería					
		2: Carga de elementos procedentes de remociones						

25-10005-BI000W-IND000

Tabla N°4.3 Codificación de partidas *Nota.* Tomada de la norma Venezolana COVENIN 2000-2:1999

CAP.	SUB-CAPÍTULO	Un	UBICACIÓN	TIPO (T)	MODO (M)	ACT.COMPLEMENTARIA. (C)
O B R A S A R Q U I T E C T O N I C A S	2: Impermeabilización	m2	01: Losas o placas concreto vaciadas en sitio horizontal transitables.	1: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm	01: En caliente con sopiete a gas o aire caliente	01-20.-(C1)-Acondicionamiento (C13-C14,C17-C113,C115,C116)
			02: Idem no transitables.	2: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de vidrio e=4mm	02: En caliente con haragán o mopa	21-30.-(C2)-Remates con productos asfálticos (C21-C210)
			03: Losas o placas concreto prefabricadas horizontal transitables.	3: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de vidrio e=4mm	03: En frío con haragán, lana o cuchara	31-40.-(C3)-Aplicación de separadores (C31-C310)
			04: Idem no transitables	4: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de vidrio e=3mm y acabadofolio aluminio	04: En frío de manera autoadhe rible	41-50.-(C4)-Aislamiento térmico (C41-C410)
			05: Losas o placas concreto vaciadas en sitio inclinadas no transitables.	5: Tres fibras de vidrio y cuatro capas emul.asfáltica	05: Con equipo albañilería,cuchara, llana, trompo	51-60.-(C5)-Acabados livianos (C51-C510)
			06: Losas o placas concreto prefabricadas inclinadas no transitables.	6: Tres fibras de vidrio y cuatro capas emul.asfáltica	06: Con cepillo de fibras	61-75.-(C6)-Acabados pesados (C61-C615)
			07: Techos de madera horizontales	7: Tres fibras de vidrio y cuatro capas asfalto plastico fibroso.	07: Clavado con tachuelas o clavos galvanizados	76-90(C7)-Uso de accesorios (C71-C720)
			08: Techos de madera inclinados	8: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm	08: Colocación a mano	
			09: Baño,cocina,lavandería y sauna.	9: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de vidrio e=4mm	09: Con equipo p/agua a presión	
			10: Fundaciones y paredes de muros	10: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm	10: Con equipo p/aire a presión	
			11: Jardineras	11: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm	11: Con equipo coloc.carp.asfalt.	
			12: Estacionamientos	12: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm	12: Con equipo compactación o nivelación	
			13: Tanques área interior	13: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm	13: Con equipo excav.ó relleno	
			14: Tanques área exterior	14: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm	14: Con esmeril	
			15: Foso ascensores área interior	15: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			16: Foso ascensores área exterior	16: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			17: Ducteria de aire acondicionado	17: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			18: Canchas deportivas	18: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			19: Helipuertos	19: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			20: Piscinas	20: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			21: Lagunas de oxidación	21: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			22: Imp.especiales	22: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		
			23: Otras	23: Memb.asfált. con refuerzo interno de fibra de poliester e=4mm		

25-10005-BI000W-IND000

69

Nota: Esta codificación es según la norma, sin embargo como se utilizó un software para la elaboración del presupuesto en el mismo se puede evidenciar otro tipo de código propio del programa utilizado.

4.3 Análisis de los Resultados

- **Recopilar toda la documentación necesaria tanto de la estructura en estudio, como todo lo referente a techos verdes para comprender e interpretar todas las bases teóricas, antecedentes, metodología, etc. Referente al tema y las normas aplicadas en áreas de recreación y diseño de accesos para discapacitados.**

Se obtuvo información vital sobre las cargas por m² del sistema los tipos de sistemas de techo verde, ventajas, beneficios, así como se pudo observar el método constructivo del techo verde. Del cual se pudo hacer la selección según lo requerido para el tema, y de esta selección de tipo de construcción se basó el presupuesto y el diseño. Tratando de aportar los mejores beneficios y la economía. De igual manera se hizo la mejor propuesta para el acceso para discapacitados.

- **Realizar un levantamiento planialtimétrico de la estructura, para identificar las losas existentes, así como los elementos estructurales que permitan elaborar el diseño más favorable del techo verde.**

Del levantamiento planimétrico y altimétrico de la estructura pudimos obtener los siguientes resultados:

- Se obtuvieron dos puntos referenciales con el GPS que nos permitió saber dos coordenadas, para la ubicación del terreno en el espacio, y poder calcular el área lo más exacto posible. Parte de esto está evidenciado en la memoria fotográfica.

- Se pudo elaborar los planos de cada una de las plantas a partir de las medidas tomadas. Estos planos se encuentran en los anexos.
- Se pudo conocer las alturas entre pisos cual permitió el levantamiento en SketchUp de toda la edificación. La vista esquemática podemos verla entre los anexos.

Para el diseño del techo verde de la universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho, edificio Arturo Uslar Pietri, es necesario evaluar la estructura, para determinar si ésta es capaz de soportar las cargas que se le aplicarán, para ello se realizaron las siguientes actividades para el levantamiento, la evaluación estructural se realizó utilizando el software STAAD PRO, la misma se encuentra reflejada en la Fase II de este proyecto:

1. El viernes 04 de abril se utilizó la herramienta de google earth para localizar la azotea del edificio Arturo Uslar Pietri, en el cual se determinaron las coordenadas de cada esquina de la sede para obtener su ubicación.

