

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**



TESIS

**APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE
AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:
SALUD Y GESTIÓN DE LA SALUD**

PRESENTADO POR:

Bach. RUIZ MENDOZA, Alfred Russel.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2019

Mg. PAUSRAT EGOAVIL, Henry Gustavo

ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, Alfredo Ruiz Conde y Rosa Mendoza Galván, quienes fueron partícipes incondicionales durante todo este proceso. A mi hermana Angela Mendoza por su apoyo inmensurable y ejemplo continuo de superación.

Bach. Ruiz Mendoza, Alfred Russel

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Peruana Los Andes por formarme con principios y valores a través de sus docentes quienes potencializan las habilidades y capacidades para un adecuado desempeño profesional.
- A mi asesor, Mg. Pautrat Egoavil, Henry Gustavo por compartir su vasta experiencia para el desarrollo de esta investigación.
- Al Dr. Andrés Corcino Rojas Quinto por sus conocimientos impartidos y recomendaciones para la elaboración de esta investigación.
- A la directora de la Dirección Zonal 11 del SENAMHI-JUNIN, Dra. Ramos Cadillo Adam Yanina, quien con gran amabilidad facilitó los datos de precipitación fundamentales para el desarrollo de la investigación.
- A los encargados de las oficinas de la Dirección de Departamento Académico; Coordinación de Asuntos Académicos; Coordinación de Asuntos Administrativos, Planificación y Presupuesto de la Facultad de Ingeniería; Oficina Universitaria de Diseño y Construcción de la Universidad Peruana Los Andes, quienes facilitaron datos estadísticos principales para el desarrollo de la investigación.

Bach. Ruiz Mendoza, Alfred Russel

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ
DECANO

Msc. JORGE SANTIAGO LOPEZ YARANGO
JURADO

Ing. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO
JURADO

Ing. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA
JURADO

Mg. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
INDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE GRAFICOS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCION	XVI
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	18
1.1 Planteamiento del problema	18
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	20
1.2.1 Problema general	20
1.2.2 Problemas específicos.....	20
1.3 Justificación	20
1.3.1 Justificación social o práctica	20
1.3.2 Justificación metodológica	20
1.3.3 Justificación ambiental	21
1.3.4 Justificación económica	21
1.4 Delimitación del problema.....	21
1.4.1 Delimitación espacial	21
1.4.2 Delimitación temporal.....	22
1.5 Objetivos.....	22
1.5.1 Objetivo general.....	22
1.5.2 Objetivos específicos.....	22
CAPÍTULO II	
MARCO TEORICO	23
2.1 Antecedentes.....	23
2.1.1 Antecedentes Internacionales	23
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	28
2.2 Marco conceptual	33
2.2.1 Aprovechamiento del agua	33

2.2.1.1	Demanda actual y futura del agua.....	34
2.2.1.2	Oferta del agua de lluvia	41
2.2.1.3	Calidad del agua de lluvia	72
2.2.2	Sistema de captación de agua de lluvia	79
2.2.2.1	Principales sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL)	79
2.2.2.2	Componentes.....	84
2.2.2.3	Tratamiento del agua de lluvia	100
2.3	Definición de términos	101
2.4	Hipótesis.....	104
2.4.1	Hipótesis general.....	104
2.4.2	Hipótesis específicas.....	104
2.5	Variables.....	104
2.5.1	Definición conceptual de las variables	104
2.5.2	Definición operacionalización de las variables	105
2.5.3	Operacionalización de la variable	106
 CAPÍTULO III		
METODOLOGIA		107
3.1	Método de investigación	107
3.2	Tipo de investigación	107
3.3	Nivel de investigación	107
3.4	Diseño de investigación	108
3.5	Población y muestra	108
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	109
3.6.1	Técnicas de recolección de datos.....	109
3.6.2	Instrumentos de recolección de datos.....	109
3.7	Procesamiento de la información	110
3.8	Técnicas y análisis de datos	110
 CAPÍTULO IV		
RESULTADOS		111
4.1	Relación del aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial	111
4.1.1	Características de la Subcuenca del Shullcas.....	111
4.1.2	Determinación de la oferta de lluvia	113
4.1.2.1	Cálculo de la precipitación promedio mensual	113
4.1.2.2	Determinación de las áreas de captación pluvial	114
4.1.2.3	Cálculo de la precipitación neta y la oferta total	117
4.1.2.4	Cálculo de precipitaciones máximas probables	122
4.1.3	Determinación de la demanda de agua de lluvia	127

4.1.3.1	Determinación de la cantidad de estudiantes.....	127
4.1.3.2	Determinación de la cantidad de docentes	131
4.1.3.3	Determinación de la cantidad de personal administrativo y de servicio...	132
4.1.3.4	Determinación de la población FI – UPLA	133
4.1.3.5	Determinación de la dotación y demanda mensual.....	134
4.1.4	Determinación de la calidad del agua de lluvia.....	139
4.1.5	Balance hidrológico oferta vs demanda	141
4.1.6	Medición de la variable aprovechamiento hídrico	146
4.1.7	Medición de la variable sistema de captación de agua pluvial.....	149
4.2	Relación del aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial	151
4.2.1	Captación de agua pluvial	151
4.2.2	Interceptores de primeras aguas	152
4.2.3	Medición de la dimensión captación.....	153
4.3	Relación del aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial ...	155
4.4	Prueba de hipótesis	156
4.4.1	Prueba de hipótesis general	157
4.4.2	Prueba de hipótesis específicos.....	158
CAPÍTULO V		
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....		161
CONCLUSIONES		175
RECOMENDACIONES		176
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		177
ANEXOS.....		181
Anexo 1.	Matriz de consistencia de la investigación.....	182
Anexo 2.	Matriz de operacionalización del instrumento de investigación.....	184
Anexo 3.	Cálculos– Sub cuenca Shullcas	186
Anexo 4.	Solicitud de registro pluviométrico SENAMHI.....	188
Anexo 5.	Solicitud de planos de la Facultad de Ingeniería - UPLA.....	192
Anexo 6.	Solicitud de datos estadísticos Facultad de Ingeniería - UPLA.....	194
Anexo 7.	Resultados del análisis del agua de lluvia.....	214
Anexo 8.	Modelamiento del tanque de almacenamiento – SAP 2000.....	217
Anexo 9.	Modelamiento y simulaciones 3D del sistema.....	239
Anexo 10.	Planos de la investigación.....	259
Anexo 11.	Panel fotográfico.....	267

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre el volumen de agua y el número de habitantes.....	35
Tabla 2. Tipos de agua y su distribución en el mundo	37
Tabla 3. Uso del agua en viviendas	43
Tabla 4. Intensidades de lluvia	46
Tabla 5. Coordenadas de ubicación de estaciones meteorológicas	58
Tabla 6. Coeficientes de relación de lluvia de duración 24 horas	60
Tabla 7. Clasificación del agua de lluvia de acuerdo al pH.....	74
Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos para la calidad del agua.....	75
Tabla 9. Coeficientes de escurrimiento I.....	86
Tabla 10. Coeficiente de escurrimiento II.....	86
Tabla 11. Eficiencia de escurrimiento estimado.....	97
Tabla 12. Material recomendado para almacenar agua.....	98
Tabla 13. Características fisiográficas de la Subcuenca del Shullcas	111
Tabla 14. Características geomorfológicas de la Subcuenca del Shullcas	111
Tabla 15. Precipitación total mensual de la estación Santa Ana	113
Tabla 16. Precipitación promedio mensual de la estación Santa Ana	113
Tabla 17. Descripción del pabellón H de la Facultad de Ingeniería - UPLA.....	114
Tabla 18. Descripción del pabellón I de la Facultad de Ingeniería - UPLA	115
Tabla 19. Descripción del pabellón J de la Facultad de Ingeniería - UPLA	115
Tabla 20. Descripción del pabellón K de la Facultad de Ingeniería - UPLA.....	116
Tabla 21. Resumen de áreas de los techos de la FI - UPLA	116
Tabla 22. Precipitación neta mensual de techos con cubiertas	117
Tabla 23. Precipitación neta mensual de techos de losa de concreto	118
Tabla 24. Cálculo de la oferta pluviométrica para techos con cubiertas	118
Tabla 25. Cálculo de la oferta pluviométrica de techos de losa de concreto ...	119
Tabla 26. Oferta pluviométrica por pabellones de la FI - UPLA.....	120
Tabla 27. Mediciones estadísticas de la dimensión “oferta”	121
Tabla 28. Determinación de la precipitación máxima.....	122
Tabla 29. Distribución de probabilidades pluviométricas - Gumbel	122
Tabla 30. Cálculo de precipitaciones mensuales máximas probables	123
Tabla 31. Cálculo de precipitaciones máximas por Tiempos de Duración.....	123
Tabla 32. Cálculo de la intensidad de las precipitaciones máximas	124
Tabla 33. Cantidad de matriculados de la Facultad de Ingeniería ciclo normal	127
Tabla 34. Cantidad de matriculados de la Facultad de Ingeniería ciclo verano	130
Tabla 35. Cantidad de docentes de la Facultad de Ingeniería.....	131
Tabla 36. Cantidad de personal administrativo y de servicio	132

Tabla 37. Población de la Facultad de Ingeniería - UPLA	133
Tabla 38. Número de usuarios de la Facultad de Ingeniería - UPLA.....	134
Tabla 39. Dotaciones diarias según la Norma IS.010.....	134
Tabla 40. Dotación de agua.....	135
Tabla 41. Demanda de agua para limpieza general FI - UPLA.....	135
Tabla 42. Demanda de agua para riego de áreas verdes FI - UPLA	135
Tabla 43. Demanda de agua en la descarga de inodoros de la FI - UPLA.....	136
Tabla 44. Demanda mensual total de agua	137
Tabla 45. Demanda por pabellones de la Facultad de Ingeniería - UPLA	138
Tabla 46. Mediciones estadísticas de la dimensión “demanda”.....	139
Tabla 47. Resultados del análisis fisicoquímico.....	139
Tabla 48. Resultados del análisis de metales.....	140
Tabla 49. Resultados del análisis microbiológico	140
Tabla 50. Balance hidrológico – captacion losa de concreto y con cubiertas ..	141
Tabla 51. Volúmenes acumulados, oferta y demanda.....	142
Tabla 52. Cálculo de la precipitación promedio neta diaria del mes de enero .	143
Tabla 53. Determinación del volumen del reservorio.....	144
Tabla 54. Abastecimiento en la descarga de inodoros de la FI-UPLA.....	145
Tabla 55. Abastecimiento general	145
Tabla 56. Aprovechamiento hídrico para el pabellón H	146
Tabla 57. Aprovechamiento hídrico para el pabellón I.....	147
Tabla 58. Aprovechamiento hídrico para el pabellón J	147
Tabla 59. Aprovechamiento hídrico para el pabellón K.....	148
Tabla 60. Mediciones estadísticas “Aprovechamiento hídrico”	149
Tabla 61. Medida del sistema de captación por pabellones de la FI-UPLA.....	149
Tabla 62. Mediciones estadísticas “Sistema de captación de agua pluvial”	150
Tabla 63. Características de los techos con cubiertas.....	151
Tabla 64. Determinación de las secciones de canaletas	151
Tabla 65. Determinación de las pendientes.....	152
Tabla 66. Caudal necesario Vs caudal calculado	152
Tabla 67. Interceptores de almacenamiento de primeras aguas	152
Tabla 68. Área de captación por pabellones de la FI - UPLA	153
Tabla 69. Mediciones estadísticas de la dimensión “Captación”	154
Tabla 70. Almacenamiento por pabellones de la FI - UPLA	155
Tabla 71. Mediciones estadísticas de la dimensión “Almacenamiento”	155
Tabla 72. Valores de coeficiente de correlación	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del agua.....	36
Figura 2. Disponibilidad de recursos hídricos en el mundo	38
Figura 3. Distribución mundial de escases de agua	39
Figura 4. Mapa global de peligro de sequía.....	40
Figura 5. Mapa global de riesgo de sequía.....	40
Figura 6. Precipitaciones máximas diarias por regiones	42
Figura 7. Tipos de precipitaciones.....	46
Figura 8. Registro de datos faltantes con estaciones vecinas.....	50
Figura 9. Registro de datos faltantes en una estación.....	51
Figura 10. Polígonos de Thiessen	55
Figura 11. Trazo de isoyetas	56
Figura 12. Ubicación de estaciones meteorológicas	57
Figura 13. Área de influencia sobre la Subcuenca del Shullcas.....	58
Figura 14. Tipos de cuencas	62
Figura 15. División de una cuenca	62
Figura 16. Longitud de cauce principal.....	64
Figura 17. Orden de corrientes.....	65
Figura 18. Pendiente de cuenca.....	66
Figura 19. Densidad de drenaje	68
Figura 20. Densidad de drenaje	69
Figura 21. Conversión de curvas de nivel a formato TIN.....	69
Figura 22. Conversión de formato TIN a formato RASTER.....	70
Figura 23. Determinación de la dirección de flujo.....	70
Figura 24. Determinación de la acumulación de flujo y corriente	71
Figura 25. Subcuenca del Shullcas delimitado.....	71
Figura 26. Determinación de las elevaciones en la Subcuenca del Shullcas	72
Figura 27. Cambio climático y calentamiento global	76
Figura 28. Fuentes de contaminación del agua.....	77
Figura 29. Sistema de captación Colpos 1	82
Figura 30. Sistema de captación Colpos II	82
Figura 31. Sistema de captación Colpos III	83

Figura 32. Sistema de captación Colpos IV.....	83
Figura 33. Sistema de captación Colpos V.....	84
Figura 34. Sistema de captación de agua de lluvia	85
Figura 35. Proyección de áreas efectivas de captación	87
Figura 36. Ubicación del área de estudio	88
Figura 37. Localización de la Universidad Peruana Los Andes.....	88
Figura 38. Localización de la Facultad de Ingeniería - UPLA.....	89
Figura 39. Vista en planta del techo del pabellón H - FIUPLA.....	89
Figura 40. Vista en planta del techo del pabellón I- FIUPLA	90
Figura 41. Vista en planta del techo del pabellón J- FIUPLA	90
Figura 42. Vista en planta del techo del pabellón K- FIUPLA.....	91
Figura 43. Pabellón H y J de la Facultad de Ingeniería - UPLA	91
Figura 44. Canaletas de recolección y bajantes.....	92
Figura 45. Canaletas provistas de mallas.....	93
Figura 46. Interceptor de primeras aguas I.....	95
Figura 47. Interceptor de primeras aguas II.....	95
Figura 48. Distribución de áreas verdes en la FI - UPLA.....	136

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Usos del agua en el mundo	36
Gráfico 2. Registro de un pluviógrafo	48
Gráfico 3. Curva doble masa.....	53
Gráfico 4. Curva hipsométrica de la Subcuenca del Shullcas	112
Gráfico 5. Histograma de frecuencias altimétricas del Shullcas	112
Gráfico 6. Precipitaciones promedio mensual de la estación Santa Ana	114
Gráfico 7. Áreas de captación de los pabellones de la Facultad de Ingeniería	117
Gráfico 8. Oferta pluvial en techos con cubierta.....	119
Gráfico 9. Oferta pluvial en techos de losa de concreto	120
Gráfico 10. Oferta pluvial en pabellones de la FI - UPLA.....	121
Gráfico 11. Intensidad vs duración - periodo de retorno T= 2 Años	124
Gráfico 12. Intensidad vs duración - periodo de retorno T=5 años.....	125
Gráfico 13. Intensidad vs duración - periodo de retorno T=10 años.....	125
Gráfico 14. Intensidad vs duración - periodo de retorno T=25 años.....	126
Gráfico 15. Intensidad vs duración - periodo de retorno T=50 años.....	126
Gráfico 16. Cantidad de estudiantes promedio en el ciclo normal	127
Gráfico 17. Estudiantes matriculados en la E.P. de Ing. Civil.....	128
Gráfico 18. Estudiantes matriculados en la E.P. de Arquitectura	128
Gráfico 19. Estudiantes matriculados en la E.P. de Ing. Industrial.....	129
Gráfico 20. Estudiantes matriculados en E.P. de Ing. de Sist y Computacion	129
Gráfico 21. Estudiantes matriculados en E.P. de Ing. Medio Amb. y Desarrollo	130
Gráfico 22. Cantidad de estudiantes promedio en el Ciclo Verano	131
Gráfico 23. Cantidad de docentes promedio de la Facultad de Ingeniería.....	132
Gráfico 24. Población de la Facultad de Ingeniería.....	133
Gráfico 25. Demanda en pabellones de la FI - UPLA.....	138
Gráfico 26. Aprovechamiento hídrico en pabellones de la FI - UPLA	148
Gráfico 27. Sistema de captación por pabellones de la FI - UPLA.....	149
Gráfico 28. Correlación entre la variable aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial.....	150
Gráfico 29. Áreas de captación en pabellones de la FI - UPLA	153
Gráfico 30. Correlación entre la variable aprovechamiento hídrico y la dimensión captación.....	154
Gráfico 31. Capacidad de almacenamiento en pabellones de la FI - UPLA.....	155
Gráfico 32. Correlación entre la variable aprovechamiento hídrico y la dimensión almacenamiento	156

RESUMEN

La presente tesis aborda el tema del aprovechamiento hídrico y su relación con el sistema de captación de agua pluvial con la que se formuló como problema general: ¿Cuál es la relación entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo? ; siendo el objetivo general “Establecer la relación entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo” ; la hipótesis general que se verificó es “Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo”.

El método de investigación corresponde al método científico, según la finalidad o tipo de investigación es aplicada con un nivel descriptivo-correlacional y un diseño no experimental de corte transversal; así mismo la población y muestra son todos los techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

Se concluyó que existe una relación directa muy alta entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes con un coeficiente de Pearson de 0.88 donde se estableció que el 88.0 % de la variable “sistema de captación de agua pluvial” está en función de la variable “aprovechamiento hídrico”. Como resultado de esta investigación se calculó un 54% de abastecimiento en actividades de descarga de inodoros, riego de áreas verdes y limpieza en general de las instalaciones, actividades que no requieren del uso del agua potable, abastecidos por dos tanques de almacenamiento de 120 m³ y 180 m³ utilizando un área total de 3316.94 m² de captación, para una población universitaria de 4503 personas correspondientes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Palabras Claves: Captación de Agua de Lluvia, Sistema de Captación de Agua Pluvial, Aprovechamiento de Lluvia, Aprovechamiento Hídrico

ABSTRACT

This thesis addresses the issue of water use and its relationship in the rainwater harvesting system with which it was formulated as a general problem: What is the relationship between water use and the rainwater harvesting system on the roofs of the Faculty of Engineering of the Peruvian University Los Andes - Huancayo? ; the general objective being “Establish the relationship between water use and the rainwater collection system on roofs of the Faculty of Engineering of the Universidad Peruana Los Andes - Huancayo”; The general hypothesis that was verified is “There is a direct relationship between water use and the rainwater collection system on roofs of the Faculty of Engineering of the Universidad Peruana Los Andes - Huancayo.

The research method corresponding to the scientific method, according to the purpose or type of research, is applied with a descriptive-correlational level and a non-experimental cross-sectional design; likewise the population and sample are all the roofs of the Faculty of Engineering of the Universidad Peruana Los Andes - Huancayo.

It was concluded that there is a very high direct relationship between water use and the rainwater harvesting system in the Faculty of Engineering of the Universidad Peruana Los Andes with a Pearson coefficient of 0.88 where it is established that 88.0% of the variable " rainwater harvesting system" is a function of the variable “water use”. As a result of this investigation, a 54% supply was calculation in toilet discharge activities, irrigation of green areas and general cleaning of the facilities, activities that do not require the use of drinking water, supplied by two storage tanks of 120 m³ and 180 m³ using a total catchment area of 3316.94 m², for a university population of 4503 people corresponding to the Faculty of Engineering of the Universidad Peruana Los Andes.

Keywords: Rainwater Collection, Rainwater Collection System, Rainfall, Water Use

INTRODUCCION

La presente tesis titulada "Aprovechamiento hídrico y sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo " estableció la relación que existe entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la facultad de ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, así como también caracterizó e identificó los beneficios de aprovechar el agua pluvial (lluvia) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes a través de sus techos, las cuales existen techos con cubiertas (en su mayoría planchas de policarbonato) y techos de losa de concreto.

La tesis fue desarrollada a través de las dimensiones de las variables de tal forma que para la variable "aprovechamiento hídrico" se tiene la dimensión "oferta" con la que se obtuvo mediante los registros de precipitaciones, del mismo modo para la dimensión "demanda" se obtuvo a través de los registros estadísticos del personal general (estudiantes , docentes , personal administrativo y de servicio) de la Facultad de Ingeniería de la UPLA con sus respectivas dotaciones en el abastecimiento de riego de jardines, descargas de inodoros y limpieza de las instalaciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones, para la dimensión "calidad" se recolectó una muestra para su análisis y se comparó los resultados con los Límites Máximos Permisibles (Lmps). Por otro lado, para la variable "sistema de captación de agua pluvial" se tiene la dimensión "captación" con la que se determinó las áreas de captación que son los techos de los pabellones de la Facultad de Ingeniería, para la dimensión "almacenamiento" se recurrió a fórmulas matemáticas que determinaron el volumen necesario a almacenar.

Teniendo el desarrollo de las dimensiones y variables se procedió a calcular el porcentaje de abastecimiento cubierto para actividades que no requieran del uso de agua potable, finalizando con la determinación de la relación que existe entre la variable "aprovechamiento hídrico" y las dimensiones de la variable "sistema de captación de agua pluvial".

Para la comprensión a detalle del desarrollo de esta investigación se realizó de acuerdo a los siguientes capítulos:

Capítulo I denominado “El problema de investigación”, corresponde al desarrollo del planteamiento y formulación del problema de investigación, donde se describe la realidad problemática y su formulación en pregunta, así como también la justificación, las delimitaciones que tiene la investigación, finalmente la determinación de los objetivos que se quiere alcanzar con la investigación.

Capítulo II denominado “Marco teórico”, comprende el sustento teórico en base a los antecedentes, el marco conceptual, la definición de términos, la formulación de las hipótesis y variables de la investigación.

Capítulo III denominado “Metodología”, corresponde a la identificación de la investigación clasificándola según el método, tipo, nivel y diseño de la investigación. Así como también la determinación de la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procesamiento de la información, las técnicas y análisis de los datos.

Capítulo IV denominado “Resultados”, corresponde al desarrollo de los resultados donde se detallan y se presentan en forma de tablas y gráficos los resultados obtenidos durante el proceso de la investigación. Siendo la parte fundamental para la toma de decisiones y contrastación de las hipótesis.

Capítulo V denominado “Discusión de resultados”, se desarrolló la discusión de los resultados obtenidos en base a los resultados y puntos de vista de otras investigaciones, siendo la etapa en la que se tenga con precisión las conclusiones.

Finalmente se desarrolla las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos como parte de la investigación desarrollada.

Bach. Ruiz Mendoza, Alfred Russel

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Planteamiento del problema

Gran parte del territorio del mundo es agua, a pesar de ello muchos países sufren un desabastecimiento de agua y pérdidas de fuentes hídricas a nivel global debido a eventos que producen alteraciones climáticas que ocasionan problemas sociales como ambientales durante estos últimos años. Muchos de estos problemas son causados por el hombre que al satisfacer sus necesidades involucran e intervienen en el uso de recursos, tales como el agua que con el transcurso del tiempo se va agotando y contaminando cada vez más, simplemente por el hecho de no tener una conciencia en el aprovechamiento hídrico. El aprovechamiento de agua de lluvia era una tradición milenaria que durante el paso del tiempo de épocas y culturas se fue abandonando y perdiendo debido al progreso en los sistemas actuales de abastecimiento de agua que hoy conocemos. Países como Alemania, Inglaterra, Estados Unidos y Canadá incorporan en sus edificaciones un sistema de captación de agua de lluvia, representando un ahorro del 15% hasta el 50% del agua utilizada, además de los incentivos en los impuestos por promover el aprovechamiento hídrico según la estadística del agua de la Comisión Nacional del Agua de México (2010).

En América Latina países como México y Brasil realizan instalaciones de sistemas de captación de agua pluvial que son utilizadas en actividades en las que no necesita ser potable. Esta práctica aparte de ser una alternativa de aprovechamiento también genera un ahorro en el consumo del agua, donde se ven beneficiadas económicamente instituciones o

entidades que empleen estas prácticas de aprovechamiento hídrico. En el Perú solo se posee el 1,89% del agua en el mundo de acuerdo a la Autoridad Nacional del Agua (2013) y que a pesar de ser considerados dentro de los 20 países más ricos con respecto a la oferta hídrica, el año 2025 se experimentará un severo estrés hídrico, según Guevara (2018), miembro del grupo de investigación en derecho ambiental de la PUCP la cual no está lejos de la realidad ya que actualmente la demanda del agua no es satisfecha en su totalidad por la población. En zonas rurales y alejadas, generalmente no cuentan con el servicio de agua potable, debido a problemas en su gestión, tecnologías y otras, por lo que recurren a prácticas de captar el agua de lluvia para su aprovechamiento como alternativa ante su necesidad. Así aprovechando de manera obligatoria la disponibilidad del agua de lluvia para realizar de forma normal sus actividades cotidianas.

En la provincia de Huancayo específicamente en la Universidad Peruana Los Andes, al ser una casa superior de estudios demanda una gran cantidad de agua potable en actividades de limpieza en general y en el riego de áreas verdes, desaprovechando una fuente como lo es el agua pluvial (lluvia). La facultad de Ingeniería cuenta con cuatro pabellones en los que la mayoría de las áreas de los techos están habilitadas con un sistema de canaletas, otros cuentan con techos de losa de concreto que tienen como fin la evacuación del agua pluvial hacia el drenaje, conformado por un canal existente que deriva todas las aguas hacia un recolector público, desperdiciando la oportunidad de captar y recolectar el agua pluvial para su disposición en actividades que no requieran del agua potable. Por otro lado, la captación de agua pluvial, propone ser una alternativa tanto económica como social al promover un incentivo al aprovechamiento del agua de lluvia como fuente alterna de abastecimiento, ya que con ello se optaría por ser una institución sustentable a través de un sistema de captación de agua de lluvia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes con la que contribuya con el desarrollo de la región Junín.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la relación entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la relación entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo?
- b) ¿Cuál es la relación entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación social o práctica

Esta investigación se realizó ante la necesidad de optar por técnicas dedicadas al aprovechamiento hídrico proveniente de las lluvias, enfocada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes como resultado de la presentación de un proyecto ganador en la Feria Tecnológica de Talleres Técnicos FIUPLA-2017-II denominado “Captación de Aguas Meteorológicas en Huancayo” con la que busca contribuir a través de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes el incentivo de aprovechar el agua de lluvia frente a la región Junín.

1.3.2 Justificación metodológica

La presente investigación propone una metodología para la determinación de las dimensiones de la variable aprovechamiento hídrico en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes considerando la oferta hídrica obtenida por un registro pluvial , la demanda de acuerdo a la cantidad de beneficiarios que se encuentran involucrados

en la investigación y la calidad del agua de lluvia a través de los ensayos de calidad, siendo los resultados demostrados podrán ser utilizados en investigaciones aplicadas a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes así como también la metodología en zonas o instituciones en las que el agua potable es escasa o que se pretenda adoptar alternativas de aprovechamiento hídrico.

1.3.3 Justificación ambiental

Esta investigación propone el aprovechamiento del agua de lluvia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, así como también contribuye a la conservación y uso racional del agua potable, significando un cambio de actitud ante los problemas ambientales generados mundialmente que aquejan a todo nuestro entorno por la falta de concientización en el aprovechamiento de nuestros recursos.

1.3.4 Justificación económica

Esta investigación trata de optar por técnicas de captar el agua de lluvia para su aprovechamiento, las cuales también conllevan a un ahorro significativo, ya que el agua potable caracterizado por ser un servicio en la que se genera gastos económicos sea remplazado en un porcentaje por el agua de lluvia, representando así una disminución considerable, teniendo en cuenta la cantidad de agua potable que consume una institución educativa superior como lo es la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

1.4 Delimitación del problema

1.4.1 Delimitación espacial

La delimitación espacial o geográfica de esta investigación se determinó de la siguiente manera: para la obtención de datos de capacidad hidrológica se realizará el estudio de la subcuenca del Shullcas. Para la obtención de datos de oferta y demanda hídrica pluvial se desarrollará en la región Junín, en la ciudad de Huancayo, específicamente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, sitio donde se obtiene

información estadística interna para ser procesada en el desarrollo de las dimensiones de las variables.

