



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMPLEMENTARIO
PARA LOS SÓTANOS DE LOS EDIFICIOS 2 Y 4 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO**

Autores:

Veruzka Cristina Contreras Monagas

José Daniel Páez Nieves

Urb. Yuma II, Calle Nro. 3 Municipio San Diego
Teléfono: (0241)8714240 (máster) – Fax: (0241)8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMPLEMENTARIO
PARA LOS SÓTANOS DE LOS EDIFICIOS 2 Y 4 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar por el título de

INGENIERO CIVIL

Autores:

Contreras Monagas Veruzka Cristina

C.I. 27.354.520

Páez Nieves José Daniel

C.I. 26.172.482

Tutora:

Ing. Zhandra López

C.I. 18.106.232

San Diego, noviembre 2022



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de sistema de drenaje pluvial complementario para las sótanos de las edificaciones 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez Municipio San Diego Estado Carabobo.

Realizado por el (la) Br. Verónica C. Contreras M.

C.I. N° 27.354.520 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Signature]
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Thandra Lejar
C.I.: 18106232

[Signature]
Jurado
Nombre: Manuel Figueroa
C.I. 17315756

[Signature]
Jurado
Nombre: Ana Carido
C.I.: 11008932

Fecha: 8/12/22

[Signature]



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de sistema de drenaje pluvial complementario para los sótanos de las edificaciones 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez Municipio San Diego Estado Carabobo.

Realizado por el (la) Br. Jose D. Paez N

C.I. N° 26.172.482 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Tutor Académico (Coordinador)

Nombre: Londra López

C.I.: 18.106.232

Jurado

Nombre: Manuel Figueroa

C.I.: 17315996

Jurado

Nombre: Ane Barrio

C.I.: 11.808.932

Fecha: 8/12/22






REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL
TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Zhandra López, titular de la cédula de identidad N° 18.106.232, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por los ciudadanos: Contreras Veruzka, titular de la cédula de identidad N° 27.354.520, y Páez José Daniel, titular de la cédula de identidad N° 26.172.482, titulado **“PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMPLEMENTARIO PARA LOS SÓTANOS DE LOS EDIFICIOS 2 Y 4 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**.

Presentado como requisito parcial para optar al grado académico de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego a los 14 días del mes de noviembre del año dos mil veintidós.


18106232
Ing. Zhandra López
C.I.: 18.106.232

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI L 007 2022-2CR TG

Valencia, 08 de junio de 2022

Ciudadanos:

CONTRERAS MONAGAS, VERUZKA CRISTINA

27.354.520

PAEZ NIEVES, JOSE DANIEL

26.172.482

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 6-2022 de fecha 12/05/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:


Propuesta de sistema de drenaje pluvial complementario para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que los asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Zhandra Sinal López López, titular de la cédula de identidad V- 18.106.232



Atentamente


Dr. Francisco Gelanzé Sevilla,
Decano de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento es a **Dios** todo poderoso por cuidarme siempre, por ser mi guía, por iluminar mi sendero y por ser indispensable y vital en mi vida.

A mis padres **Naillet Nieves** y **Ramón Páez** por orientarme y quienes han sido de gran soporte a lo largo de mi carrera, a mi hermana **María Gabriela** por su amistad, por apoyarme y siempre estar ahí cuando la necesito.

A mi abuela **Mirtha de Nieves** por mantenerme en cada oración y con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante, siempre sea perseverante y cumpla mis ideales.

A mis amigos **Keisy Arellano**, **Julio Trigo** y **Luis Almao** por la amistad brindada y que han sido como unos hermanos, no podría sentirme más amenos con la confianza puesta sobre mi persona.

A mi compañera de tesis **Veruzka Conteras** por su esfuerzo y dedicación para juntos terminar nuestro trabajo de grado.

A mi tutora **Zhandra López** por darnos la oportunidad de trabajar esta etapa junto a ella, su aporte, asesoramiento y contribución.

A mi Familia **Tío Marlo**, **Tía Yenny**, **Tía Mirbet**, **Tía Maritza**, **Miguel**, **Elena**, **Marlito**, **Jesús**, **Paola** y **William** por su comprensión y estímulo constante, además su ayuda a lo largo de mis estudios.

A la familia Arellano Escalona **Sr. Yovanny**, **Sra. Flor** y **Giorgelis** por hacerme parte de su familia en este tiempo.

Y a todas las personas que de una y otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.

José Daniel Páez Nieves

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de este viaje llamado vida, nos encontramos con diferentes situaciones y personas que nos ayudan en nuestro proceso de crecimiento y logro de nuestros objetivos, uno de mis mayores aprendizajes en este año es que el milagro de la vida es contar con seres extraordinarios que te acompañen en tu camino y que lo iluminen en caso de ser necesario. Con estas palabras plasmadas a continuación quisiera agradecer especialmente a todos los seres que ayudaron a cumplir este sueño tan anhelado.

A **Dios**, por iluminar mi camino con su amor y sabiduría, sobre todos en esos momentos donde se veía todo oscuro.

A mis padres, **Griseira Monagas** y **Carlos Contreras**, porque sin su sostén, su ánimo y su amor incondicional este logro no hubiese sido posible.

A mi hermano mayor y profesor personal, **Carlos Eduardo** el que siempre con sus conocimientos me ayudaba a elaborar mejores proyectos y el que me hacía confiar en mí en mis momentos de dudas.

A mi hermano menor **Christian Mundo**, por estar tan pendiente de mí y su entusiasmo de que terminara pronto mi carrera.

A mi abuela y segunda madre **Orlanda**, por siempre creer en mí y por todo el amor que siempre me ha dado.

A mis ángeles, **Ana María** que sus bendiciones siguen eternas en mí, **Oswaldo** por constantemente recordarme que soy una mujer luchadora y fuerte, y, por último, pero no menos importante a **Romualda** y **Flavio**, que desde el cielo me cuidan, bendicen y guían.

A mi prima hermana, **Andrea La Rosa** por estar para mí cada vez que lo necesité.

A mi tía, **Ana Monagas** por su sabiduría y visión tan amplia de la vida y el conocimiento de todo.

A mis demás familiares, **Carlos Enrique**, **Oswaldo**, **Tío Enrique**, **Eliana**, **Elismary**, **Crispulo** por su incentivo para la culminación de mi carrera.

A mis hermanas de la vida, **Patricia País**, **Alexeidy Rodríguez**, **Fabiana Martínez**, **Wilmar Cesar**, **Andreina Peña**, por su amistad incondicional y por estar presentes en cada fase de mi vida.

A mi familia de la universidad, **Kaomy Sánchez, Boris Bernstein, Jaurifer Hernández, Carla Ramírez, Santiago Martínez, Carlos Cuenca, Andrea Arrieche, Roitmar Delgado, Andrés Gonzales, Daniel Campos, Cesar Palacio y Luis Pulido** por cada noche de estudio, por la ayuda a lograr esta meta y por ser mucho más de compañeros de clases.

A un ser especial, **Carlos Bravo** el cual sin su apoyo incondicional en las últimas semanas siento que no lo hubiese logrado.

A mi compañero y futuro colega, **Daniel Páez** por su dedicación, empeño y sobre todo paciencia para culminar nuestro trabajo de grado.

A nuestra tutora **Zhandra López**, por sus conocimientos impartidos y su labor a ayudarnos a finalizar esta etapa.

A otros profesores y ahora colegas, como son, **Oscar Gonzales, Joel Currieri, Manuel Figueira, Ángel Medina, Luis Rodríguez**, entre muchos más, que con su vocación y amor la ingeniería civil, han contribuido al aprendizaje y mi formación como ingeniero.

A el Ingeniero **Paiva, Noelia**, y todo el personal de planta física de la universidad, por sus conocimientos, recibimiento y colaboración para el conocimiento de todo el campus universitario y sus características.

Y a todas esas personas que colocaron su grano de arena que ayudaron a que este logro fuese posible, simplemente GRACIAS.

Veruzka C. Contreras M.

DEDICATORIA

A mis padres **Nailet Nieves** y **Ramón Páez**, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores los cuales me han ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles, todos mis logros son por y para ellos.

A mi hermana **María Gabriela** que sin dudarlo me ha apoyado en todo lo que me he propuesto.

A mis abuelos **Mirtha, Roberto, Sonia y Alirio** que con su bendición a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien.

Y a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

José Daniel Páez Nieves

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a DIOS,
mis ángeles que me cuidan desde el cielo
y a mi amada familia de alma.

Veruzka C. Contreras M.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pp.
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUME INFORMATIVO.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance y limitaciones	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Bases Teóricas	10
2.2.1. Sistema de drenaje	11
2.2.2. Sistema de drenaje de edificaciones	11
2.2.3. Tuberías de drenaje.....	12

2.3. Bases Legales	18
2.4. Definición de Términos Básicos	19
CAPÍTULO III	20
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Tipo de Investigación	20
3.2. Diseño de Investigación	20
3.3. Nivel de Investigación	21
3.4. Población y Muestra	21
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	22
3.5.1. Técnicas	22
3.5.1.1. Revisión Documental y Bibliográfica	22
3.5.2. Instrumentos	23
3.5.2.2. Grabadora	23
3.5.2.3. Guion de Entrevista	24
3.6. Validación del Instrumento	24
3.7. Análisis de Datos	24
3.8. Fases metodológicas	24
CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS	27
4.1. Fase I. Diagnóstico las condiciones de drenaje en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.....	27
4.1.1. Sótano Edificio 1: Docente.....	29
4.1.2. Sótano Edificio 2: Servicios Estudiantiles.....	29
4.1.3. Sótano Edificio 4: Aulas y Laboratorios.....	30
4.2. Fase II. Estudio de los tipos de subdrenajes en edificaciones para prevenir el deterioro físico estructural en edificaciones	31

4.4. Fase IV: Análisis de la factibilidad técnica del diseño de un sub-drenaje para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez.....	38
CAPÍTULO V	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1. Conclusiones.....	40
5.2. Recomendaciones	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS.....	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Pp.
1. Ubicación de los edificios 2 y 4 de la UJAP	4
2. Sótano que se inunda. Edificio 4	5
3. Deterioro en pisos y paredes.....	5
4. Sistema de drenaje	11
5. Sistema de drenaje de edificaciones	12
6. Tubería de drenaje	12
7. Geotextil	13
8. Geored	13
9. Geodren	14
10. Guía de uso e instalación de geodren	16
11. Impermeabilización en paredes	17
12. Sistema de rebombeo Edificio N° 2.....	30
13. Ubicación del edificio N° 4 y Río Cúpira.....	31
14. Curvas IDF Región VII	32

15.Coeficiente de escorrentía	33
16.Tipo de tubería a utilizar en el geodren	34
17.Geodrenes comerciales	35
18.Esquemización del Geodren	36
19.Resumen de las características del geodren.....	37
20.Sistema de bombeo del Edificio N° 4.....	37
21.Factores condicionantes del proceso	38
22.Flujograma del Proceso Global de Transformación.....	39

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	Pp.
1. Parámetro Básicos del Perfil Litológico	47
2. Vista de Planta Edificio 4	48
3. Vista de Planta Edificio 2	49
4. Detalle de tanquilla de sistema de bombeo	50
5. Computos metricos	51
6. Perfil Longitudinal del Geodren	52



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMPLEMENTARIO
PARA LOS SÓTANOS DE LOS EDIFICIOS 2 Y 4 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PAEZ MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO**

Autores: Contreras Veruzka
Páez José

Tutora: Ing. Zhandra López

Fecha: Noviembre, 2022

RESUME INFORMATIVO

La presente investigación plantea el diseño de un sistema de drenaje pluvial complementario (sub-drenaje) para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) en San Diego, Estado Carabobo, debido a que en los mismos se puede observar un gran deterioro en las paredes externas de los sótanos, en el área que está en contacto con el suelo. Se realizó una inspección visual en los sótanos de los edificios mencionados para determinar las condiciones en que se encuentra, en relación a las filtraciones que presentan las paredes de los sótanos en la interfaz suelo-pared en temporadas de lluvias por la falta de un sub-drenaje adecuado. Desde el punto de vista hidrológico, se tomó en considerando la información aportada por las curva de Intensidad, duración y frecuencia (I-D-F) región VII, se calculó el caudal de infiltración en la franja de suelo aledaña a los edificios 2 y 4; obteniendo un valor de 1,2 lps, se tuvo acceso al tipo de suelo por medio de un documento suministrado por Dirección de Planta Física UJAP, desde el punto de vista hidráulico se utilizó la ecuación de Manning para determinar el diámetro de la tubería de drenaje. La metodología de investigación es de tipo proyecto factible con diseño No experimental y nivel descriptivo. La población estuvo conformada por los edificios de la UJAP y la muestra por los edificios 2 y 4. Se pudo concluir que en el edificio 2 no es necesario construir el geodren, debido a que cuando entró en funcionamiento del sistema de rebombeo, cesaron los problemas de filtración en la estructura.

Descriptor: Sistema de drenaje pluvial, sub-drenaje, geodren

INTRODUCCIÓN

Las estructuras de concreto generalmente son diseñadas y construidas para satisfacer un conjunto de requisitos arquitectónicos, funcionales, estructurales, de comportamiento, de estabilidad y de seguridad, durante un cierto período de tiempo, sin que se generen costos inesperados por mantenimiento o reparación, lo que constituye la vida útil considerada entre 50 y 100 años de acuerdo al tipo de edificación. Las estructuras de concreto simple o reforzado están expuestas, no solamente a la acción mecánica de las cargas de servicio; sino también, a otros factores que tiende a deteriorarlas y destruirlas como: acciones físicas (cambios bruscos de temperatura y humedad).

Siendo la UJAP, el Alma Mater de los investigadores, los mismos han mostrado preocupación por las inundaciones ocurridas en el sótano del edificio 2 (Servicios Estudiantiles) y el edificio 4 (Aulas y Laboratorios), para ello se planificó un protocolo de investigación acorde con el tipo proyecto factible, iniciando con una fase diagnóstico y finalizando con la propuesta de diseño. En cuanto a la fundamentación teórica que permitió desarrollar la investigación, la misma se apoyó en conocimientos hidrológicos, hidráulicos, mecánica de suelos y tecnología de punta sobre sistemas de drenaje (geodren).