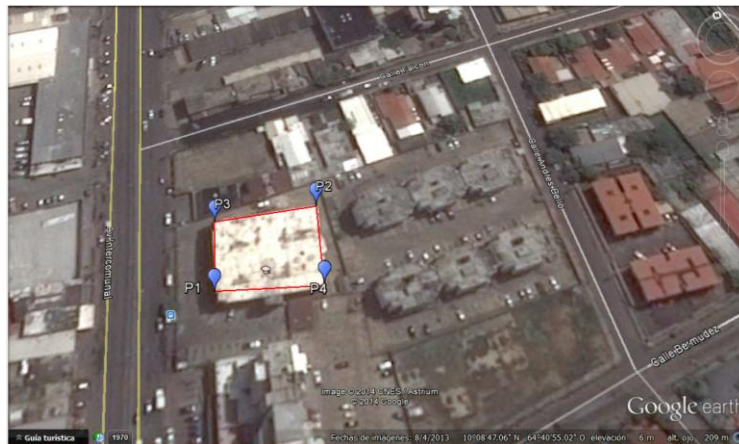


Fig. N°4.48 Ubicación del edificio en GE.

Las coordenadas de los puntos marcados en el edificio son las siguientes:

P1: 10° 8'47.00"N - 64°40'55.60"O

P2: 10° 8'47.82"N - 64°40'54.29"O

P3: 10° 8'47.89"N - 64°40'55.50"O

P4: 10° 8'46.81"N - 64°40'54.38"O



Fig. N°4.49 Distancia entre los puntos principales. Tomada de GE

La distancia obtenida entre los puntos es:

P1-P4: 37,3m

P4-P2: 31,4m

P2-P3: 36,7m

P3-P1: 26,7m

2. El miércoles 09 de abril se realizó un levantamiento planimétrico de la redoma del segundo piso con el fin de obtener datos necesarios para el diseño de la escalera, obteniendo un diámetro de 3.94m
3. El viernes 11 de abril discutimos la información investigada sobre los tipos de techo verde, cómo están constituidos, métodos de elaboración, ventajas, desventajas y cuál era el más apropiado para la edificación.
4. El jueves 17 de abril se realizó una reunión para distribuir el trabajo.
5. El lunes 21 de abril se solicitaron los planos estructurales y arquitectónicos de la edificación.
6. El viernes 25 de abril se discutieron los avances realizados en el trabajo tal como: el planteamiento del problema, la justificación, las interrogantes y se crearon los objetivos.
7. El miércoles 14 de mayo se realizó el levantamiento planimétrico del estacionamiento para realizar el plano del mismo.
8. El jueves 15 de Mayo se realizó un bosquejo de la edificación, se determinó la cantidad de las columnas existentes en planta baja, diámetro y geometría de las mismas, así como también la separación entre ellas.

Durante la actividad se observaron 14 columnas circulares, 11 de ellas ubicadas en la parte frontal y las 3 restantes ubicadas en la parte interior de la edificación, cuentan con diámetro de 50 cm a una distancia de 6,80 m aproximadamente entre columna y columna.

Las restantes son de sección cuadrada de 45cmx45cm

Se determinó la ubicación de la escalera principal, la escalera de emergencia y otros detalles relevantes.

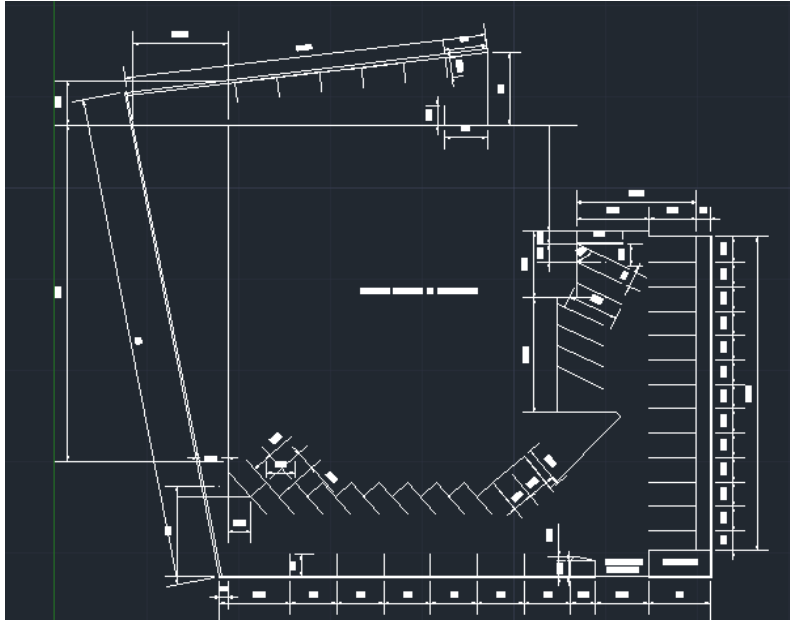


Fig. N°4.51 Plano del Estacionamiento principal nivel 0

12. El martes 03 de junio se elaboró el plano de planta del primer piso de la edificación, en donde se aprecian detalles de jardineras, columnas, y la forma del edificio de esa planta.