1.4.2 Delimitación temporal

La presente investigación recopila datos estadísticos de precipitaciones desde 10 años antes a partir del 2018 de la estación meteorológica Santa Ana por considerar ser un periodo que permita realizar el análisis correspondiente para la determinación de la oferta pluvial. Sin embargo, la tesis fue desarrollada para el año 2019.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Establecer la relación entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Establecer la relación entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo.
- b) Establecer la relación entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo.

CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

García (2013), en su investigación: *“Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica”* de la Universidad Nacional Autónoma de México para optar el grado de Magister en Ingeniería; desarrolló en su investigación como objetivo general: *“Cuantificar y caracterizar el agua de lluvia en el edificio de la Secretaria de Postgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería; para determinar la factibilidad de captación de agua pluvial para su aprovechamiento, a partir de un análisis químico que indica el grado de contaminación que ésta presenta”*. Con respecto a la metodología, García (2013), realizó la toma de 13 muestras durante los tres primeros meses, a través de las bajantes de agua pluvial habilitadas en el edificio, las que fueron recolectadas y analizadas fisicoquímicas y microbiológicamente, para luego realizar el balance hídrico mediante la comparación de volúmenes de ingreso calculados con las precipitaciones y volúmenes de salida obtenidos por la demanda de la cantidad de usuarios. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- El sistema de captación de agua de lluvia sustituyó el 40% de agua total demandada para el mes de julio significando ahorro en la facturación de los próximos meses.
- De acuerdo a los resultados del análisis del agua de lluvia se observó dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre emitidos por la atmosfera.

- La caracterización del agua captada puede ser utilizada en actividades que no requieran un consumo directo del ser humano.
- La captación de agua de lluvia es una fuente alterna para el abastecimiento en épocas de lluvia donde el suministro de agua no es continuo o accesible, y en aquellas edificaciones que pretendan la sustentabilidad.

Esta investigación aborda la caracterización del agua de lluvia de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos necesarios para la determinación de su calidad, las cuales aporta a la tesis como indicadores de la dimensión calidad.

Feijo y Perea (2014), realizó la investigación: *“Aprovechamiento de agua de lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable en la Universidad Del Valle Sede Meléndez”* de la Universidad del Valle en Colombia para optar el grado de Ingeniero Civil, su investigación tuvo como objetivo general: *“Diseñar un proyecto para el aprovechamiento de aguas de lluvia a nivel piloto en el Campus de la Universidad del Valle, sede Meléndez, con énfasis en consumos que no requieran de agua potable”*. Como metodología, Feijo y Perea (2014), determinaron los usos posibles que pueda abastecer el agua de lluvia, para luego determinar la demanda de agua a través de la población universitaria.

Luego se realizó el cálculo de la oferta de agua de lluvia a través de los registros de precipitación durante los últimos 15 años contados desde la publicación de esta investigación, estimando la oferta en relación al área de captación del centro de estudios. Obtenido la oferta y la demanda se definieron los usos que reemplazaría el agua de lluvia para luego diseñar el sistema que abastezca al Campus de la Universidad del Valle. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- El 48.98% de la demanda de agua en el Campus de la Universidad del Valle está constituida por la descarga de sanitarios, lavado de pisos y riego de áreas verdes, actividades que no requieren de agua potable.
- El agua captada no es apta para consumo humano directo, requiere de tratamiento previo y un mayor análisis para su consumo.

- Los meses con mayor potencial de captación de agua de lluvia son los meses de abril, mayo, octubre y noviembre con precipitaciones entre 149mm y 209mm.
- El reservorio destinado para almacenar el agua de lluvia debe tener un volumen mínimo de 32130 m³ para satisfacer la demanda durante los 12 meses, que de acuerdo a la dimensión y el costo de ejecución solo será con fines académicos.

Esta investigación aporta en información y el desarrollo en referencia a las dimensiones propuestas de oferta y demanda de agua de lluvia.

Guzmán (2014), en su investigación: *“Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas habitación.”* de la Universidad Tecnológica de la Mixteca en México para optar el grado de Ingeniero en Diseño, presentó como objetivo general: *“Proponer un sistema de captación de aguas pluviales en casas-habitación como medida correctiva y diseñar la propuesta de un sistema integral de captación”*. La metodología que planteó, Guzmán (2014), consistió en recolectar toda la información sobre el tema previamente detectada la problemática de desabastecimiento en las comunidades en estudio. Se propuso un sistema de captación y almacenamiento de acuerdo a cada característica de las viviendas de cada comunidad. Para luego realizar el análisis de las precipitaciones determinando el volumen de agua en función al sistema propuesto anteriormente. Posterior a ello se realizó la propuesta para realizar un filtro que ayude y optimice la conducción del agua pluvial hacia las disposiciones que la comunidad crean convenientes para el desarrollo de sus actividades.

Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- En la comunidad de Francisco I el agua es abundante donde se dispone a captar y almacenar el agua para usarla en los meses de poca precipitación.
- La comunidad de Santo Domingo Yanhuitlan, tiene la precipitación baja, pero con mayor cobertura de captación la cual se priorizó almacenar la mayor cantidad de agua posible. Determinando la relación a mayor área de captación, mayor la cantidad de agua

captada.

- Se propuso la construcción de tanques de concreto armado para el sistema, como también tanques de 450 litros hasta los 2500 litros, que varía de acuerdo a la disposición económica. La propuesta del tanque de concreto armado se debe a que la capacidad de almacenamiento la definen los propios usuarios de acuerdo a la disponibilidad para su realización.

Esta investigación aborda los conceptos y componentes en el diseño del sistema de captación de agua pluvial y el tanque de almacenamiento, por lo que sirve de guía para la propuesta, así como el desarrollo de sus dimensiones.

Castaño y Henao (2016), en su investigación: *“Gestión ambiental universitaria a partir del aprovechamiento de agua pluvial, caso de estudio, Universidad Tecnológica de Pereira”* de la Universidad Tecnológica de Pereira en Colombia para obtener el grado de Administrador Ambiental, su investigación tuvo como objetivo general: *“Evaluar el aprovechamiento potencial de aguas de lluvias en el campus de la Universidad Tecnológica de Pereira”*. Como metodología, Castaño y Henao (2016), realizaron la selección del edificio en estudio, teniendo en consideración la mayor área de todas. La investigación se basó en datos obtenidos de fuentes primarias y secundarias en el Campus de la Universidad Tecnológica de Pereira, tanto como los datos de precipitación brindados por la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risalda, como la determinación de la demanda a través de información otorgada por la Vicerrectoría Académica acerca del personal en conjunto. La información fue procesada estadísticamente para modelar la oferta de agua de lluvia y simular diferentes situaciones con valores máximos, mínimos y medios diarios, mensuales y anuales. Así como también la utilización de Google Earth Pro para el acercamiento a las instalaciones de los edificios y medir las áreas correspondientes. Teniendo datos de oferta y demanda se realiza un balance hídrico para la modelación de los tanques de almacenamiento para el aprovechamiento pluvial. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La investigación resultó viable ya que las precipitaciones de la zona y la superficie de captación logró abastecer instalaciones sanitarias, con la que se ahorró el uso de agua potable, así como la reducción considerable económicamente.
- Los sistemas de aprovechamiento de agua pluvial son una alternativa viable en centros educativos para el empleo de agua no potable en actividades que no se requiera de una buena calidad, ya que representa un ahorro considerable, por su fácil implementación y bajo impacto ambiental.

Esta investigación aporta con el desarrollo de las variables, dimensiones y su relación con el Sistema de Captación Pluvial.

Ortiz y Velandia (2017), en su investigación: " *Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia a partir de un modelo físico de recolección de agua*" de la Universidad Católica De Colombia para la obtención del grado de Ingeniero Civil, planteó como objetivo general: " *Analizar a partir de la construcción de un modelo físico el agua de lluvia captada en el edificio R sede el Claustro de la Universidad Católica de Colombia para recolección y distribución de agua lluvia*". Como metodología, Ortiz y Velandia (2017), realizaron el cálculo del área de recolección de agua pluvial, luego procedieron a registrar durante 30 días la duración de las lluvias y su capacidad en litros para determinar el volumen total por mes. Realizaron la construcción de una estructura con una canastilla tipo Aquacell con el objetivo de filtrar el agua de lluvia y realizar el análisis de sus propiedades físicas y químicas de las muestras. Posterior a ello se realizó la estimación del volumen requerido para el abastecimiento (demanda), luego se hizo la relación con respecto a la oferta acumulada por mes para determinar el volumen a almacenar. Luego se determinó el coeficiente de potencial de ahorro con el que se obtuvo la cantidad de agua potable que se ahorró. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La investigación concluyó que el modelo creado de recolección y filtrado de agua de lluvia serán utilizadas para actividades de descarga de inodoros y servicios de aseo de instalaciones y riego.

- El filtro propuesto en el sistema mejora las características del agua con las que llegan, debido al sistema de rejillas que cuenta la canastilla tipo Aquacell.
- La recolección no satisface el volumen total demandado ya que el área de recolección es pequeña en consideración a la necesidad requerida, sin embargo, con las condiciones in situ, el potencial de ahorro representa un 15.8% de los 78m³ consumidos en un mes.

Esta investigación confirma la importancia de determinar las dimensiones de Oferta y Demanda con las que se determinaron el aprovechamiento del agua de lluvia a través de un sistema de captación, por tal manera su viabilidad se sustenta en cualquier tipo de edificación.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Cruz (2014), en su investigación: *“Evaluación del potencial del aprovechamiento del agua de lluvia en la Facultad de Ecología-UNSM-T,, Moyobamba- San Martin- 2014”* de la Universidad Nacional de San Martin- Moyobamba-Perú, para la obtención del grado de Ingeniero Ambiental, presentó como objetivo general: *“Evaluar el potencial de aprovechamiento del agua de lluvia como alternativa de ahorro de agua potable, en la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto”*. Con respecto a la metodología, Cruz (2014), estableció 82.64m² de área para su investigación, con la que inició con la recopilación de información acerca de la oferta y demanda de la Facultad de Ecología, para luego delimitar el área de estudio o de aprovechamiento. También se realizó una encuesta antes y después del proyecto para determinar el grado de satisfacción de la población estudiantil. Teniendo los datos necesarios se realizó la sistematización de los resultados, el análisis y discusión de los resultados, para la elaboración de las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La investigación concluye que se tiene un potencial de ahorro de 71.53% para el año proyectado y 11.40% en los meses evaluados.
- La Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martin efectuó un ahorro del 15% en el costo del servicio de agua potable por

mes.

- Los proyectos de aprovechamiento pluvial ayudan a limitar la erosión del suelo, posibles inundaciones, etc.

Dicha investigación aporta en la obtención del potencial de ahorro del agua potable en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes como también en el desarrollo del análisis de las variables y dimensiones.

Aranda (2015), en su investigación: *"Diseño del sistema de captación de agua pluvial en techos como alternativa para el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo 2014"* de la Universidad Nacional Del Centro Del Perú- Huancayo, para la obtención del grado de Ingeniero Civil presentó como objetivo general: *"Determinar el grado de influencia de la implementación del sistema de captación de agua pluvial en techos, en el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo, 2014"*. Como metodología, Aranda (2015), estableció como población y muestra los Techos de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Esta investigación se realizó con la revisión previa del marco teórico, en base de datos reales se recolectó datos estadísticos de la cantidad de estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicio por intermedio de la Oficina General de Planificación, Oficina de Estadística U.N.C.P. con las que se determinó la demanda de agua a cubrir con el agua de lluvia. También se realizó el análisis de datos pluviométricos que determinaron la oferta hídrica. Con ello se procedió a realizar el diseño del sistema en las que se tomaron en cuenta la elección de alternativas, materiales, tecnologías, dimensionamiento, análisis costo-beneficio y el cálculo del potencial de ahorro. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La investigación concluye que es técnicamente viable hacer uso eficiente de agua pluvial dentro de las Instituciones Educativas, puesto que se logra abastecer en un 48% de la demanda siendo necesario suplir 52% con agua potable en la Universidad Nacional del Centro del Perú.
- El diseño del sistema está considerado para condiciones hidrológicas

en las que se realizó la investigación por lo que este sujeto a variaciones si las condiciones cambien. Esta investigación consiste en únicamente en el desarrollo de la ingeniería conceptual de un sistema de aprovechamiento de aguas de lluvia, por lo que no se tiene detalles de su instalación y construcción a fin de tener como antecedente para futuras investigaciones.

Esta investigación desarrolla la aplicación del sistema de captación de agua pluvial a nivel conceptual, determinando su viabilidad para una posterior ejecución, la cual aporta como sustento en el desarrollo de la tesis.

Grandez (2015), en su investigación: *"Aprovechamiento de agua de lluvia, para optimizar el uso de agua potable residencial"* de la Universidad Nacional De Ingeniería-Lima-Perú, para la obtención del grado de Magister en Tecnologías de la Construcción, presentó como objetivo general: *"Proponer un modelo de gestión y condiciones adecuadas que hagan viable la implementación de una red de agua para usos domésticos, alimentada por la captación de lluvias en regiones de importante precipitación pluvial, con la finalidad de optimizar el uso del agua potable."* La metodología que planteó, Rodríguez (2015), consistió en realizar el cálculo de volúmenes disponibles de agua de lluvia en la zona estudiada por medio del análisis de datos pluviométricos. Así como también el estudio de demanda. Luego se realizó el balance hidrológico que determina el volumen necesario de almacenamiento. Por otro lado se realizó la simulación de áreas de captación de 1.870 m² , 2.150 m² y 2,590 m² para evaluar el volumen de agua ahorrado con el aprovechamiento de agua de lluvia para la estimación del presupuesto en la construcción del sistema. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de la investigación tuvo la finalidad de optimizar el uso de agua potable, llegando a establecer que un sistema con un área de captación de 2,150 m² provisto de una cisterna de almacenamiento de agua pluvial de 10 m³ permite un ahorro anual de 1,232 m³ lo que representa S/.3,400 al año.

- La precipitación pluvial de la Ciudad de Tarapoto permite la cosecha de agua equivalente a un metro cubico por metro cuadrado, pero debido a la irregularidad de lluvias tendría que utilizarse un sistema mixto, es decir alimentado también por agua de la red pública.
- La utilización de agua de lluvia se da en actividades donde no se requiera utilizar necesariamente agua potable. Esta propuesta busca generar las condiciones que hagan viable la implementación de una red de agua, alimentada por aguas pluviales; para ello es necesario que, en las nuevas edificaciones que se construyan en zonas de intensa precipitación pluvial sea obligatorio considerar sistemas para recolectar, almacenar y distribuir agua de lluvia.

Esta investigación aporta en la metodología de procesamiento de datos de la dimensión demanda y oferta pluvial, así como también los criterios para determinar la viabilidad de la investigación.

Chalco (2016), en su investigación: *“Evaluación, análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Molino - Juli”* de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno-Perú, para optar por el grado de Ingeniero Agrícola, presentó como objetivo principal: *“Evaluar la cobertura de las viviendas y proponer un diseño de captación del agua de lluvia para el consumo doméstico, en las viviendas rurales en Molino – Juli”*. Como metodología, Chalco (2016), realizó el diagnóstico de la comunidad perteneciente a Molino-Puno referente al sistema de saneamiento, aspecto socioeconómico, social e institucional para determinar la demanda, así como también las condiciones de las coberturas de las viviendas que sirvieron como áreas de captación. Se realizó la obtención de información meteorológica para determinar la cantidad de agua de lluvia para el diseño del sistema de captación. Luego obteniendo la oferta y demanda se realizó el análisis para el almacenamiento del agua. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La demanda per cápita por persona es de 50 Lit/hab/día. Para abastecer se requiere de una cobertura de techo de calamina

galvanizada de 25.29 m², para recolectar 18.25m³ agua/persona/año.

- La oferta de precipitación pluvial, en el punto de captación, es de 721.44 mm/año. Por 1 m² se capta 1 litro de agua y por 721.44mm se capta 721.44 litros de agua.
- Según el diseño de captación se ha determinado que la sección transversal de la canaleta es de 86 cm², con una base de 0.08 m, con una pendiente de 0.006 m. El volumen de la cisterna para acumular el agua es de 73 m³; se ha descontado al volumen total 24.2 m³, teniendo en cuenta el consumo de agua de diciembre a marzo, en consecuencia, se ha propuesto diseñar una cisterna de 50.5 m³.

Esta investigación aporta dándole un énfasis en el desarrollo de los componentes de un Sistema de Captación Pluvial, así como también la relación entre la oferta y demanda con las dimensiones del sistema de captación.

León (2016), en su investigación: *“Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales”* de la Pontificia Universidad Católica del Perú-Lima, para optar por el grado de Ingeniero Civil, presentó como objetivo principal: *“Analizar la conveniencia de utilizar un medio alternativo de abastecimiento de agua para zonas residenciales basado en la captación de aguas pluviales para ser usadas directamente en las viviendas”*. Como metodología, León (2016), realizó la revisión bibliográfica de los antecedentes históricos que utilicen sistemas de captación pluvial, confirmando la idea de que es factible realizarlo en cualquier zona con precipitaciones disponibles y aceptables. Se realizó el análisis de las condiciones de la ciudad que podrían afectar el sistema de captación pluvial. Asu vez se realizó el estudio de cuencas con el programa ArcGis, también se realizó el tratamiento y análisis de los datos de precipitaciones de la zona obtenidos por SENAMHI, se realizó el análisis de las dotaciones de las familias para la determinación de la demanda hídrica, para el posterior diseño del sistema de captación y distribución, así como los cálculos para definir el

volumen del tanque de almacenamiento. Por otro lado se realizó el análisis de costos de inversión que pretende la implementación del sistema de captación pluvial. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- Con el estudio, queda demostrado que estos sistemas realmente funcionan en lugares donde las personas pueden abastecerse completamente con agua de lluvia. El sistema puede resultar mucho más factible económicamente, en donde el abastecimiento de agua a través del sistema convencional de aguas superficiales sea más dificultoso, y por consiguiente más caro.
- Se utilizó un área de captación muy pequeña (46m²) en comparación con el área disponible en el terreno (112m²), por lo que se concluye que se puede obtener una mayor cantidad de agua de lluvia con una mayor área de captación.

Esta investigación aporta con la metodología empleada para el desarrollo de las variables de la tesis, así como también las dimensiones y posibles resultados.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Aprovechamiento del agua

El agua es un recurso fundamental para el desarrollo de la subsistencia terrestre, es considerada como el mayor elemento en la Tierra debido a que las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por agua, (León, 2016). Ni que decir de los beneficios que aporta a toda forma de vida ya que aproximadamente entre un 60 % y 70 % del organismo está constituido por dicho líquido elemento.

“La importancia del recurso agua en la vida del hombre es fundamental, pues este elemento es la base de su existencia, sin este recurso en cantidad y calidad adecuada, la vida de todo ser viviente sufriría primero un grave deterioro y si dicha carencia continua con el tiempo, rápidamente se extingue la vida del ser viviente; por lo que se hace importante hacer uso racional y eficiente de este recurso”. (Grandez, 2015, p.9)

“Agua potable es el agua de superficie tratada y el agua no tratada, pero sin contaminación que proviene de manantiales naturales, pozos y otras fuentes. Sin agua potable, la gente no puede llevar una vida sana y productiva. Abundar en el tema de la calidad del agua se torna todavía más complejo, si entendemos que diariamente alrededor de cinco mil personas mueren en el planeta a causa de una enfermedad de origen hídrico y que, de éstas, el 90% son niños afectados por la tifoidea, paratifoidea, disentería, gastroenteritis y el cólera”. (Rodríguez, 2001, p.2)

2.2.1.1 Demanda actual y futura del agua

Los cambios ambientales que se registran en el planeta son ocasionados principalmente por la actividad humana, estos cambios drásticos cada vez más se vuelven preocupantes y alarmantes, ya que no solo los recursos van disminuyendo, sino que también se originan grandes desastres naturales que azotan sin ningún reparo a ciudades y naciones como consecuencia del uso indiscriminado de los recursos naturales.

De acuerdo a Grandez (2015), en el siglo XX ocurre un crecimiento poblacional mundial a lo que a su vez representa una mayor demanda de agua, puesto que las industrias y el uso doméstico sumasen mayores requerimientos en su aprovechamiento determinándose que en los años 1900 a 2000 la población crezca 3.7 veces y la demanda de agua se sextuple.

“El concepto "cultura del agua" se relaciona con la cantidad de información y los conocimientos que uno tiene sobre el recurso, porque sólo así uno toma conciencia sobre la realidad del agua en el mundo y sobre el verdadero problema que enfrentamos como humanidad”. (Rodríguez, 2001, p.2)

De todo ello se desprende que la disponibilidad de los recursos hídricos no es la misma en proporción a los diferentes continentes, y más aún el agua dulce al ser un recurso escaso, el acceso se convierte en un

origen problemático que a nivel de países es un tema pendiente y compleja que hasta la fecha actual sigue siendo un problema de sustentabilidad hídrica.

Tabla 1. Relación entre el volumen de agua y el número de habitantes

Regiones	Agua (%)	Habitantes (%)
Asia	36	60
África	11	12
América del Norte y Central	15	8
América del Sur	26	6
Australia	4	1
Europa	8	13

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 2014

De acuerdo a un informe emitido por la ONU , la mitad de la población total vive actualmente en ciudades , pero que dentro de dos décadas ,aproximadamente un 60% de la población habitará en núcleos urbanos , que son edificaciones constituidos por varias viviendas situados dentro del mismo, Siendo los países en vías de desarrollo los más perjudicados ya que se estima unos 5 millones de habitantes al mes , lo que reduciría el suministro de agua conllevando a una sobreexplotación de las fuentes hídricas.

Además, las cifras presentadas del volumen de agua total en el planeta no representan necesariamente la cantidad de extracción, sino que por el contrario todo ello se reduce debido a la degradación en su calidad, es decir aguas contaminadas. “El agua disponible tiene tres usos principales: la industria, la agricultura y el doméstico, según la UNESCO, el 70% de la extracción de agua dulce se destina a la agricultura; la industria

el 22% y uso doméstico un 8%” (Grandez, 2015, p.5).

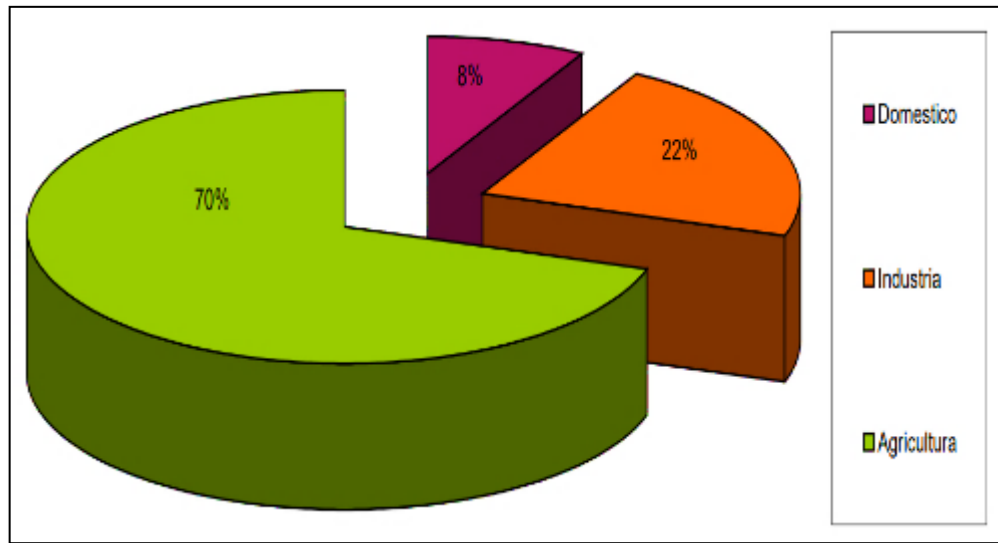


Gráfico 1. Usos del agua en el mundo
Fuente: Grandez, 2015

El gráfico 1 representa en porcentajes el uso que se le da al agua de acuerdo al sector. Por ejemplo, el sector con más demanda y uso de agua es la agricultura, por tal motivo debería de adoptarse técnicas en el ahorro de agua para este sector.

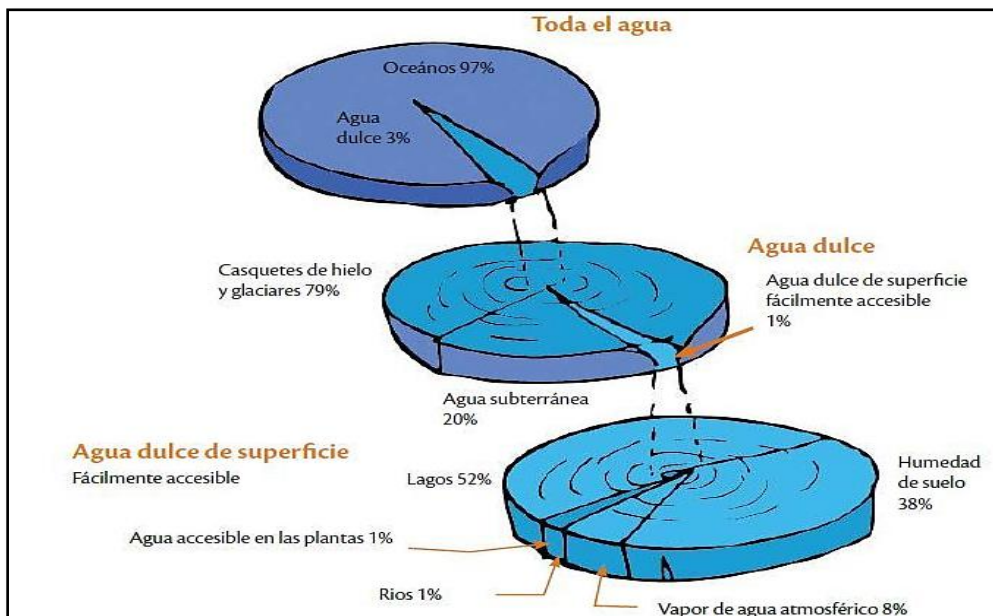


Figura 1. Distribución del agua
Fuente: Villanueva, 2011

Según (Villanueva, 2001), citado por (Cruz, 2014, p.10) “la superficie de la tierra está constituida por los océanos y los mares que cubren las tres cuartas partes de la superficie terrestre. Su volumen total supone el 97% del agua total, mientras que las aguas dulces apenas llegan al 3 %”.

En resumen, se aprecia que el porcentaje de agua dulce es poca a comparación del agua salada, también se evidencia que ha aumentado notablemente el consumo del agua en el mundo, por tal motivo la disponibilidad de los recursos renovables de agua ha decrecido y continuara haciéndolo ante los ojos inconscientes de la humanidad. Actualmente en el país en regiones de la costa, sierra y selva, lamentablemente se viene acortando la disponibilidad del agua, hecho que preocupa a la población ya que el servicio del agua que recibimos es pagado por cada usuario. Solo imaginemos dentro de unos años más, cuánto costará obtener un poco de agua.

Tabla 2. *Tipos de agua y su distribución en el mundo*

Localización	% de agua total	Tipo de agua
Mares y océanos	96.5	salada
Casquetes y glaciares polares	1.74	dulce
Agua subterránea salada	0.94	salada
Agua subterránea dulce	0.76	dulce
Glaciares continentales	0.022	dulce
Lagos de agua dulce	0.007	dulce
Lagos de agua salada	0.006	salada
Humedad del suelo	0.001	dulce
Atmosfera	0.001	dulce
Embalses	0.0008	dulce
Ríos	0.0002	dulce
Agua biológica	0.0001	dulce

Fuente: Marín, 2015

2.2.1.1.1 Demanda y necesidad de conservación

De acuerdo a León (2016), en la sociedad actual se vive una época de necesidad de conservar el medio ambiente. Por años no se ha tomado en cuenta el daño masivo al planeta debido a la extracción indiscriminada de recursos naturales entre ellos el agua, sin tener claro que los recursos no se estaban renovando al mismo ritmo en el que se estaba consumiendo.

Esta realidad actualmente se viene dando una ligera importancia en lo que concierne en aportar al cuidado y conservación del medio ambiente, pero que lamentablemente resulta ser difícil ya que los seres humanos se han acostumbrado a un ritmo de vida bajo algunas rutinas y comodidades que no están dispuestos a cambiar llegando a afectar recursos que ya son considerados poco renovables como el agua. Gleeson et al. (2012) estiman que el 20% de los acuíferos mundiales están siendo sobreexplotados.