De acuerdo a la inspección realizada, el siguiente trabajo muestra el resultado de las labores efectuadas en las lesiones producidas por acción de la humedad en las paredes de los sótanos de los edificios 2 y 4 de la UJAP, de allí que la presente investigación tiene como objeto principal diseñar un sistema de drenaje pluvial complementario (sub-drenaje) para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo, debido al grado de deterioro que presentan las paredes de los sótanos, en el área que está en contacto con el suelo.

El estudio está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I. El Problema: contiene el planteamiento del problema con su respectiva formulación los objetivos de la investigación tanto general como específicos, todo esto conjuntamente con la justificación que motivó a realizar esta investigación seguido por el alcance y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II. Marco Teórico: estructurado en antecedentes de la investigación relacionados con el tema del presente trabajo, demás las bases teóricas que se aplicaron a la misma, las bases legales y la definición de los términos básicos.

Capítulo III. Marco Metodológico: en el mismo se expone la metodología, se presenta el tipo, diseño y nivel de la investigación, es decir los lineamientos de un proyecto factible de tipo. De igual forma, se desarrollarán las fases de la investigación que se basan en los objetivos específicos describiendo las actividades desarrolladas en cada uno que permitieron lograr cada uno de ellos.

Capítulo IV. Resultados: todas las acciones llevadas a cabo para mostrar el logro de cada uno de los objetivos de la investigación. Por último, en el **Capítulo V**, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Uno de los tantos roles de la Ingeniería Civil, es la construcción de infraestructuras resistentes realizadas con materiales de calidad basadas en cálculos, diseños, proyecciones y supervisiones apegadas a las normas técnicas, legales e internacionales que emanan de los organismos universales que regulan esta materia.

Todas estas obras deben mantener el cuidado y la preservación del medio ambiente. Desde hace muchos años, este ha sido un tópico de interés global en todas las ramas de la ciencia. En cada una de ellas se han analizado diversas estrategias que permitan reducir los impactos causados por el hombre debido a las actividades que este desarrolla y los recursos que son extraídos para las mismas.

Los drenajes forman parte de este conjunto de obras civiles y en este sentido también se han venido evolucionando en los materiales y técnicas que se emplean para tal fin. En el caso de las edificaciones, los sistemas de drenaje y sub-drenaje revisten gran importancia ya que de ello depende en gran medida que la estructura cumpla con su vida útil, dentro de las edificaciones las más susceptibles a tener que soportar las agresiones del agua son los sótanos, debido a que si no se cumple con sistema bien construido y calculado esta puede ocasionar problemas tanto a nivel de infraestructura como en la superestructura.

De allí, se tiene que los sistemas de drenaje sostenibles surgieron debido al aumento en la necesidad de evacuar las aguas pluviales de las zonas urbanas, combinando aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales (Perales, 2019). Dentro de dichos sistemas se encuentra una amplia variedad de tipologías que cumplen con la función anteriormente mencionada; para efectos de esta investigación se tomará como sistema de análisis los geodren.

El sistema de sub-drenaje se plantea por las inundaciones y deterioro de los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez (UJAP), en estos lugares en forma continua se reparan las paredes con pasta profesional, se pintan, es decir, se aplica un paliativo que no resuelve el problema y genera gastos continuos de mantenimiento, por los incesantes daños

observados se puede inferir que los elementos estructurales de estas edificaciones puedan sufrir alguna modificación indeseable, como por ejemplo asentamiento.

Es importante resaltar que en los sótanos de los edificios 2 y 4 la UJAP, funcionan bibliotecas y aulas de clases que requieren del buen funcionamiento de los espacios, por lo que se propone un sistema de drenaje pluvial complementario (sub-drenaje) para los sótanos de estos edificios, utilizando la técnica del geodren. En la figura 1 se puede observar la ubicación espacial de los edificios con respecto al conjunto de la Universidad. En las figuras 2 y 3, se muestra las condiciones de deterioro en los edificios.



Figura 1. Ubicación de los edificios 2 y 4 de la UJAP
Fuente: Google Earth, 2022



Figura 2. Sótano que se inunda. Edificio 4
Fuente: Contreras y Páez (2022)



Figura 3. Deterioro en pisos y paredes
Fuente: Contreras y Páez (2022)

Bajo esta perspectiva, surge la presente interrogante que sirve como guía para el desarrollo de la investigación.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede prevenir el deterioro físico estructural en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer sistema de drenaje pluvial complementario (sub-drenaje) para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar las condiciones de drenaje en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.
2. Estudiar los tipos de sub-drenaje para prevenir el deterioro físico estructural en edificaciones.
3. Diseñar un sistema de sub-drenaje para en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez.
4. Analizar la Factibilidad técnica del diseño de un sub-drenaje para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez.

1.4 Justificación

El propósito del presente estudio es realizar el diseño de un sistema de drenaje (sub-drenaje) para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo, para evitar el deterioro de las paredes y de la infraestructura de los mencionados edificios, utilizando para ello la técnica del geodren.

En el aspecto social resalta la necesidad de presentar acciones que contribuyan a mejorar las condiciones de los salones ubicados en estos sótanos a favor del bienestar de la comunidad estudiantil, la Universidad e incluso la administración ya que la propuesta genera aspectos importantes a considerar para la toma de decisiones en lo que refiere a la problemática planteada. Con la finalidad adicional de garantizar la salud de los educandos asegurando que estos espacios estarán libre de humedad, lo que podría ocasionar la formación de hongos.

Asimismo, se genera un aporte académico para la línea de investigación Ciencias Cognitivas y aplicadas, del área Gestión de conocimiento de la Facultad de Ingeniería Civil de la UJAP, en lo

que se refiere a la divulgación y uso de este sistema dirigido a los estudiantes de la facultad de ingeniería civil. Presentando de forma entendible la aplicación de la técnica del geodren en estructuras existentes.

Desde el punto de vista técnico, será de gran aporte para los profesionales de la ingeniería, ya que es una alternativa menos costosa y ambientalmente amigable, con un grado de dificultad bajo para su aplicación y que muestra resultados exitosos.

1.5 Alcance y limitaciones

La presente investigación está orientada a diseñar el sistema de drenaje pluvial complementario (sub-drenaje) para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) en San Diego, Estado Carabobo, haciendo uso de un geodren. De esta manera, a través de los estudios de suelo y el levantamiento topográfico proporcionado por la Dirección de Planta Física de la UJAP, aunado al estudio de las variables hidrológicas realizado por los investigadores, se pudo realizar el diseño hidráulico de la geo red, componente del sistema antes señalado. Incluye además: cálculos, cómputos métricos y planos de detalle. La investigación no contempla análisis de costos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

González, A. y Lara, S. (2020), investigación para optar al título de Ingeniero Civil ante la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, **Diseño de Sistema de Sub-drenaje en vialidad de la Avenida Don Julio Centeno Tramo de Estudio: Urbanización El Morro I – Urbanización Yuma II, Municipio San Diego Estado Carabobo**. El proyecto tiene como finalidad realizar el diseño de sistema de sub-drenaje en vialidad de la avenida Don Julio Centeno; con la intención de garantizar la durabilidad y la eficiencia de la vialidad. El tipo de investigación respondió al proyecto factible, en cuanto al diseño se clasifica en: documental, de campo y experimental. Como técnicas de recolección de datos se utilizó la revisión documental, la observación directa, tabulación de datos y como instrumentos de recolección por la naturaleza descriptiva se utilizó herramientas tecnológicas como Google Earth, Microsoft Excel, AutoCAD, Global Mapper, así como la utilización de listas de cotejo. Los autores concluyen que se evidencian serias deficiencias en el sistema de recolección de aguas pluviales en la zona de estudio, gran parte de estos debido al abandono en cuanto a una marcada ausencia de mantenimiento preventivo y correctivo a lo largo de los años.

Este trabajo es de gran relevancia por su aporte técnico y metodológico, los datos e información que contiene del municipio San Diego y la zona de estudio en referencia a la topografía, hidrografía, zonificación, de riesgo de la cuenca del Río San Diego, mapa pluviométrico de la cuenca del Río, cálculos del periodo de retorno, del coeficiente de escorrentía, dirección del sentido del drenaje.

Asimismo, Arias (2019), presentó un trabajo de grado titulado: **Estudio del comportamiento del sistema de drenaje pluvial de la UCAB Guayana mediante modelo de simulación hidráulica**, presentado ante la Universidad católica Andrés Bello, para optar al grado de Ingeniero Civil. El objetivo general fue estudiar el comportamiento del sistema de drenaje pluvial de la UCAB Guayana mediante modelo de simulación hidráulica con el software SWMM. Se consideró una investigación Aplicada, por estar orientada a un

problema conocido tomando en cuenta principios teóricos que buscan mejorar y dar respuesta a las interrogantes que se puedan tener sobre la investigación. Así mismo respondió al diseño de campo experimental. Como Técnicas e instrumentos de recolección de información se recurrieron a registros fotográficos, observación con medición, reuniones grupales, análisis de contenido, cálculos matemáticos y estadísticos. Como conclusiones los autores expresaron que a través de la inspección al campus y analizar las características físicas y topográficas observaron que varios tramos no estaban contruidos como el plano de planta.

Este trabajo fue de gran relevancia en referencia al presente estudio en el análisis de resultados, ya que muestra los cálculos realizados de los parámetros de pronósticos, margen de duración de los eventos y precipitaciones acumuladas para el desarrollo del modelo numérico.

Igualmente, García y Perdomo (2018), **Propuesta de sistematización de las Normas Sanitarias de los sistemas de drenajes de aguas pluviales para urbanismos y edificaciones en Venezuela**, trabajo de grado presentado ante la Universidad católica Andrés Bello, para optar el grado de Ingeniero Civil. Ese estudio tuvo como objetivo realizar una propuesta de sistematización de las Normas Sanitarias Venezolanas (NSV) referentes a los sistemas de drenajes de aguas pluviales para aportar un método esquemático que permita organizar los procedimientos de cálculos. En cuanto al método de investigación respondió al enfoque cuantitativo, de tipo de documental. Para ello se procedió a recopilar y clasificar según su ámbito de aplicación, comparando ciertos criterios, las normas e instructivos, específicamente el Decreto N° 5.318 con su par “Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillados” del INOS. Se seleccionaron los artículos referentes a los proyectos de drenaje de aguas de lluvia, existen artículos que presentan duplicidad y otros que presentan variaciones. A su vez, poseen artículos que aplican tanto a la sub disciplina de aguas servidas como a la de aguas de lluvia, lo que genera ambigüedad al momento de clasificarlos. Este trabajo brindó apoyo metodológico como guía en la elaboración de los proyectos en los sistemas de drenaje de aguas pluviales, ya que el mismo contenía la aplicación de las fichas técnicas esquematizadas en un ejercicio de diseño.

2.1.2. Internacionales

Hernández (2018), Trabajo de investigación que lleva por título **Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura.**

Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil en la Universidad de Piura, Perú. El trabajo planteó el diseño de una red de drenaje pluvial, ubicado en la Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura, sector elegido por presentar una topografía en depresión, por tanto, vulnerable a inundaciones ante fenómenos lluviosos de cualquier tipo. A partir de la información recabada se definió la subcuenca, identificando zonas de influencia en el aporte de escorrentía durante un evento de precipitación, posibles alternativas de redes de drenaje interna y estructuras de captación externa. Como última fase la consideración de la información topográfica, que arrojó las características del sistema, costos y tiempos en la ejecución de la obra.

El trabajo concluye a partir de los cálculos efectuados que la cuenca El Chilcal al solo contar con alcantarillado sanitario, no le permite poseer la capacidad de evacuación pluvial durante un evento de precipitación. Por lo que la propuesta permitirá que el agua de lluvia que ingrese, no produzca inundación, conservando las condiciones adecuadas de tránsito vehicular y peatonal. Por lo que el mismo, es de gran importancia y aporta conocimientos técnicos y teóricos al presente proyecto.

De la misma forma, Izquierdo y Zeña (2017). **Diseño del drenaje pluvial urbano de la zona urbana del Distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, 2017.** Realizada en la Universidad Señor de Sipán- Perú, para optar al grado de Ingeniero Civil. El objetivo general fue el diseño de una red de drenaje pluvial de la zona urbana del Distrito de Santa Cruz, teniendo en cuenta los estudios topográficos, los estudios de mecánica de suelos, estudios hidrológicos. Se utilizó un diseño cuasi – experimental, enfocándose en la ejecución de trabajos experimentales (en campo y laboratorio) y en el uso de software. En cuanto a los resultados, los autores concluyeron que en referencia al Estudio Topográfico se encontró una pendiente mínima de 10% y una máxima de 43 % por lo que lo califica como una orografía tipo 2 que relaciona a un terreno ondulado.

El antecedente presentado aporta a la investigación desarrollada el conocimiento en referencia al marco teórico utilizado basado en los estudios de mecánica de suelos, estudios hidrológicos, estimación del caudal de diseño, levantamiento topográfico, la captación de aguas pluviales en edificaciones.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sistema de drenaje

Estructuras conformadas por conductos que tienen la finalidad de recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas, fruto de las actividades de una determinada población, o las que son producidas por la precipitación de agua de lluvia (Hernández, 2018).