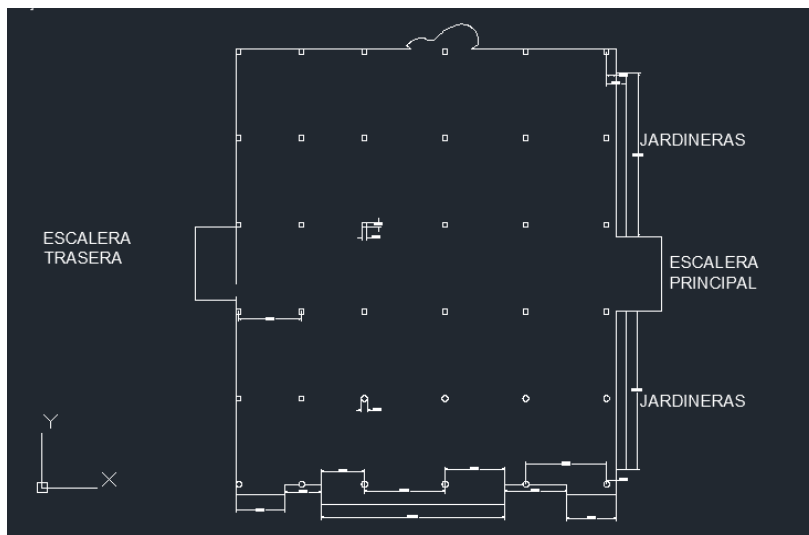


Fig. N°4.52 El plano del primer piso nivel 1

13. El miércoles 04 de Junio de 2014 se elaboró el plano de planta de segundo piso, en donde se pueden observar los detalles de balcones, columnas, jardineras, etc.

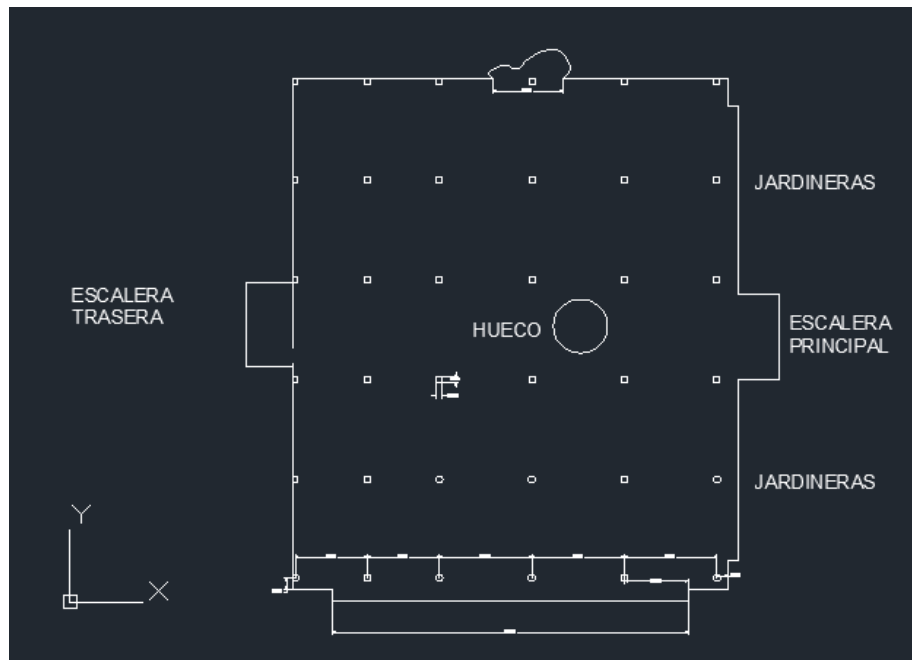


Fig. N°4.53 Plano del nivel 2

14. El viernes 13 de junio se entregó un avance del proyecto con sus respectivas evidencias. Las fotos de cada actividad mencionada se pueden ver en los anexos.

Tabla N°4.4 Actividades realizadas

N°	Fecha	Actividad	Integrantes
1	04/04/14	Levantamiento planimétrico y toma de coordenadas en la azotea del edificio.	Gissel Mora, Hector Milano, Javier Rodríguez, Mardelís Ordaz.
2	09/04/14	Levantamiento planimétrico de la redoma	Gissel Mora, Hector Milano, Javier Rodríguez, Mardelís Ordaz.
3	11/04/14	Investigación sobre los techos verdes	Gissel Mora, Hector Milano, Mardelís Ordaz.
4	17/04/14	Discusión sobre el techo verde	Eduard Castillo, Javier Rodriguez, Gissel Mora, Hector Milano, Juan Torbay, Mardelís Ordaz.
5	21/04/14	Solicitud de Planos Estructurales y	Mardelís Ordaz.

		Arquitectónicos del diseño de la edificación	
6	25/04/14	Elaboración de los objetivos en clases.	Todo el grupo.
7	14/05/14	Levantamiento planimétrico del estacionamiento.	Gissel Mora, Hector Milano, Javier Rodríguez.
8	15/05/14	Levantamiento planimétrico de la edificación (planta baja)	Hector Milano, Gissel Mora, Javier Rodríguez, Reimar Parejo, Mardelís Ordaz.
9	17/05/14	Levantamiento planimétrico de la edificación (primer y segundo piso)	Todo el grupo.
10	18/05/14	Elaboración de plano de planta baja en AutoCAD	Hector Milano, Gissel Mora
11	26/05/14	Elaboración de planos de	Hector Milano,

		estacionamiento en AutoCAD	Gissel Mora.
12	03/06/14	Elaboración de plano de primer piso (vista en planta) con especificaciones de columnas	Gissel Mora, Hector Milano.
13	04/06/14	Elaboración de plano de segundo piso (vista en planta) con especificaciones de columnas	Hector Milano, Gissel Mora
14	13/06/14	Informe sobre todas las actividades realizadas	Gissel Mora, Hector Milano.

- **Diseñar accesos internos para integrar estos espacios, haciendo un mejor flujo de la población estudiantil.**

1. Levantamiento con el uso de cinta métrica de la planta de techo para realizar un inventario de los equipos de aire acondicionado y tuberías dispuestas existentes; con la finalidad de evaluar la capacidad de carga portante de la losa y del sistema estructural y plantear la posibilidad de la colocación de un techo verde.