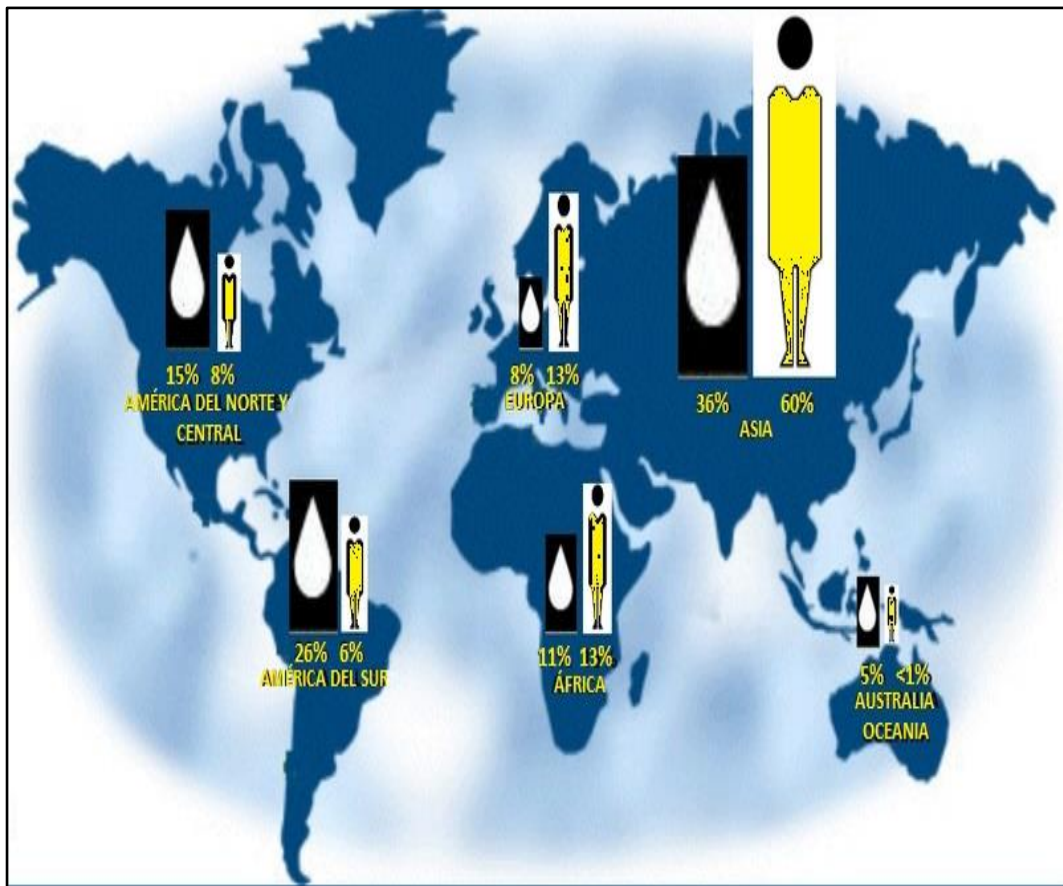


Figura 2. Disponibilidad de recursos hídricos en el mundo
Fuente: UNESCO, 2015

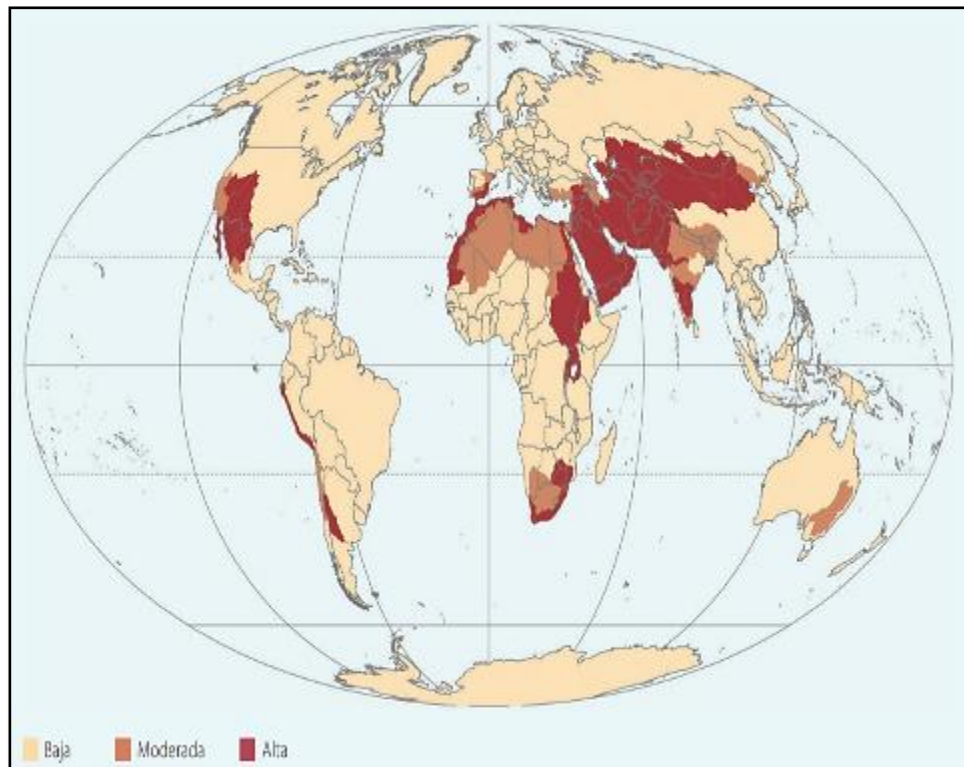


Figura 3. *Distribución mundial de escases de agua*

Fuente: FAO, 2011

Según la (FAO, 1995), citado por (Rodríguez, 2001, p.45), sostiene que:

“Si tan solo la definimos de forma física, la escasez de agua se asocia a la insuficiente disponibilidad de este recurso para satisfacer la demanda. Muchos hidrólogos suelen evaluar la escasez de agua en volumen disponible de agua dulce por habitante. El agua es un recurso muy complejo, puesto que es difícil de identificar y medir, al ser un recurso fugitivo que fluye, se evapora, se filtra y se condensa. El agua no es un recurso estático como la tierra, sino que cíclico, sufre importantes cambios en el tiempo y en el espacio, así como variaciones de calidad. Todo ello en su conjunto es lo que la población y los ecosistemas valoran. A partir de los diferentes estados del agua se establecen las bases de la economía de mercado y los derechos de propiedad sobre ella”.

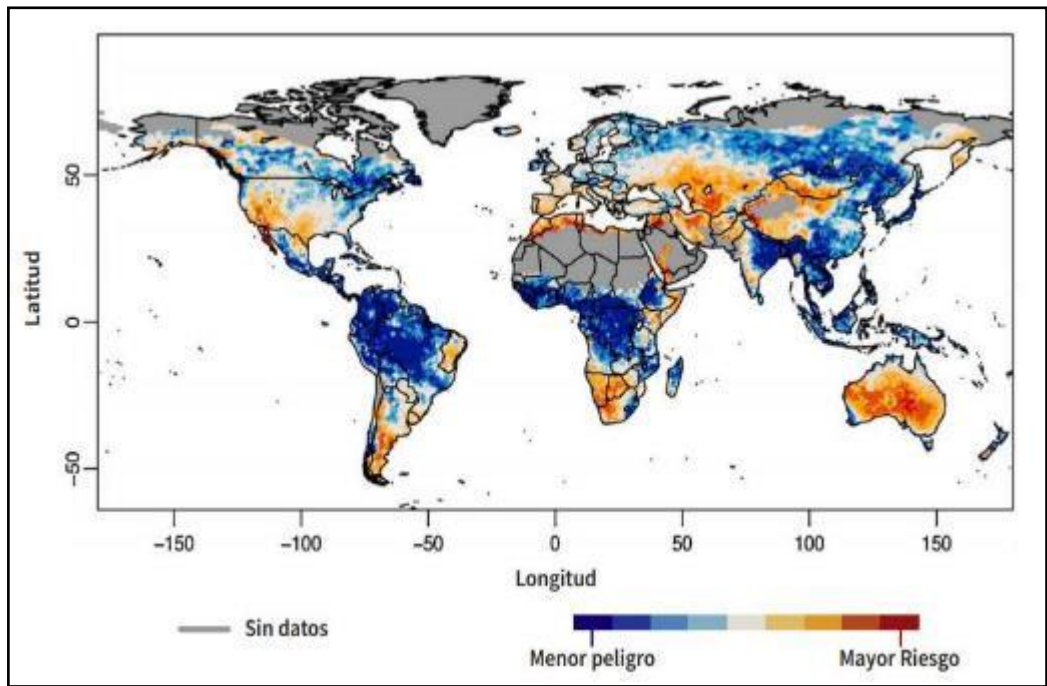


Figura 4. Mapa global de peligro de sequia

Fuente: Informe Mundial de Las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los recursos Hídricos, 2018.

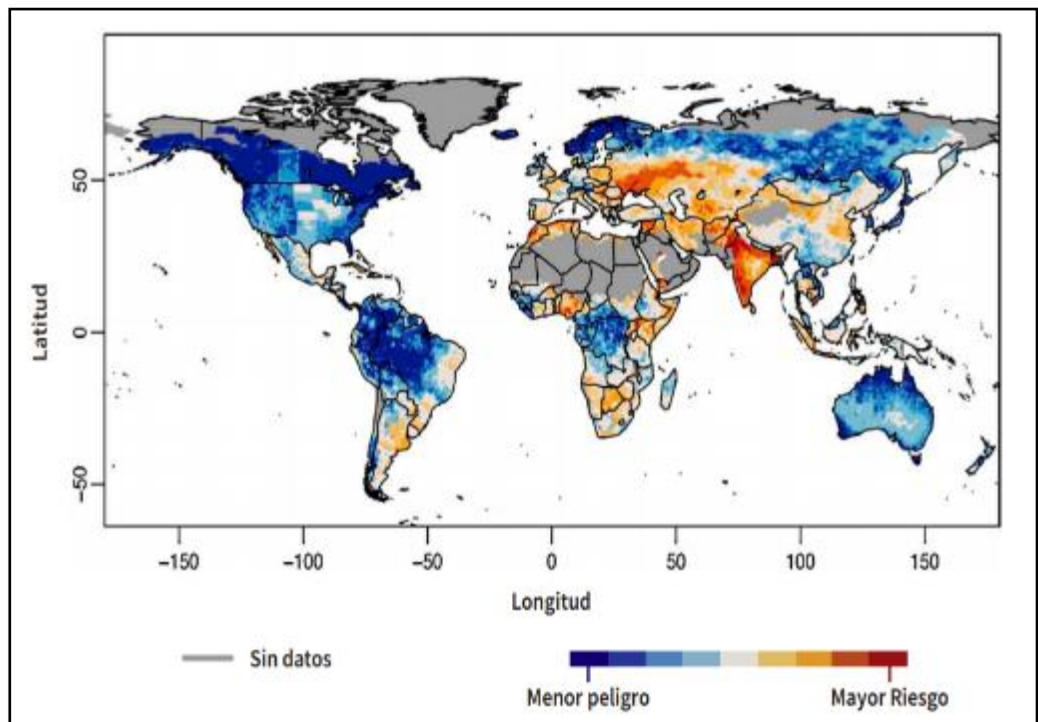


Figura 5. Mapa global de riesgo de sequia

Fuente: Informe Mundial de Las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los recursos Hídricos, 2018.

Por todo lo expuesto, no cabe duda de la importancia en aprovechar el recurso hídrico, ya que talvez muy pronto el recurso que alguna vez fue renovable ya no sea considerado como tal, por el uso indiscriminado que se le da. El tema de aprovechar el recurso hídrico es un tema principal de la presente tesis, con la que se pretende cooperar en la concientización sobre este vital recurso.

2.2.1.1.2 Demanda de diseño

Grandez (2015) hace mención que para determinar la demanda debemos precisar la población beneficiaria y la dotación por cada usuario ya que con ello se podrá determinar la cantidad de agua a abastecer. Una vez determinada la dotación por usuario se deberá realizar un análisis mensual de la cantidad de agua a abastecer para la cual se podrá obtener mediante la siguiente ecuación:

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000} \quad (1)$$

Donde:

Nu : Número de Usuarios

Nd : Número de días del mes analizado

Dot : Dotación en lt/persona/día

Di : Demanda Mensual (m³)

2.2.1.2 Oferta del agua de lluvia

En forma individual la oferta de agua de lluvia para una zona en específica, dependerá de la precipitación pluvial y el área en la que se determinará. Grandez (2015) menciona que, existe 119,000 km³ de agua de lluvia en información existente, que se precipita sobre la superficie, a su vez se produce una evaporación anual de 72,000 km³, lo cual da como resultado que el agua de lluvia disponible para escorrentía superficial es de 47,000 km³. En ese sentido en el país tenemos tres regiones diferenciadas:

Costa: En la región de la costa la oferta de agua de lluvia es escasa, pues las precipitaciones promedias son casi nulas y/o bajas, los registros marcan valores menores a los 30 mm, salvo en la zona norte donde alcanza hasta valores de 300 mm en situaciones en las que se presenta el Fenómeno del Niño. Grandez (2015)

Sierra: En la región sierra existe una oferta de agua de lluvia considerable por temporadas, su precipitación promedio anual registran alrededor de los 1,000 mm. Grandez (2015)

Selva: La región selva registra la mayor oferta de agua de lluvia, ya que la precipitación promedio anual es superior al 1,000 mm alcanzando valores superiores a los 3,500 mm. Grandez (2015)

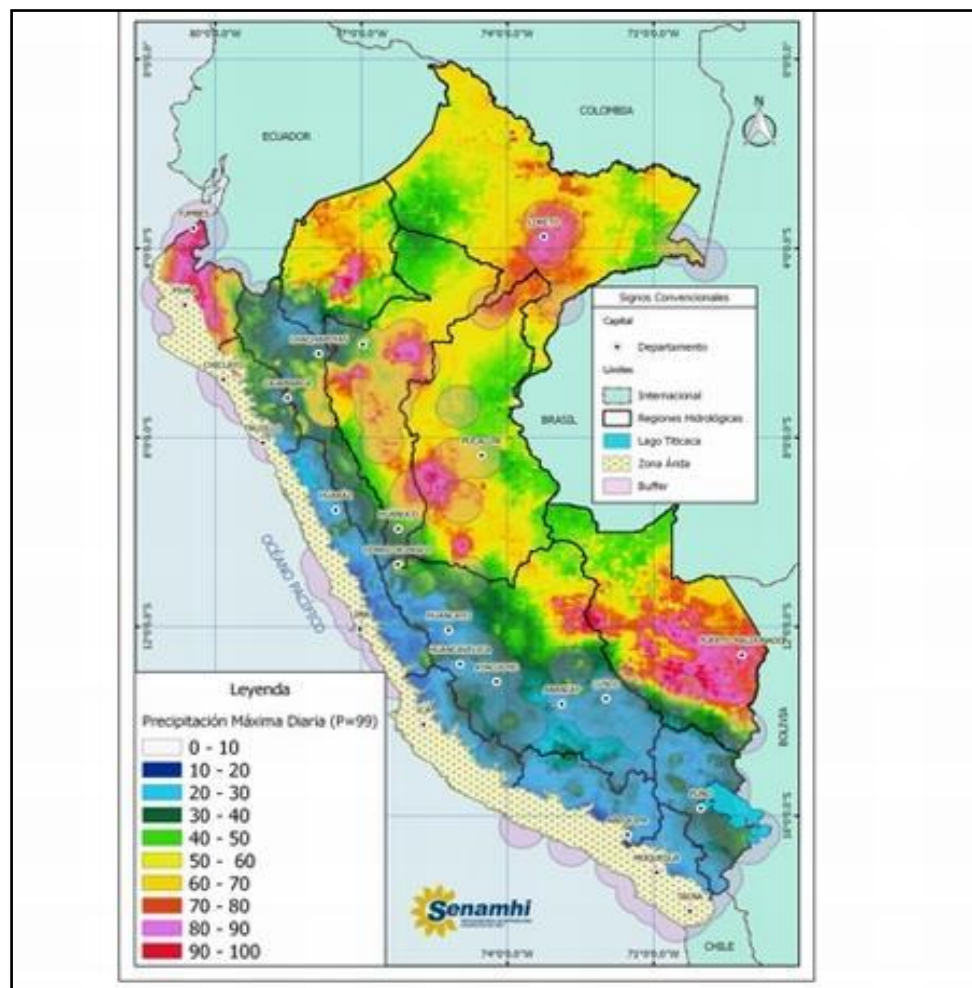


Figura 6. Precipitaciones máximas diarias por regiones

Fuente: SENAMHI, 2018

2.2.1.2.1 Usos y optimización del agua de lluvia

Debido al ámbito geográfico propuesto en la investigación, centraremos el enfoque en el uso del agua de lluvia en las actividades que realice la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes que no requieran de una buena calidad de agua necesariamente. Según Grandez (2015) sostiene lo siguiente:

“El mal uso del agua de lluvia que llevamos hasta la actualidad, está contribuyendo al problema de escasez y contaminación, ya que no solo no aprovechamos el agua pluvial, sino que además la contaminamos y la desperdiciamos. Al canalizarse a los colectores, el agua pluvial se mezcla con aguas negras, jabonosas y residuos industriales, convirtiéndose en agua contaminada”. (p.42)

Tabla 3. *Uso del agua en viviendas*

Concepto	Cantidad (lt/día/persona)
Lavado de ropa	45
Baño, ducha	35
Lavado de manos	15
Descarga de inodoro	10
Lavaplatos	7
Limpieza en general	5
Cocinar	4

Fuente: Grandez, 2015

Por lo que Grandez (2015) sostiene que , las ventajas del uso del agua de lluvia son ; es gratis, la única inversión se realiza para su almacenamiento; es limpia, en comparación de otras fuentes de agua dulce; se puede usar directamente en actividades que no requieran de una calidad determinada; los sistemas de captación son fáciles de instalar y mantener ya que forman parte de la edificación y las desventajas es : la disponibilidad de acuerdo a la zona y el área a captar , el agua es limitada.

Actualmente varios países europeos y asiáticos utilizan sistemas de aprovechamiento del agua de lluvia, ya que consideran que esta práctica

contribuye con la denominación “edificaciones sustentables”, sistemas que surgieron de la necesidad de controlar y combatir la escasez crítica del agua a nivel mundial. De acuerdo a Grandez (2015) los beneficios de la cosecha de agua de lluvia son:

- Reduce el requerimiento de agua potable por persona.
- Reduce la cantidad de agua pluvial en los sistemas de drenajes urbanos.

“Como se aprecia, la cosecha y el aprovechamiento de agua de lluvia constituyen una alternativa; para ello, se requiere implementar instrumentos normativos y de gestión dirigidos a promover e incentivar la práctica de la cosecha y aprovechamiento del agua pluvial” (Grandez, 2015, p. 44).

2.2.1.2.2 Análisis pluviométrico

Las precipitaciones para (Linsley y Franzini, 1970), citado por (León, 2016) es todo tipo de agua que cae desde la atmosfera hacia la superficie de la tierra. Es, además el componente más importante del ciclo hidrológico por ser la principal fuente de agua dulce. La precipitación se genera en las nubes, en donde las gotas de agua se expanden saturando las nubes. Este proceso se da por la acción y cambio de la temperatura ocasionando que las gotas caigan por efecto de la gravedad.

Según Grandez (2015) define:

“El agua de lluvia es aquella que cae sobre el planeta; generalmente en forma líquida, pero también lo hace en forma sólida, como la nieve o el granizo; sin embargo, no la totalidad del agua que se precipita llega a la superficie, sino que parte de ella se queda en la atmosfera, como humedad del aire”. (p.26)

Según (Herrera, 2010), citado por (Atencio, 2017) menciona que: “de acuerdo al ascenso de la masa húmeda, se distingue tres tipos de precipitaciones”. (p.25)

A) Precipitación ciclónica o frontal:

“Resulta del levantamiento del aire que converge de un área de baja presión o ciclón” (Atencio, 2017, p.25).

De igual manera (Aguilar, 2015, p.24) refiere que la precipitación ciclónica “está asociada al paso de una perturbación ciclónica. La precipitación frontal puede ocurrir en cualquier depresión barométrica y es asociada a un frente frío o a un frente cálido.

B) Precipitación convectiva:

“Es causada por el ascenso de aire cálido más liviano que el aire frío de los alrededores. Se caracteriza por ser puntual y su intensidad puede variar entre aquellas correspondiente a lloviznas ligeras o aguaceros” (Atencio,2017, p.25).

De igual manera (Aguilar, 2015, p.25): “se debe a la inestabilidad de una masa de aire caliente que las circundantes. La masa de aire caliente asciende, se enfría, se condensa y se forma la nubosidad de tipo cumuliforme, originando precipitaciones en forma de chubascos o tormentas”.

C) Precipitación orográfica:

“Resulta del ascenso mecánico sobre una cadena de montañas” (Atencio, 2017, p.25).

“Es aquella que tiene su origen en el ascenso de una masa de aire, forzado por una barrera montañosa. La precipitación es mayor a barlovento, disminuyendo rápidamente a sotavento. En las cadenas montañosas importantes, el máximo de precipitación se produce antes del parteaguas. A veces, con menores altitudes, el máximo se produce pasada este, debido a que el aire continúa en ascenso”. (Aguilar, 2015, p.25)

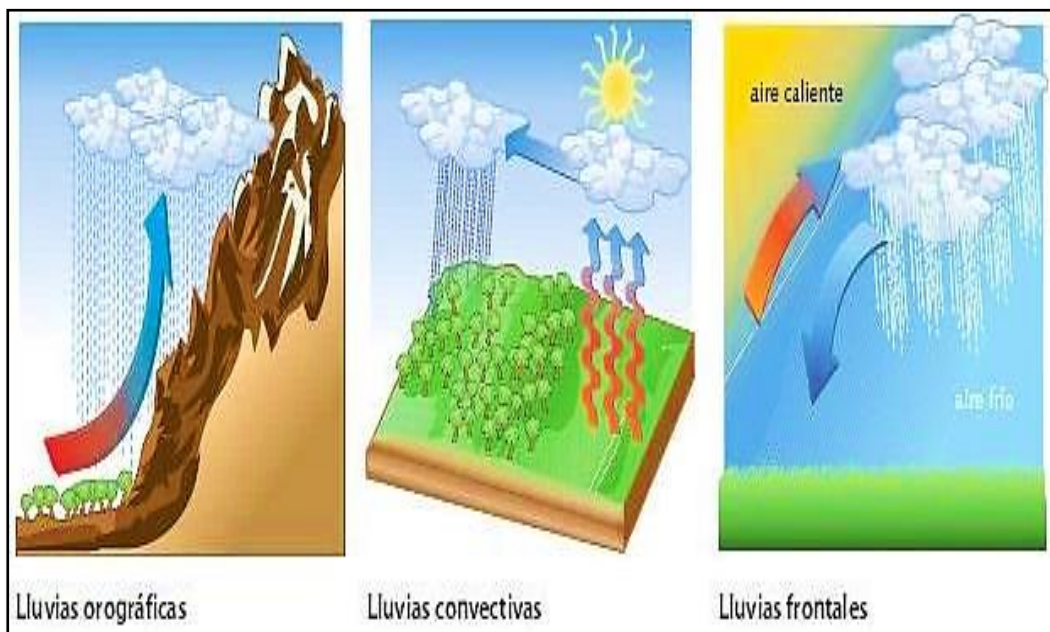


Figura 7. Tipos de precipitaciones

Fuente: Aguilar, 2015

Los instrumentos más utilizados para medir la precipitación son los pluviómetros y pluviógrafos ya que su medición es fundamental para el registro de precipitaciones que sustente cualquier tipo de estudio hidrológico.

Según (Villón, 2002), citado por (Atencio, 2017, p.24), refiere que “La precipitación se mide por la altura que el agua caída alcanzaría sobre una superficie plana y horizontal, en la que no existieran pérdidas por infiltración y evaporación; tal altura se mide en milímetros (mm)”.

Tabla 4. Intensidades de lluvia

Ligera	Moderada	Fuerte	Torrencial
≤2.5 mm/hora	2.5 mm/hora a 7.6 mm/hora	>7.6 mm/hora	>12.7 mm/hora

Fuente: Atencio, 2017

Cada milímetro de lluvia medido representa la altura en lámina precipitada, siendo un cubo con un área igual a un metro cuadrado y una altura de 1mm (Atencio,2017).

2.2.1.2.2.1 Estudio de tormentas

Antes de analizar las precipitaciones de debe conocer la magnitud de las tormentas. Se entiende por tormenta, al conjunto de lluvias que obedecen a un desorden meteorológico de características bien definidas. De acuerdo a esta definición, una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas, días, y puede abarcar amplios terrenos, desde pequeñas zonas hasta regiones enteras. (Villón, 2002)

Según (Villón, 2002), citado por (Malca, 2014, p.15), sostiene que “El análisis de las tormentas, está íntimamente relacionado con los cálculos o estudios previos, al diseño de obras de ingeniería hidráulica” como son:

- Estudio de drenaje
- Determinación de caudales máximos
- Determinar la luz de un puente
- Conservación de suelos
- Cálculo del diámetro de las alcantarillas

A) Elementos fundamentales del análisis de las tormentas

a1. Intensidad:

“Es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta, es la intensidad máxima que se haya presentado, ella es la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo” (Villón, 2002, p.87).

$$i_{\max} = \frac{P}{t} \quad (2)$$

Donde:

i_{\max} : Intensidad máxima, en mm/hora

P : Precipitación en altura de agua, en mm

t : Tiempo en horas

a2. Duración:

La duración de la lluvia determina específicamente la cantidad de agua caída siendo variable en distintas zonas o puntos de precipitación.

“Corresponde al tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de la tormenta. Aquí conviene definir el periodo de duración, que es un determinado periodo de tiempo, tomado en minutos u horas, dentro del total que dura la tormenta. Tiene mucha importancia en la determinación de las intensidades máximas”. (Villón, 2002, p.87)

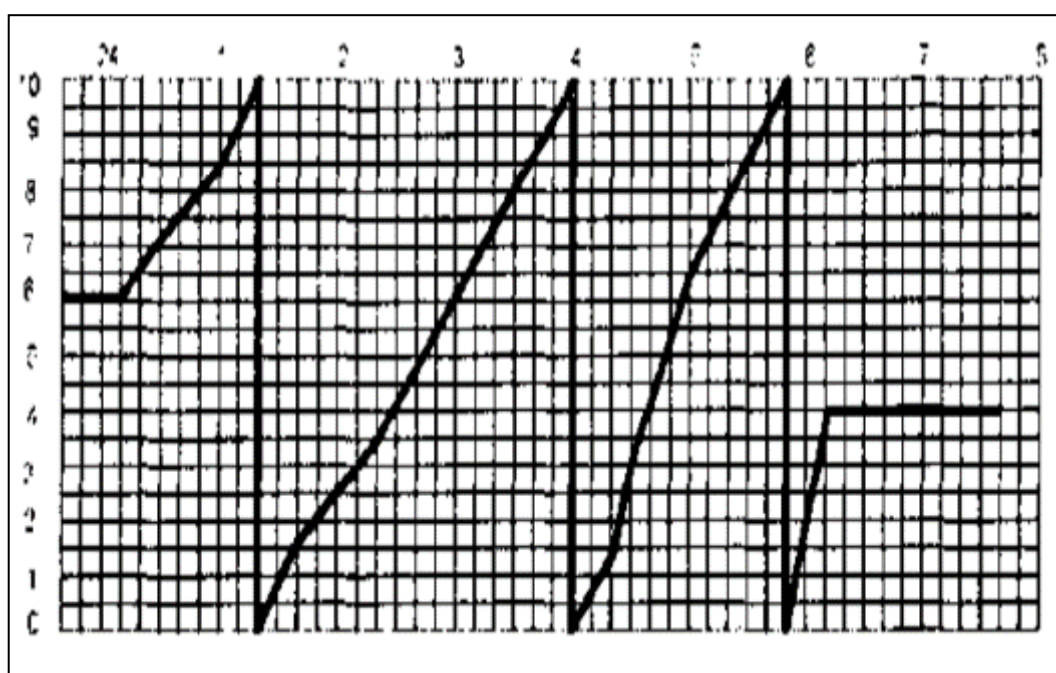


Gráfico 2. Registro de un pluviógrafo

Fuente: Villón, 2002

El gráfico 2 muestra el registro de un pluviógrafo donde se visualiza las marcas de lluvia representadas en mm.

a3. Frecuencia:

“Es el número de veces que se repite una tormenta, de características de intensidad y duración definidas en un periodo de tiempo más o menos largo, tomado generalmente en años” (Villón, 2002, p.87).

a4. Periodo de retorno:

“Intervalo de tiempo promedio, dentro del cual un evento de magnitud x , puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio. Representa el inverso de la frecuencia” (Villón, 2002, p.88).

$$T = \frac{1}{f} \quad (3)$$

Donde:

T : Periodo de retorno

F : Frecuencia

2.2.1.2.2.2 Análisis de datos de precipitación

A) Estimación de datos faltantes de precipitación

Frecuentemente se hallan datos faltantes en los registros de lluvias, esto se debe a fallas instrumentales o descuidos humanos que imposibilitan el registro, Por tal motivo se desarrolló diversos procedimientos para la estimación de datos faltantes, las cuales permiten aproximarse a un valor cercano de precipitación en conjunto.