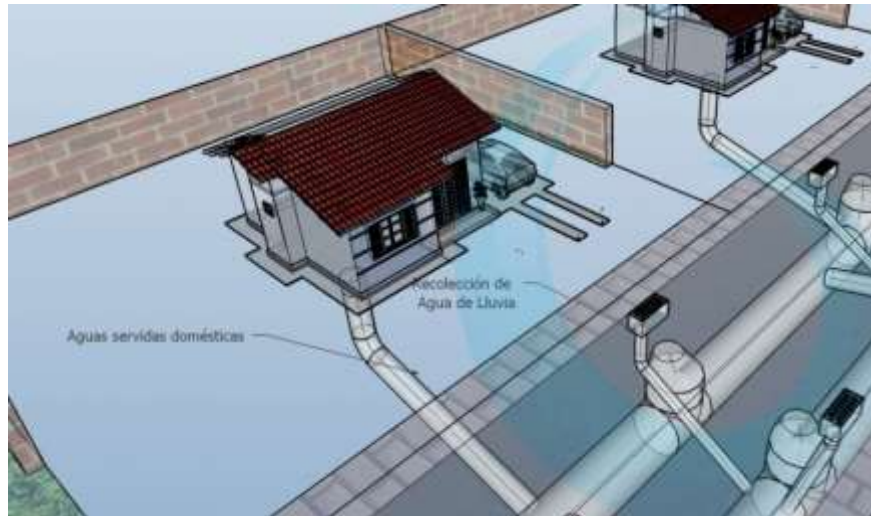


Figura 4. Sistema de drenaje

Fuente: (agroempresario, 2022)

- **Sub-drenajes**

Subdrén francés: Se trata de un colector longitudinal que se coloca en una dirección que contenga una pendiente que permita la evacuación de aguas de infiltración subterráneas con la ayuda de la gravedad. Este sistema está conformado por una tubería perforada o ranurada que se coloca en el fondo de una zanja cuya profundidad varía de 30 a 50 cm y el ancho de 60 cm a un metro. La superficie de la zanja es parcialmente forrada con un geotextil no tejido y rellena con un agregado filtrante. El geotextil actúa como elemento filtrante permitiendo el paso del agua y reteniendo los finos, mientras que el material filtrante granular y la tubería son las encargadas del abatimiento y evacuación del agua. La tubería conduce el agua hacia los elementos de descarga (Llorente, 2003).

Este tipo de sub-drenaje es utilizado en urbanismos, específicamente en vialidad.

2.2.2. Sistema de drenaje de edificaciones

Se trata de un sistema que debe ser capaz de captar, conducir y evacuar el agua de manera rápida y eficiente en una edificación, este sistema debe estar compuesto por un medio filtrante y un sistema de evacuación (scribd, 2014).



Figura 5. Sistema de drenaje de edificaciones

Fuente: (todoferreteria, 2022)

2.2.3. Tuberías de drenaje

Se encarga de dirigir el fluido a la zona de evacuación, esta tubería se fabrica en PVC-U, resistente a la corrosión, acidez del suelo e inmune a agentes bioquímicos (NDS, 20007).

TUBERIA DE PVC NO PLASTIFICADO (PVC-U): DRENAJE Y ALCANTARILLADO					
DIAMETRO REFERENCIAL	DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR NOMINAL DE PARED (mm)			LONGITUD DEL TUBO SIN INCLUIR CAMPANA
		SERIE DE TUBOS			
Pulg.	(mm)	Serie 25	Serie 20	Serie 16.7	(mt)
4"	110	-	3.2	3.2	6
5"	125	3.0	3.1	3.7	6
6"	160	3.2	4.0	4.7	6
8"	200	3.9	4.9	5.9	6
10"	250	4.9	6.2	7.3	6
12"	315	6.2	7.7	9.2	6
14"	355	7.0	8.7	10.4	6
16"	400	7.8	9.8	11.7	6
18"	450	8.8	11.0	13.2	6

Figura 6. Tubería de drenaje

Fuente: (manziasac, 2022)

2.2.4. Geotextil

Material textil plano, permeable, no tejido punzonado por agujas que deberá tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas finas de suelo (giteco, 2017).



Figura 7. Geotextil
Fuente: (ferreteriacornellana, 2022)

2.2.5. Geored

Medio poroso encargado de captar y conducir los fluidos que pasan a través del geotextil (giteco, 2017).



Figura 8. Geored
Fuente: (3sgeotech, 2022)

2.2.6. Geodren

El geodren es un avanzado sistema de sub-drenaje, compuesto por un geotextil no tejido que desempeña la función de medio filtrante y por un elemento sintético conocido como geored que hace la función de medio drenante captando y conduciendo las aguas que pasan a través del filtro (geoaceperu, 2022).

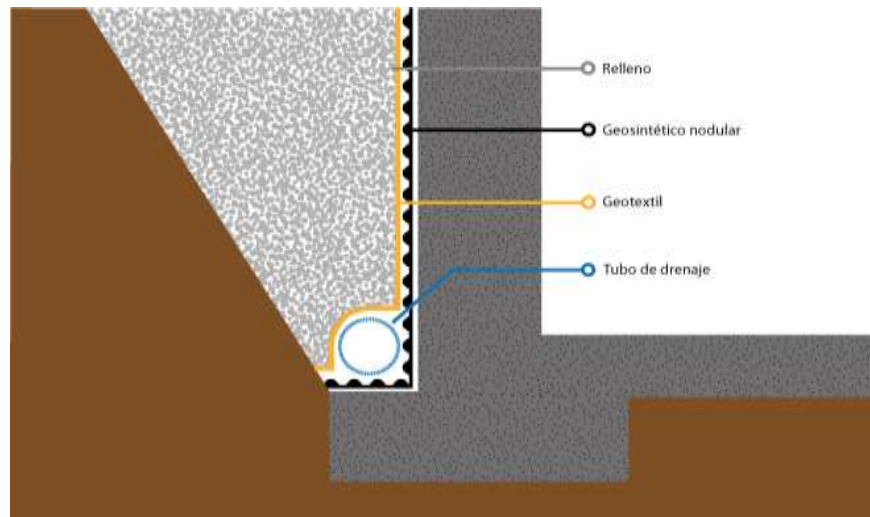


Figura 9. Geodren

Fuente: (pavcowavingeosinteticos, 2022)

2.2.7. Principales objetivos del geodren

1. Evacuar el agua del suelo saturado para evitar las cargas hidrostáticas que pueden desestabilizar la edificación.
2. Evitar que aparezcan humedades provocadas por las saturaciones de los suelos en contacto con la edificación.
3. Evacuar el agua y evitar subpresiones en las cimentaciones.
4. Mantener la resistencia y propiedades geomecánicas del suelo en fundación (geoaceperu, 2022).

2.2.8. Ventajas y desventajas del geodren

Ventajas

Fáciles de transportar.

Acorta tiempo y trabajo de excavación.

Se adecúan a cualquier tipo de obra de ingeniería.

Ligeros y multifuncionales.

Permite disminuir costos en comparación a otros implementos tradicionales para drenaje.

Alta resistencia a la compresión.

Buena calidad para los procesos hidráulicos.

Mayor vida útil.
Fácil manipulación e instalación.
Reduce el impacto ambiental.

Desventajas

El rendimiento a largo plazo de la particular resina formulada que se utiliza para hacer los geodrenes debe garantizarse con los aditivos adecuados incluyendo antioxidantes, screeners ultravioletas y rellenos.

La Obstrucción de geotextiles, geomallas, geomembranas o geocompuestos es un desafío de diseño para ciertos tipos de suelo o situaciones inusuales.

La manipulación, el almacenamiento e instalación deben garantizarse por un cuidadoso control de calidad y seguridad.

Al comparar diseños de geosintéticos para diseños alternativos de suelo natural allí son por lo general están en desventaja invariablemente de sostenibilidad (menor huella de CO₂) (Geotexan, 2012)

2.2.9. Sub-drenaje con geodren para edificaciones

Conjunto de obras preventivas, destinadas a captar, conducir y desalojar correctamente las aguas que circulan por la estructura, la instalación del geocompuesto de drenaje (geodren) permite reducir de manera significativa la presión hidrostática causada por la presencia de aguas internas que soportan los muros de la estructura, garantizando así su estabilidad y evitando zonas de infiltración y humedades permanentes en la parte interior de la edificación (geoaceperu, 2022).

2.2.10. Proceso de instalación del geodren

Una vez se realiza la excavación, se inicia el proceso de instalación del sistema de sub-drenaje perimetral, colocando el geodren vial dentro de una zanja o trinchera angosta, con una pendiente de 1%. El ancho de la zanja mínimo debe tener 20 cm, antes de ubicar el geodren vial se deben verificar las profundidades y las pendientes acordadas en los planos de diseño. Cuando la altura del muro perimetral sobrepasa la altura de los geodrenes, será necesario el uso de un geodren planar hasta llegar a la altura necesaria. El geodren planar (superior) debe recaer sobre el geodren vial (inferior), garantizando que el fluido llegue directamente al geodren no al muro (scribd, 2014).

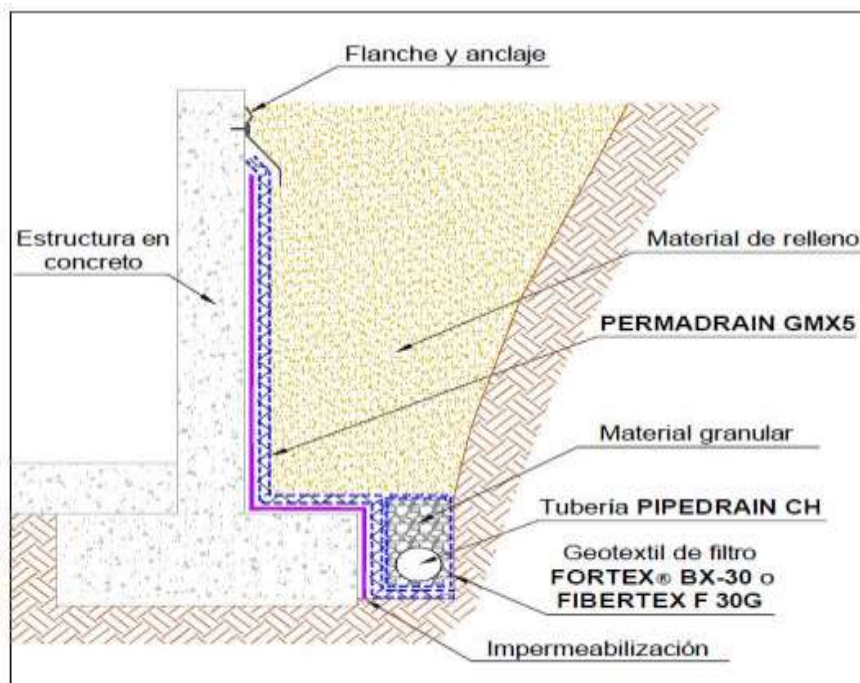


Figura 10. Guía de uso e instalación de geodren
Fuente: (docplayer, 2020)

2.2.11. Sistema de impermeabilización

La impermeabilización se recomienda usando una membrana de PVC, cuya aplicación es la de impermeabilizar los muros de la edificación que se encuentren enterrados. El proceso de instalación es similar al explicado anteriormente, siendo necesaria la instalación de la membrana de PVC antes del geodren. Inicialmente, se debe instalar un perfil de fijación en el perímetro superior e inferior del muro, el cual va tecno-fijado con chazos auto-perforantes cada 30 cm. Una vez ubicados estos en el muro, se realiza la termo-fusión de la membrana sobre el perfil mediante un soldador de aire caliente. Los traspalos de la membrana se deben considerar con un mínimo de 5 cm y una vez terminado el revestimiento del muro, se debe sellar con poliuretano la junta entre el perfil y el muro con la finalidad de impedir la filtración de agua. Ubicada la membrana de PVC, se continúa con el procedimiento de instalación del geodren (scribd, 2014).



Figura 11. Impermeabilización en paredes

Fuente: (construeasy, 2022)

2.2.12. Caudal de diseño

El caudal de diseño es el volumen de agua que llegará a las obras de sub-drenaje de la edificación, permitiendo establecer el diámetro de la tubería de drenaje el cual tenga la capacidad de recibir dicho caudal de diseño por cada metro lineal (uson, 2015).

La determinación del caudal de diseño se obtiene a través de diferentes métodos como:

- Mediante registro de la información de corrientes y observación de estructuras existentes.
- Métodos indirectos, haciendo uso de fórmulas empíricas y semi-empíricas para determinar la descarga máxima.
- Métodos indirectos, haciendo uso de fórmulas empíricas y semi-empíricas para determinar el área de desagüe requerida.

Para este caso se realizó el diseño de la tubería por el caudal de infiltración proveniente de la parte superior de la estructura, en cuya fórmula se expresa que el caudal es igual a un porcentaje de la precipitación máxima horaria de frecuencia anual (Basado en las curvas intensidad – duración – frecuencia, región VII) multiplicada por el área aferente al colector y multiplicada por el coeficiente de escorrentía

$$Q_{inf} = I_R \times A_T \times F_i$$

Donde:

Q_{inf} : Caudal de infiltración, (m³/s)

I_R : Precipitación máxima horaria de frecuencia anual, mm

A_T : Área aferente al colector, es decir, área tributaria, m²

F_i : Coeficiente de escorrentía, también denominado K , adimensional (uson, 2015).

2.2.13. Determinación de la tubería de drenaje

Para la tubería se partirá con un diámetro de 4 pulgadas y se empleará la ecuación de Manning con el fin de calcular la velocidad del agua en las tuberías cuando trabajen llenas, y además de ella, las relaciones hidráulicas y geométricas de dichos conductos, al operar parcialmente llenos para una pendiente del 1%.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

V : Velocidad, m/s

R : Radio hidráulico, m

S : Pendiente, %

n : Coeficiente de rugosidad, adimensional (uson, 2015).

Para obtener mejores ventajas económicas de este sistema de sub-drenaje, el geodren vial se debe instalar dentro de una zanja con las recomendaciones de las normas e instructivos para el proyecto de alcantarillados.

2.3. Bases Legales

Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860 de fecha 30 de diciembre de 1.999, vigente denominada: **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**, en el **artículo 127** señala “Es un derecho y deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí mismo y del mundo futuro...”, así como también, expone en el artículo 326 “La seguridad de la nación se fundamenta en la correspondencia entre el estado y la sociedad civil para dar cumplimiento a los principios que rigen dicha seguridad, entre ellos el servicio de conservación ambiental”.

Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°4.044. **Normas sanitarias para Proyectos, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de edificaciones.**

Artículo 329. Los conductos se proyectarán de manera tal que la velocidad del flujo dentro de ellos no sea menor de 0,60 m/s.

Artículo 330. La pendiente mínima de los tramos de los conductos en ningún caso será menor del 1%.

CAPITULO XXXII. De la recolección, conducción y disposición de aguas de lluvia.

Artículos: 459, 464 y 466.

2.4. Definición de Términos Básicos

Alcantarilla: Acueducto subterráneo, o sumidero, fabricado para recoger las aguas llovedizas o residuales y darles paso (rae, 2022) .