2. Establecimiento de las bases metodológicas, planteamiento del problema, establecimientos de objetivos y alcances propuestos para la formulación y evaluación del proyecto a elaborar.
3. Asistencia y participación en reuniones grupales para coordinar y realizar las actividades planteadas.
4. Levantamiento con el uso de cinta métrica de la fachada de la universidad, escalera de emergencia, dimensiones de las columnas y dimensiones de la plaza central de la estructura, con el fin de ubicar y proyectar una escalera de acceso al techo verde que comunique con los distintos niveles de la edificación.
5. Evaluación preliminar de los distintos tipos de escaleras para determinar la más idónea para los propósitos determinados en el proyecto.
6. Investigación de sistemas de acceso para discapacitados en exteriores



Fig. N°4.54, Fig. N°4.55 Tomada del portal web de arquigráfico.

7. Aprender a manejar el software Sketchup Pro para el modelado bidimensional y tridimensional de la estructura, recomendado por el Profesor Gustavo Velásquez.
8. Toma de fotografías de los distintos detalles exteriores de la sede a modelar.

Se elaboró una propuesta de diseño de las escaleras ubicadas en la redoma central desde el nivel 1 hasta el nivel 3 de la edificación. Mediante la utilización del software de diseño SketchUp. Pro.

Como dentro de las instalaciones hay un déficit en el acceso no sólo peatonal sino vehicular se decidió elaborar una propuesta para un estacionamiento, permitiendo a la población UGMISTA, estudiantado y profesores resguardar sus vehículos, además aportando mayor seguridad y elevando el nivel en la calidad del servicio, esto por consecuencia generaría mayor demanda en la matrícula para las carreras de ingeniería, como éste es un tema extenso se decidió desarrollar el mismo en la Fase III de este Proyecto.



Fig. N°4.56 Vista de la fachada, Av. Jorge Rodríguez Barcelona Estado Anzoátegui.

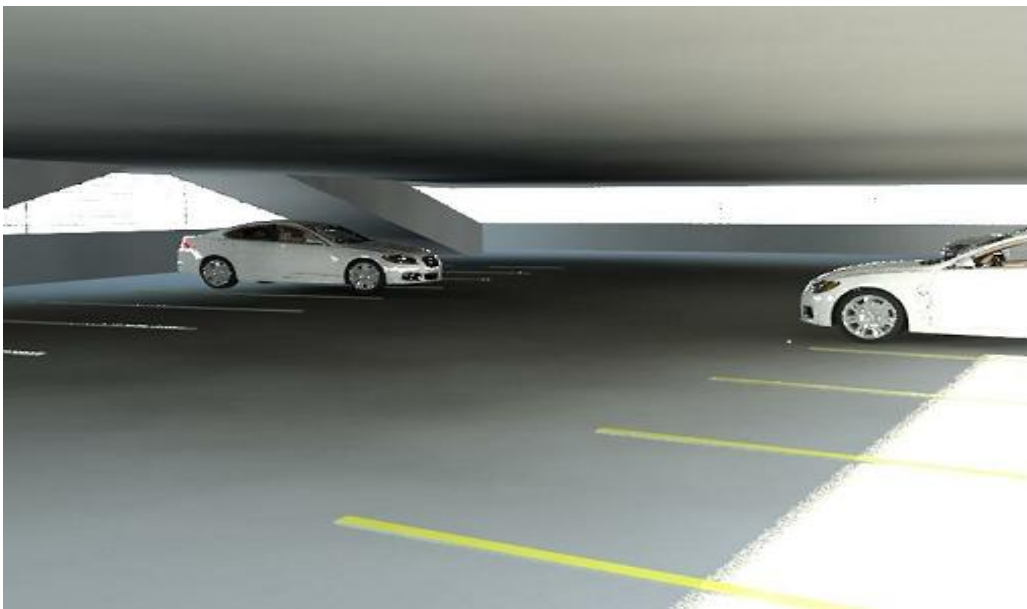


Fig. N°4.57 Vista al interior del estacionamiento. Planta Baja.

- **Realizar un diseño de techo verde para refrescar la estructura e incluir un área de recreación y esparcimiento.**

A lo largo del proyecto se pudo observar lo beneficioso que sería la elaboración de un techo verde es por ello que dentro de los resultados obtenidos y elaborados tenemos una propuesta con un techo verde semi-intensivo la cual puede ser visualizada a detalle en los anexos. De lo cual se utilizó como carga saturada 200Kg/m^2 para la elaboración de resultados estructurales. Para los efectos del acabado de concreto como se consiguió una estructura en el sitio sin acabado pero impermeabilizada se supuso que en los cálculos estructurales estaba contenido originalmente la losa de acabado.

- **Elaborar un presupuesto para estimar el costo del sistema de techo verde.**

El presupuesto elaborado es referencial se debe hacer un ajuste en el momento de la ejecución del proyecto, el mismo se encuentra entre los anexos. Se utilizó la codificación del programa para cada partida. Se hizo dos presupuestos uno con el techo verde y otro sólo con la impermeabilización del techo luego al presupuesto de la impermeabilización se le realizó una proyección a 20 años haciendo un mantenimiento cada 2 años según indican los especialistas, a manera de comparar el ahorro y los beneficios del techo verde tan solo en su presupuesto, mediante una comparación de la proyección y el presupuesto del techo verde ya que el mismo tiene una vida útil de 20 años.