Según (Smith, 1997), citado por (León, 2016, p.21), sostiene que: “Para el completamiento de los datos faltantes de precipitación existen diversos métodos. Por un lado, se cuentan con métodos muy sofisticados y costosos como los que utilizan satélites, programas estadísticos o modelaciones hidrológicas muy complejas”.

Pero a su vez actualmente existen métodos usados frecuentemente basados en fórmulas matemáticas llamados métodos tradicionales o clásicos con los que permite realizar la estimación probable de un valor como dato faltante. Como es el método de los promedios y la recta de regresión lineal:

a1. Método de los promedios:

Se pondera las precipitaciones de las estaciones índices con las proporciones de la precipitación normal anual de la estación estudiada.

Se tiene dos casos según Villon, (2002):

- Con estaciones vecinas:

La fórmula matemática para calcular el dato faltante en la tabla de registro pluvial anual. (Villon, 2002)

$$P_x = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{N_x}{N_1} \right) P_1 + \left(\frac{N_x}{N_2} \right) P_2 + \left(\frac{N_x}{N_n} \right) P_n \right] \quad (4)$$

Donde:

P_x : Precipitación faltante

n : Número de estaciones pluviométricas con datos completos

N_x : Precipitación Promedio en la estación en estudio

N_1, \dots, N_n : Precipitación Promedio de cada estación

P_1, \dots, P_n : Precipitación de cada estación de la fila del dato faltante

n = 3				
Año	Estación A	Estación B	Estación C	Estación X
1963	1.612,9	1.473,8	1.279,0	1.192,3
1964	1.101,2	1.046,6	1.053,0	1.048,3
1965	1.168,2	1.092,8	1.202,6	1.085,3
1966	1.147,2	1.279,7	1.246,4	1.292,3
1967	1.025,6	1.016,2	944,3	892,6
1968	1.061,9	876,7	1.239,3	989,6
1969	1.994,6	1.690,2	1.242,7	1.166,6
1970	1.453,9 P1	1.098,2 P2	1.165,1 P3	? PX
1971	1.217,9	751,8	783,4	866,1
1972	852,6	670,0	731,0	979,5
1973	1.325,2	1.032,3	765,4	619,9
1974	869,8	781,0	555,3	684,2
1975	937,6	822,2	686,0	930,6
1976	1.211,0	978,2	1.145,0	676,1
Σ	16.979,6	14.609,7	14.038,5	12.423,4
Promedio	1.212,8 N1	1.043,6 N2	1.002,8 N3	955,6 NX

Figura 8. Registro de datos faltantes con estaciones vecinas

Fuente: Atencio, 2017

- La misma estación

Se emplea en caso de no existir estaciones adyacentes. La representación matemática plantea una ecuación para cada dato faltante, resultando n ecuaciones. (Villon, 2002)

$$\frac{X_i}{N_i} = \frac{\sum X_i + \sum X_j}{P} \quad (5)$$

Donde:

- i : 1,2,3 (meses de datos faltantes)
- N_i : Promedio de precipitación mensual para el mes i
- X_i : Dato faltante
- X_j : Precipitación para los meses en los cuales si existe registro dentro del mismo año
- P : Promedio anual de precipitación para todo el registro existente

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
52	80,2	4,7	13,4	39,9	89,2	60,9	165,3	98,6	129,7	98,5	64,8	117,7	962,9
53	8,8	9,1	21,3	137,2	117,0	86,6	50,5	23,8	160,7	149,3	254,4	43,4	1.062,1
54	10,3	20,5	10,4	56,7	104,7	162,4	109,6	251,8	229,3	80,9	303,1	73,9	1.413,6
55	15,6	38,6	38,9	87,9	23,7	131,6	288,7	61,9	92,5	174,8	295,7	98,3	1.348,2
56	144,0	42,9	93,3	83,7	56,0	34,6	66,9	65,6	163,6	185,8	164,3	61,0	1.161,7
57	-	-	9,2	134,7	246,9	-	29,4	49,9	93,2	176,0	155,1	73,9	(X)
58	11,9	33,9	54,8	66,7	175,1	227,8	144,2	238,0	114,2	90,0	174,5	46,8	1.377,9
59	3,6	6,7	91,9	151,2	141,8	80,2	19,0	91,6	63,6	127,8	74,6	0,5	852,5
60	14,8	9,4	89,4	111,2	98,1	96,3	136,4	62,0	120,1	149,3	51,1	75,0	1.013,1
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	53,8	47,8	50,3	237,9	99,0	104,2	158,3	78,8	151,3	148,1	113,5	4,4	1.247,4
64	1,1	9,0	30,7	92,6	204,0	112,9	214,8	*	284,8	316,4	159,4	270,4	1.696,1
65	270,4	77,1	57,8	95,4	180,2	41,8	6,0	163,1	193,2	144,9	*	240,0	1.469,9
66	2,1	18,1	8,2	69,7	183,3	240,8	55,1	*	*	608,9	452,0	192,6	1.830,8
67	80,6	38,4	62,8	124,9	175,2	119,6	127,7	76,4	144,8	119,4	*	115,2	1.185,0
68	24,5	69,9	23,8	275,1	65,9	101,7	33,7	128,1	105,0	145,5	131,3	225,4	1.329,9
69	63,7	76,9	93,6	212,7	155,5	145,6	115,3	171,0	158,7	468,9	151,0	73,9	1.886,8
PROM	N ₁	N ₂				N ₃							P

Figura 9. Registro de datos faltantes en una estación

Fuente: Atencio, 2017

a2) Método de la correlación lineal:

Permite el cálculo de los datos faltantes, este realiza una relación entre una estación y otra; una estación y un grupo de ellas o su promedio. Con los datos del periodo común de mediciones para ambas variables y se calcula, gráficamente y/o analíticamente. Villon, (2002)

- Método analítico

Este método se basa en los mínimos cuadrados, consiste en determinar los parámetros que miden el grado de asociación correlativa entre las variables, (Villon, 2002) y se expresa de la siguiente manera:

$$y = \alpha + \beta x \quad (6)$$

$$\beta = \frac{\sum x_i y_i - n \left(\frac{\sum x_i}{n} \right) \left(\frac{\sum y_i}{n} \right)}{\sum x_i^2 - n \left(\frac{\sum x_i}{n} \right)^2} \quad (7)$$

Donde:

- x_i : Valor de la variable x
- y_i : Valor de la variable y
- n : Número total de valores
- Y : Precipitación estimada
- x : Precipitación de la estación patrón

B) Análisis de consistencia

De acuerdo a Searcy y Hardison (1983), sostiene que para el análisis de consistencia se recomienda y propone usar la curva doble masa, la cual compara datos promedios de estaciones índice con la estación a analizar. Las estaciones deben estar en una zona climática similar para poder tomar datos de las precipitaciones mensuales acumuladas. Para (Aparicio, 1992), citado por (León, 2016, p.22), afirma que:

“La curva doble masa es de gran utilidad debido a que muchos de los errores son compensados si se trabaja con promedios de

precipitación acumulada para varias estaciones. Para que la correlación sea correcta, se debe observar que al comparar las precipitaciones promedio anuales de las estaciones índice con la precipitación promedio anual de la estación en cuestión, la curva doble masa sea una línea relativamente recta, la cual no varíe su pendiente”.

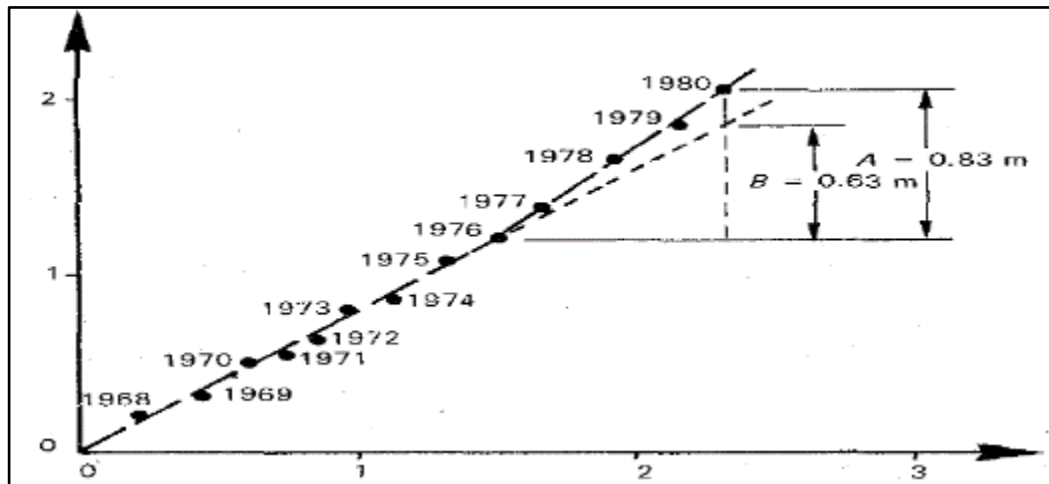


Gráfico 3. Curva doble masa

Fuente: Aparicio, 1992

El gráfico 3 muestra la corrección de datos hacia una línea de tendencia recta, en base a una estación índice.

C) Cálculo de la precipitación media

c1) Promedio aritmético:

De acuerdo a (Villón, 2002), citado por (Malca, 2014, p.12), “Consiste en obtener el promedio aritmético, de las alturas de precipitaciones registradas, de las estaciones localizadas dentro de la zona”. Es decir, sumar los valores de precipitaciones y dividirlo entre la cantidad total de datos registrados.

$$P_m = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{N} \quad (8)$$

Donde:

Pm : Precipitación Media
p1, p2, pn : Precipitación Observada en la Estación
N : Número de Estaciones

c2) Polígono de Thiessen:

Este método, considera la importancia que tiene cada estación pluviométrica mediante el área correspondiente o llamada también de influencia a una red de polígonos, los cuales se forman uniendo mediante rectas las estaciones para luego intersecarlas en sus mediatrices de los segmentos formando así los polígonos que representa el área de influencia para cada estación meteorológica.

“Para este método, es necesario conocer la localización de las estaciones en la zona bajo estudio, ya que, para su aplicación, se requiere delimitar la zona de influencia de cada estación, dentro del conjunto de estaciones” (Villón, 2002, p.78).

El método de los Polígonos de Thiessen de acuerdo a Villón (2002) consiste:

- 1) Ubicar las estaciones pluviométricas dentro y fuera de la cuenca
- 2) Unir las estaciones formando triángulos, procurando que sean ángulos menores de 90°.
- 3) En cada segmento formado, trazar las mediatrices formando polígonos.
- 4) Definir y calcular el área efectiva de cada estación dentro de la cuenca en estudio.
- 5) Calcular la precipitación media, como el promedio de las precipitaciones de cada estación, usando el área de influencia.

$$P_m = \frac{\sum(P_i * A_i)}{\sum A_t} \quad (9)$$

Donde:

Pm : Precipitación Media
Pi : Precipitación Observada en Cada Estación
Ai : Área de Influencia de Cada Estación Dentro de la Cuenca
At : Área Total de la Cuenca

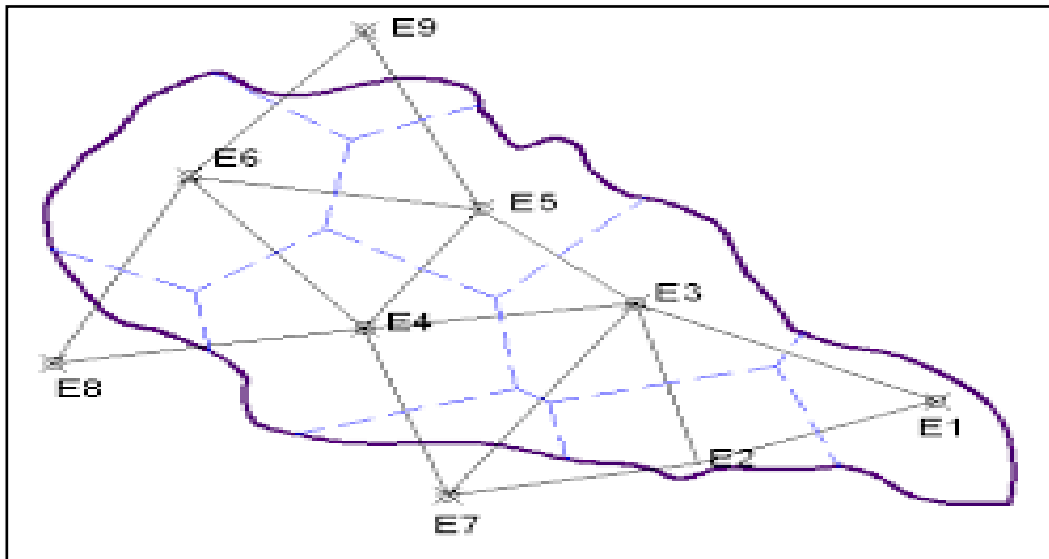


Figura 10. Polígonos de Thiessen
 Fuente: León, 2016

c3) Isoyetas:

Este es uno de los métodos más precisos, pero es subjetivo y dependiente del criterio de algún especialista en hidrología. Es el método considerado como el más recomendable ya que la precipitación se encuentra en función a la orografía del terreno por lo cual a mayores estaciones dentro de la zona de influencia, se logrará una adecuada estimación de los datos.

“Para este método, se necesita un plano de Isoyetas de la precipitación registrada, en las diversas estaciones de la zona en estudio. Las Isoyetas son curvas que unen puntos de igual precipitación. Este método es el más exacto, pero requiere de un cierto criterio para trazar el plano de Isoyetas. Se puede decir que, si la precipitación es de tipo orográfico, las Isoyetas tenderán a seguir una configuración parecida de las curvas de nivel. Por supuesto, entre mayor sea el número de estaciones dentro de la zona de estudio, mayor será la aproximación con lo cual se trace el plano de Isoyetas”. (Villón, 2002, p.80)

El método de las Isoyetas de acuerdo a Villón (2002) consiste:

- 1) Ubicar las estaciones dentro y fuera de la cuenca.
- 2) Trazar las Isoyetas, interpolando las alturas de precipitación entre las diversas estaciones, de modo similar a como se trazan las curvas de nivel.
- 3) Hallar las áreas A_1, A_2, \dots, A_n entre cada 2 Isoyetas seguidas.
- 4) Si P_0, P_1, \dots, P_n son las precipitaciones representadas por las Isoyetas respectivas, calcular la precipitación media utilizando:

$$P_m = \frac{\frac{P_0 + P_1}{2} A_1 + \dots + \frac{P_{n-1} + P_n}{2} A_n}{A_1 + \dots + A_n} \quad (10)$$

$$P_m = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n \frac{P_{i-1} + P_i}{2} A_i \quad (11)$$

Donde:

- P_m : Precipitación Media
- A_t : Área Total de la Cuenca
- P_i : Altura de precipitación de las Isoyetas
- A_i : Área Parcial Comprendida entre las Isoyetas P_{i-1} y P_i
- N : Numero de Áreas Parciales

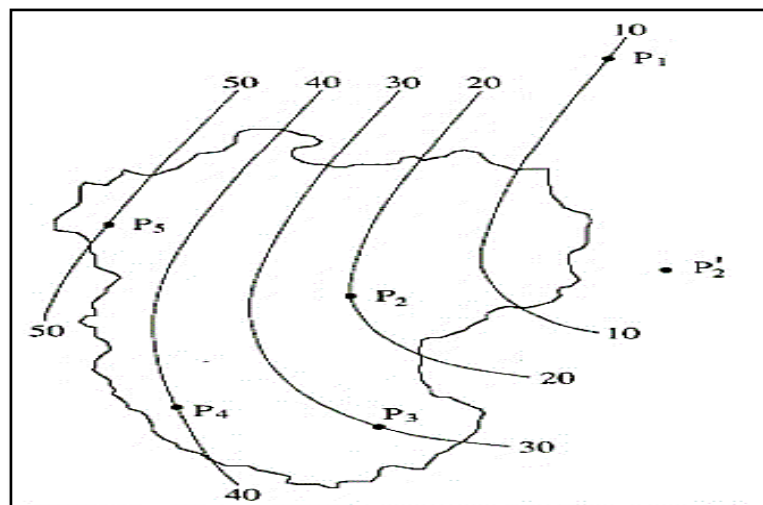


Figura 11. Trazo de isoyetas

Fuente: Chow, 1994

D) Precipitación promedio mensual

De acuerdo a lo afirmado por Grandez (2015), teniendo información sobre las precipitaciones mensuales durante el periodo a evaluar, se obtiene el valor promedio mensual en el total de años analizados. Y se puede determinar por la siguiente ecuación:

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n} \quad (12)$$

Donde:

P_{pi} : Precipitación Promedio Mensual del Mes “i”

P_i : Valor de Precipitación Mensual en mm

n : Número de Años Evaluados

2.2.1.2.2.3 Análisis pluviométrico de la Sub cuenca del Shullcas

De acuerdo a la teoría, para determinar las precipitaciones medias en una cuenca se sustentan en que las precipitaciones que caen en un punto difieren de la que cae en los alrededores (Serrano, 2016), por lo cual se necesita una estimación promedio entre los datos de precipitación de las diferentes estaciones. Existen Métodos como el Método Aritmético, Método del Polígono de Thiessen y el Método de Isoyetas.

Para el análisis Pluviométrico de esta investigación se identificaron las Estaciones Meteorológicas Activas cercanas al área de estudio como también a la Subcuenca del Shullcas para determinar el área de influencia.

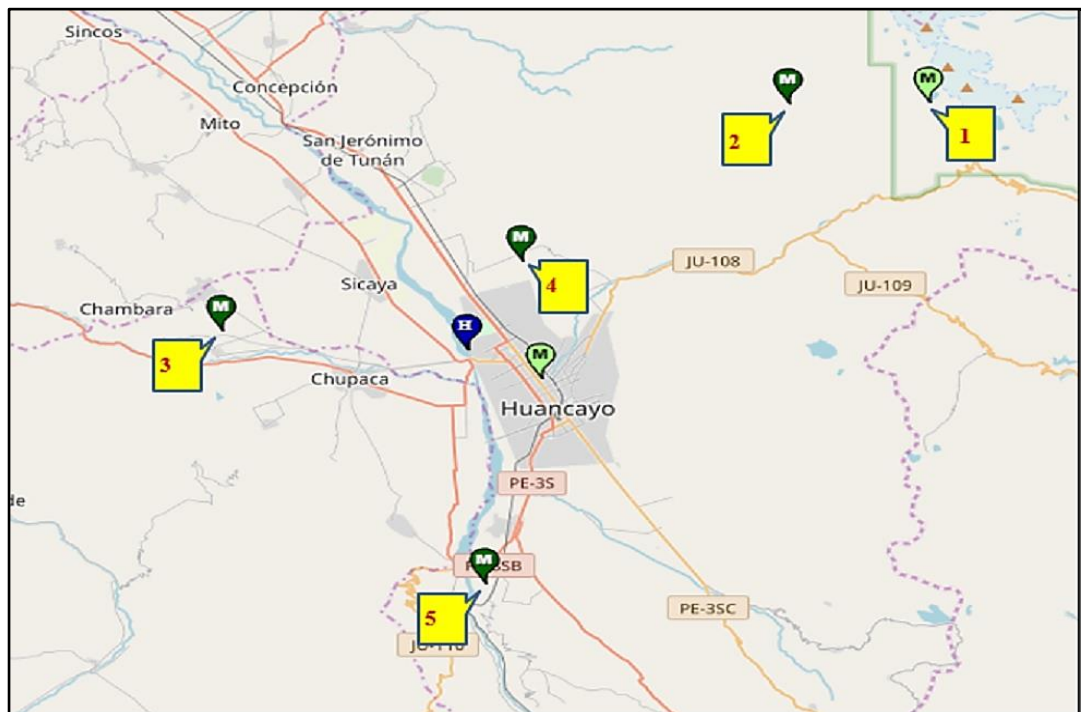


Figura 12. Ubicación de estaciones meteorológicas

Fuente: Datos Hidrometeorológicos-SENAMHI, 2019

Tabla 5. *Coordenadas de ubicación de estaciones meteorológicas*

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Coordenadas UTM 18-S	
				Este	Norte
1 Huaytapallana	11° 55' 36'' S	75° 3' 42'' W	4684	493285.2	8681554.7
2 Acopalca	11°55'38.82'' S	75°6'58.5'' W	3839	487341.7	8681466.1
3 Huayao	12° 2' 18'' S	75° 20' 17'' W	3360	463204.6	8669184.9
4 Santa Ana	12° 0' 15'' S	75° 13' 15'' W	3295	475960.6	8672976
5 Viques	12° 9' 47'' S	75° 14' 7'' W	3186	474403.3	8655404.8

Fuente: Elaboración Propia en base a Información SENAMHI, 2019

La tabla 5 muestra las coordenadas de las estaciones, dichas coordenadas fueron ingresadas al programa ArcGis 10.5 con la cual se determinaron sus áreas de influencia sobre la Subcuenca del Shullcas, con el propósito de determinar la estación cercana al área de estudio.



Figura 13. *Área de influencia sobre la Subcuenca del Shullcas*

Fuente: Elaboración Propia, 2019

De acuerdo a la figura 13 donde se ubican las estaciones meteorológicas, se realizó el análisis del área de influencia de cada estación sobre la Subcuenca del Shullcas. Por lo cual se determinó realizar el Análisis Pluviométrico de la Estación Santa Ana justificado en la proximidad a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes como área de estudio. De tal forma el concepto de Precipitación Media no será aplicada ya que las demás estaciones se encuentran alejadas de la zona de estudio, por lo que podrían incurrir en el error de estimar precipitaciones que no se ajusten a la realidad de estudio.

2.2.1.2.2.4 Función de distribución de probabilidad Gumbel

Según (Chow, 1994), citado por (Vintimilla y Zhungo, 2013, p.45): “Una distribución de probabilidad es una función que representa la probabilidad de ocurrencia de una variable aleatoria”.

El análisis de frecuencia de los eventos extremos consiste en estimar valores máximos y mínimos correspondientes a un periodo de retorno. En el análisis intervienen parámetros estadísticos como la media y la desviación estándar.

A) Media (\bar{X}):

$$x = \frac{\sum X_i}{n} \quad (13)$$

Donde:

\bar{X} : Media

X_i : Sumatoria de las Precipitaciones Máximas

n : Número de Años Evaluados

B) Desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - x)^2}{n - 1}} \quad (14)$$

Donde:

S : Desviación Estándar

X_i : Precipitaciones Máximas

\bar{X} : Media
 n : Número de Años Evaluados

Dentro de las propiedades, Gumbel estableció dos parámetros en función de la media y la desviación estándar:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S \quad (15)$$

$$\mu = \bar{x} - 0.5772 * \alpha \quad (16)$$

Donde:

S : Desviación Estándar
 \bar{X} : Media
 μ : Moda de la distribución o punto de máxima densidad de probabilidad

Habiendo determinado las anteriores ecuaciones, la Probabilidad de Ocurrencia está determinada por la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}} \quad (17)$$

Donde:

\bar{X} : Media
 μ : Moda de la distribución o punto de máxima densidad de probabilidad

Tabla 6. Coeficientes de relación de lluvia de duración 24 horas

Duración en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.3	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.8	0.91	1.00

Fuente: Campos, 1978

2.2.1.2.3 Cuenca hidrográfica

2.2.1.2.3.1 Definición

De acuerdo a Villón (2002), la cuenca es el área de terreno o superficie donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua formando así las corrientes de aguas conocidas como ríos. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida,

para cada punto de su recorrido. Para Ricse y Robles (2014), una cuenca es un área donde el agua de la precipitación forma un curso principal conformado por un conjunto de cursos de agua que lo determina el relieve del terreno.

De acuerdo a (Ramakrishna, 1997) citado por (Ricse y Robles, 2014, p.7) “Los límites de la cuenca o divisorias de aguas se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río”.

Una definición más acertada en relación a la gestión del aprovechamiento hídrico es la de (Faustino, 2001) citado por (Loayza y Cano, 2015, p.28) en la que menciona lo siguiente:

“La cuenca hidrográfica es la unidad de análisis y planificación para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que, en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar”.

Por otro lado, de acuerdo con León (2016) afirma:

“Existen a su vez dos tipos de cuencas, un primer tipo llamadas cuencas endorreicas, las cuales desembocan en un lago central, generalmente dentro de los límites de la cuenca, y un segundo tipo de cuencas, reconocidas como exorreicas, las cuales drenan fuera de la unidad hidrológica, desembocando en otras corrientes, mares u océanos”. (p.17)

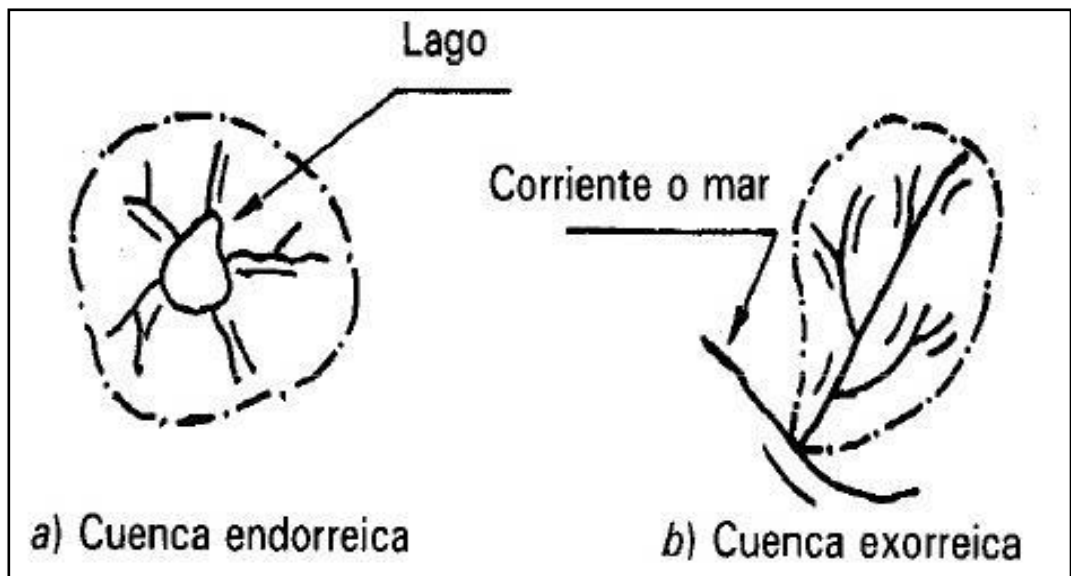


Figura 14. Tipos de Cuencas
Fuente: Aparicio, 1992

Ricse y Robles (2014), hacen mención que una cuenca se define por la sección del río y la delimitación de la línea de las cumbres, llamada divisoria de aguas las cuales son las que determinan lo siguiente: los afluentes de los ríos secundarios que desaguan en el río principal, se denominan sub cuenca. Las microcuencas son los afluentes que desembocan a los ríos secundarios.



Figura 15. División de una Cuenca
Fuente: Ricse y Robles, 2014

2.2.1.2.3.2 Morfometría de las cuencas

Una cuenca hidrográfica, representada sobre un plano o mapa topográfico es fácil de determinar, medir y expresar numéricamente sus características lineales, de superficie y de relieve necesarios para el manejo y gestión de cuencas. (Ricse y Robles, 2014)

Según (Hernandez,1989), citado por (Ricse y Robles, 2014, p.10), sostiene que:

“El análisis morfológico de cuencas puede servir también como análisis espacial, ayudando en el manejo y planeación de los recursos naturales, en el marco de una unidad bien definida del paisaje, nos permite conocer diversos componentes como el tamaño de la cuenca, la red de drenaje, la pendiente media, el escurrimiento, etc. Dichos componentes pueden ser obtenidos y modelados mediante el uso de sistemas de información geográfica y convenientemente combinados con la geomorfología, puede obtenerse un diagnostico hidrológico útil para la planeación ambiental”.

“El estudio de una cuenca, cuenta con diversas características y parámetros geomorfológicos que definen el tipo de cuenca. Se pueden clasificar en tres tipos: lineales, de superficie y de desnivel”. (Londoño, 1995), citado por (Ricse y Robles, 2014, p.10).