Análisis hidrológico: Análisis empleado para obtener los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno considerados en la cuenca estudiada (dipalme, 2015).

Análisis hidráulico: Estudio del nivel de presiones producidas en un sistema, así como los flujos circulantes, para unas condiciones de contorno dadas (Martin, 2017).

Colector: Reciben las aguas de los sumideros, las transportan a lo largo del derecho de vía y la descargan en canales, cuerpos de agua u otro sistema mayor de colectores (iagua, 2020).

Infiltración: Definida la capacidad que tiene el agua de circular a través del perfil del suelo desde la superficie terrestre hacia abajo (ehu, 2007).

Intensidad: Cantidad de lluvia precipitada por unidad de tiempo en un intervalo de tiempo (ehu, 2007).

Período de retorno: Número de veces que el evento es igualado o excedido en un intervalo de tiempo determinado o en un determinado número de años (scielo, 2007).

Sistema de Bombeo: Sistemas complejos cuya función principal es la de elevar y extraer el agua, impulsada por distintos tipos de energía (vacca, 2020).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico, es el resultado de la aplicación, sistemática y lógica, de los conceptos y fundamentos expuestos en el marco teórico. Arias (2012) expone que “la metodología del proyecto incluye el tipo de investigación, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “como” se realizará el estudio para responder al problema” (p.45). Por su parte, Balestrini (2006), señala que “el marco metodológico está referido al momento que alude al conjunto de procedimientos lógicos, técnico operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos” (p.125).

3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación corresponde al tipo de investigación de proyecto factible, que según la definición del Manual de Trabajo de Grados de especialización y Maestría y Tesis Doctorales UPEL (2010), “El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar una problemática, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos” (p.21).

De esta manera, se define esta investigación del tipo proyecto factible debido a que permite la elaboración de una propuesta o de una solución posible, cuyo fin es poder satisfacer una necesidad o solucionar un problema siguiendo una serie de pasos metodológicos, en este caso específico diseñar un sub-drenaje para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.

3.2. Diseño de Investigación

En cuanto al diseño, Arias (2012), se refiere como: “la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado.” (p.27). Por lo que esta investigación está enmarcada como una investigación no experimental, de campo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “es observar el fenómeno tal como se da en su contexto natural, para después analizarlo” (p. 184).

En este sentido, en la siguiente investigación se tomaron los hechos o fenómenos tales como se dan en su contexto natural.

De acuerdo con la forma como se obtuvieron los datos, también se corresponde con un diseño de campo, para lo que Arias (2012), la describe como “aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna” (p .31). De allí que los datos obtenidos en esta investigación se toman de los hechos que ocurren in situ, es decir, en este caso en la misma Universidad José Antonio Páez, lo que asegura una información clara, no ambigua y real.

3.3. Nivel de Investigación

El presente trabajo se enmarca dentro de una metodología de investigación de tipo descriptiva, Arias (2012) afirma que “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

Según Arias (2012), “estos estudios miden de forma independiente las variables y aun cuando no se formulen hipótesis, tales variables aparecen enunciadas en los objetivos de investigación.” (p.25).

En este caso se determina el nivel de investigación descriptiva ya que la misma aborda un fenómeno de estudio conocido, tomando en cuenta principios teóricos que buscan mejorar y dar respuesta a las interrogantes que se puedan tener sobre la investigación, además se describen fórmulas, procedimientos, cálculos, los elementos que conforman el sistema de drenaje pluvial en edificaciones, entre otros.

3.4. Población y Muestra

3.4.1 Población

Representa todas las unidades de la investigación que se estudia de acuerdo a la naturaleza del problema, es decir, la suma total de las unidades que se van a estudiar, las cuales deben poseer características comunes dando origen a la investigación. Arias (2012), señala que “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p.81).

En este análisis se toma como población total de personas que hacen vida en la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.

3.4.2. Muestra

La muestra es una parte de la población o universo, o sea, un número de individuos u objetos seleccionados científicamente, cada uno de los cuales es un elemento del universo. Para Arias. (2012). La muestra “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p.82).

En algunos casos tanto la población como la muestra pueden ser la misma, esto ocurre por ser un objeto único de estudio. Tomando en consideración lo indicado anteriormente, se utilizó como muestra para el siguiente trabajo de grado, las personas que confluyen en los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Arias (2012), expresa “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p.67). De igual manera, son definidas por Tamayo (2006), como “la expresión operativa del diseño de investigación y que específica concretamente como se hizo la investigación”. (p.126). En este estudio se aplicaron las siguientes técnicas:

3.5.1. Técnicas

3.5.1.1. Revisión Documental y Bibliográfica

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), esta técnica de recolección de información, consiste en “detectar, obtener y consultar bibliografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio” (p.50).

Para esta investigación se aplicó dicha técnica, debido a que se consultaron textos asociados al diseño de sistemas de drenaje pluvial, normas y leyes así como lo relacionado con estos aspectos que son necesarios para obtener una base de conocimiento además de permitir la elaboración del marco teórico conceptual para formar un cuerpo de ideas sobre el objetivo de estudio.

3.5.1.2. Observación Directa

Para Arias (2012),

La observación se fundamenta en buscar el realismo y la interpretación del medio y que se debe planear cuidadosamente en etapas, aspectos, lugares, intencionalidad, interpretativa, ilustrada, personal y selectiva (p. 156).

En palabras del autor, la observación directa es de gran importante ya que el investigador se pone en contacto personal con lo que desea indagar. En este particular, se empleó esta técnica en la zona de estudio, debido a que se hizo una observación directa de la situación actual del lugar.

3.5.1.3. Entrevista

Para obtener información, se hará uso de la entrevista. Arias (2012), la define como “una técnica basada en un diálogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”. (p.73). En este sentido, la entrevista permitirá obtener información acerca de la necesidad de contar en la Universidad José Antonio Páez (UJAP), con un sistema de drenaje pluvial.

3.5.2. Instrumentos

Un instrumento de recolección de datos es definido por Blanco, N. (2000), como “El recurso que utiliza el investigador para acercarse a la realidad y obtener información sobre la variable de estudio” (p.21).

En esta investigación se diseñó un cuestionario contentivo de 10 ítems de preguntas abiertas que miden las dimensiones: condiciones, capacidad, diseño y capacidad del sistema de drenaje pluvial existente y complementario que aborda este estudio.

3.5.2.1. Listas de Cotejo

En referencia a las listas de cotejo, Tamayo (2006), describen como “herramientas de evaluación auto administrables, que se pueden crear a partir del contenido de la matriz de valoración; en éstas se especifican los pasos o condiciones que deben estar presentes durante una presentación o en un producto” (p.12).

Así pues, para la realización de este proyecto, se utilizarán las listas de cotejo a fin de listar los procedimientos, acciones, responsabilidades y progresos en las futuras inspecciones en cada fase de la propuesta.

3.5.2.2. Grabadora

Este instrumento fue utilizado para almacenar en forma fidedigna lo expresado por el entrevistado, en cada una de las reuniones sostenidas.

3.5.2.3. Guion de Entrevista

Un guion de entrevista es un texto en forma de lista en el que están las preguntas que le hará un entrevistador a un entrevistado y los temas que se tratarán en esta conversación (ejemplos, 2020)

3.6. Validación del Instrumento

Desde un punto de vista general, la validez hace referencia a la medida en que los indicadores están midiendo lo que deberían medir. De tal modo, que luego de diseñar el instrumento que permitió medir las variables, en este caso el cuestionario. La validez de un instrumento indica el grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras mediciones y que corresponden a los conceptos que están siendo medidos, de acuerdo con Fernández, y Hernández y Baptista (2014). Es decir, la validez es el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. (p.132).

De tal manera, al cuestionario en la presente investigación se le aplicó la validez de contenido, la cual implica relacionar la teoría y objetivos propuestos en el estudio con el contenido del instrumento, para determinar la medición de las variables; en este caso será validado mediante el juicio de tres (03) expertos con la finalidad de establecer la pertinencia de los aspectos teóricos –metodológicos, la construcción de los ítems, y su relación con los objetivos de la investigación.

3.7. Análisis de Datos

Con respecto al análisis de datos, es de gran importancia para la Interpretación de la información, entendimiento del problema de estudio y la sustentación de la propuesta. N este particular Tamayo y Tamayo (2006), la definen como: "todos los datos que tienen su significado únicamente en función de la interpretación que les da el investigador" (p. 181).

En esta fase se utilizó los modelos matemáticos y el análisis cuantitativo en base a los datos obtenidos mediante los instrumentos de recolección de datos y herramientas descritas. La información fue presentada en procedimientos, tablas, gráficas, mapas, planos, que permiten realizar un análisis elemental de las observaciones realizadas. En fase inicial al obtener las observaciones son ordenadas adecuadamente, de modo que ofrezca una información lo más clara y consistente posible.

3.8. Fases metodológicas

La presente investigación, se llevó a cabo mediante las siguientes fases:

Fase I: Diagnóstico las condiciones de drenaje en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.

Esta fase se inició realizando visitas al sitio de la investigación, para conocer las condiciones actuales del drenaje de aguas de lluvia existente en las adyacencias de los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez mediante una inspección visual. Además, se le solicitó a la dirección de planta física de la Universidad, los planos existentes para ubicar cada una de las áreas a estudiar. Se utilizaron, el cuestionario y la lista de chequeo para la recolección de datos.

Fase II: Estudio de los tipos de sub-drenaje para prevenir el deterioro físico estructural en edificaciones

En esta fase se estudian y analizan diferentes tipos de sub-drenaje, identificando las alternativas que mejor se ajusten a las condiciones y parámetros de la zona, la cual sirvió de base para la determinación de la opción que se diseñó como sistema de drenaje pluvial Complementario para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez, garantizando la durabilidad y eficiencia de este.

Fase III: Diseño de un sistema de sub-drenaje para en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez.

Seguidamente se presentaron los criterios adoptados, así como los métodos empleados para el diseño del sub-drenaje. De igual manera se muestran los cálculos, detalles de interés de acuerdo con la naturaleza del objeto del presente estudio. Así como una descripción detallada de todos los cálculos y resultados obtenidos mediante la implementación de la técnica de geodren aplicada.

Fase IV: Análisis de la factibilidad técnica del diseño de un sub-drenaje para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez.

En la fase final se determina la factibilidad técnica para llevar a cabo el diseño del sub-drenaje (geodren).

Tamaño del proyecto

Es la unidad de tiempo de la capacidad de prestación de servicio del proyecto

Capacidad: En función al tamaño del proyecto fue estimada en años. Se hace necesario que luego de la construcción del geodren, se diseñe un plan de mantenimiento para el

adecuado funcionamiento del sistema, y así evitar la inundación del sótano del edificio 2 y el deterioro continuo de la estructura del edificio 4.

Factores condicionantes del tamaño del proyecto:

Se determinaron los Factores condicionantes, tales como: Recursos Humanos, Recursos Materiales, Recursos Institucionales, Instrumentos y Equipos.

Es el procedimiento técnico utilizado en el proyecto para la obtención de un beneficiario a partir de un insumo mediante una determinada función de transformación. Se identificaron el Insumo principal y el Beneficiario principal

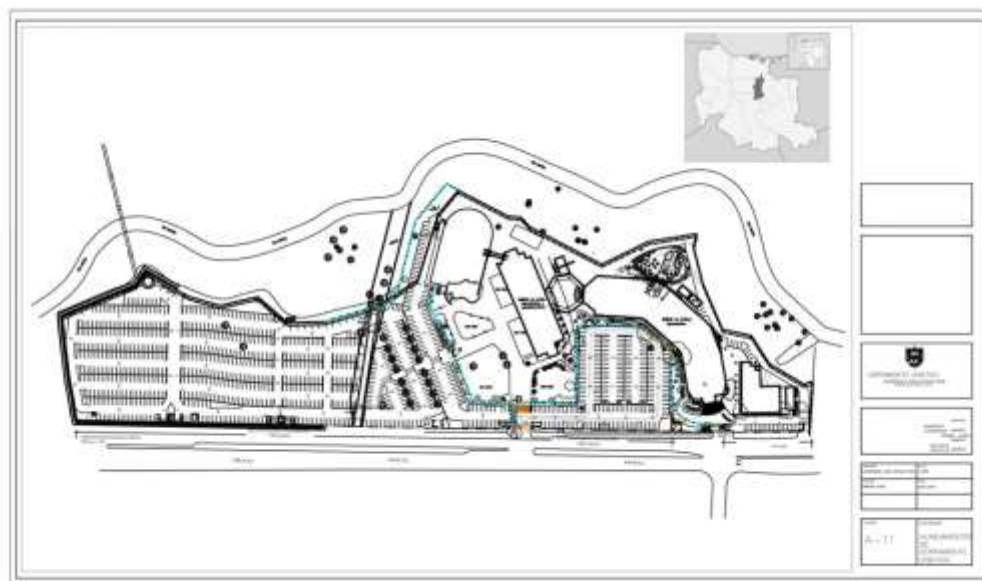
CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Fase I. Diagnóstico las condiciones de drenaje en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez en San Diego, Estado Carabobo.

Una de las principales actividades a realizar en la fase I de la investigación fue la de indagar acerca de las características geotécnicas del suelo en los espacios aledaños de los edificios 2 y 4 de la UJAP. Para ello la Dirección de Planta Física de la Universidad proporcionó un estudio de suelos realizado en el año 1997 (año de construcción de la edificación), en este se pudo determinar especificaciones del suelo como lo son el nivel freático y el perfil litológico. En relación al nivel freático se indica que se encuentra ubicado a los 14 m de profundidad y mediante el perfil edáfico se tomó la determinación de utilizar como material de relleno arena gruesa de río con la finalidad de garantizar que el agua caída por precipitación no quede retenida e infiltre hacia la tubería del geodren. Ver anexo 1.

Plano de ubicación



Plan Maestro: Campus Universitario UJAP

El Plan Maestro de la Universidad José Antonio Páez contempla el proyecto de Conjunto del campus universitario, ubicado en el sector yuma municipio San Diego el cual cuenta con la construcción del Edificio Docente, el Edificio de Servicios Estudiantiles, el

Edificio Académico para uso de Aulas y Laboratorios para las carreras de Odontología, Ingeniería y otras, Edificio para uso de Postgrado, Módulo para Laboratorios de Mecánica, Fluidos y Materiales correspondientes a la carrera de Ingeniería Civil, Plaza de Eventos, y Cafetín, entre otras edificaciones.