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

IP3-Control de Obras 11

OBRA: DISEÑO DE TECHO VERDE Y ACCESOS EN EL EDIFICIO SEDE DE INGENIERÍA ARTURO USLAR PIETRI DE LA UNIVERSIDAD NORORIENTAL PRIVADA GRAN MARISCAL DE AYACUCHO, UBICADO EN LA CIUDAD DE BARCELONA ESTADO ANZOÁTEGUI
 Contratante: **UGMA**

PRESUPUESTO

PART No	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL Bs
1	REMOCION DE CAPA ASFALTICA DE IMPERMEABILIZACION EN TECHOS. INCLUYE CARGA Y BOTE	m2	1.252,51	38,03	47.632,96
2	CAPA IMPERMEABILIZANTE EN LOSAS O PLACAS HORIZONTALES CON MEMBRANA ASFALTICA (MANTO) DE ESPESOR 3 MM REFORZADA CON VELO DE FIBRA DE VIDRIO	m2	1.252,51	91,52	114.629,72
3	COLOCACION DE SISTEMA DE TECHO VERDE CON TODAS SUS CAPAS COMPLEMENTARIAS	m2	1.252,51	457,81	573.411,60
SUB-TOTAL:					735.674,28
12,00% IMPUESTO DE LEY:					88.280,91
TOTAL GENERAL DEL PRESUPUESTO (Bs.):					823.955,19

Fig. N°4.58 Presupuesto techo verde

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

IP3-Control de Obras 11

OBRA: DISEÑO DE TECHO VERDE Y ACCESOS EN EL EDIFICIO SEDE DE INGENIERÍA ARTURO USLAR PIETRI DE LA UNIVERSIDAD NORORIENTAL PRIVADA GRAN MARISCAL DE AYACUCHO, UBICADO EN LA CIUDAD DE BARCELONA ESTADO ANZOÁTEGUI
 Contratante: **UGMA**

PRESUPUESTO

PART No	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL Bs	Aumento del 50% anual año 1
1	REMOCION DE CAPA ASFALTICA DE IMPERMEABILIZACION EN TECHOS. INCLUYE CARGA Y BOTE	m2	1.252,51	38,03	47.632,96	71.449,43
2	CAPA IMPERMEABILIZANTE EN LOSAS O PLACAS HORIZONTALES CON MEMBRANA ASFALTICA (MANTO) DE ESPESOR 3 MM REFORZADA CON VELO DE FIBRA DE VIDRIO	m2	1.252,51	91,52	114.629,72	171.944,57
SUB-TOTAL:					162.262,67	243.394,01
12,00% IMPUESTO DE LEY:					19.471,52	29.207,28
TOTAL GENERAL DEL PRESUPUESTO (Bs.):					181.734,19	272.601,29

TOMANDO EN CUENTA UN TECHO SOLO CON IMPERMEABILIZACIÓN. CON UNA INFLACIÓN DEL 50% AL PRECIO ANUAL Y HACIENDO MANTENIMIENTO CADA DOS AÑOS SEGÚN LO QUE RECOMIENDAN EXPERTOS DEBIDO A QUE ESTÁ EXPUESTO Y PARA MANTENER LA CALIDAD DE LA IMPERMEABILIZACIÓN E IMPEDIR FILTRACIONES POR LAS LUVIAS SACAMOS UN NUEVO COSTO

Fig. N°4.59 Presupuesto de impermeabilización.

1er Mantenim.	2do Mantenim.	3er Mantenim.	4to Mantenim.	5to Mantenim.	6to Mantenim.	7mo Mantenim.	8vo Mantenim.	9no Mantenim.	10mo Mantenim.	Tiempo en Años para el mantenimiento	Cantidad de Mantenimientos requeridos en ese tiempo
Aumento del 50% anual año 2	Aumento del 50% anual año 4	Aumento del 50% anual año 6	Aumento del 50% anual año 8	Aumento del 50% anual año 10	Aumento del 50% anual año 12	Aumento del 50% anual año 14	Aumento del 50% anual año 16	Aumento del 50% anual año 18	Aumento del 50% anual año 20		
107.174,15	241.141,84	542.569,13	1.220.780,55	2.746.756,23	6.180.201,51	13.905.453,40	31.287.270,16	70.396.357,86	158.391.805,18	20	10
257.916,86	580.312,93	1.305.704,10	2.937.834,22	6.610.127,00	14.872.785,76	33.463.767,96	75.293.477,91	169.410.325,30	381.173.231,94	20	10
365.091,01	821.454,77	1.848.273,23	4.158.614,77	9.356.883,23	21.052.987,27	47.369.221,37	106.580.748,07	239.806.683,16	539.565.037,12		
43.810,92	98.574,57	221.792,79	499.033,27	1.122.825,99	2.526.358,47	5.684.306,56	12.789.689,77	28.776.801,98	64.747.804,45		
408.501,93	920.029,34	2.070.066,02	4.657.648,54	10.479.709,22	23.579.345,75	53.053.527,93	119.370.437,84	268.583.485,14	604.312.841,58		