A) Lineales:

a.1. Perímetro (P):

“Es la longitud de la divisoria topográfica. Se mide a partir del punto de salida de la cuenca o punto de interés en el cauce” (Ricse y Robles, 2014, p.10).

“Se refiere al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular, se obtiene después de delimitar la cuenca” (Villón, 2002, p.32).

a.2. Longitud de cauce principal (Lc):

“Es la distancia del cauce principal desde el río receptor hasta su nacimiento cerca de la divisoria. Su suma junto con la longitud de los cauces secundarios (Lcs) da la longitud total de cauces (Ltc). Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos, se obtienen a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje”. (Ricse y Robles, 2014, p.10)

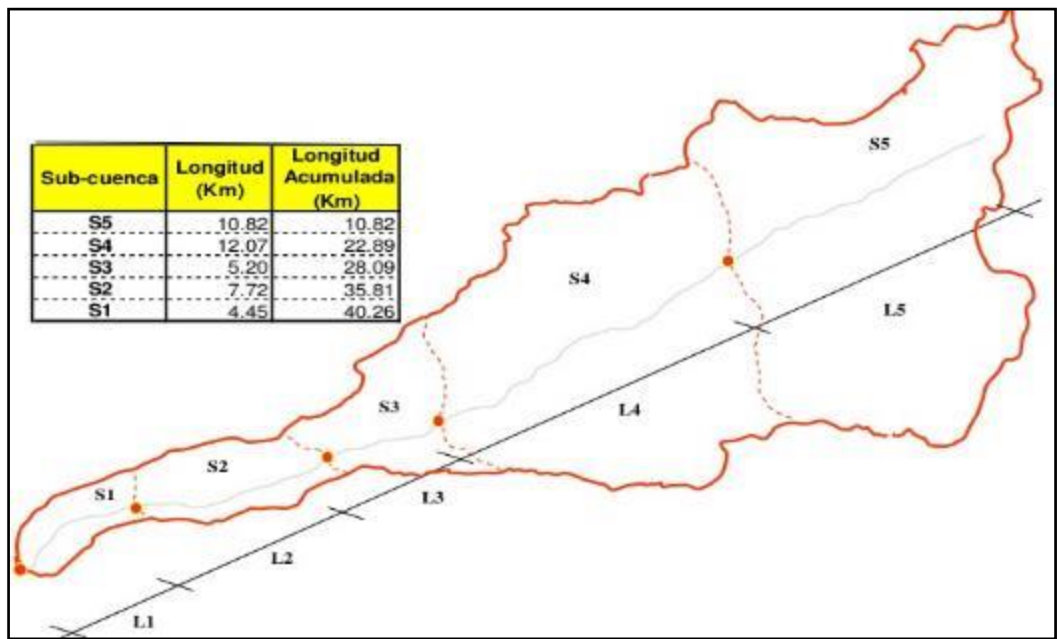


Figura 16. Longitud de cauce principal

Fuente: Ricse y Robles, 2014

a.3. Orden de corriente:

Ricse y Robles (2014) refieren que se considera a una corriente de primer orden aquella que no tiene afluentes, es decir no tiene arroyos, se considera de segundo orden aquella que está compuesta o se une dos corrientes de primer orden al igual que una de tercer orden aquellas que se unen dos corrientes de segundo orden. Este índice indica el grado de estructura de la red de drenaje de la cuenca.

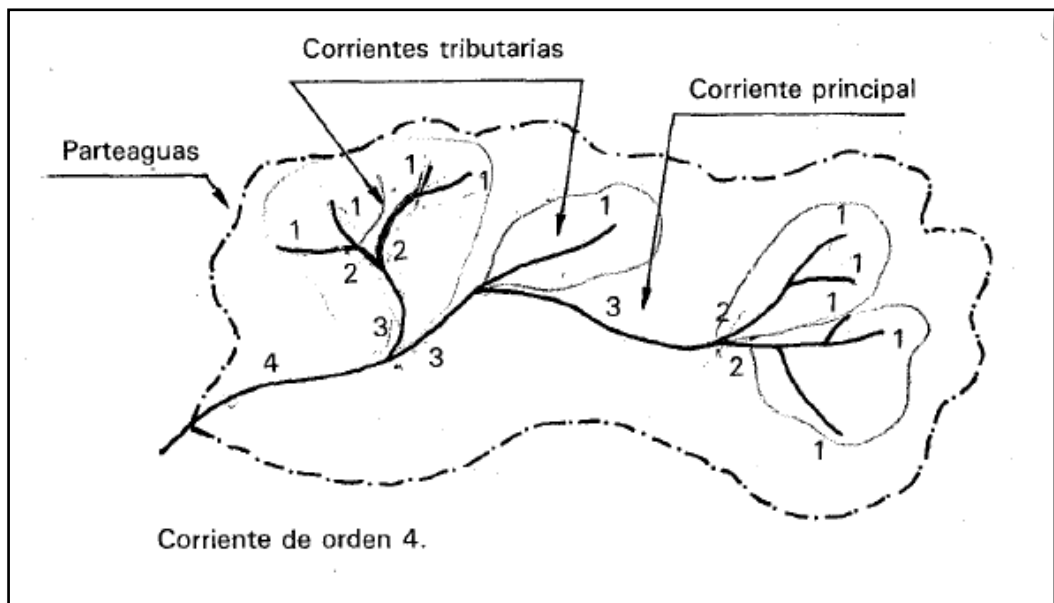


Figura 17. Orden de corrientes

Fuente: Aparicio, 1992

B) Superficiales:

b.1. Área de la cuenca (A):

“Es la superficie de la proyección de la cuenca sobre un plano horizontal del área limitada por la divisoria topográfica en km²” (Ricse y Robles, 2014, p.11).

“Se refiere al área proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular, se obtiene después de delimitar la cuenca” (Villon, 2002, p.23).

b.2. Área entre dos curvas de nivel (ACN):

“Es la superficie proyectada sobre un plano horizontal del área entre dos curvas de nivel consecutivas” (Ricse y Robles, 2014, p.11)

C) De desnivel:

c.1. Pendiente del cauce principal:

Ricse y Robles (2014) afirman que:

“La pendiente del cauce se puede estimar por diferentes métodos, uno de ellos es el de los valores extremos, el cual consiste en determinar el desnivel entre los puntos más elevado y más bajo del río en estudio y luego dividirlo entre la longitud del mismo cauce”. (p.12)

c.2. Diferencia de elevación de la cuenca (Ec):

Es la diferencia en metros entre la altitud del punto más elevado en la divisoria y a la salida de la cuenca. La variación altitudinal incide directamente sobre su distribución térmica y por lo tanto en la existencia de microclimas. (Ricse y Robles, 2014)

De acuerdo a (Llamas, 1993) citado por (León, 2016, p.19) la diferencia de elevación de la cuenca “se refiere principalmente a los puntos máximos y mínimos, los cuales definen las pendientes que se encuentran en la cuenca, lo cual genera variabilidad en las velocidades de las corrientes”.

c.3. Pendiente media de la cuenca (PM):

“La pendiente media constituye un elemento importante en el efecto del agua al caer a la superficie, por la velocidad que adquiere y la erosión que produce” (Ricse y Robles, 2014, p.12).

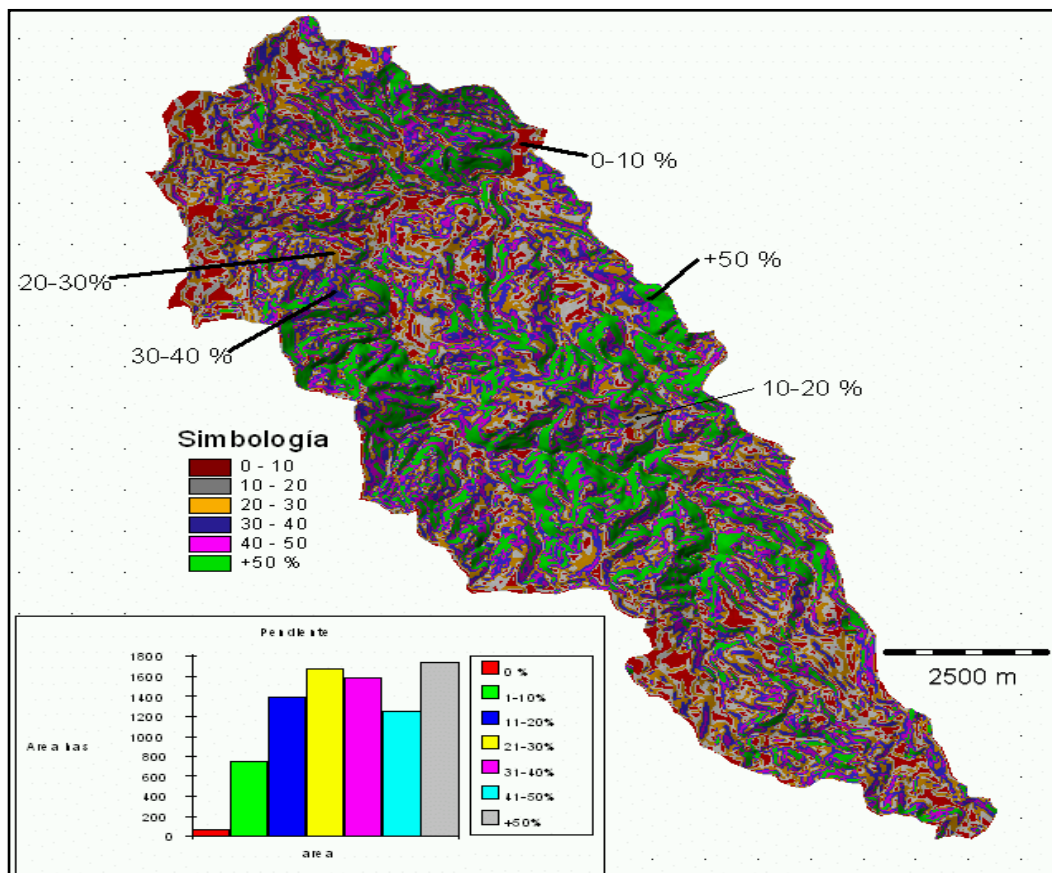


Figura 18. Pendiente de cuenca
Fuente: Malca, 2014

D) Características calculadas por formulas:

d.1. Densidad de drenaje (DD):

La densidad de drenaje de acuerdo a lo mencionado por Villon (2002) sostiene que:

“La densidad de drenaje, es un parámetro que indica la posible naturaleza de los suelos, que se encuentran en la cuenca. También da una idea sobre el grado de cobertura que existe en la cuenca. Valores altos, representan zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables o impermeables. Por el contrario, valores bajos, indican suelos duros, poco erosionables o muy permeables y cobertura vegetal densa”. (p.64)

$$Dd = \frac{Ltc}{A} \quad (18)$$

Donde:

Ltc : Longitud de las corrientes de la cuenca (Km)

A : Área de la cuenca (Km²)

d.2. Coeficiente de compacidad (KC):

Para (Villon, 2002, p.41) “Definida por Gravelious, expresa la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro equivalente de una circunferencia, que tiene la misma área de la cuenca”.

“Cuanto más irregular sea la hoya (cuenca) mayor será su coeficiente de compacidad. Una hoya (cuenca) circular posee el coeficiente mínimo, igual a uno. Hay mayor tendencia a las crecientes en la medida en que este número sea próximo a la unidad” (Monsalve, 1999, p.38).

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (19)$$

Donde:

Kc : Coeficiente de compacidad

P : Perímetro de la cuenca

A : Área de la cuenca

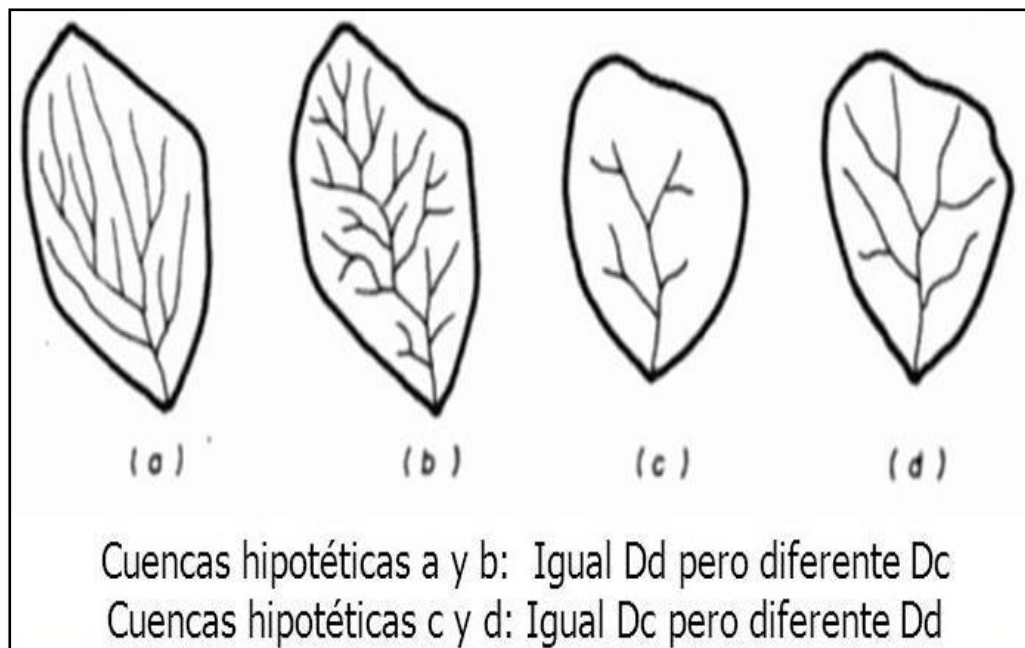


Figura 19. Densidad de drenaje

Fuente: Monsalve, 1999

2.2.1.2.3.3 Estudio de la Subcuenca del Shullcas

En todo proyecto que demande la Ingeniería Civil, es fundamental conocer y determinar la Zona de Influencia. La Subcuenca del Shullcas abarca principalmente los distritos de El Tambo y Huancayo; es considerado como unidad para la planificación y gestión de recursos naturales como lo menciona El Plan de Gestión Integrado de Recursos Hídricos del Ministerio del Ambiente, 2012. La investigación se centra en la Universidad Peruana Los Andes – Facultad de Ingeniería la cual se ubica en la Av. Mártires del periodismo cuadra 20 (Ex Calmell del Solar) en la Urb. Chorrillos, distrito de Huancayo.

Para la delimitación de la Subcuenca del Shullcas se utilizaron las Cartas Nacionales con codificación 24m y 25m, las que fueron descargadas desde la Base de Información Espacial del Ministerio de Educación (MINEDU), para luego ser procesadas en curvas de nivel conjuntamente con la delimitación de cuencas hidrográficas del Perú descargadas desde el Geo servidor del Ministerio del Ambiente (MINAM), hacia el programa ArcGis 10.5 con la extensión ArcMap.

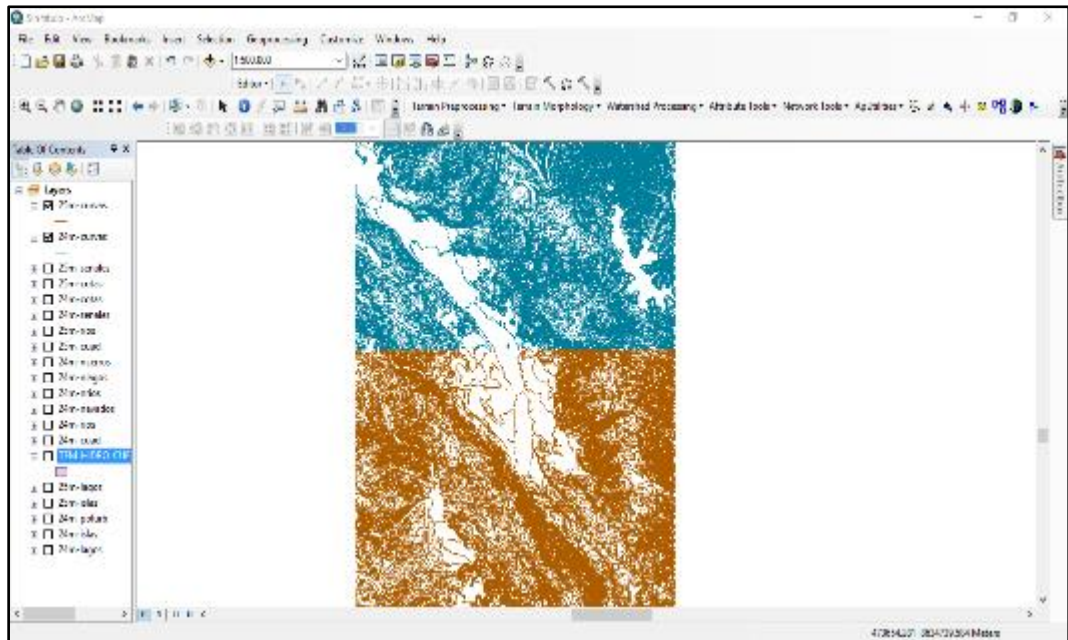


Figura 20. Densidad de drenaje

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Posterior a ello se realizó la conversión de las curvas de nivel a un formato TIN, que son redes irregulares de triángulos con la finalidad de representar la morfología de la superficie para luego convertirlas en un formato RASTER las cuales son representadas por cuadrículas o pixeles que contienen información sobre el terreno.

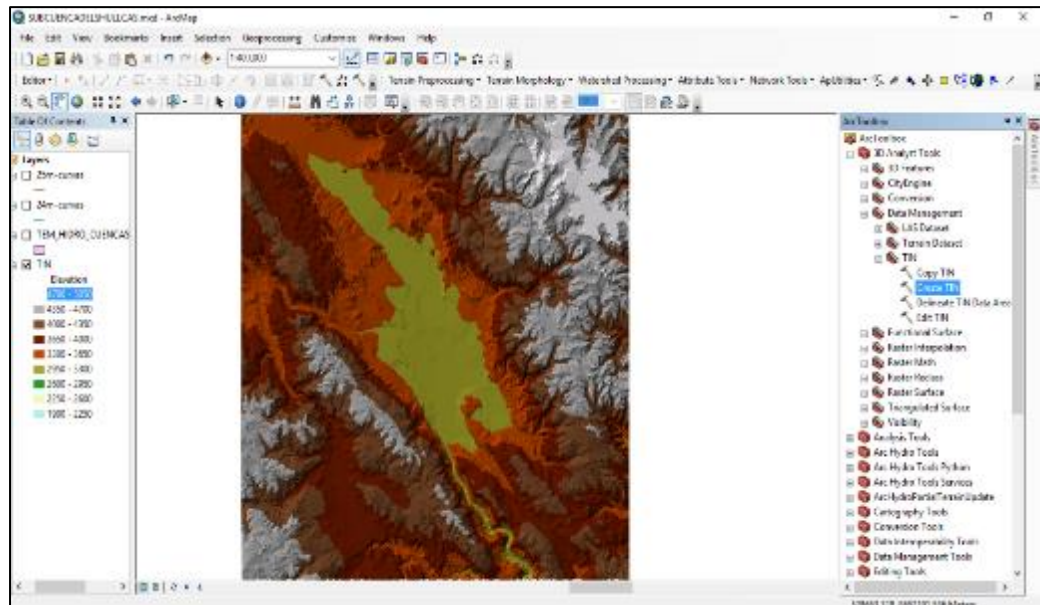


Figura 21. Conversión de curvas de nivel a formato TIN

Fuente: Elaboración Propia, 2019

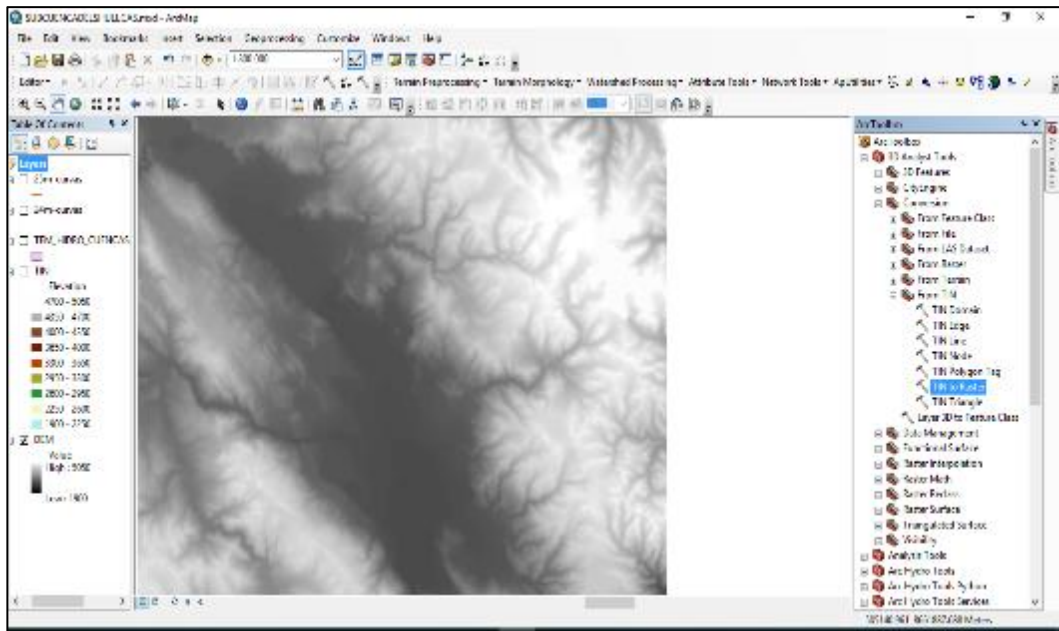


Figura 22. Conversión de formato TIN a formato RASTER

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Seguidamente con la herramienta Hydrology del ArcMap se realizó la determinación de la dirección de flujo, la acumulación de flujo y el cálculo de corrientes. Para luego determinar el punto de desfogue que delimitó la Subcuenca del Shullcas.

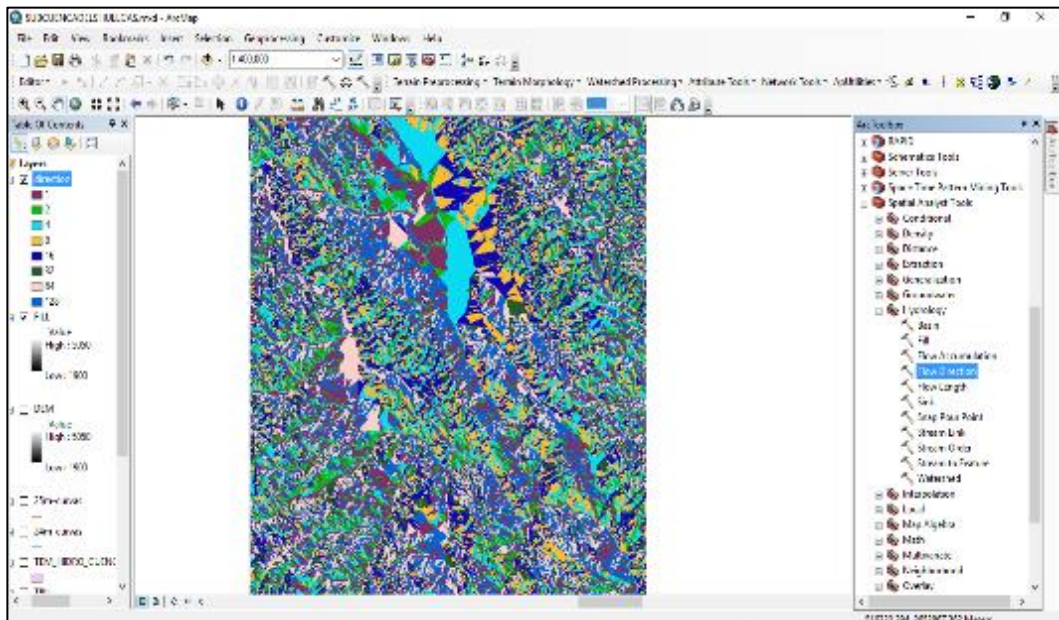


Figura 23. Determinación de la dirección de flujo

Fuente: Elaboración Propia, 2019

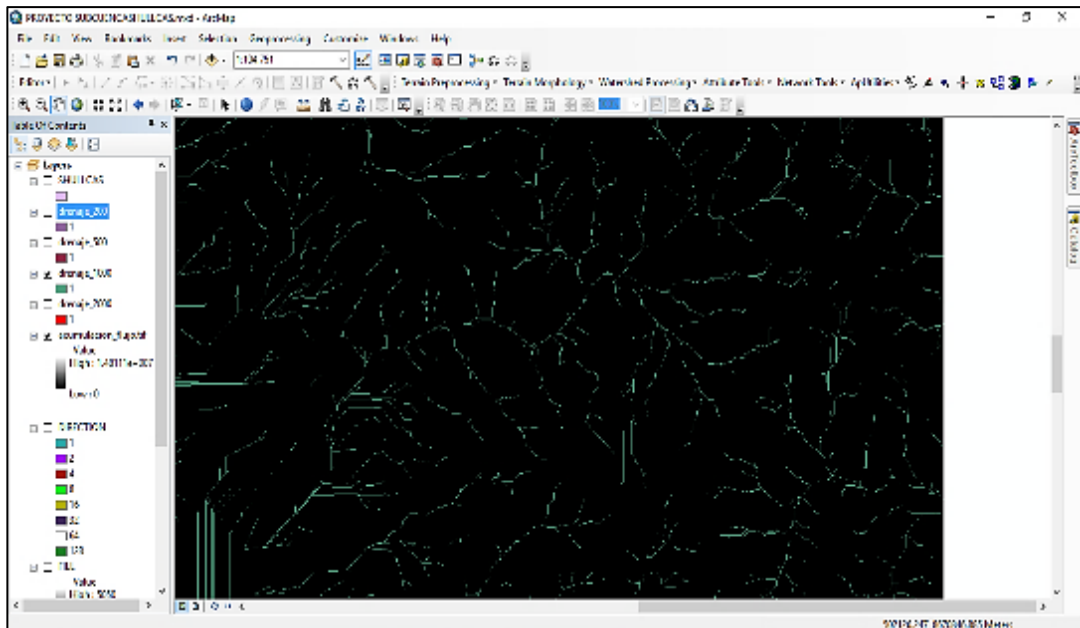


Figura 24. Determinación de la acumulación de flujo y corriente
Fuente: Elaboración Propia, 2019

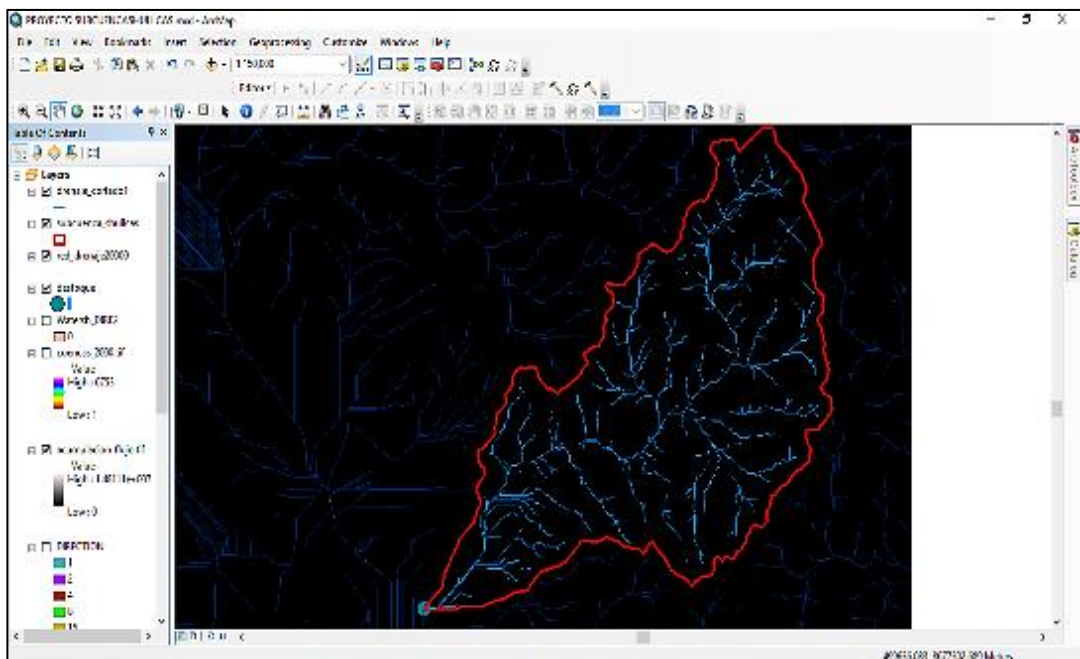


Figura 25. Subcuenca del Shullcas delimitado
Fuente: Elaboración Propia, 2019

Teniendo delimitada la Subcuenca del Shullcas, se procede a calcular la Altura Media obtenida a través de la curva hipsométrica y el Histograma de Frecuencias Altimétricas de la Subcuenca del Shullcas.