Para esta investigación se evaluaron únicamente los edificios que cuentan con sótano, siendo estos el Edificio Docente conocido como ingeniería, el Edificio Servicios Estudiantiles conocido como Sambilito y el Edificio Aulas y Laboratorios conocido como odontología.

Características del Campus UJAP.

Área aproximada de Terrenos UJAP:

Área del terreno E1:	32.602,38 m ²
Área del terreno S2:	11.174,40 m ²
Área del terreno ESd1:	50.000,00 m ²
Área del terreno MM1:	19.558,96 m ²

Área aproximada de construcción de edificios principales:

Edif. Docente:	10.000 m ²
Edif. Servicios estudiantiles:	5.700 m ²
Edif. Centro de información UJAP:	72 m ²
Edif. Aulas y laboratorios:	25.000 m ²
Edif. Ing. Mecánica y civil:	1.100 m ²
Edif. Casa de fuerza:	80 m ²

Alimentación eléctrica:

Transformador 1: 750 KVA

Transformador 2: 1000 KVA

4.1.1. Sótano Edificio 1: Docente

El sótano del edificio 1 cuenta con 14 aulas destinadas a las clases de curso introductorio, comedor de empleados, y 2 oficinas. El sótano del edificio se encuentra actualmente en reacondicionamiento ya que, por el motivo de la pandemia se encontraba inhabitado y no se había realizado mantenimiento de los ambientes, de esta manera, salvo por el mal aspecto debido a lo antes mencionado en cuanto a filtraciones por aguas pluviales se encuentra exento de estas, ya que, años atrás dicho sótano presentó problemas de filtración a través de los muros y se realizó la construcción de un subdrenaje del tipo dren francés para solventar esta problemática, el cual en la actualidad sigue funcionando con eficacia, evitando así las filtraciones e inundaciones por caudal de infiltración en las instalaciones del sótano.

4.1.2. Sótano Edificio 2: Servicios Estudiantiles.

El sótano del edificio 2 de la Universidad José Antonio Páez cuenta con 27 aulas destinadas a impartir clases para la escuela de arquitectura, el edificio presentó fallas en las paredes, pisos e infraestructura como consecuencia de fuertes lluvias en tiempos pasados, causando así el cierre de las actividades durante más de 1 año, como se puede visualizar en la figura 12.

Luego se implementó un sistema de recolección de aguas pluviales conformado por una tanquilla de recolección y un sistema de bombas sumergible de 1.5 Hp, sistema el cual controla el efecto de las aguas pluviales en la edificación. El sistema de bombas sumergible descarga el caudal de las aguas recolectadas en un canal diseñado a un lado de los estacionamientos para drenar toda el agua en el río Cúpira.

En palabras del ingeniero Julio Gonzales, el edificio dos de la universidad fue recuperado en su totalidad, abriendo sus puertas para los estudiantes de la escuela de arquitectura y rehabilitando sus aulas en conjunto con un nuevo sistema de rebombeo de aguas pluviales para no permitir que el exceso de caudal de escorrentía cause daños y prevenir nuevamente los daños en la estructura del edificio.



Figura 12. Sistema de bombeo Edificio N° 2
Fuente: Contreras y Páez (2022)

4.1.3. Sótano Edificio 4: Aulas y Laboratorios.

El sótano del edificio 4 de la universidad José Antonio Páez cuenta con un espacio para una biblioteca, cubículos y aulas de clases para los estudiantes de la facultad de odontología, el edificio sufrió varios daños en sus aulas, presentando fisuras en sus juntas y generación de hongos en sus paredes y losas, su infraestructura presenta asentamiento en la zona Noreste del edificio, por más de 1 año la biblioteca y los cubículos cerraron sus instalaciones, como se muestra en la figura 13.

El proceso de rehabilitación consistió en implementar un repicado de pared en conjunto con la aplicación de una capa de pasta profesional más un aditivo hidrófugo, solucionando temporalmente el mal aspecto de las paredes, con el pasar del tiempo se repite el proceso, pero la edificación a nivel de sótano sigue presentando fallas en su infraestructura. El edificio 4 en comparación con el edificio 2 no cuenta con sistema de bombeo de aguas pluviales.

En palabras del ingeniero Julio González, las pendientes del terreno generan empozamiento de agua ya que los bombes fueron mal diseñados, dichas pendientes debían ser diseñadas en función del río Cúpira y la implementación de un sistema de bombeo sería ideal en comparación al edificio 2.

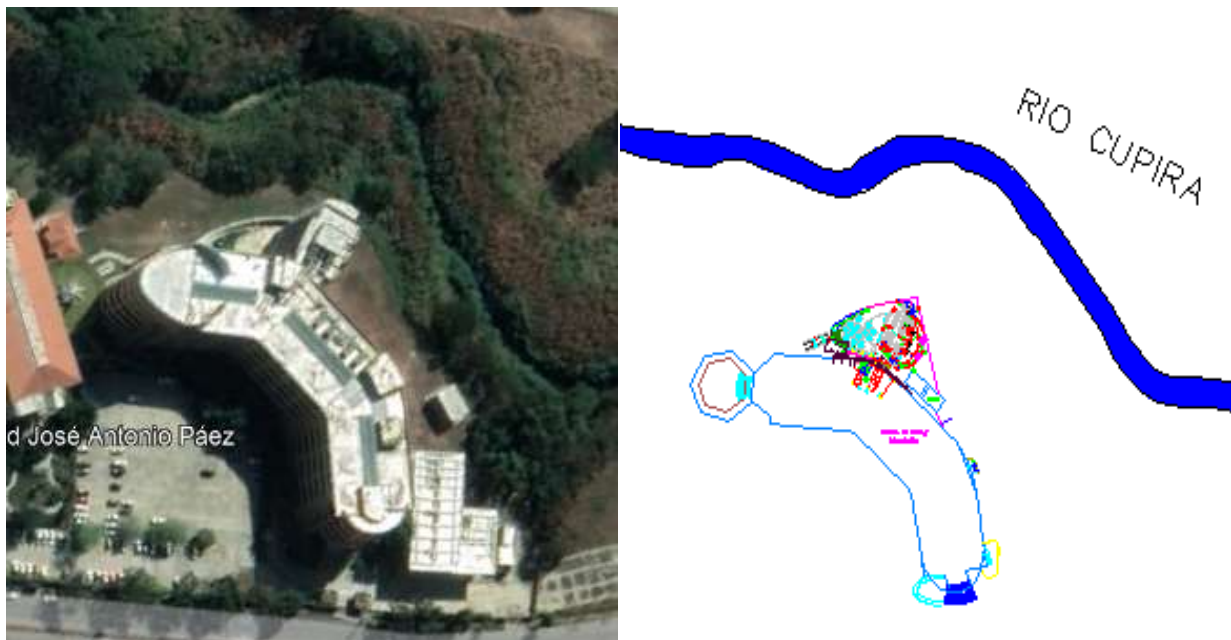


Figura 13. Ubicación del edificio N° 4 y Rio Cúpira
Fuente: Contreras y Páez (2022)

4.2. Fase II. Estudio de los tipos de subdrenajes en edificaciones para prevenir el deterioro físico estructural en edificaciones

Para el diseño de los sistemas de sub-drenaje para los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez, se realizó un estudio previo de los diversos tipos de sub-drenaje típicos utilizados en edificaciones los cuales son:

- Cortinas impermeables subterráneas: Estas tienen por objetivo impedir que el agua subterránea alcance zonas de inestabilidad potencial, estas pueden consistir en zanjas profundas rellenas de arcilla o líneas de bombeo de agua que emplean hileras de pozos verticales, estos sistemas producen un aumento del nivel freático y el represamiento del agua subterránea arriba de la pantalla y su utilización debe complementarse con la construcción de subdrenajes para controlar los efectos negativos.
- Sub-drenaje de zanja: Estos subdrenajes pueden ser de varios tipos tales como: Subdrenajes contrafuerte, subdrenajes interceptores y subdrenajes espina de pescado, para su diseño se debe tomar en cuenta la profundidad y ancho de la zanja, localización en planta de los subdrenajes, el material filtrante con sus especificaciones y los caudales recolectados.

- Subdrenajes de penetración: Consiste en una tubería perforada colocada a través de una masa de suelo mediante una perforación profunda ligeramente inclinada, busca abatir el nivel freático hasta donde se incremente la estabilidad del talud del talud al valor deseado, el diámetro de las perforaciones aproximadamente es de 3 a 4 pulgadas dentro de las cuales se colocan tuberías perforadas. La principal ventaja de estos subdrenajes es la rapidez y simplicidad de su instalación.
- Subdrenajes verticales: La función principal de los pozos verticales de drenaje es la disminución de las presiones de poros en mantos profundos que no puedan alcanzarse usando drenes o drenes horizontales

Una vez realizado el estudio de los diferentes tipos de subdrenajes existentes, se determinó el empleo de un sistema de subdrenajes conformado por geodrenes. Debido a las ventajas que estos presentan.

4.3. Fase III. Diseño de un sistema de sub-drenaje para en los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez.

Para el cálculo del sistema de drenaje se tomaron en consideración diversos factores, mostrando los diferentes resultados en las figuras 14; 15; 16; 17; 18; 19 y 20, siguiendo los siguientes pasos:

1.- Estimación del caudal de diseño

Frecuencia: 10 minutos

Período de retorno: 5 años

Intensidad de lluvia con curvas IDF de Venezuela

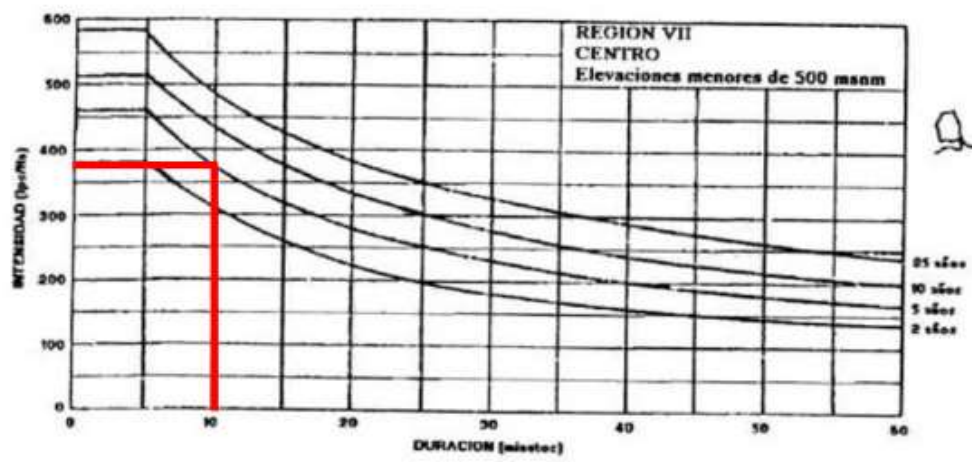


Figura 14. Curvas IDF Región VII

Fuente: (dipalme, 2015)

Intensidad de lluvia

$$I_R := 380 \frac{mm}{hr}$$

Pendiente de la tubería

1.5%

Área del colector

$$A_T := 14.24 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 28.48 \text{ m}^2$$

Caudal por infiltración

Coefficiente de Rugosidad del material

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
Hierba	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Figura 15. Coeficiente de escorrentía

Fuente: (dipalme, 2015)

$$F_i = K = 0,4$$

Coefficiente de Rugosidad del material

$$n = 0,016 \quad \text{PVC}$$

$$S := 0.015$$

Diámetro de la Tubería

$$D = 100 \text{ mm}$$

Radio hidráulico de la tubería = $A_m/P_m = D/4$

Radio hidráulico de la tubería

$$R := \frac{D}{4} = 0.025 \text{ m}$$

$$Q_f = 1.202 \frac{L}{s}$$

Velocidad del Flujo

$$V = 0.654 \frac{m}{s}$$

2.- Selección de Tubería de drenaje y chequeo de su capacidad

Diámetro (pulg)	Longitud (m)	Presentación
4"	30.50	Rollo*
6"	30.50	Rollo*
8"	6.10	Tramo**

*cada rollo incluye una unión

Figura 16. Tipo de tubería a utilizar en el geodren

Fuente: Contreras y Páez (2022)

Cumple con la velocidad mínima de la Gaceta 4044 capítulo XIII artículo 329.