Fig. N°4.60 Presupuesto de impermeabilización con proyección a 20 años

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los techos verdes como técnica datan de varios siglos. Consiste en la adaptación de la azotea de una casa y edificio para que pueda ser convertido en un jardín, ello no es más que una alternativa para el rescate de los valores ambientales y culturales, así como su importancia en la sociedad como medidas aplicables a la mejor utilización de los espacios.
- Nosotros, como jóvenes emprendedores preocupados por el ambiente universitario, nos unimos para crear el proyecto de un techo verde y de un acceso para personas con discapacidad, donde el principal objetivo es brindar un lugar de esparcimiento que además sirva para proteger la salud y la calidad de vida individual y colectiva de los estudiantes, preservando bienes naturales y regulando las actividades humanas susceptibles de contaminar su entorno o de causar desequilibrios ecológicos.
- Como dijo Santiago Kovadloff, "Durante centenares de miles de años, el hombre luchó para abrirse un lugar en la naturaleza. Por primera vez en la historia de nuestra especie, la situación se ha invertido y hoy es indispensable hacerle un lugar a la naturaleza en el mundo del hombre".
- Quizás estamos tan cerca del límite que puede que despertemos un día para darnos cuenta que ya no queda nada por salvar, hay un descuido y desprecio por los espacios verdes en las grandes ciudades, y falta continuidad en las políticas y medidas que se deben tomar. La degradación de los espacios verdes refleja la

degradación de la sociedad, y se cita a Martin Luther King, Jr. “Si supiera que el mundo se ha de acabar mañana, yo hoy aún plantaría un árbol”.

- Confiamos que nuestro trabajo, garantice el impulso a la verdadera inclusión de las personas con discapacidad en la universidad, además de fomentar valores y responsabilidad, que participen en la formación de excelentes profesionales, que es lo que nuestro país necesita.
- Debido a la necesidad que presenta la universidad dentro de los accesos de hacer una reestructuración en el servicio de estacionamiento, que presta la misma a su alumnado, se dividió en otra fase para su estudio especializado Fase III de este Proyecto.
- Al realizar el estudio de campo se puede determinar las condiciones escasas a las que han sido sometidos las personas con movilidad reducida en la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, limitando a muchos a seguir sus estudios por la dificultad del acceso a la institución.
- Para efectos de mejoramiento de instalaciones de la Universidad y la instalación de un ascensor es necesario tomar en cuenta las necesidades de cada persona discapacitada y tomar en cuenta el espacio disponible para obtener el diseño del ascensor adecuado.
- Una vez seleccionando el tipo de ascensor a instalar en la universidad se deben realizar una serie de planificaciones de costo, para ejecutar el proyecto beneficiario.

- El ascensor más adecuado para la universidad de los anteriormente mencionados, sería el ascensor neumático ya que no requiere de mucho espacio y no se necesita cuarto de maquinas ni sótano, porque este tipo de ascensor se instala directamente al suelo y su costo será una inversión a largo plazo.
- Las personas discapacitadas que deseen ir a la universidad gozarán del beneficio que les brinda el instituto educacional al tener un ascensor para minusválidos, de fácil acceso y sin necesitar ayuda de otras personas.
- Este es un proyecto bastante elaborado y completo, el cual engloba diferentes áreas de la carrera de Ing. Civil, por lo cual fue necesario desarrollarlo más ampliamente cada área como un trabajo de grado, por lo cual fue dividido y evaluado en tres fases.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. <http://construcciontierra.blogspot.com/2013/08/techos-verdes-vivos.html>
2. <http://es.wikipedia.org/wiki/Sustrato>
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto>
4. <http://lema.rae.es/drae/>
5. Gernol Minke: *Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos*. Editorial Fin de Siglo.
6. <http://www.eluniversal.com/2011/04/03/central-madeirense-construye-sucursal-100-verde>
7. <http://revistamadretierra.com/2013/07/26/azoteas-verdes-techos-vivos-para-la-ciudad/>
8. <http://www.eluniversal.com/caracas/130302/biblioteca-de-los-palos-grandes-estreno-techo-verde>
9. <http://davidhuerta.typepad.com/blog/2010/09/mejora-el-medio-ambiente-azoteas-verdes.html>
10. <http://construcciontierra.blogspot.com/2013/08/techos-verdes-vivos.html>
11. <http://www.kota21.com/techos-verdes/>
12. http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/preguntas_frecuentes/index.php

13. <http://www.arquigrafico.com/ascensores-al-vacio-o-neumaticos-los-ascensores-mas-baratos-del-mercado-con-fcil-y-rpida-instalacin/>
14. <http://lema.rae.es/drae/?val=accesos>
15. <http://lema.rae.es/drae/?val=interno>
16. http://www.aliven.com.ve/producto_definicion.html
17. <http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o>

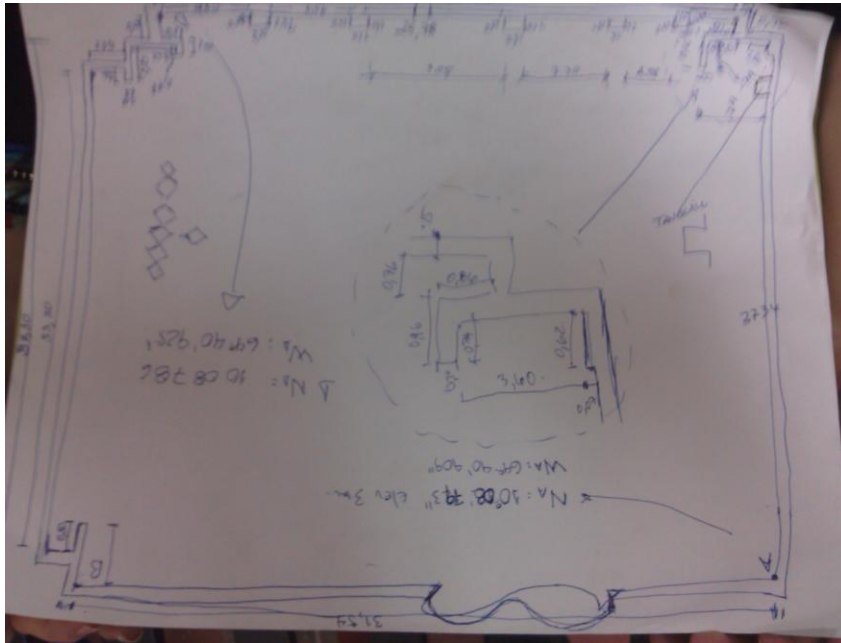
BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL

- Norma para la codificación de partidas: norma Venezolana COVENIN 2000-2:1999
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°38.598 donde está contenida la Ley Para Personas con Discapacidad.
- Norma Venezolana COVENIN-2733-90. Proyecto para la construcción y adaptación de edificaciones de uso público, accesibles a personas con impedimentos físicos.
- Norma Venezolana FONDONORMA 2733:2004 entorno urbano y edificaciones accesibilidad para las personas.
- COVENIN 2002-1988 Criterios y Acciones mínimas para Proyectos de Edificaciones. Comentarios
- NORMAS APA (*American Psychological Association*) 2001 - 5ª edición <http://www.apastyle.org>
- Guía de la asignatura de metodología de la investigación aportada por la Prof. Ayreen Monagas quien imparte dicha asignatura en la Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho.
- <http://www.conapdis.gob.ve/index.php/noticias/1-noticias/854-venezuela-vigente-ante-la-convencion-para-las-personas-con-discapacidad>
- <http://basesmucuruba.blogspot.com/>
- <https://capitulo7pmbok.wordpress.com/gestion-de-los-costos-del-proyecto/>

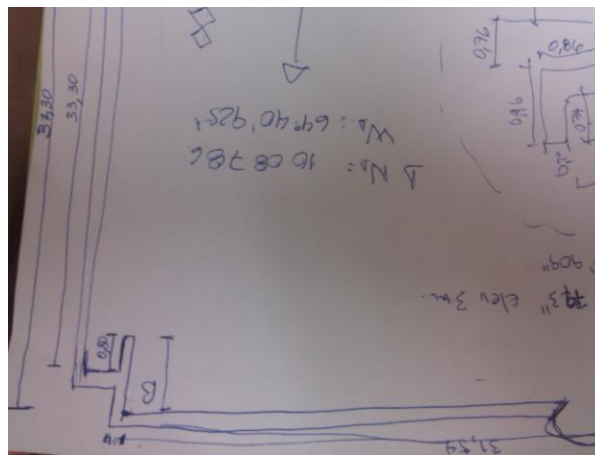
ANEXOS

MEMORIA FOTOGRÁFICA

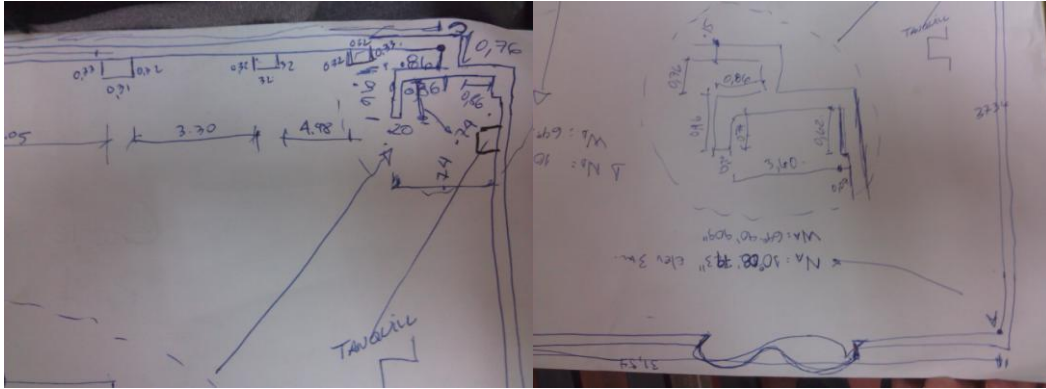
Medidas del Techo



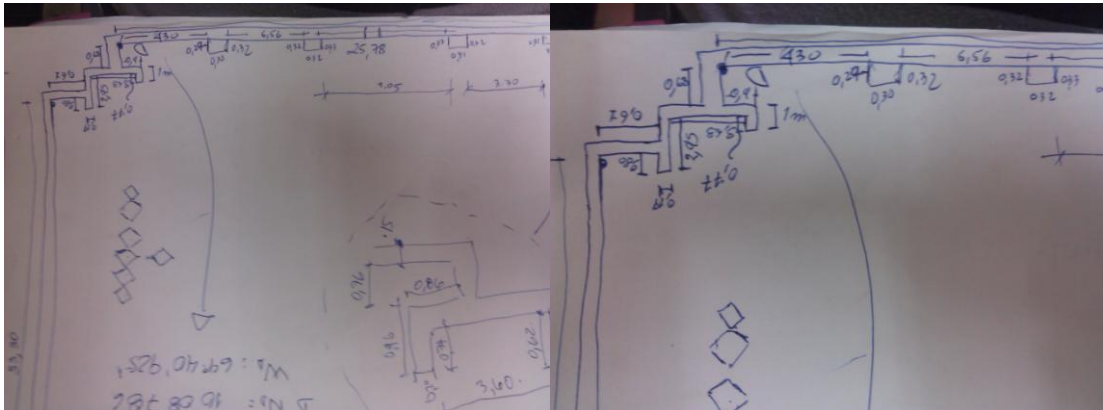
1.- Bosquejo de la planta de techo con las medidas y coordenadas obtenidas del GPS



2.- Zoom donde se puede ver las coordenadas obtenidas norte y oeste.