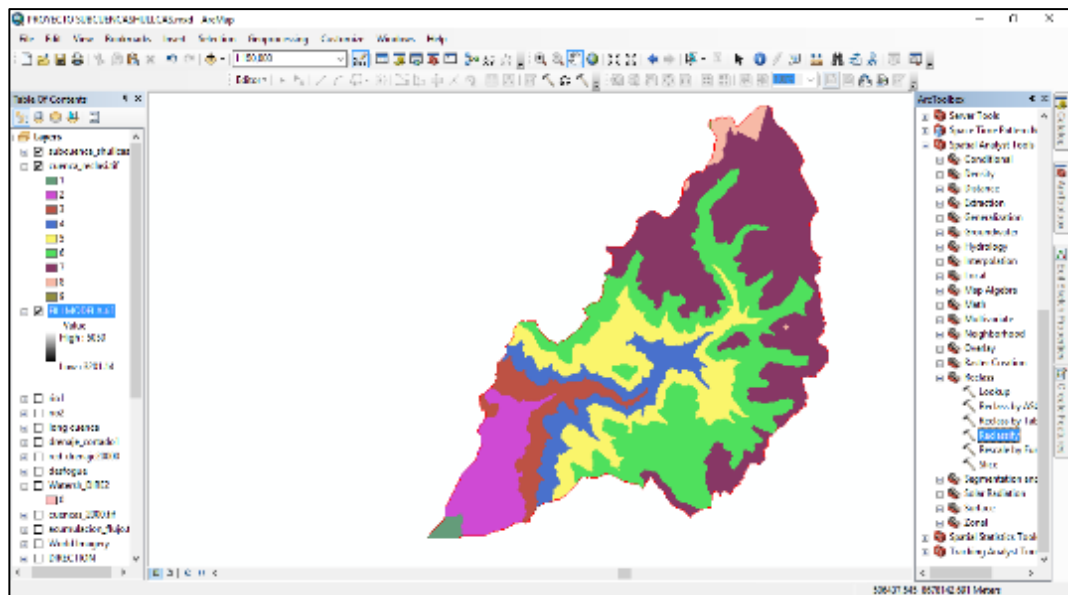


Figura 26. Determinación de las elevaciones en la Subcuenca del Shullcas
Fuente: Elaboración Propia, 2019

Para ello se realizó el cálculo en el programa Excel, la cual se adjunta en el Anexo N.º 3.

2.2.1.3 Calidad del agua de lluvia

Por muchos años hemos tratado de explotar todas las fuentes de aguas habidas y por haber, muy pocos países encontraron en el agua de lluvia, el alivio de algunos problemas que se suscitaban por la escasez. Sin embargo, esta fuente natural a pesar de la contaminación ambiental que se ha agravado estas últimas décadas, implícitamente ha demostrado ser mejor que el de las aguas superficiales, debido a que proviene directamente sin ser expuesto por otros agentes contaminantes.

Es así que con la presente investigación se pretende enfocar esta práctica de captar agua de lluvia en el campus de la Universidad Peruana Los Andes, para el uso de actividades propias de la universidad que no demanden el uso de agua potable. Las características de un agua de buena calidad dependen del uso que se hará de ella de acuerdo con los parámetros establecidos que generalmente son adaptaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Chalco, 2016).

2.2.1.3.1 Indicadores físicos y químicos del agua

A) Características físicas del agua

(Miglio, 2009) citado por (Chalco, 2016, p.44) sostiene que “El agua no debe contener impurezas ofensivas a los sentidos de la vista, gusto u olfato; las características físicas a través de un examen incluyen turbidez, color, pH, temperatura, sabor y olor”.

a1) Turbidez:

De acuerdo a (Miglio, 2009) citado por (Chalco, 2016, p.44) hace referencia que:

“Es una medida de la resistencia del agua al paso de la luz; la turbidez es causada por la presencia de materia en suspensión generalmente arena fina, arcilla, tierra vegetal y material coloidal. El valor de la turbidez se verifica mediante aparatos calibrados, ya sea el turbidímetro de Jackson o el de Hellige. Una unidad de turbidez a suspensión de 1mg de sílice (S.O₂) en un litro de agua”.

Según (Torres, 2011) citado por (Cruz, 2014, p.9) sostiene lo siguiente: “se debe a la presencia de materia en suspensión, tales como arcillas, sedimentos, partículas orgánicas coloidales, plancton y otros organismos microscópicos. La turbidez también produce olor y sabor, pudiendo tener un efecto significativo en la calidad microbiológica del agua potable”

a2) Color:

El color en el agua es debido a la presencia de materia orgánica, materia mineral en solución o suspensión que llega a la fuente de agua.

El color no tiene mucha significancia sanitaria, sin embargo, es estéticamente indeseable, debido a que pueda manchar o teñir algún proceso o material donde se aplique. El color es debido a la presencia de materia orgánica las cuales hace que el agua adopte un color (Chalco, 2016).

a3) Olor y sabor:

Chalco (2016), menciona que el agua debe ser inodora y de sabor agradable, la presencia de olores y sabores resulta posiblemente de factores como presencia de microorganismos muertos o vivos, gases disueltos, derrames, etc.

De acuerdo a (Miglio, 2009) citado por (Chalco, 2016, p.45) hace mención que “las aguas naturales generalmente no tienen ningún olor, excepto el que pueda ocasionarles eventualmente el fierro, el azufre o el crecimiento de ciertos organismos como algas u otros”.

a4) PH:

El pH indica la acidez o alcalinidad de una sustancia. “El pH es el cologaritmo de la concentración de los hidrógenos ionizados en moles por litro, se determina utilizando aparatos de extremada sensibilidad como el potenciómetro” (Chalco, 2016, p.45).

Tabla 7. Clasificación del agua de lluvia de acuerdo al pH

PH	Clasificación de la lluvia
pH > 5.6	Lluvia no ácida
4.7 < pH ≤ 5.6	Lluvia ligeramente ácida
4.3 < pH ≤ 4.7	Lluvia medianamente ácida
pH ≤ 4.3	Lluvia fuertemente ácida

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2004

B) Características químicas del agua

El agua no deberá de contener exceso de minerales, sustancias indeseables como el arsénico, cromo, selenio, cianuro o el plomo que son perjudiciales para la salud. Así como también sulfatos, óxidos, cloruros, etc. Según (Chalco, 2016, p.46) hace mención lo siguiente:

- “Sustancias indeseables directamente relacionadas con la salud como el plomo, el arsénico (causa envenenamiento progresivo); el flúor (los fluoruros arriba de 1.5 mg/L provocan la aparición de

manchas oscuras y picaduras en los dientes); cromo, selenio, cianuro, nitratos (arriba de 50mg/L pueden provocar alteraciones en la sangre en niños de corta edad)”.

- “Sustancias que no conviene que se presenten en concentraciones mayores a las fijadas como límite: cobre, fierro, magnesio, zinc, cloruros (el exceso de cloruros – sal produce sabor desagradable – salado), sulfatos (el exceso de sulfatos actúa como laxante), compuestos fenol y sólidos totales”.

Tabla 8. *Requisitos fisicoquímicos para la calidad del agua*

Características	Max. Deseable	Max. Admisible
Ph	7.5 – 8.5	6.5 – 9.2
Color	5 unidades	50 unidades
Turbidez	5 unidades	25 unidades
Cloruros	200 ml/l	600 ml/l
Sulfatos	200 ml/l	400 ml/l
Dureza total	100 ml/l	500 ml/l
Dureza de calcio	75 ml/l	200 ml/l
Dureza de magnesio	30 ml/l	150 ml/l
Magnesio	0.05 ml/l	0.5 ml/l
Hierro	0.1 ml/l	1.0 ml/l
Fluoruros	1.5 ml/l	1.5 ml/l
Nitratos	10 ml/l	45 ml/l

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2011

2.2.1.3.2 Factores que influyen en la calidad del agua:

A) Cambio climático

De acuerdo al (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2006), citado por (Cruz, 2014, p.12) menciona que:

“Está demostrado que el clima global está cambiando y que la actividad humana es en parte responsable de este cambio. Los principales efectos del cambio climático en los individuos y en el medio ambiente dejan notar en el agua. El cambio climático es el principal

motor de los cambios sufridos por los recursos hídricos y un factor de estrés adicional por sus efectos sobre los motores externos. Las políticas y las prácticas encaminadas a mitigar o a adaptarse al cambio climático pueden tener un impacto sobre los recursos hídricos y el modo de gestionarlos puede afectar al clima”.

El cambio climático es una realidad que se puede percibir con tan solo observar a nuestro alrededor, cada año los países potencias del mundo generan un gran número de producciones que a su vez emiten igual o mayor cantidad de emisiones de dióxido de carbono y residuos. Tales efectos ocasionan el calentamiento global que va aumentando la temperatura del planeta, haciendo que exista mayores probabilidades de sequías y deshielización, por ende, una mayor demanda en el consumo de agua registrada.

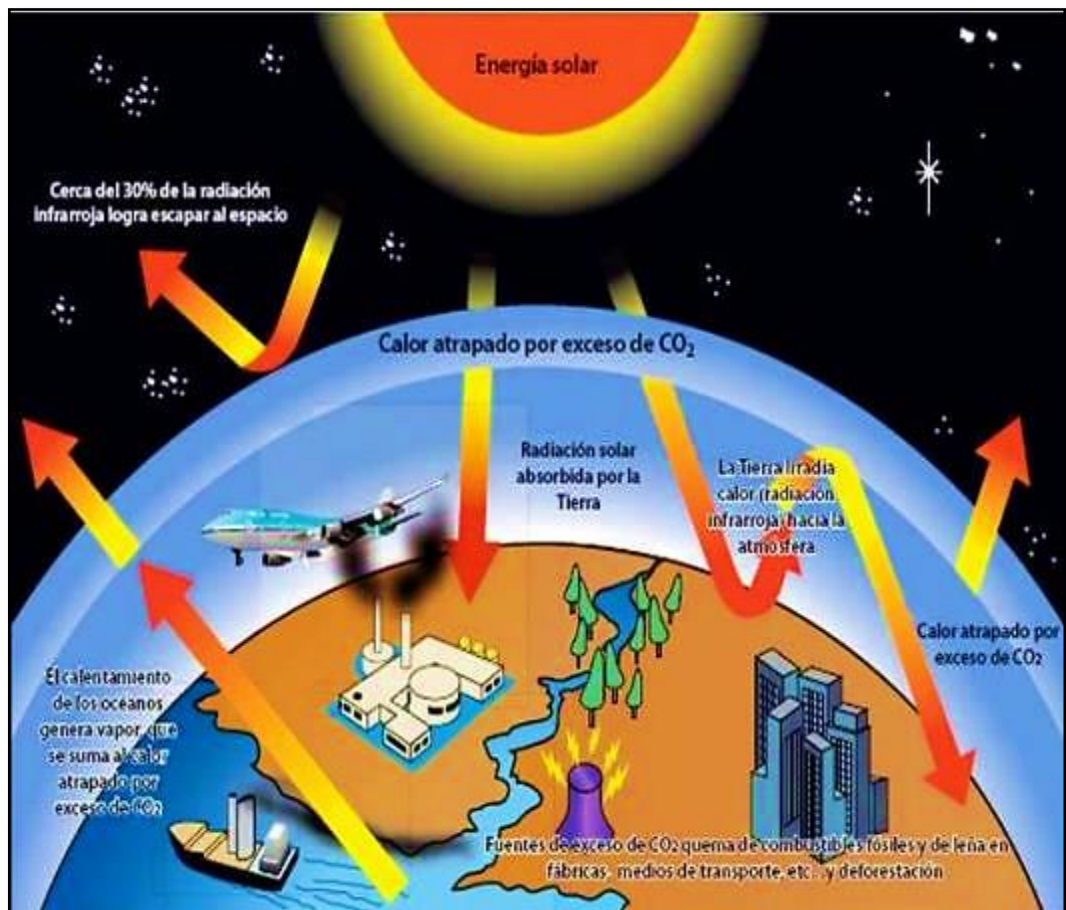


Figura 27. Cambio climático y calentamiento global
Fuente: Cruz, 2014

B) Contaminación del agua

De acuerdo al (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2006), citado por (Cruz, 2014, p.12) menciona que:

“Es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. Los principales contaminantes del agua son: aguas residuales, agentes infecciosos, nutrientes vegetales, productos químicos, petróleo, minerales inorgánicos, compuestos químicos, sedimentos formados por las partículas del suelo y arrastrados, sustancias radiactivas y el calor”.

La mayor fuente de contaminación del agua es originada por el ser humano, es la principal fuente de contaminación que durante muchos años se hace poco o nada para cambiar esta situación. Sin embargo, acciones mínimas como el reciclaje, el aprovechamiento máximo de nuestros recursos, etc. Son pasos importantes para una cultura de concientización con el planeta.

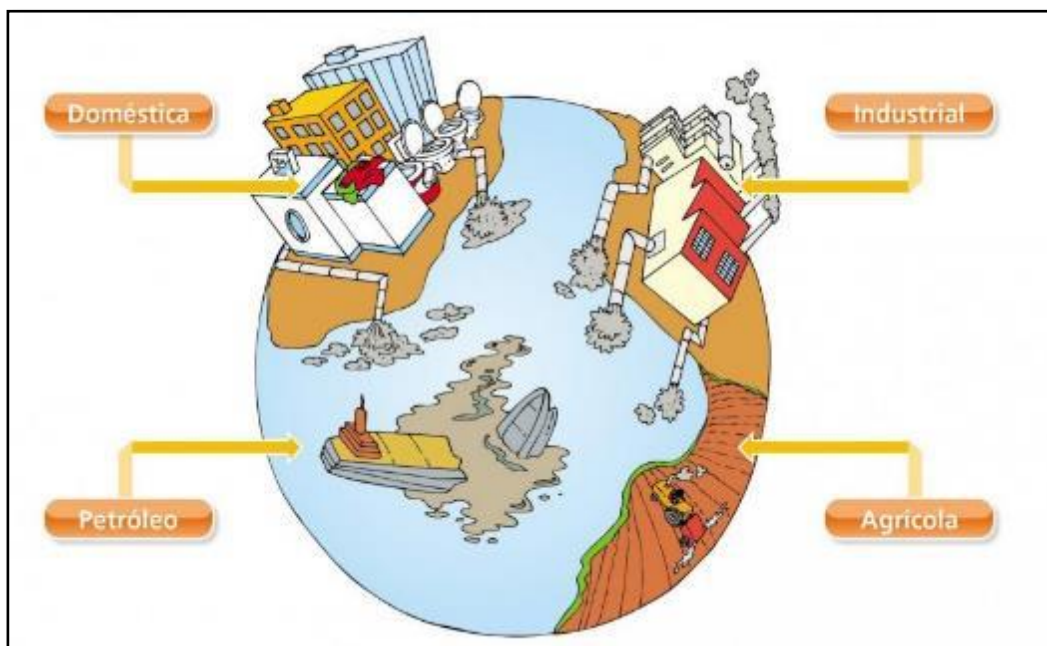


Figura 28. Fuentes de contaminación del agua

Fuente: Cruz, 2014

2.2.1.3.3 Normatividad de la calidad del agua para consumo humano

De acuerdo a (Masters y Ela, 2008), citado por (León, 2016, p.27), mencionan que:

“Los estándares de agua potable se dividen en primarios y secundarios. Los estándares primarios, son obligatorios y están basados en criterios relacionados con la salud, mientras que los estándares secundarios tienen que ver más con aspectos estéticos como gusto, olor y color del agua potable, y con aspectos no estéticos como la corrosividad o dureza, pero siendo todos estos no obligatorios”.

Dentro del marco normativo que rigen la calidad del agua tenemos los ECA (Estándares de Calidad Ambiental) y los LMP (Límites Máximos Permisibles), el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, emitido mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM establece como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental donde se establecen los requerimientos químicos y físicos del agua para sus distintos usos y categorías. (MINAM, 2018)

Por otro lado, tenemos el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano aprobado con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, y su modificatoria en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua con el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM en la que establecen límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radioactivos se refiere.

Por tal motivo en la presente investigación se realizará el análisis físico-químico, microbiológico e inorgánico del agua de lluvia a captar de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles según el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

2.2.2 Sistema de captación de agua de lluvia

Según Goins (2002) citado por (Malca, 2014, p.19) “La colección de agua pluvial es el proceso de desviar, coleccionar y almacenar el torrente de agua pluvial que corre en la superficie del suelo y el uso de esta agua con fines benéficos”.

Por otro lado, de acuerdo a (Cajina, 2006), citado por (Malca, 2014, p.20) menciona lo siguiente:

“La captación de agua de lluvia es la recolección de agua que escurre en forma superficial con propósitos de consumo humano, productivo y conservación ambiental; para el bienestar socioeconómico y ambiental de los usuarios. En la captación de agua de lluvia para fines domésticos se acostumbra a utilizar las superficies de techo como captación, conocido este modelo como SCAPT (Sistema de Captación de Agua de Lluvia en Techos)”.

El sistema de captación de agua de lluvia habilita las áreas impermeables, en las que se pueden captar y transportar mediante un sistema de canaletas hacia elementos de almacenamiento como tanques, reservorios con la finalidad de tratarlas o usar directamente, depende del uso o propósito del agua captada.

2.2.2.1 Principales sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL)

Los SCALL son una tecnología mediante la cual se habilitan cubiertas y áreas con el fin de captar el agua de lluvia, para posteriormente conducirla a lugares en donde pueda almacenarse. Herrera (2010) refiere:

“Los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia son utilizados intensivamente en muchas zonas del planeta y es el resultado de las necesidades de demanda de agua. Se implementan cuando no existe una red de acueducto o el suministro es deficiente, cuando no se dispone de los recursos es decir no exista dinero para invertir y los materiales de construcción son muy costosos, cuando la calidad del

agua es muy baja provocada por su contaminación, cuando la disponibilidad de agua subterránea y superficial es muy baja o por prácticas culturales y la legislación vigente de cada región”. (p.23)

Actualmente el agua de lluvia aún sigue siendo considerado como de buena calidad con excepción de algunos países en la que la contaminación del aire es alarmante. Durán (2010) afirma:

“Las características del agua de lluvia la hacen perfectamente utilizable para uso doméstico e industrial, la documentación existente sobre los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia, se limita a las acciones realizadas en las últimas décadas en diferentes zonas del planeta”. (p.7)

- Australia:

El 30.4% de la población en zonas rurales y el 6.5% en las ciudades utilizan algún Sistema de Captación de Agua de Lluvia. El 13 % de las casas que cuentan con un SCALL, utiliza el agua para beber y cocinar (Durán, 2010).

- Bangladesh:

Desde 1977, se ha instalado cerca de 1,000 SCALL por Organizaciones No Gubernamentales utilizando tanques de concreto reforzado y mampostería (Durán, 2010).

- Japón:

Japón es el país que utiliza SCALL para mitigar la escasez de agua, controlar inundaciones y asegurar el agua para situaciones de emergencia futuras (Durán, 2010).

- Alemania:

Cada año incorpora 50 mil SCALL como parte de su política pública, ya que la oferta de agua no crece al ritmo de las aglomeraciones urbanas, utilizando cubiertas de edificios, calles y vías peatonales (Durán, 2010).

- Brasil:

Brasil inició un proyecto cuyo objetivo era construir 1 millón de tanques que permitan la recolección de agua de lluvia, a través de ONG's para beneficiar a 5 millones de personas, utilizando estructuras de concreto reforzado (Durán, 2010).

- Estados Unidos:

Los SCALL son empleados en 15 estados, siendo Texas el estado donde más se utilizan; cuenta con alrededor de 50 compañías especializadas en el diseño de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (Durán, 2010).

- México:

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ha realizado investigaciones en la que ha adaptado tecnología en comunidades rurales del norte del estado para la captación y potabilización de aguas pluviales para uso y consumo humano (Durán, 2010).

En el 2003 en México se constituyó el Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI) de la Universidad Autónoma Chapingo en las que algunas de sus actividades fueron:

Elaborar y ejecutar proyectos de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia para consumo humano y doméstico en comunidades del estado de Michoacán, también dentro de los modelos de SCALL se encuentran en el campus de la Universidad Autónoma Chapingo modelos denominados COLPOS 1 – COLPOS 5. (CIDECALLI, 2003).

A) Colpos 1

Este modelo tiene la capacidad de dotar a una familia de 4 personas con un consumo de 100 litros diarios durante todo el año. El área de captación que se hizo fue de 120 M² a dos aguas, registrándose una precipitación pluvial anual de 610mm en la que se dispuso un tanque de almacenamiento de 73 M³ (Durán, 2010).

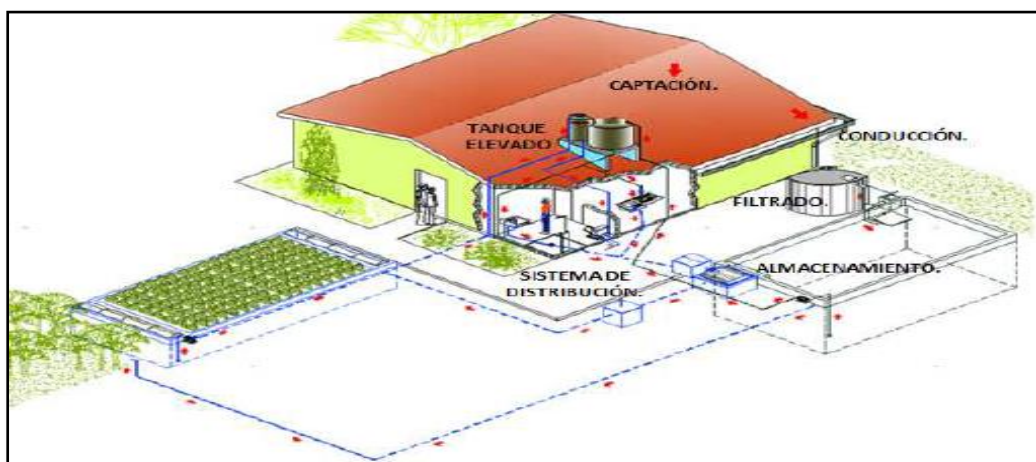


Figura 29. Sistema de captación Colpos 1
Fuente: Durán, 2010

B) Colpos 2

Este modelo está propuesto para funcionar como un estanque para peces de ornato y comestibles, que a su vez también se le da un uso alternativo del agua en el cultivo de hortalizas en un huerto. Su capacidad de todo el sistema es de 70 M³ (Durán, 2010).

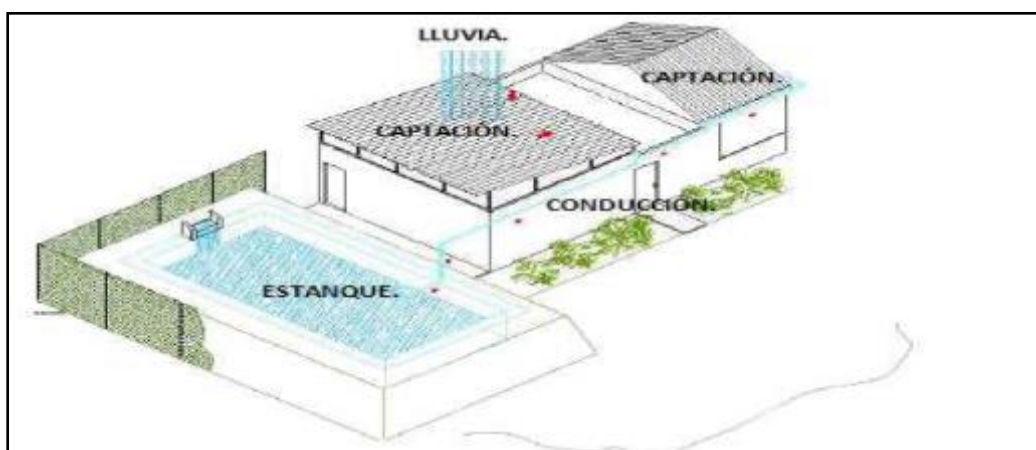


Figura 30. Sistema de captación Colpos II
Fuente: Durán, 2010

C) Colpos 3

Este modelo se planteó como planta purificadora de agua de lluvia con la que abastece el agua purificada a nivel de toda la comunidad universitaria, cuenta con una capacidad de la cisterna de 1,980 M3 y beneficia a 2,300 personas (Durán, 2010).

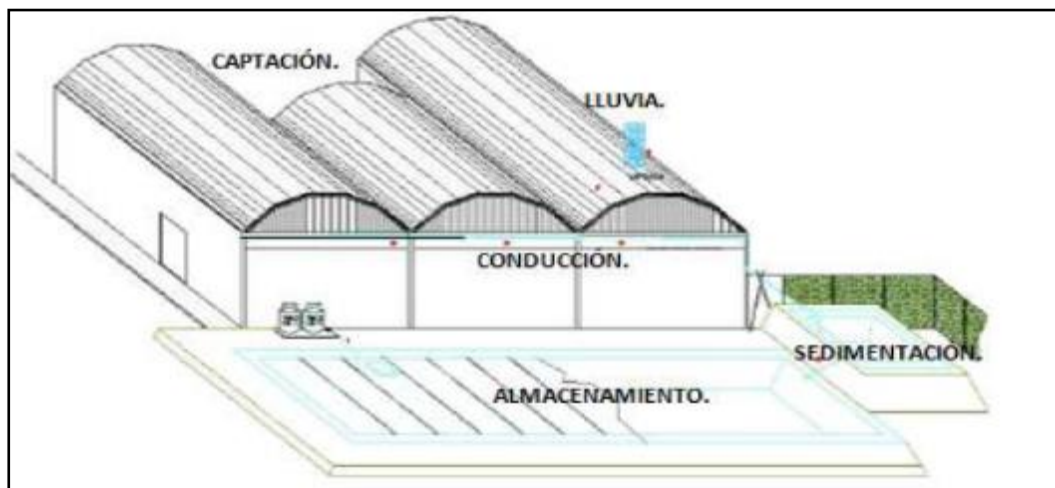


Figura 31. Sistema de captación Colpos III

Fuente: Durán, 2010

D) Colpos 4

Se diseñó para pequeñas porciones ganaderas capaz de servir una ganadería o granja familiar. Proporciona agua con una dotación de 50 litros por animal por día con una capacidad de 500 M3 (Durán, 2010).

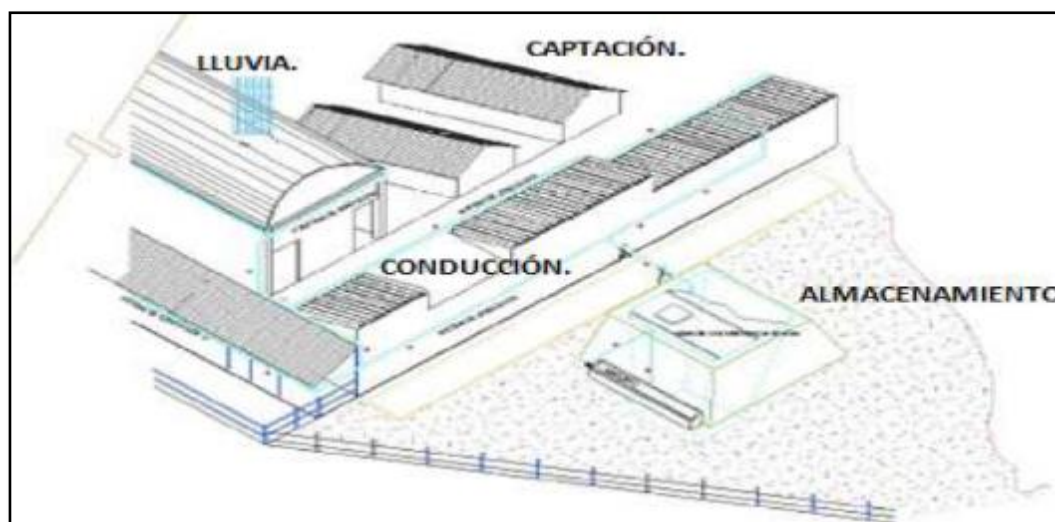


Figura 32. Sistema de captación Colpos IV

Fuente: Durán, 2010

E) Colpos 5

Se diseñó para riego en invernaderos con una capacidad de 2,000 M3. El agua es captada por la cubierta luego es almacenada y conservada en condiciones adecuadas para posteriormente el riego de cultivos bajo el sistema hidropónico (Durán, 2010).