Área de la Tubería

$$A := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.008 \text{ m}^2$$

Caudal Real de la tubería ¶

$$Q_R := A \cdot V = 0.00514 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad Q_R = 5.14 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

Comparación entre el caudal por infiltración y el caudal real de la tubería ¶

$$Q_I < Q_R$$

$$1.2 \text{ L} < 5.14 \text{ L} = \text{CUMPLE}$$

3.- Selección del Geodren

Geodren Vial

Diámetro (mm)	Dimensiones del Rollo	
	Longitud (m)	Altura (m)
100 (4")	50	0.5
	50	1.0
	50	2.0
160 (6")	50	0.5
	50	1.0
200 (8")	35	1.0

Figura 17. Geodrenes comerciales

Fuente: (geoaceperu, 2022)

Ancho de Zanja para perfilamiento a mano y ubicación del Geodren

1 m

4.- Esquemmatización del geodren

$$Q_I < Q_R$$

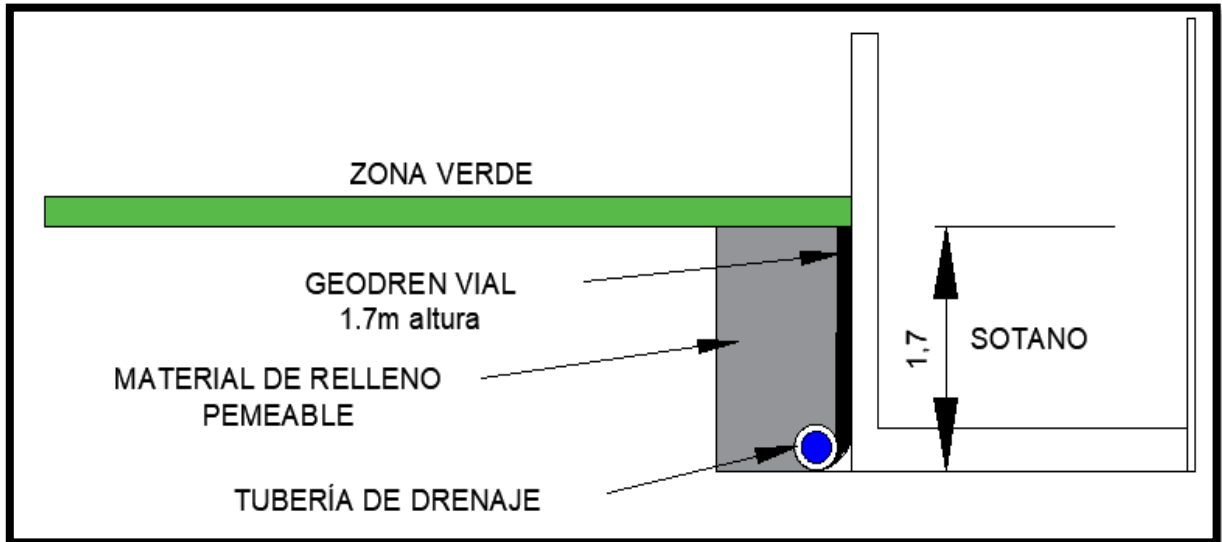


Figura 18. Esquemmatización del Geodren

Fuente: Contreras y Páez (2022)

Cálculo del sistema de rebombeo para el edificio 4 de la universidad José Antonio Páez:

Caudal por infiltración

$$Q := 5.14 \frac{L}{s}$$

Altura de Bombeo

$$H_b := 6 \text{ m} \cdot 1.1 = 6.6 \text{ m}$$

Potencia de la Bomba

$$P_b := \frac{5.14 \cdot 6.6}{0.75 \cdot 75} = 0.6 \text{ Hp}$$

Tubería de <u>geodrén</u> vial (PVC)	Diámetro 4 pulgadas
Malla del <u>geodrén</u>	Altura 1.7 metros
Zanja	1 metro de ancho
Sistema de bombeo	1.5 HP monofásica, sumergible
Material de relleno	Arena gruesa de río

Figura 19. Resumen de las características del geodren

Fuente: Contreras y Páez (2022)

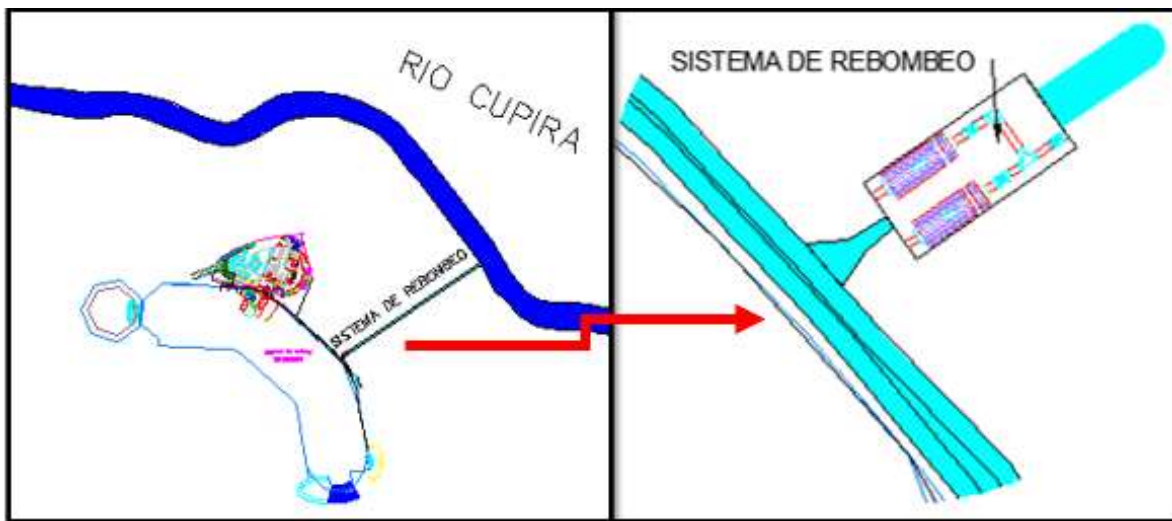


Figura 20. Sistema de rebombeo del Edificio N° 4

Fuente: Contreras y Páez (2022)

Proceso constructivo

El sistema de sub-drenaje para el edificio 4 de la Universidad José Antonio Páez, se realizará mediante un geodrén vial de 1.7 m de altura y 14.25 m de largo, instalado dentro de una zanja o trinchera angosta, con una pendiente de 1.5%. El ancho de la zanja será de 1 m con fin de tener buena capacidad de maniobra al momento de la excavación y emplazamiento a mano. Una vez instalado el geodrén, este no debe quedar expuesto, sin cobertura, por un periodo mayor a 3 días, por lo que se tatará inmediatamente después de su colocación, para evitar el taponamiento por contaminación del geotextil. El material de relleno a utilizar será arena gruesa de río, material permeable que permitirá el paso del agua al geodrén, colocado de manera que no presente vacíos. Es importante destacar que previo a la instalación del

sistema de sub-drenaje se debe realizar la impermeabilización de la pared descrito anteriormente en las bases teóricas.

4.4. Fase IV: Análisis de la factibilidad técnica del diseño de un sub-drenaje para los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez.

En la fase final se determina la factibilidad técnica para llevar a cabo el diseño del sub-drenaje (geodren)

4.4.1. Tamaño del proyecto

Es la unidad de tiempo de la capacidad de prestación de servicio del proyecto

Capacidad: En función al tamaño del proyecto fue estimada en 10 años. Se hace necesario que luego de la construcción del geodren, se diseñe un plan de mantenimiento para el adecuado funcionamiento del sistema, y así evitar la inundación del sótano del edificio 2 y el deterioro continuo de la estructura del edificio 4. En la figura 21, se muestran los factores condicionantes del tamaño del proyecto.

4.4.2. Factores condicionantes del tamaño del proyecto:

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Recursos Institucionales	Instrumentos	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> • Investigadores • Ingenieros Civiles • Tutor • Personal de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio físico disponible • Membrana Geotextil • Geodren • Material impermeabilizante • Sistema de fijación en pared de material PVC 	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela de Ingeniería Civil UJAP • Dirección de Planta Física 	<ul style="list-style-type: none"> • Gaceta oficial 4044 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de albañilería • Equipo de Plomería • Herramientas menores

Figura 21. Factores condicionantes del proceso

Fuente: Contreras y Páez (2022)

Es el procedimiento técnico utilizado en el proyecto para la obtención de un beneficiario a partir de un insumo mediante una determinada función de transformación (ver figura 22). Se identificó como:

✓ **Insumo principal**

Sistema de sub-drenaje

✓ **Beneficiario principal**

Edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez

4.4.3. Proceso Global de Transformación

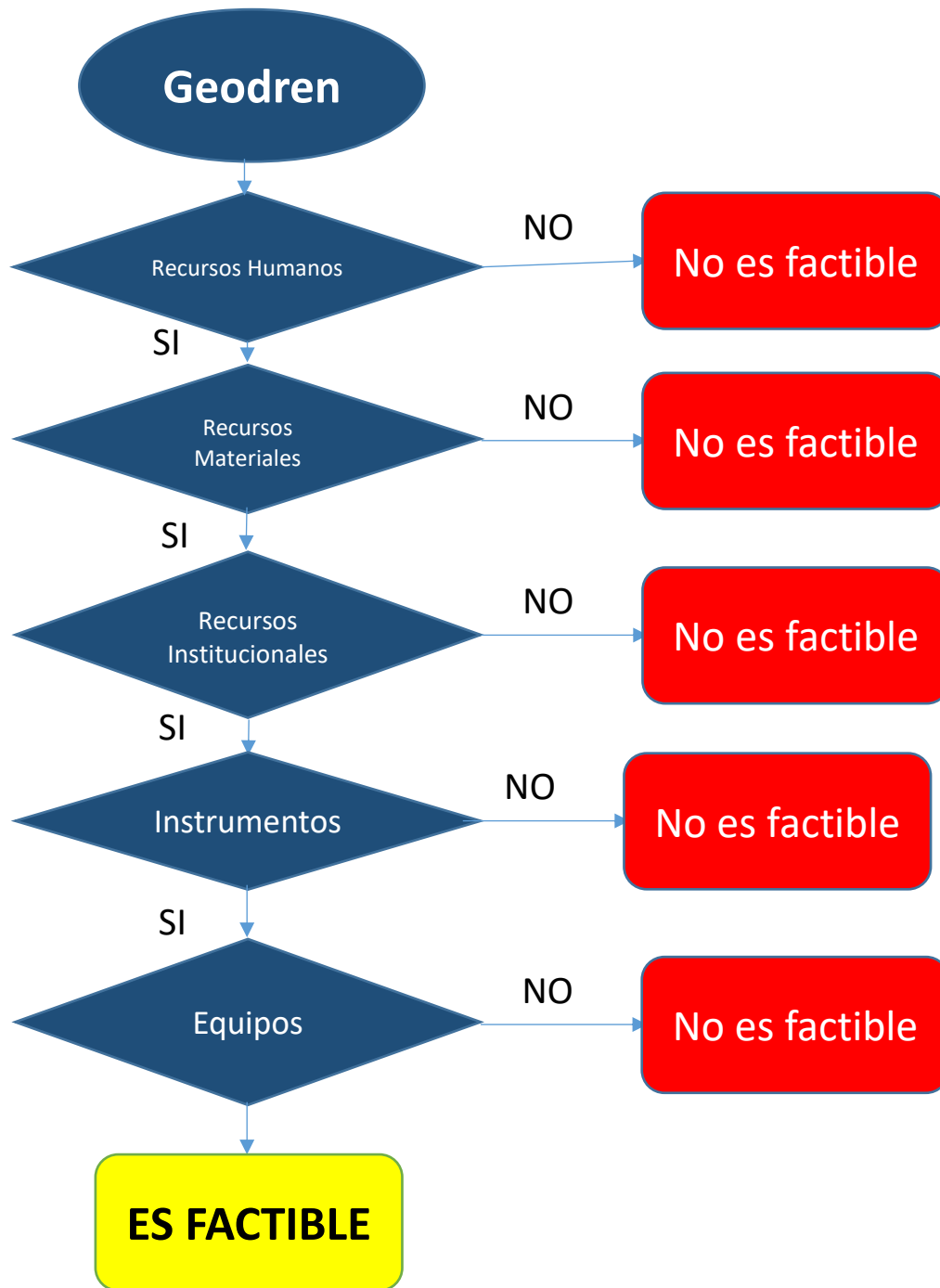


Figura 22. Flujograma del Proceso Global de Transformación
Fuente: Contreras y Páez (2022)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El diagnóstico de los edificios 2 y 4 dio a conocer la situación actual de las infraestructuras como consecuencias de infiltraciones en sus niveles de sótano, el edificio 2 tiene un sistema de rebombeo que cuenta con bombas sumergibles de 1Hp de potencia, 3500 rpm, 200 v, monofásica que son las encargadas de enviar las aguas pluviales al canal que se encuentra en el estacionamiento de la universidad José Antonio Páez y se conecta directamente a su vez con el río Cúpira, el edificio 4 de la universidad José Antonio Páez cuenta con hundimiento en la zona Sur del edificio, producto de la infiltración del agua en las paredes de los sótanos y su efecto directo en los elementos estructurales de la infraestructura. Se concluyó que el edificio 2 de la universidad José Antonio Páez no necesita un sistema de drenaje complementario ya que el sistema de rebombeo funciona correctamente y los efectos de las aguas pluviales en la infraestructura cesaron a diferencia del edificio 4 el cual no cuenta con un sistema de rebombeo y los efectos de las aguas pluviales siguen presentes.

A través del estudio de suelos se pudo conocer que el nivel freático se encuentra a 14 m de profundidad, por tal razón no ejerce ninguna influencia sobre la construcción del sub-drenaje. Además, se estableció que el material del sitio (arcilla-arenosa), no se podía utilizar como material de relleno, por ello el relleno se propone con material de préstamo (arena gruesa de río) para garantizar la transmisibilidad del agua hasta la tubería de descarga diseñada.

Para la selección del sistema de sub-drenaje para el edificio 4 de la Universidad José Antonio Páez, se realizó un estudio previo de los diversos tipos de sub-drenaje típicos utilizados en edificaciones los cuales varían desde Cortinas impermeables subterráneas, Sub-drenaje de zanja, Subdrenajes de penetración y Subdrenajes verticales. Una vez realizado el estudio de los diferentes tipos de subdrenajes existentes, se determinó el empleo de un sistema de subdrenajes conformado por geodrenes. Debido a las ventajas que estos presentan en relación a los demás y el tipo de uso de acuerdo al sistema de drenajes para edificaciones.

Para el diseño del sub-drenaje se tomaron en consideración diversos factores para el cálculo del mismo, partiendo de la estimación del caudal de diseño el cual se obtuvo mediante la intensidad de lluvia, el área del colector y el coeficiente de escorrentía dando un valor de 1.2 L/s. luego para la selección de la tubería de drenaje y el chequeo de su capacidad se tomó una tubería de 4" de PVC con un coeficiente de rugosidad de 0.016, tomando una pendiente de 1.5% la velocidad de la tubería fue de 0.654 m/s la cual cumple con los criterios de velocidad mínima de la gaceta 4044 capítulo XIII artículo 329, el caudal real fue de 5.14 L/s siendo mayor que la demanda de la tubería, el geodren seleccionado fue un geodren vial de 4" que viene en rollos de 50 m de longitud y altura de 1 m, el ancho de zanja asignado es de 1 m para un perfilamiento a mano. Luego de diseñar el sistema de geodren, se plantea un rebombeo hacia rio Cúpira que descargará en el punto de coordenadas (10°14'03.97" N 67°57'44.98" O), teniendo una potencia de 1 Hp, 35000 rpm, 220V monofásica, a través de una tubería de PVC ø 8" y una profundidad de zanja de 1,35 m, con pendiente del 4%.