3.- Zoom donde se puede apreciar las medidas de uno de los cuartos, en donde se tiene la propuesta del kiosco en planos del techo verde.



4.- Zoom donde se puede apreciar las medidas de uno de los cuartos, en donde se tiene la propuesta de la ubicación de tanque y bomba para riego en planos del techo verde.

Medidas de la redoma central



5.- Tomando nota de las dimensiones de la redoma.



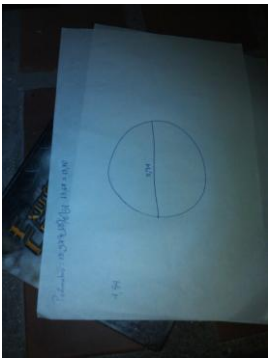
6.- Haciendo uso de la cinta métrica para las tomas de mediciones de la redoma y su ubicación.



7.- Realizando las mediciones de la redoma haciendo uso de la cinta métrica.



8.- Realizando las mediciones de la redoma haciendo uso de la cinta métrica.se pudo obtener la medida del diámetro interno =3,94m



9.- Diámetro interno de la redoma.



10.- Tomando notas y esquematizando la redoma.



11.- Redoma central en el piso 1 donde se plantea instalar la escalera como acceso.



12.- Vista desde el techo de la sede al estacionamiento estudiantil.

Levantamiento de la estructura y Estacionamiento principal



13.- Tomando medidas del interior de la estructura y la ubicación de las columnas.



14.- Tomando medidas de uno de los balcones.



15.- Foto de la edificación donde se aprecian las escaleras de emergencia.



16.- Foto de la edificación donde se aprecian las escaleras principales.



17.- Foto de la vista frontal de la edificación.



18.- Fachada posterior donde se aprecian los otros tres balcones.



19.- Mediciones y ubicación de los equipos en el techo.



20.- Fachada lateral izquierda donde se aprecia la escalera de emergencia.



21.- Aspecto de lo encontrado en el techo, el refuerzo y la impermeabilización.



22.- Situaciones encontradas en el techo del edificio.



23.- Foto del día 17/05/2014 tomando mediciones con el Prof. Gustavo.



24.- Foto del 17/05/2014 con el grupo de Formulación.

Solicitudes enviadas

Barcelona, Abril de 2014

Dirigido a:


Ing. Gustavo A. Velásquez G.
COORDINADOR DE INGENIERÍA CIVIL
Su despacho.-


Distinguidos señor:


Nosotros los abajo firmantes, estudiantes regulares de la carrera **Ingeniería Civil**, cursantes del **último semestre** de la misma, tenemos el honor de dirigimos a usted, para saludarle y de solicitarle, mediante la presente, que sea estudiada la posibilidad de disponer de **Los Planos de Arquitectura y Estructurales del edificio de la sede de Ingeniería de Barcelona**. La información nos servirá de mucha ayuda y como base para proponer y presentar un proyecto de mejora a ejecutarse en dichas instalaciones como requerimiento parcial para la aprobación de la asignatura Formulación y Evaluación de Proyectos.


Agradeciendo de antemano su colaboración y esperando una respuesta positiva de su parte,

Atentamente,


Mardelís Ordaz
C.I.: 16.055.027



Javier Rodríguez
C.I.: 18.493.313

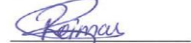

Eduard Castillo
C.I.: 19.436.276


Gissel Mora
C.I.: 19.941.550


Héctor Milano
C.I.: 20.361.935


Juan C. Lorbay
C.I.: 18.394.807


Elías Gascue
C.I.: 20.361.794


Reimar Parejo
C.I.: 21.068.715


Gustavo A. Velásquez G.
Ingeniero Civil
C.I.: 18.394.807
23/04/2014

Anexo: Copia

25.- Carta remitida a las autoridades para la solicitud de los planos de diseño.

Barcelona, mayo de 2014

Dirigido a:

Ing. Gustavo A. Velásquez G.
COORDINADOR DE INGENIERÍA CIVIL


Su despacho.-


Distinguidos señor:

Nosotros los abajo firmantes, estudiantes regulares de la carrera **Ingeniería Civil**, cursantes del **último semestre** de la misma, tenemos el honor de dirigirnos a usted, para saludarle y solicitarle, mediante la presente, se nos permita la entrada a las instalaciones de la UGMA sede de Ingeniería en Barcelona edificio Arturo Uslar Pietri, **el día sábado 17/05/2014 desde las 7:30am**, a fin de que en la medida de lo posible se puedan realizar las actividades pertinentes para el levantamiento de la estructura de dicho edificio, esto es necesario para la continuidad del proyecto final que llevamos a cabo nosotros como integrantes del curso de la asignatura **Formulación y Evaluación de Proyectos**, siendo este proyecto un requerimiento para la aprobación de la misma.

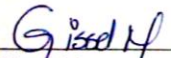
Agradeciendo de antemano su colaboración y esperando una respuesta positiva de su parte,

Atentamente,


Maribel Ordaz
C.I.: 16.055.027

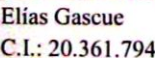

Javier Rodriguez
C.I.: 18.493.313



Eduard Castillo
C.I.: 19.436.276

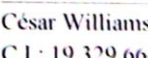

Gissel Mora
C.I.: 19.941.550


Héctor Milano
C.I.: 20.361.935


Juan P. Portales
C.I.: 18.511.807


Elías Gascue
C.I.: 20.361.794


Reimar Parejo
C.I.: 21.068.715


César Williams
C.I.: 19.329.664

Anexo: Copia

26.- Carta remitida a las autoridades para la solicitud de ingreso a las instalaciones para realizar el levantamiento.