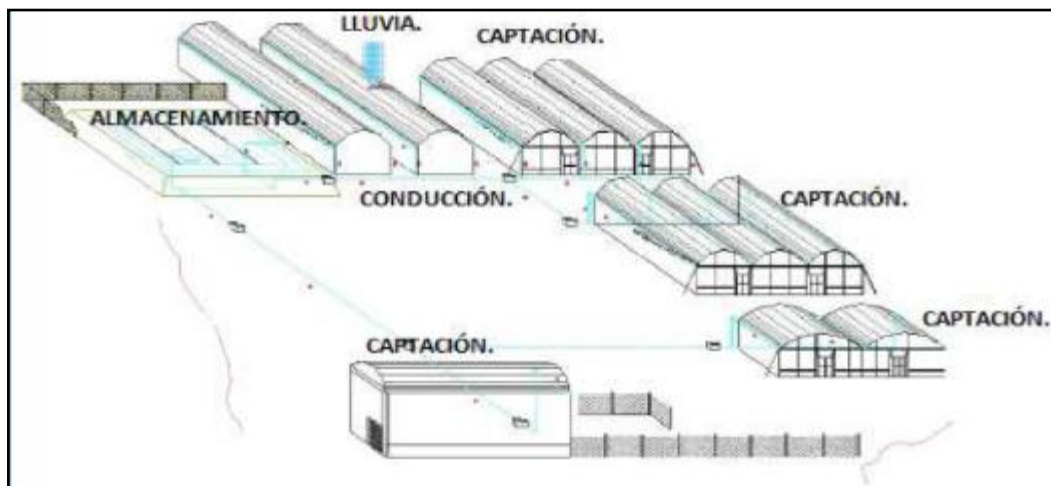


Figura 33. Sistema de captación Colpos V
Fuente: Durán, 2010

2.2.2.2 Componentes

Un sistema de captación de agua de lluvia está conformado por subsistemas que permiten realizar acciones como captación, recolección, conducción, interceptores, almacenamiento y su distribución, teniendo como punto de partida la habilitación de una superficie como techos u otras áreas impermeables de las construcciones que posibiliten el traslado del agua de lluvia hacia un sistema de almacenamiento. Teniendo en cuenta que el sistema de captación de agua de lluvia es el aporte al aprovechamiento hídrico se tiene que estos están compuestos de acuerdo a Grandez (2015) lo siguiente:

“Un SCALL, tiene por finalidad captar, conducir y almacenar el agua de lluvia, para su posterior uso, para lo cual dispone de elementos básicos como: área de captación; sistema de recolección y conducción; infraestructura de almacenamiento y sistema de distribución”. (p.30)

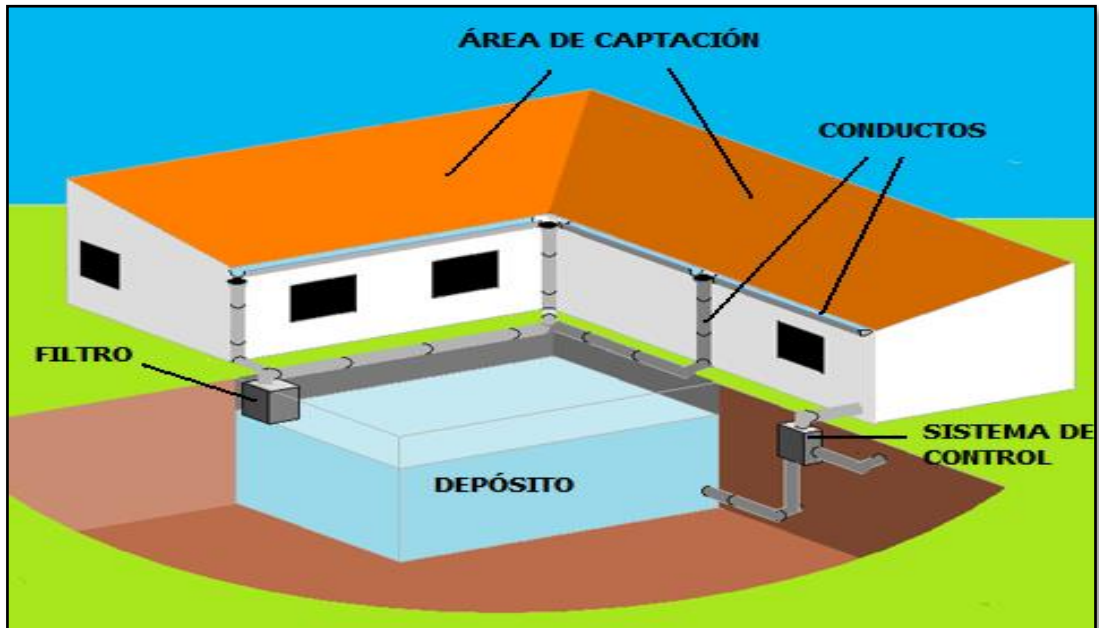


Figura 34. Sistema de captación de agua de lluvia

Fuente: Chalco, 2016

2.2.2.2.1 Captación

Es la superficie impermeable que se usa para recoger la precipitación pluvial, generalmente se utilizan los techos de las edificaciones con pendiente mayor al 5% que facilite el escurrimiento. Para García (2013), las áreas de captación pueden ser aprovechadas las azoteas, estacionamientos y otras superficies, sin embargo, concluye que las aguas captadas en los techos presentan mejores características que las mencionadas anteriormente ya que están en contacto directo con las personas, objetos, etc.

“Cualquiera sea el material que se elija hay que recordar que existen pérdidas de agua debido a diferentes factores que pueden ser por el aumento de temperatura (Evaporación), el tipo de superficie, vientos, entre otros factores. Las pérdidas que se dan son de acuerdo al tipo de material y para realizar los cálculos se presenta como un coeficiente de escorrentía”. (Malca, 2014, p.8)

A) Dimensionamiento:

El área de captación debe ser suficiente para recolectar el volumen de agua requerido, según la precipitación pluvial; para el cálculo, solo debe considerarse la proyección horizontal del área de captación (Grandez, 2015).

$$A = \frac{V}{(P * Ce)} \quad (20)$$

Donde:

A : Área Horizontal de la Superficie de Captación (m²)

p : Precipitación Pluvial (mm)

V : Volumen de Agua Requerido (litros)

Ce : Coeficiente de Escurrimiento o Escorrentía

Tabla 9. Coeficientes de escurrimiento I

Tipo de cobertura del área de captación	Coeficiente de escurrimiento
Lamina plástica de polietileno	0.90
Mortero (mezcla de cemento y arena)	0.88
Asfalto	0.88
Teja de arcilla recocida	0.75
Hormigón	0.70-0.95

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013

Tabla 10. Coeficiente de escurrimiento II

Tipo de Captación	Ce
Cubiertas superficiales	
Concreto	0.6 – 0.8
Geo membrana de PVC	0.85 – 0.90
Azotea	
Azulejos, teja	0.8 – 0.9
Hojas de metal acanaladas	0.7 – 0.9
Captación en tierra	
Suelo con pendientes menores al 10%	0.0 – 0.3
Superficies naturales rocosas	0.2-0.5

Fuente: Chalco, 2016

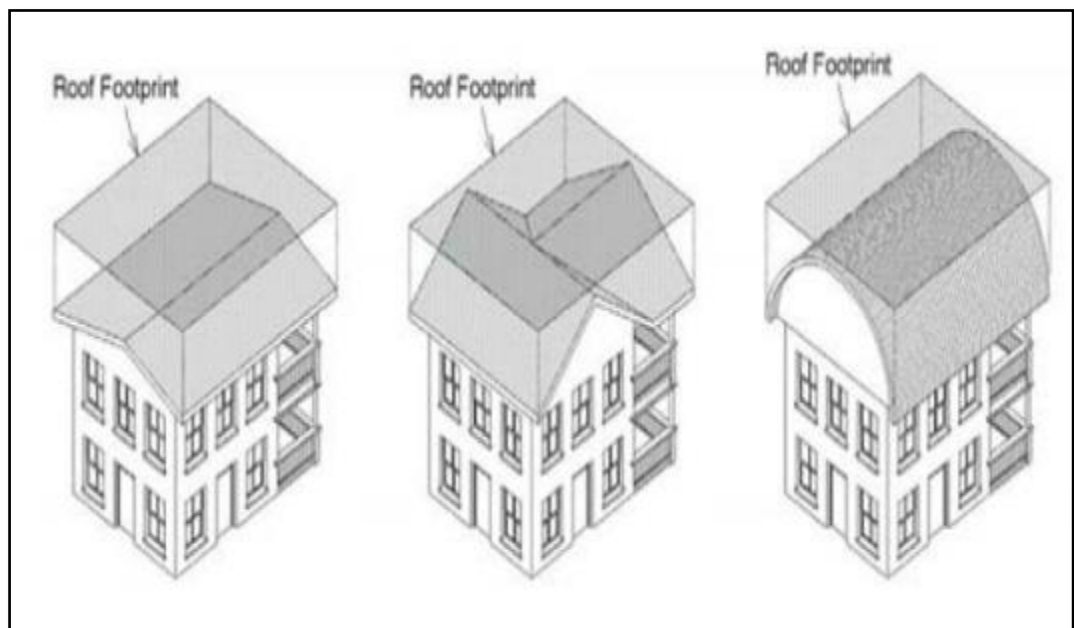


Figura 35. Proyección de áreas efectivas de captación

Fuente: León, 2016

Para Frasier y Myers (1983) se realiza una estimación preliminar que permite conocer la posible área necesaria a captar requerida mediante la siguiente ecuación:

$$A = 0.03 \text{ ó } 0.05 * \frac{U}{P_{ma}} \quad (21)$$

Donde:

A : Área de Captación (m²)

U : Requerimiento de Agua Anual (litros)

P_{ma} : Precipitación Anual (mm)

Determinación de las áreas de captación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes

La Universidad Peruana Los Andes se encuentra en la Av. Mártires del periodismo cuadra 20 (Ex Calmell del Solar) Chorrillos de la provincia de Huancayo, región Junín. La Universidad Peruana Los Andes cuenta con la Facultad de Medicina Humana, Facultad de Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, Facultad de Educación y Ciencias Humanas y la Facultad de Ingeniería.

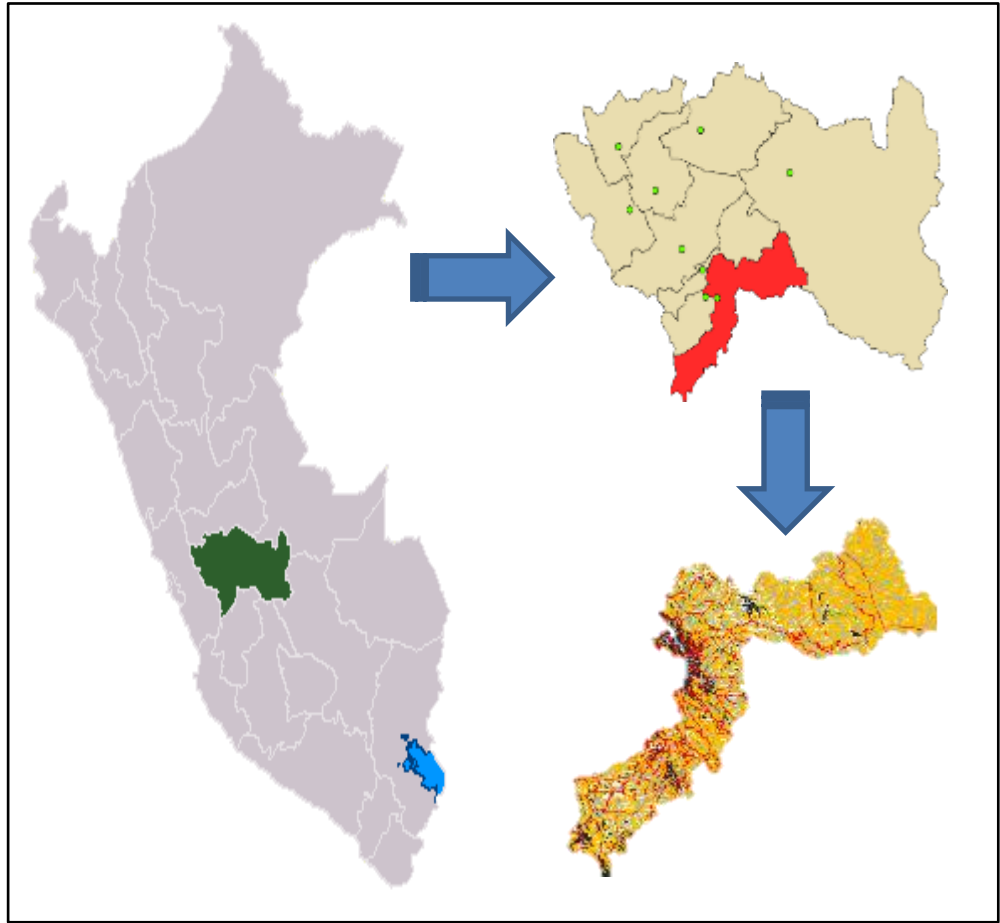


Figura 36. Ubicación del área de estudio
Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 37. Localización de la Universidad Peruana Los Andes
Fuente: Google Earth, 2019

La facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes cuenta con 4 Pabellones denominados H, I, J, K; la medición de las áreas de los techos de los pabellones se realizó de acuerdo a los planos oficiales facilitados por la Oficina Universitaria de Diseño y Construcción de la Universidad Peruana Los Andes con las que se determinaron las áreas de captación.



Figura 38. Localización de la Facultad de Ingeniería - UPLA
Fuente: Google Earth, 2019

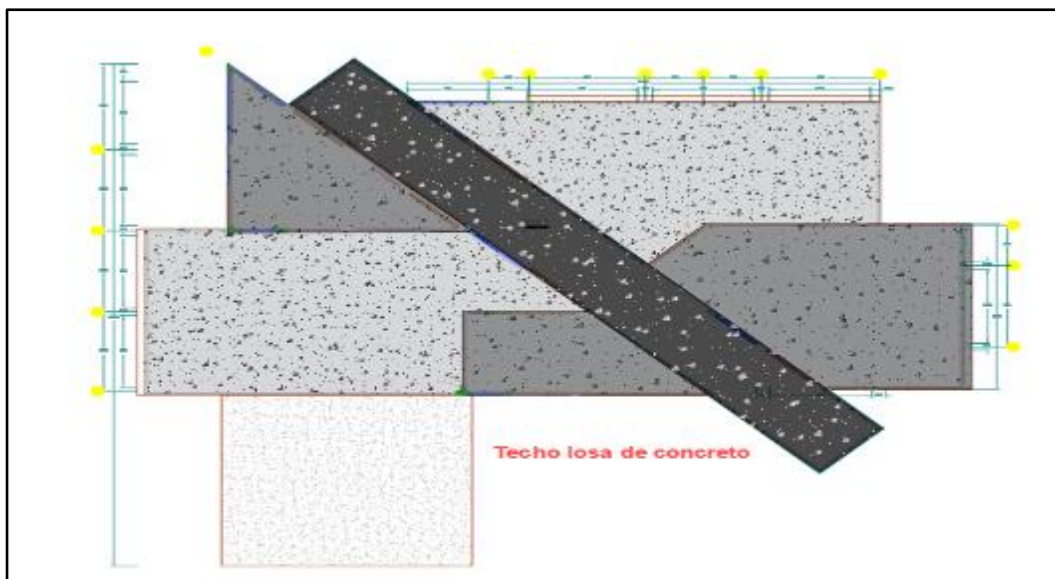


Figura 39. Vista en planta del techo del pabellón H - FIUPLA
Fuente: Elaboración Propia en base a Planos-UPLA, 2019

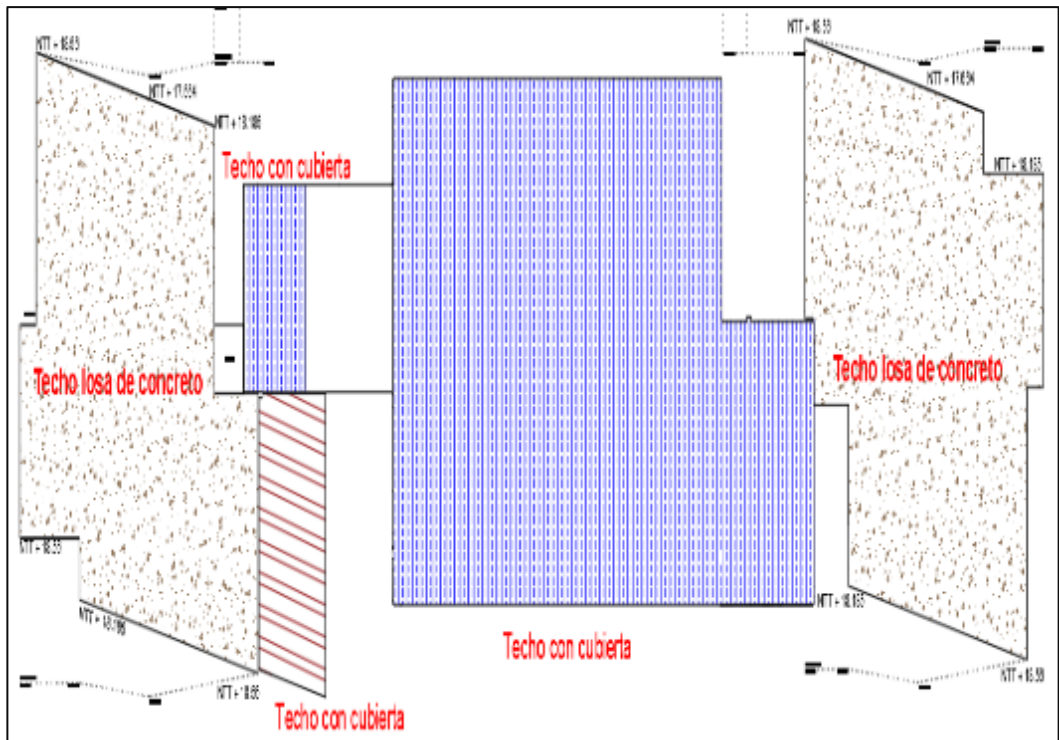


Figura 40. Vista en planta del techo del pabellón I- FIUPLA
Fuente: Elaboración Propia en base a Planos-UPLA, 2019

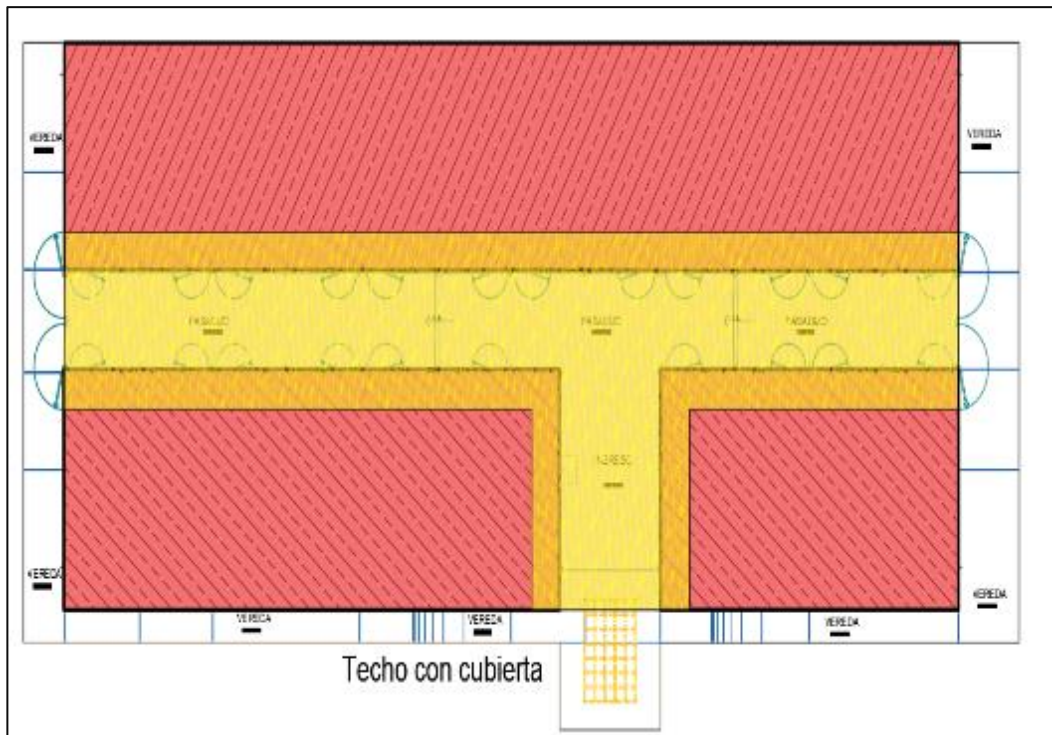


Figura 41. Vista en planta del techo del pabellón J- FIUPLA
Fuente: Elaboración Propia en base a Planos-UPLA, 2019

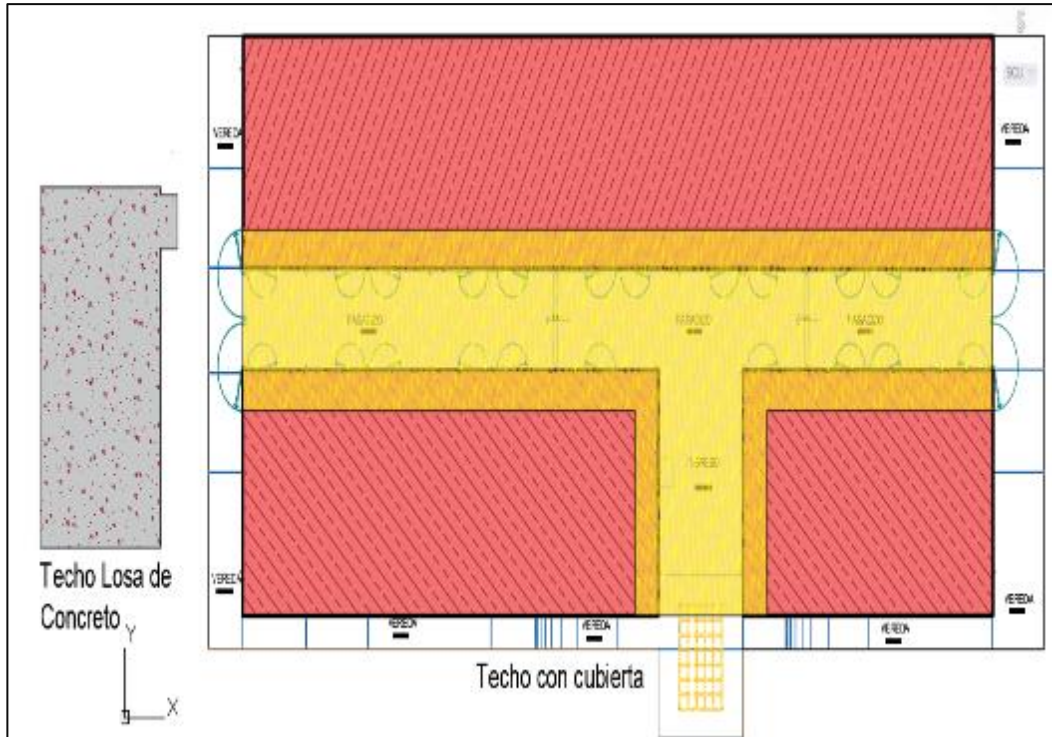


Figura 42. Vista en planta del techo del pabellón K- FIUPLA
Fuente: Elaboración Propia en base a Planos-UPLA, 2019



Figura 43. Pabellón H e I de la Facultad de Ingeniería - UPLA
Fuente: Pagina Web UPLA, 2019

2.2.2.2 Recolección y conducción

Una vez captada el agua pasa a un sistema de recolección y conducción, el agua recolectada es transportada por medio de canaletas hacia tuberías para su disposición. Las canaletas pueden ser de distintos materiales, entre ellos tenemos los más comunes que son: metálicas; galvanizadas; bambú, etc., sujetadas con ganchos cada 1 a 1.5 m de espaciamiento para evitar la presión y el colapso. Las canaletas deben ser instaladas con un pendiente que permita llegar hacia las bajantes evitando su estancamiento. (Velázquez, 2012)

A) Red de recolección y conducción

El material de las canaletas debe ser liviano y fácil de instalar, a fin de evitar pérdidas en la red de recolección así para el control adecuado de aprovechamiento.

“Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo, son costosas. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir, pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas”. (Velázquez, 2012, p.95)



Figura 44. Canaletas de recolección y bajantes

Fuente: Grandez, 2015

De acuerdo a Herrera (2010) refiere en caso de que la canaleta capte materiales indeseables como hojas, animales muertos, etc. La red de recolección y conducción deberá tener mallas que retengan objetos que eviten el taponamiento del desfogue de la tubería del montante. De acuerdo al (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004), citado por (León, 2016, p.37):

“Es muy importante señalar que en todo el proceso se debe asegurar que el agua no se contamine mediante compuestos orgánicos o inorgánicos que puedan provenir de algún tipo de conexión mal proyectada. Se debe contar, además, con unas mallas o rejillas, que no permitan que algunos materiales indeseables que por lo general caen en los techos, obstruyan las tuberías e impidan que el agua llegue hacia los interceptores que vienen más adelante en el sistema”.

Para ciudades en las que se registran tormentas con granizadas, esta malla se recomienda adecuar al tiempo de descongelamiento, por tal motivo se usara una malla de mayor abertura para evitar la saturación del techo. (León, 2016)



Figura 45. *Canaletas provistas de mallas*

Fuente: Grandez, 2015

B) Dimensionamiento:

El cálculo de la sección de las canaletas y tubos debe ser proporcional a la cantidad de lluvia en el lugar y el área de la superficie de captación, pues el agua que conduzcan está en función a dichas variables. (Grandez, 2015).

$$Q_n = \frac{S * I_{max} * e}{3600} \quad (22)$$

Donde:

- Q_n : Caudal necesario (l/seg)
- S : Área en proyección horizontal de la superficie (m²)
- I_{max} : Intensidad máxima de precipitación (mm/h)
- e : Coeficiente de escorrentía que se puede establecer igual a 1 para cubiertas impermeables.

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2} \quad (23)$$

Donde:

- Q : Caudal de la Canaleta (m³/seg)
- A : Área de la Sección Transversal (m²)
- n : Coeficiente de Rugosidad de la Canaleta
- R : Radio Hidráulico en (m): A/p
- p : Perímetro mojado (m)
- S : Pendiente

2.2.2.2.3 Interceptores

Según Grandez (2015), refiere que los sistemas de captación de agua pluvial cuentan con un dispositivo de descarga de primeras aguas, quiere decir provenientes del lavado del techo con residuos de polvo, tierra. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al sistema de almacenamiento, de este modo se minimiza la contaminación del agua almacenada. “Se requiere un litro de agua de lluvia para lavar un metro cuadrado del techo” (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, 2004, p.50).

Una manera sencilla y económica de implementar el interceptor es como muestra la figura 28.

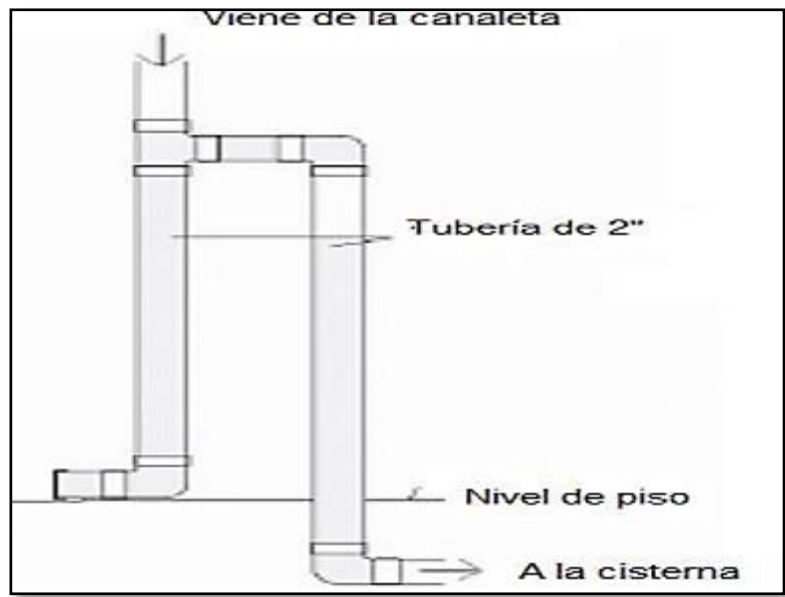


Figura 46. *Interceptor de primeras aguas I*
Fuente: Caballero, 2006

Como una mejor propuesta está la de la figura 29 ya que actúa de forma casi automática y el agua proveniente del lavado de techo, se deposita en un tanque de plástico que es diseñado en función al área de techo.