5.2. Recomendaciones

1. Todo sistema de sub-drenaje debe contar con salidas y entregas, además de colectores primarios y secundarios, ubicados a distancias adecuadas, para evitar la excesiva acumulación de agua.
2. El material de relleno utilizado en el sistema de sub-drenaje debe tener una permeabilidad mínima ($K_s \geq 1 \times 10^{-3}$ cm/s), con el fin de evitar el paso del agua hacia el geodrén.
3. Verificar que la plasticidad del material de relleno no sea mayor a 7%, haciendo los ensayos de suelos pertinentes granulometrías buscando la estabilidad del sistema, en caso positivo, buscar otro tipo de material.
4. Para obtener las mayores ventajas económicas de este sistema de sub-drenaje, el geodren vial debe instalarse dentro de una zanja o trinchera angosta, con una pendiente mínima de 1%.
5. Realizar un plan de mantenimiento para el sistema de bombeo del edificio 2, con el fin de garantizar su continuo y correcto funcionamiento durante sus años de servicio.
6. Conectar el sistema de rebombeo a la planta eléctrica de la universidad con el fin de garantizar su funcionamiento continuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3sgeotech. (2022). *Geored*. Obtenido de <https://www.3sgeotech.com/es/productos/redes-de-cable-de-acero-3sgeored>
- agroempresario. (2022). *Sistemas de drenaje*. Obtenido de <https://agroempresario.com/publicacion/33566/sistemas-de-drenaje/>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (6ta ed.). Caracas: Epísteme. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-2012-6a-edicion>
- Arias, M. (2019). *Estudio del comportamiento del sistema de drenaje pluvial de la UCAB Guayana mediante modelo de simulación hidráulica*. [Trabajo de Grado], Universidad Católica Andrés Bello, Ciudad Guayana. Obtenido de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16626>
- Ballestrini, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigación* (7ma ed.). Caracas. Obtenido de <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=512173>
- construeasy. (2022). *Impermeabilización de paredes*. Obtenido de <https://construeasy.com/impermeabilizacion-de-muros/>
- dipalme. (2015). *Estudio Hidrológico*. Obtenido de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/estudio_hidrologico_mala_0_0.pdf
- docplayer. (2020). *Guía de uso e instalación de geodren*. Obtenido de <https://docplayer.es/77106712-Guia-de-uso-e-instalacion-de-geodren-permadrain.html>
- ehu. (2007). *Infiltración*. Obtenido de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/estudio_hidrologico_mala_0_0.pdf
- ejemplos. (2020). *Guión de entrevista*. Obtenido de Fuente: <https://www.ejemplos.co/guion-de-entrevista/#ixzz7kHoSwTPg>
- ferreteriacornellana. (2022). *Geotextil*. Obtenido de <https://www.ferreteriacornellana.com/como-hacer-un-drenaje-en-un-muro-228#>
- García, M., & Perdomo, M. (2018). *Propuesta de sistematización de las Normas Sanitarias de los sistemas de drenajes de aguas pluviales para urbanismos y edificaciones en*

- Venezuela. [Trabajo de Grado], UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO, Puerto Ordaz. Obtenido de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/34875.pdf>
- geoaceperu. (25 de Junio de 2022). *¿Qué es un Geodren? Aplicaciones y Ventajas*. Obtenido de <https://www.geoaceperu.com/blog/geodren-aplicaciones-y-ventajas/>
- Geotexan. (4 de Diciembre de 2012). *VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE GEOSINTÉTICOS*. Obtenido de <https://geotexan.com/geosinteticos-2/>
- giteco. (2017). *Definición, función y clasificación de los geotextiles*. Obtenido de <https://www.giteco.unican.es/pdf/publicaciones/AYC30-X-2000.pdf>
- González, A., & Lara, S. (2020). *Diseño de Sistema de Sub-drenaje en vialidad de la avenida Don Julio Centeno, tramo de estudio: Urb. Morro I-Urb. Yuma II, Municipio San Diego, Estado Carabobo*. [Trabajo de Grado], Universidad José Antonio Páez, San Diego, Estado Carabobo.
- Hernández, M. (2018). *Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura*. [Trabajo de Grado], Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3714>
- Hernández, M. (Octubre de 2018). *DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN URB. EL CHILCAL DE LA CIUDAD DE PIURA*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3714/ICI_264.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education. Obtenido de https://books.google.co.ve/books?id=oLbjoQEACAAJ&dq=sampieri&hl=es&sa=X&redir_esc=y
- iagua. (2020). *¿Qué es un colector de agua?* Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-colector-agua>
- Izquierdo, A., & Zeña, J. (2017). *Diseño del drenaje pluvial urbano de la zona urbana del distrito de santa cruz, provincia de santa cruz, departamento de Cajamarca*. [Trabajo de Grado], Universidad Señor de Sipán, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6647>

- manzisaac. (2022). *Tuberías de drenaje*. Obtenido de <http://www.manzisaac.com/default/tuberias-PVC-lisas-corrugadas-policloruro-vinilo.php>
- Martin, A. (2017). ANALISIS HIDRAULICO DE TUBERIAS POR METODOS MATRICIALES. *Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería*, 2(4), 417-436. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/8760/Article05.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20An%C3%A1lisis%20Hidr%C3%A1ulico%20en%20R%C3%A9gimen,permanecen%20estables%20con%20el%20tiempo>
- NDS. (20007). *Guía de diseño y instalación de drenaje*. Obtenido de <https://www.ndspro.com/PDFs/Tech-Spec-Guides/principles-of-external-drainage-quick-review-spanish.pdf>
- pavcowavingeosinteticos. (2022). *SISTEMAS DE SUBDRENAJE*. Obtenido de <https://pavcowavingeosinteticos.com/wp-content/uploads/2018/09/Cartilla-subdrenaje.pdf>
- Perales, S. (4 de Junio de 2019). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de <https://www.alumni.upv.es/vl/noticias/sara-perales-momparler>
- rae. (2022). *Alcantarilla*. Obtenido de <https://dle.rae.es/alcantarilla>
- scielo. (2007). *Período de Retorno*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112011000300003#:~:text=El%20Periodo%20de%20Retorno%20de,M%C3%A9lice%20y%20Reason%2C%202007
- scribd. (16 de Febrero de 2014). *Sistema de drenaje de edificaciones*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/207385888/Drenaje-en-Edificaciones>
- Tamayo, M. (2006). *El Proyecto de Investigación*. Bogotá, Colombia: ICFES. Obtenido de https://www.academia.edu/7012157/MARIO_TAMAYO_Y_TAMAYO
- todoferreteria. (2022). *Sistema de drenaje*. Obtenido de <http://todoferreteria.com.mx/consejos-para-la-conservacion-de-la-instalacion-hidraulica/>
- UPEL. (2010). *Manual UPEL*. Caracas: FEDEUPEL. Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/07/proyectos-factibles-manual-upel.html>

- uson. (2015). *Características Hidráulicas de tubo lleno*. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3435/Capitulo5.pdf>
- vacca. (2020). *¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE BOMBEO?* Obtenido de <https://www.vacca.es/que-son-los-sistemas-de-bombeo/>

ANEXOS

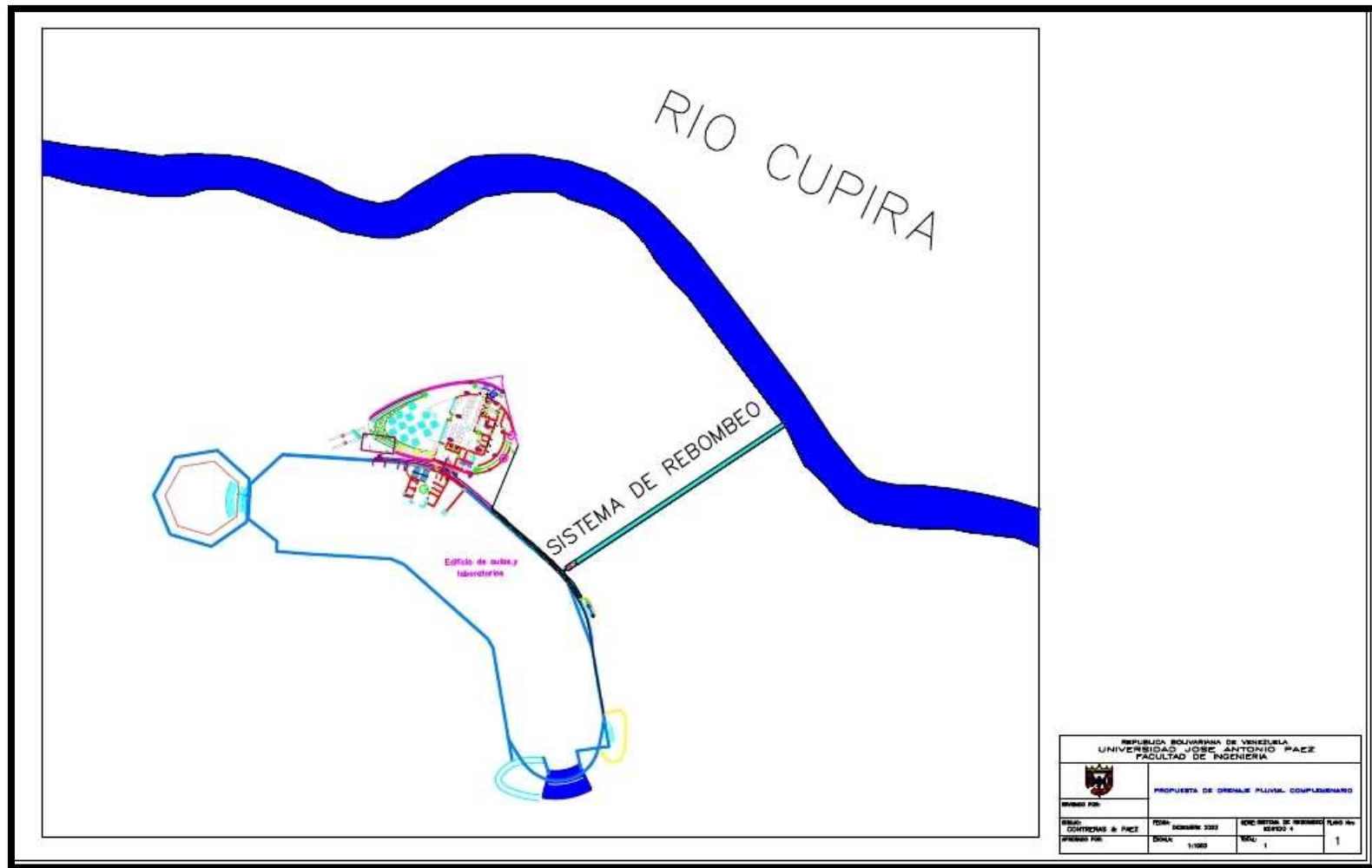
Anexo 1. Parámetro Básicos del Perfil Litológico

PARÁMETROS BÁSICOS DEL PERFIL LITOLÓGICO PROBABLE DEL SUELO

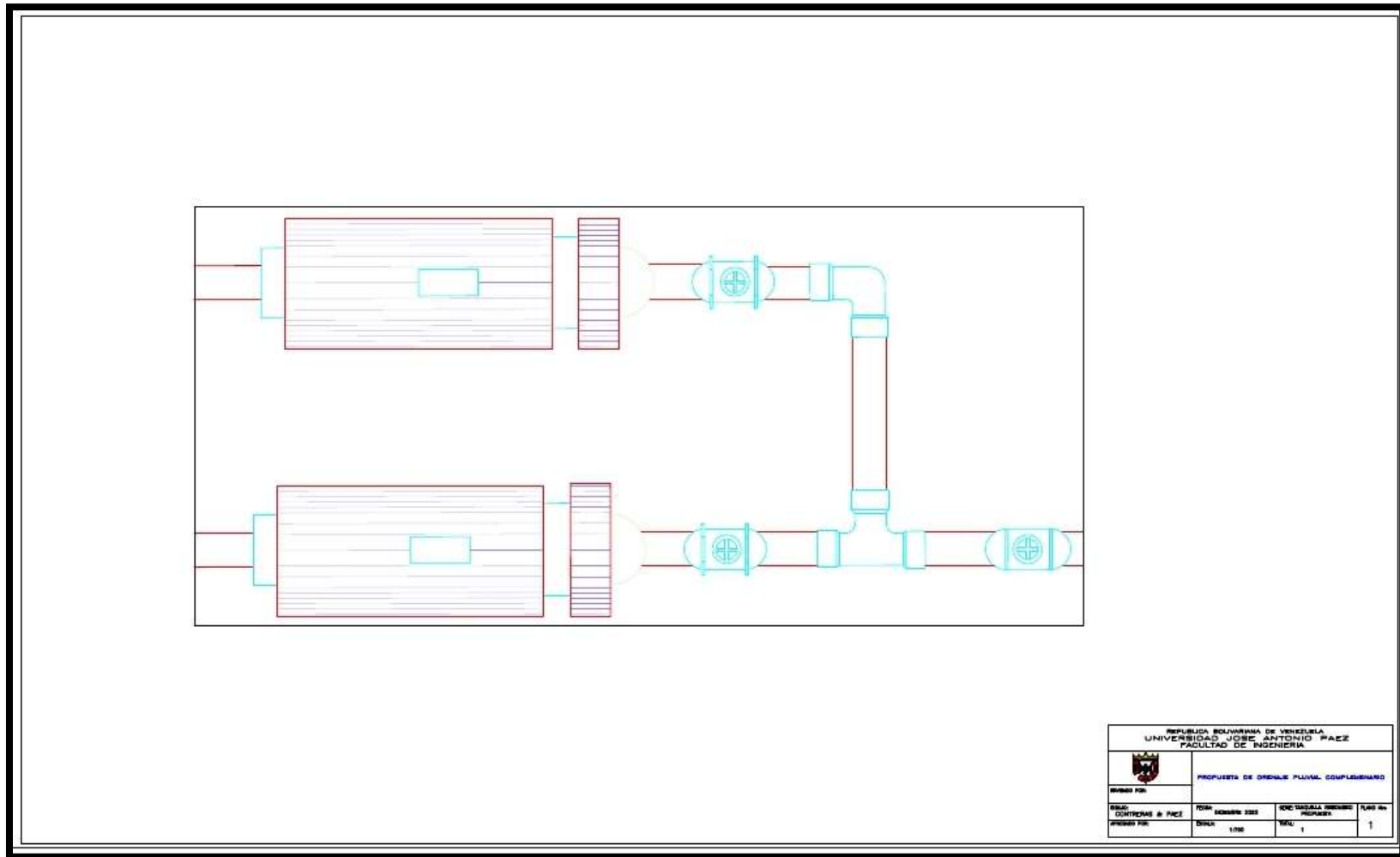
Z m	DESCRIPCIÓN	AGUA	NSPT o % RDD Ave.	GRANULOMETRÍA			PLASTICIDAD/HUMEDAD			PROPIEDADES FÍSICAS							
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	PI (%)	wn (%)	γ_m t/m ³	Gs	eo	S (%)	ϕ °	c' t/m ²	qu kg/cm ²	E kg/cm ²
1	RCV - Arena limosa SM!		--	1	52	47	31,88	8,20	14,1	1,72	--	--	--	--	--	--	--
2	Limo plástico arenoso ML		16	1	46	53	32,69	8,74	11,8	1,74	2,71	0,741	43	29,7	6,2	1,7	108
3	Limo plástico arenoso ML	h	10	0	48	51	30,49	7,52	18,0	1,84	2,70	0,736	66	27,7	1,0	1,2	93
4	Limo plástico ML	h	13	3	24	73	41,71	14,17	28,4	1,98	2,74	0,779	100	24,7	2,4	1,7	101
5	Limo plástico arenoso ML	h	17	1	47	53	32,52	8,65	27,5	1,98	2,71	0,744	100	28,7	3,1	2,3	123
6	Limo plástico arenoso ML	h	22	1	46	53	32,91	8,87	26,8	1,99	2,71	0,727	100	29,2	5,2	3,0	146
7	Arena limosa SM	h	26	1	55	44	33,43	8,99	25,6	2,01	2,71	0,692	100	30,9	5,8		179
8	Arena limosa SM	h	31	2	58	40	34,48	9,48	25,5	2,01	2,71	0,693	100	30,9	7,5		172
9	Arcilla arenosa CL	h	35	2	36	62	38,17	14,58	24,9	2,04	2,75	0,685	100	28,4	10,0	5,1	182
10	Arcilla arenosa CL	h	42	2	37	61	37,96	14,39	24,5	2,04	2,74	0,673	100	28,6	13,3	5,5	202
11	Arena arcillosa SC		44	0	51	48	30,32	7,69	23,9	2,03	2,70	0,646	100	31,5	11,9		218
12	Arena arcillosa SC		46	2	56	43	33,92	11,09	23,8	2,05	2,72	0,649	100	31,5	11,6		211
13	Arena arcillo-gravosa SC(G)		51	5	51	44	29,50	7,01	23,1	2,05	2,70	0,622	100	32,4	12,4		234
14	Arena arcillo-gravosa SC(G)		55	6	52	43	30,32	7,79	22,7	2,06	2,70	0,612	100	32,5	13,6		240
15	Arcilla arenosa CL		59	2	40	58	36,45	13,10	23,2	2,06	2,74	0,634	100	29,4	17,8	6,7	225
16	Arcilla arenosa gravosa		60	8	32	60	37,63	14,11	23,0	2,07	2,74	0,632	100	28,8	18,1	6,9	227
17	Arena arcillosa muy gravosa		64	13	57	31	32,91	10,42	21,3	2,09	2,72	0,578	100	34,1	13,5		259
18	Arena arcillosa gravosa		65	7	56	37	33,27	10,61	21,4	2,09	2,72	0,583	100	33,0	14,1		254
19	Arena arcillosa gravosa		66	7	55	38	33,03	10,38	21,3	2,09	2,72	0,579	100	32,9	13,7		254
20	Arcilla arenosa gravosa		69	14	26	61	37,72	14,20	22,0	2,09	2,74	0,605	100	28,8	18,8	7,9	244

Observaciones: ∇ = Nivel Freático, \approx Agua de Infiltración y $=$ Agua Atrapada
 El nivel freático se localizó a partir de los 2 m. de profundidad y está sujeto a fluctuaciones según sea la actividad hidráulica de la cuenca.
 ! El espesor de entremezcla de Relleno y Capa Vegetal (RCV) oscila entre 0.91 y 1.17 m.
 Se encontraron en distintos sectores y profundidades, aguas de infiltración con caudal abundante (Ver Punto No. 3)

Anexo 2. Vista de Planta Edificio 4



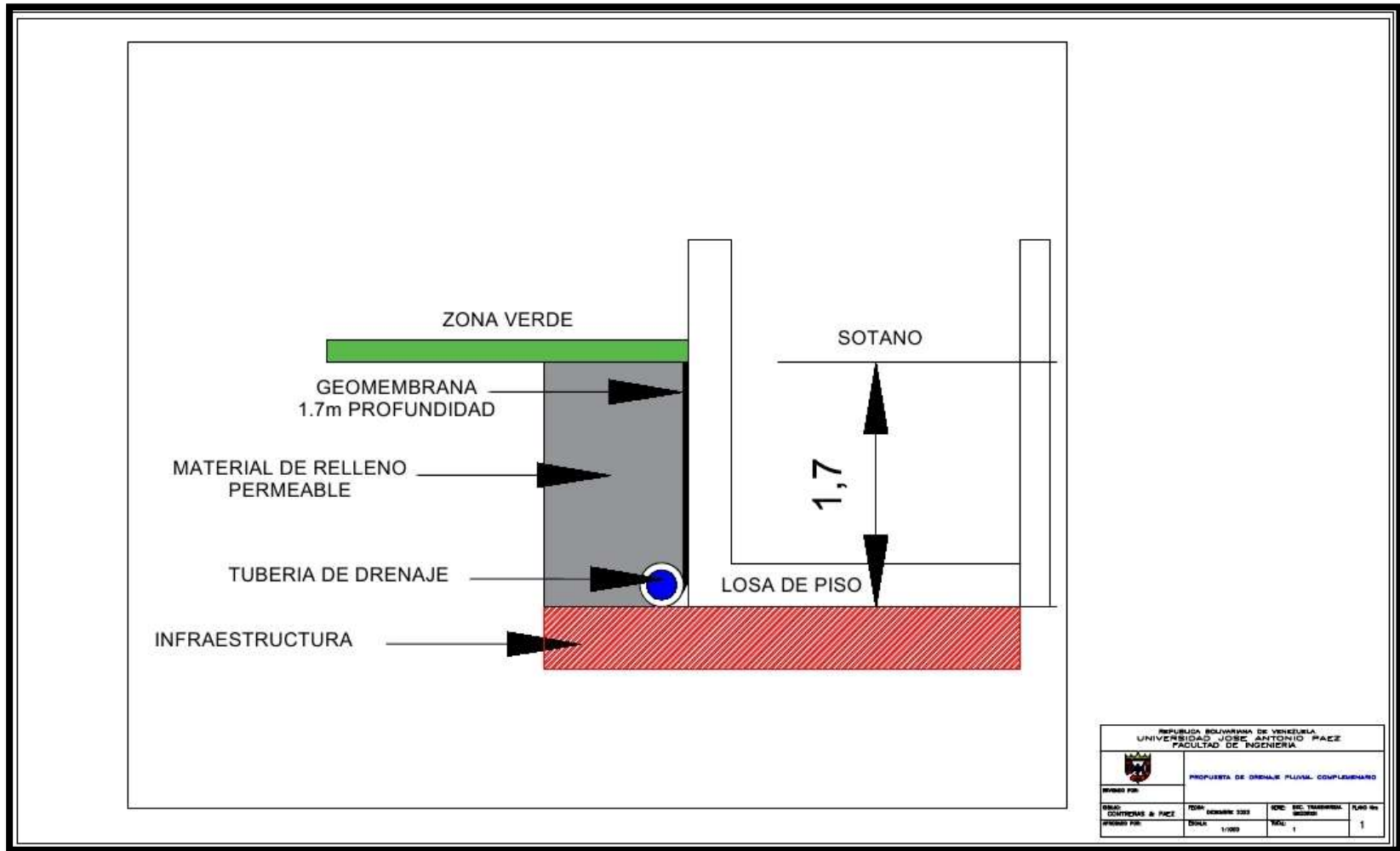
Anexo 4. Detalle de tanquilla de sistema de rebombeo



Anexo 5. Cómputos Métricos

No	Descripción	Largo	Ancho	Profundidad	m	m2	m3	Pza	S.G	m3/Km	Observaciones
1	Excavación a mano en zanja para colocación de geodren	41,00	1,00	1,70			69,70				
	Tubería ø 8"	74,59	0,70	1,35			52,21				
2	suministro, transporte y colocación de Geored	39,00		1,70		66,30					
3	Suministro, transporte y colocación de relleno con material de préstamo. (Arena gruesa de Rio)						68,00				Se resta el volumen desalojado por la tubería
4	Suministro, transporte y colocación de tubería de drenaje de PVC ø 4"	41,00			41,00						
5	Bote de material proveniente de la excavación a distancias comprendidas de 10 y 12 Kilómetros.									757,00	
6	Excavación para construcción de tanquilla de rebombeo	1,50	2,00	2,00			6,00				
7	Construcción de Tanquilla en concreto para rebombeo								1,00		
8	Suministro, transporte e instalación de equipo de bombeo sumergible 1 HP/440/220V. Incluye accesorios								1,00		
9	Suministro, transporte y colocación de tubería PVC ø 8"	74,59			74,59						

Anexo 6. Perfil Longitudinal del geodren



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ FACULTAD DE INGENIERIA			
PROYECTO DE DRENALJE PLUVIAL COMPLEMENTARIO			
REVISOR POR: CONTROL Y PASE	FECHA: 02/04/2023	IDE: SEC. INGENIERIA 202303	PLAN No: 1
DISEÑADOR POR:	DISEÑO: 1/2023	TITULO: 1	1

CUESTIONARIO APLICADO



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

GUIÓN DE ENTREVISTA

N.º	Pregunta
1.	¿Ha experimentado o presenciado Ud. filtraciones o inundación de los sótanos de los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez (UJAP)? Respuesta:
2.	¿Cree usted que el sistema de drenaje pluvial existente en los edificios 2 y 4 de la Universidad José Antonio Páez (UJAP), responde a las condiciones hidráulicas y de drenaje necesarios para enfrentar periodos de lluvias de larga duración (intensidad-tiempo)? Respuesta:
3.	¿Tienen conocimiento de la cantidad de escorrentía máxima y cuál es la norma con que fue diseñado el sistema de drenaje pluvial? Respuesta:
4.	¿Considera Ud. indispensable mejorar el sistema de drenaje pluvial para mitigar posibles filtraciones o inundaciones a los sótanos 2 y 4 en épocas de lluvias? Respuesta:
5.	¿Sabe Ud. ¿Si ambos edificios cuentan con tanques donde se almacenan dichas aguas pluviales? Respuesta:
6.	De ser cierta la pregunta anterior ¿Cuál es la capacidad de estos tanques? ¿Es esta capacidad suficiente para soportar el caudal de escorrentía en una tormenta? Respuesta:
7.	¿Qué sistema de bombeo utilizan para drenar las aguas de los tanques? Respuesta:
8.	¿Cuál es la capacidad de las bombas y son estas eficientes para el manejo de las variaciones del caudal? Respuesta:
9.	¿Utilizan algún otro sistema alternativo para drenar estas aguas pluviales? Respuesta:
10.	¿En su opinión cree usted que hacer un sistema de drenaje pluvial complementario en los edificios 2 y 4 será beneficioso para la Universidad y mitigar la problemática de la estructura de dichos edificios? Respuesta:

Fuente: Contreras, V. y Páez J. (2022).

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

**CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA ELABORACIÓN
DEL TRABAJO DE GRADO.**

Estimada Ing. *Alicia de Pizzelli*

Por medio de la presente los bachilleres Veruzka Cristina Contreras Monagas C.I. 27.354.520 y José Daniel Páez Nieves C.I. 26.172.482 solicitamos, la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información del trabajo de grado titulado **"PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMPLEMENTARIO PARA LOS SÓTANOS DE LOS EDIFICIOS 2 Y 4 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO"**. Este instrumento de medición cualitativo-cuantitativo, está estructurado como una planilla de evaluación del tipo "cuestionario" que tiene como objetivo **Diagnosticar las condiciones hidráulicas y de drenaje de la universidad José Antonio Páez.**

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.

Alicia de Pizzelli
Ing. *Alicia de Pizzelli*
C.I. *41598880*




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

**CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA ELABORACIÓN
DEL TRABAJO DE GRADO.**

Estimada Ing. Alicia de Pizzelli

Por medio de la presente los bachilleres Veruzka Cristina Contreras Monagas C.I. 27.354.520 y José Daniel Páez Nieves C.I. 26.172.482 solicitamos, la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información del trabajo de grado titulado **“PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMPLEMENTARIO PARA LOS SÓTANOS DE LOS EDIFICIOS 2 Y 4 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**. Este instrumento de medición cualitativo-cuantitativo, está estructurado como una planilla de evaluación del tipo “cuestionario” que tiene como objetivo **Diagnosticar las condiciones hidráulicas y de drenaje de la universidad José Antonio Páez.**

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.


Ing. Alicia de Pizzelli
C.I. 21598880

CONSIDERACIONES GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento tiene instrucciones claras y precisas para que el entrevistado pueda llenar la planilla.	X		
La presentación del instrumento es adecuada. De no ser así, señale los factores o variables a corregir o mejorar.	X		
Los factores y variables son adecuados para recolectar la información. De ser negativa su respuesta, sugiera los factores o variables que deben incluirse y/o eliminarse.	X		

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO				
APLICABLE	X	NO APLICABLE		APLICABLE, CONSIDERANDO LAS OBSERVACIONES

DATOS DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos:	Alisa James de Pizzelli
Cédula de Identidad:	4598820
Correo Electrónico:	alispizzelli@gmail.com
Nivel Académico:	
C.I.V	39368
C.E.I.D.E.C:	
FIRMA	