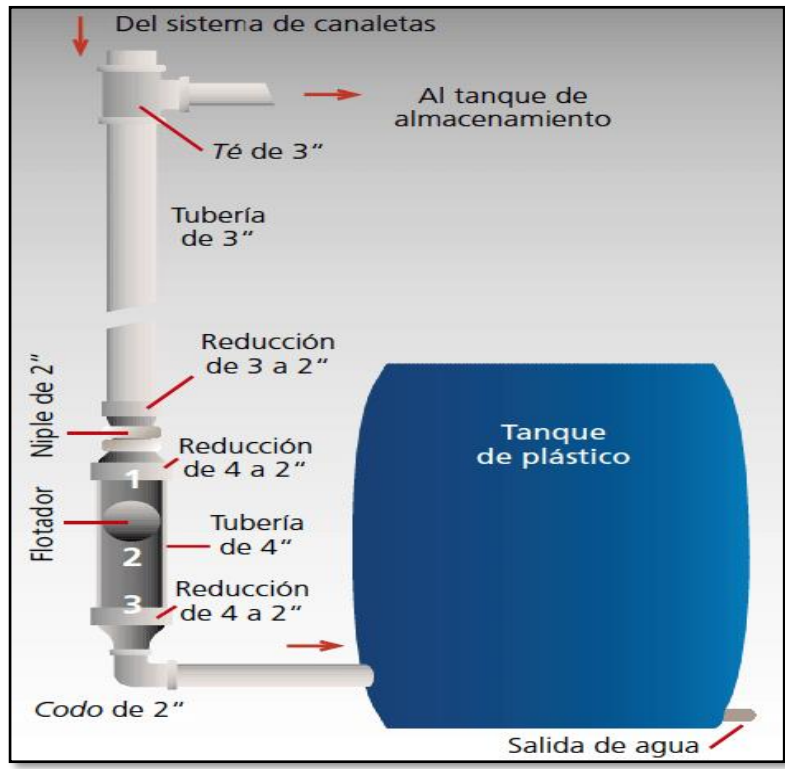


Figura 47. *Interceptor de primeras aguas II*
Fuente: Grandez, 2015

2.2.2.2.4 Almacenamiento

Dicho sistema se compone de una estructura que tiene por finalidad depositar, acumular el agua, en este caso de lluvia. Este envase, tanque, reservorio, etc. debe ser duradera en el tiempo, impermeable para evitar pérdidas, cubierto por una tapa y una salida de rebose que permitan el mantenimiento y así garantizar del funcionamiento del sistema.

De acuerdo a Grandez (2015), menciona que, para el correcto dimensionamiento del depósito a almacenar el agua de lluvia, el criterio principal será el tiempo que se requiera mantener el agua almacenada, partiendo del supuesto de que existe la oferta suficiente que garantice la atención de los servicios para los que fue propuesto el sistema en general.

A) Dimensionamiento:

Según CEPIS (2004), Existen diferentes métodos para dimensionar el reservorio de almacenamiento, siendo el más utilizado el método del Análisis de la Curva de Volúmenes Acumulados. Este método consiste en analizar el periodo con un intervalo de tiempo asumido, al volumen del agua acumulada captada, se resta la demanda acumulada de agua en el mismo intervalo de tiempo, la máxima diferencia positiva determina el volumen de depósito de almacenamiento.

$$V_{\text{rippl}} = \sum_{i=1}^{i=d} S \quad (24)$$

Donde:

V_{rippl} : Volumen de depósito, obtenido por el Método Rippl (Litros)

d : Cantidad de Intervalos del Periodo Analizado

S : Diferencia entre la Demanda y el Volumen de Agua captada (Litros)

Para Frasier y Myers (1983) no toda la lluvia puede ser captada y almacenada en un área específica, debido a pérdidas por infiltración, evaporación, etc. Es por ello que se presenta la siguiente ecuación.

$$\text{Vol} = E \times P_{\text{ma}} \times A \quad (25)$$

Donde:

E : Eficiencia de Escurrimiento

A : Área de Captación (m²)

Pma : Precipitación Anual (m)

Tabla 11. Eficiencia de escurrimiento estimado

Eficiencia de escurrimiento	Tipo de superficie
90%	Superficies Lisas, como techos de metal, tejas, entre otros
80%	Para superficies en grava o pavimentadas
60%	Para suelos tratados
30%	Suelo en estado natural

Fuente: Frasier y Myers, 1983

Para León (2016), para determinar el volumen del tanque se combina el resultado de precipitación promedio mensual, con el coeficiente de esorrentía de techo y el área de captación disponible.

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000} \quad (26)$$

Donde:

A_i : Abastecimiento correspondiente al mes “ i ” (m³)

P_{pi} : Precipitación Promedio Mensual (litros/m)

C_e : Coeficiente de Escorrentía

A_c : Área de Captación (m²)

B) Tipos de tanques de almacenamiento:

Los tanques de almacenamiento se pueden clasificar en función a su ubicación en el terreno, es decir la posición donde estará el sistema de almacenamiento y con esto demandará el tipo de sistema de abastecimiento.

- Tanques Elevados
- Tanques Superficiales
- Tanques Enterrados

Para Cruz (2014), los tipos de tanques de almacenamiento de agua de lluvia pueden ser construidos con los siguientes materiales:

- Mampostería (volúmenes de 100 a 500 litros)
- Pre Fabricado (volúmenes de 600 a 25000 litros)
- Concreto Armado (volúmenes cualesquiera)

Tabla 12. Material recomendado para almacenar agua

Material	Capacidad (litros)	
Fibra de Vidrio	2,000	8,000
Concreto	Hasta -	40,000
Metal	600	10,000
Polipropileno	1,200	40,000
Madera	3,000	20,000
Geomembrana	Hasta -	4,000,000
Polietileno	1,200	20,000
Barriles	200	400

Fuente: Grandez, 2015

2.2.2.2.5 Distribución

Este sistema cumple con la función de trasladar las aguas recolectadas de un sistema de almacenamiento a otro sistema que generalmente están por encima de la estructura con la finalidad de que se distribuya el agua por gravedad, esto se logra mediante un sistema de bombeo desde el tanque de almacenamiento hacia un tanque elevado.

A) Dimensionamiento de la red de distribución:

Generalmente se emplea tubos y accesorios de PVC debido a su facilidad de aplicación y costo, parten desde un tanque elevado hacia los puntos de consumo. Grandez (2015) menciona:

“Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método de Hunter (Método de Gastos Probables), se asignan caudales a cada aparato sanitario, a cada ramal, se asumen diámetros y se verifica velocidad; se calcula pérdida de carga

utilizando la fórmula de Hazen y Williams, y se determina las presiones en cada ramal. La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2m de columna de agua para aparatos de tanque y para aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes”. (p.38)

B) Dimensionamiento del tanque elevado:

El tanque elevado tiene por finalidad mantener el volumen de agua demandado a una altura con la disponibilidad de abastecer a los puntos de consumo por gravedad, de acuerdo al tipo de material cuentan con sistema que permiten llenar el agua automáticamente hasta una cierta altura en la que abastezca la cantidad necesaria a dotar. Grandez (2015) menciona: “El volumen del tanque elevado se determina en función de la dotación diaria, de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma IS-010, ítem 2.4” (p.37).

Cuando exista tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor a 1000 L. Reglamento Nacional de Edificaciones -IS.010

C) Dimensionamiento del sistema de bombeo:

Grandez (2015), menciona que los elementos para calcular la potencia de una bomba, son la altura a la que subirá el agua una cantidad determinada por litros y se representa con la siguiente ecuación:

$$PB = \frac{Qb \times HDT}{75 \times e} \quad (27)$$

Donde:

- PB : Potencia de Bomba (Hp)
- Qb : Caudal de Bombeo (litros/s)
- HDT : Altura Dinámica Total (m)
- e : Eficiencia 0.60

2.2.2.3 Tratamiento del agua de lluvia

León (2016), existen diversos métodos de tratamiento de agua que se puede implementar al sistema de captación de agua de lluvia. De esta manera se podrá contribuir a mejorar la calidad del agua captada y almacenada para su aprovechamiento máximo por los usuarios.

2.2.2.3.1 Método de clarificación

Este método se considera cuando el agua es demasiada turbia y se recomienda realizar consecuentemente otro método de limpieza que ayude a mejorar la calidad de agua. León (2016) menciona que:

“Este método se realiza mediante la adición de sustancias químicas o naturales, para que las partículas suspendidas se decanten hacia el fondo del recipiente en el que se esté realizando. Esta capa de sedimentos o lodo que queda en el fondo se debe proceder a desechar. Uno de los productos que pueden utilizarse es el alumbre, el cual no afecta la salud de las personas y viene en forma de cristales de color blanco. A su vez, no es muy costos y se puede encontrar libremente en cualquier farmacia”. (p.31)

2.2.2.3.2 Método de filtración

Este método consiste en filtrar sedimentos u objetos a través de diferentes capas que coadyuven a la separación de estas partículas no deseadas. “Este método consiste en filtrar el agua a través de distintas capas de un material poroso, con el objetivo de retener algunas bacterias y partículas suspendidas” (León, 2016, p.31). Actualmente se encuentra una variedad de filtros que aportan la seguridad de filtración del líquido para una mayor calidad en el consumo.

2.2.2.3.3 Método físico de desinfección

El objetivo de este método es la eliminación de bacterias y/o microorganismos existentes en el agua captada sin tratamiento que pueden ser perjudiciales para la salud. Este método cuenta con la opción de desinfectarla mediante la ebullición a causa de un aumento de temperatura,

es decir hacer hervir el agua. “Este proceso debe darse como mínimo por 10 minutos para que se asegure que las bacterias más dañinas y parásitos mueran” (León, 2016, p.31).

2.2.2.3.4 Métodos químicos de desinfección

El cloro o hipoclorito de sodio es un compuesto que es utilizado a gran magnitud para el tratamiento del agua, ya que existen varios derivados para realizar el proceso denominado cloración. La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2015) recomienda realizar una inspección al sistema de captación y distribución para un control de cloro residual a las salidas de los sistemas, para asegurar la buena calidad del agua captada refiere el correcto mantenimiento de los sistemas.

2.3 Definición de términos

Aprovechamiento hídrico:

Grandez, 2015 define el aprovechamiento hídrico como la optimización del agua para su uso eficiente de acuerdo al fin destinado (demanda), sin comprometer su disponibilidad (oferta) y calidad en los usos de la actividad humana.

Demanda de agua:

Malca, 2014 define como la cantidad de agua requerida por usuarios para atender sus necesidades y se calcula teniendo en cuenta la cantidad de personas, número de días por mes y las dotaciones correspondientes.

Suministro de agua:

Grandez, 2015 define como el acto y consecuencia de proveer agua que se lleva a cabo para satisfacer las necesidades de consumo de una estructura económica.

Oferta de agua:

Malca, 2014 define como el volumen de agua que se puede captar y almacenar durante las épocas de lluvia para abastecer de agua a los beneficiarios, para su cálculo se tiene en cuenta las precipitaciones medias

mensuales en las viviendas, áreas de captación y cantidad de agua perdida por efectos de evaporación, infiltración u otros.

Precipitación:

Santivañez, 2010 define como la caída de agua desde la atmosfera hacia la superficie terrestre, forma parte del ciclo del agua que mantiene el equilibrio y sustento de los ecosistemas.

Agua de lluvia:

Malca,2014 define como el tipo de precipitación que cae en una determinada zona en forma de gotas de agua mayores a 0.5 mm, cuya intensidad varían en el lugar de estudio.

Cuenca hidrográfica:

Ricse y Robles, 2014 definen como la porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural, la cuenca se define por la sección del rio y es delimitada por la línea de las cumbres o también llamada divisoria de aguas.

Escorrentía:

Grandez, 2015 define como el agua de lluvia que comienza a circular o fluir libremente sobre una superficie.

Perímetro mojado:

Villon, 2002 define como el contorno de la sección que está en contacto con el agua.

Radio hidráulico:

Villon, 2002 define como el cociente entre el área de la sección mojada y el perímetro mojado.

Calidad del agua:

León, 2016 define como analizar el agua de tal manera se determine sus características físico químicas y bacteriológicas, las cuales deben estar dentro de los límites permisibles para el consumo humano.

Tratamiento del agua:

Grandez, 2015 define como el conjunto de reacciones de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la reducción de las características no deseables de las aguas, con la finalidad de obtener aguas con características adecuadas para su disposición y aprovechamiento.

Sistema de captación pluvial:

García, 2013 define al sistema de Captación de agua pluvial como cualquier método que se recurra a la captación y almacenamiento del agua de lluvia para un fin determinado.

Recolección de agua pluvial:

García, 2013 define como todo acto con el fin de captar y derivar las aguas de lluvias para un fin destinado.

Almacenamiento de agua pluvial:

García, 2013 define como la acción de acumular el agua de lluvia en un envase o contenedor que contribuya con su preservación para su posterior disposición.

Captación de agua pluvial:

León, 2016 define como las técnicas para derivar el agua pluvial hacia un almacén que se disponga.

Red de conducción:

García, 2013 define como el conjunto de sistemas de redes, conformado por tuberías y accesorios desde el área de captación que tiene el fin de derivar el agua hacia su almacenamiento dispuesto.

Red de distribución:

García, 2013 define como el conjunto de sistemas de redes conformados por tuberías y accesorios desde el sistema de almacenamiento hasta las disposiciones finales, con la finalidad de repartir las aguas hacia aparatos sanitarios dispuestos.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.
- b) Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

2.5 Variables

2.5.1 Definición conceptual de las variables

Variable (X):

Aprovechamiento hídrico

De acuerdo a la definición de Grandez (2015); El aprovechamiento hídrico consiste en la optimización del agua para su uso eficiente en la cantidad de acuerdo al fin destinado (demanda), sin comprometer su disponibilidad (oferta) y calidad en los usos de la actividad humana.

Variable (Y):

Sistema de captación de agua pluvial

De acuerdo a la definición de García (2013); El sistema de Captación de agua pluvial es cualquier método que se recurra a la captación y almacenamiento del agua de lluvia.

2.5.2 Definición operacionalización de las variables

Variable (X):

Aprovechamiento hídrico

El aprovechamiento hídrico será determinado de acuerdo al análisis pluviométrico a través de los registros de precipitación, determinando la oferta pluvial, al igual que el análisis para la determinación de la cantidad de beneficiarios y su dotación en actividades que demande el agua pluvial, obteniendo la demanda, para luego determinar la calidad del agua de lluvia.

Variable (Y):

Sistema de captación de agua pluvial

El sistema de Captación de Agua Pluvial se determina de acuerdo a los componentes de captación y almacenamiento del agua de lluvia como alternativa de abastecimiento de agua siendo calculadas y representadas en planos, para el uso y la disposición de ellas, en actividades de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes

2.5.3 Operacionalización de la variable

Variable	Def. conceptual	Tipo de variable	Dimensiones	Unidad	Indicadores
Variable (X): Aprovechamiento hídrico	De acuerdo a Grandez (2015); El aprovechamiento hídrico consiste en la optimización del agua para su uso eficiente de acuerdo al fin destinado (demanda), sin comprometer su disponibilidad (oferta) y calidad en los usos de la actividad humana.	Numérica	Oferta de agua pluvial	m ³	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudio de Cuenca ➤ Análisis Pluviométrico
			Demanda de agua pluvial	m ³	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad de Beneficiarios ➤ Cantidad de Agua consumida
			Calidad del agua pluvial	LMPs	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis Físico-Químico ➤ Análisis Microbiológico ➤ Análisis Inorgánico
Variable (Y): Sistema de captación de agua pluvial	De acuerdo a García (2013); El sistema de Captación de agua pluvial es cualquier método que se recurra a la captación y almacenamiento del agua de lluvia para un fin determinado.	Numérica	Captación	m ²	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Área de Captación
			Almacenamiento	m ³	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Volumen del Reservorio ➤ Sistema de Primeras Aguas

Fuente: Elaboración Propia, 2019

CAPÍTULO III METODOLOGIA

3.1 Método de investigación

Como método general de la presente investigación se tiene al método científico, de manera que constituye procedimientos, técnicas, instrumentos, estrategias y tácticas para la resolución del problema de investigación a través de la verificación o refutación de las proposiciones como hipótesis. Carrasco (2005).

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada con respecto a ello, Carrasco (2005), señala que la investigación aplicada se distingue por tener objetivos prácticos definidos, es decir para actuar, transformar o modificar un determinado sector de la realidad.

Por su parte Tamayo (2003), define como el estudio y aplicación de la investigación a situaciones o realidades problemáticas concretas, están dirigidas a la aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías.

3.3 Nivel de investigación

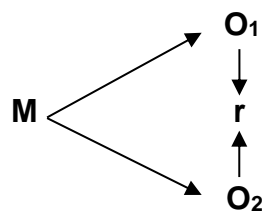
El nivel de investigación es: descriptivo - correlacional de acuerdo a ello, la investigación comienza siendo descriptiva, Hernández (2014) refiere que con los estudios descriptivos se busca especificar características y propiedades que son sometidas a través de un análisis, es decir solo el de recoger información y describir fenómenos, situaciones sobre la variable para su posterior análisis. Para luego analizarlo como una investigación

correlacional donde, Hernández (2014) menciona que los estudios correlacionales tienen el propósito de evaluar la relación existente entre dos o más variables, tales correlaciones se expresan en hipótesis sometido a pruebas.

3.4 Diseño de investigación

El diseño de la Investigación es no experimental del tipo transversal. Al respecto Hernández (2014), señala que una investigación no experimental es aquella que no presenta una manipulación en la variable por parte del investigador, ya que el fenómeno o hecho ya sucedió y transversal de acuerdo a Carrasco (2005), se emplea para analizar y conocer características o cualidades de un hecho de la realidad con el fin de analizar su incidencia e interrelación tal cual como se da en su contexto natural en un solo momento.

Esquema:



Donde:

M : Muestra Techos de la Facultad de Ingeniería

O₁ : Medición de la Variable Aprovechamiento Hídrico

O₂ : Medición de la variable Sistema de Captación de Agua Pluvial

r : Coeficiente de correlación

3.5 Población y muestra

La población y muestra de esta investigación son los techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes. Por su parte Hernández citado en Castro (2003), expresa que “si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra” (p.69). Por lo que se infiere que al tomar el total de la población no se aplica ningún criterio muestral.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica aplicada en la investigación es mediante el análisis documental, con respecto a ello Carrasco (2005, p.275) “Documento es todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado, y que poseen referencias valiosas para un trabajo de investigación”.

La fuente para la recolección de información de esta investigación fue de fuente secundaria a través de datos secundarios las cuales “implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos” (Hernández, 2014, p.252), obtenidos de documentos estadísticos. “Constituye una de las fuentes de información más valiosa para la investigación científica. Podemos encontrarlos en instituciones y organismos estatales o privados, tales como universidades, ministerios, empresas, etc.” (Carrasco, 2005, p.278).

3.6.2 Instrumentos de recolección de datos

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue por intermedio de solicitudes para la obtención de información estadística interna de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes a través de la Oficina de Coordinación de Asuntos Administrativos, Planificación y Presupuesto; Oficina de Coordinación de Asuntos Académicos; Dirección de Departamento Académico y la Oficina Universitaria de Diseño y Construcción, con las cuales se obtuvieron datos de la cantidad de población y los planos de la Facultad de Ingeniería.

De igual forma se realizó la solicitud de registros de precipitaciones a la Dirección Zonal de Junín SENAMHI, como también la descarga de Cartas Nacionales mediante la página web del Ministerio de Educación del Perú donde contiene información sobre cotas, lagos, ríos, curvas de nivel, entre otros, con las que se obtuvo información geográfica de la subcuenca

del Shullcas.

3.7 Procesamiento de la información

El procesamiento de datos se realizó de la siguiente manera:

En base a los datos proporcionados por SENAMHI de precipitaciones pluviales, se realizó la conformación de una tabla con los registros ordenados de precipitación con un periodo de 10 años en el programa EXCELL. De igual forma se realizó el procesamiento de los datos obtenidos de los datos estadísticos internos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes como la cantidad de matriculados clasificados de acuerdo a las escuelas profesionales y al periodo académico (ciclo normal o ciclo verano); la cantidad de docentes; el personal administrativo y de servicio.

Con el Software ArcGis se realizó el procesamiento de las cartas nacionales obteniendo los cálculos necesarios para determinar las características fisiográficas y geomorfologías de la Subcuenca del Shullcas. Con el Software AutoCAD se realizó las mediciones sobre los planos obtenidos de la Oficina Universitaria de Diseño y Construcción de la Universidad Peruana Los Andes obteniendo las áreas de los techos.

También se realizó la toma de muestra del agua de lluvia con la que se obtuvo sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas e inorgánicas con las que se comparó con las normas vigentes.

3.8 Técnicas y análisis de datos

El análisis de datos generalmente será del tipo cuantitativo debido a la generación de una base de datos estadísticos con las que fueron procesadas con herramientas computacionales para la obtención de las dimensiones de oferta, demanda y calidad, siendo representadas a través de gráficos y sus respectivas interpretaciones.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Relación del aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial

4.1.1 Características de la Subcuenca del Shullcas

Tabla 13. Características fisiográficas de la Subcuenca del Shullcas

Característica	Valor	Descripción
Área (Km ²)	218.68	Cuenca Pequeña
Perímetro (Km)	81.25	-
Longitud de Cuenca (Km)	27.00	-
Longitud del Río Principal (Km)	29.04	-
Ancho	8.10	-
Factor de Forma	0.30	Cuenca ligeramente alargada
Índice de Compacidad	1.54	Cuenca alargada oblonga

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 14. Características geomorfológicas de la Subcuenca del Shullcas

Parámetro	Valor
Altitud media de la Cuenca (m.s.n.m.)	4248.98
Cota Mayor (m.s.n.m.)	5050.00
Cota Menor (m.s.n.m.)	3201.14

Fuente: Elaboración Propia, 2019

La tabla 13 y 14 muestran las características fisiográficas y geomorfológicas de la Subcuenca del Shullcas.

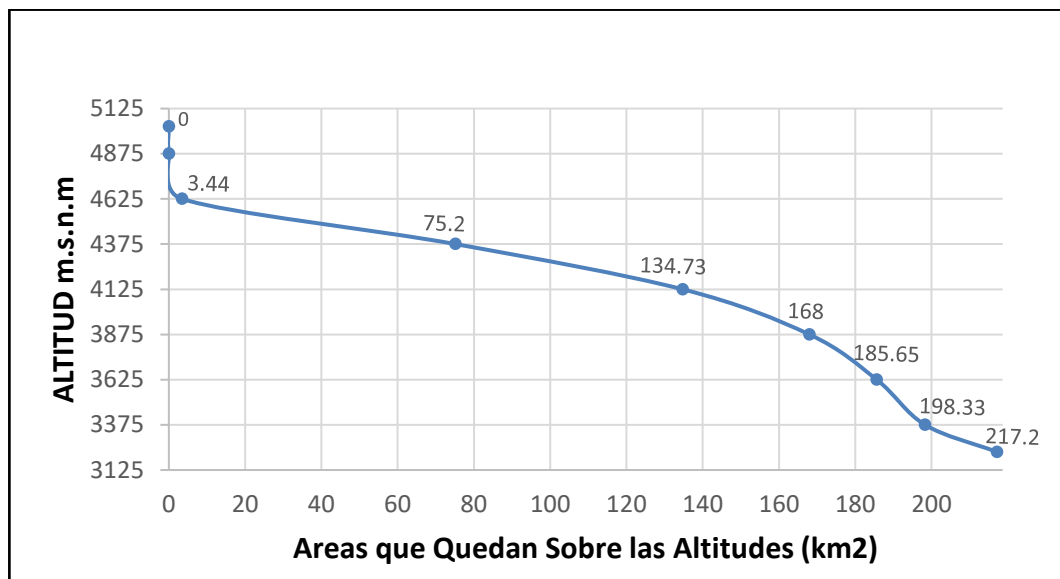


Gráfico 4. Curva hipsométrica de la Subcuenca del Shullcas

Fuente: Elaboración Propia en base al Anexo N.º 3, 2019

El gráfico 4 muestra las áreas de la Subcuenca del Shullcas que existen por encima de cierta altitud.

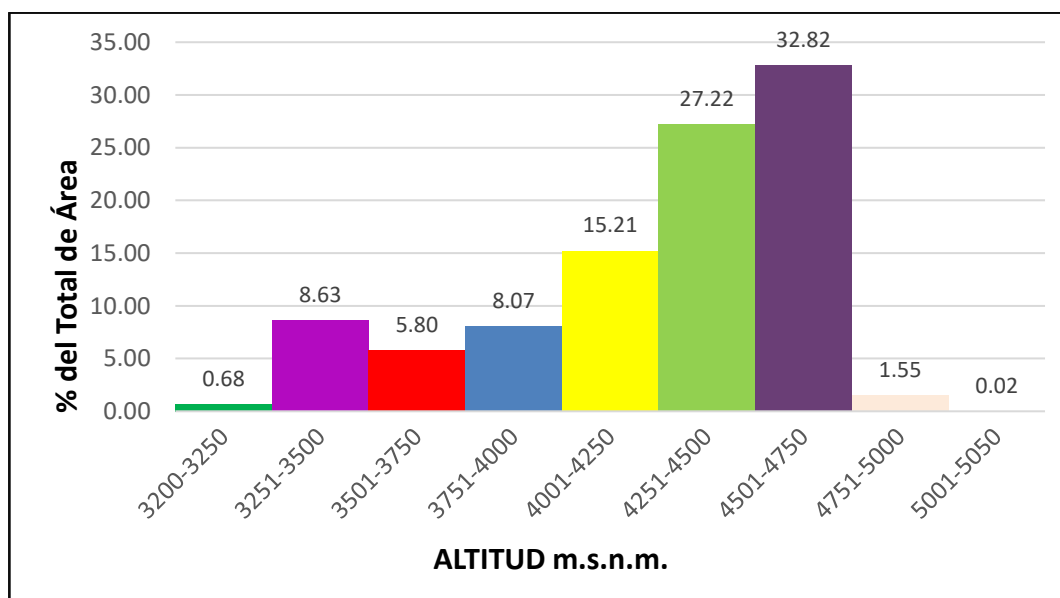


Gráfico 5. Histograma de frecuencias altimétricas del Shullcas

Fuente: Elaboración Propia en base al Anexo N.º 3, 2019

El gráfico 5 muestra la variación del porcentaje de área entre cada cota.

4.1.2 Determinación de la oferta de lluvia

4.1.2.1 Cálculo de la precipitación promedio mensual

Tabla 15. Precipitación total mensual de la estación Santa Ana

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2009	94.7	102.8	120.9	84.2	38.4	1.8	7.6	22.6	41.9	48.4	129.1	133.2	825.6
2010	142.9	151.0	84.1	26.9	0.7	3.1	19.4	6.9	7.0	68.7	49.8	122.4	682.9
2011	205.7	271.0	139.2	79.1	11.5	0.0	9.8	4.7	79.9	73.4	79.9	140.7	1094.9
2012	108.4	133.6	75.8	126.7	29.5	28.0	0.0	1.5	37.1	58.0	61.8	184.5	844.9
2013	160.0	135.4	85.9	49.6	11.1	5.0	3.7	32.0	38.7	58.3	38.0	131.0	748.7
2014	161.0	99.5	179.7	87.3	32.1	0.3	4.2	32.1	83.4	34.6	103.1	100.7	918.0
2015	111.6	118.0	95.6	56.0	23.1	15.9	5.3	9.1	68.3	61.3	57.5	111.2	732.9
2016	91.5	177.6	74.1	53.6	16.3	0.0	1.4	4.8	27.4	72.5	92.6	72.7	684.5
2017	160.5	143.4	109.4	90.9	14.2	0.8	0.0	3.8	56.0	68.9	63.9	83.8	795.6
2018	164.2	143.7	148.6	23.3	29.0	5.1	6.4	17.1	54.1	103.2	34.7	54.4	783.8

Fuente: Elaboración Propia en base Información a SENAMHI, 2019

La tabla 15 muestra el registro de precipitación desde 10 años atrás de la estación meteorológica Santa Ana.

Tabla 16. Precipitación promedio mensual de la estación Santa Ana

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
140.1	147.6	111.3	67.8	20.6	6.0	5.8	13.5	49.4	64.7	71.0	113.5	811.2

Fuente: Elaboración Propia en base a Información SENAMHI, 2019

La tabla 16 muestra la precipitación promedio mensual de la estación meteorológica Santa Ana.

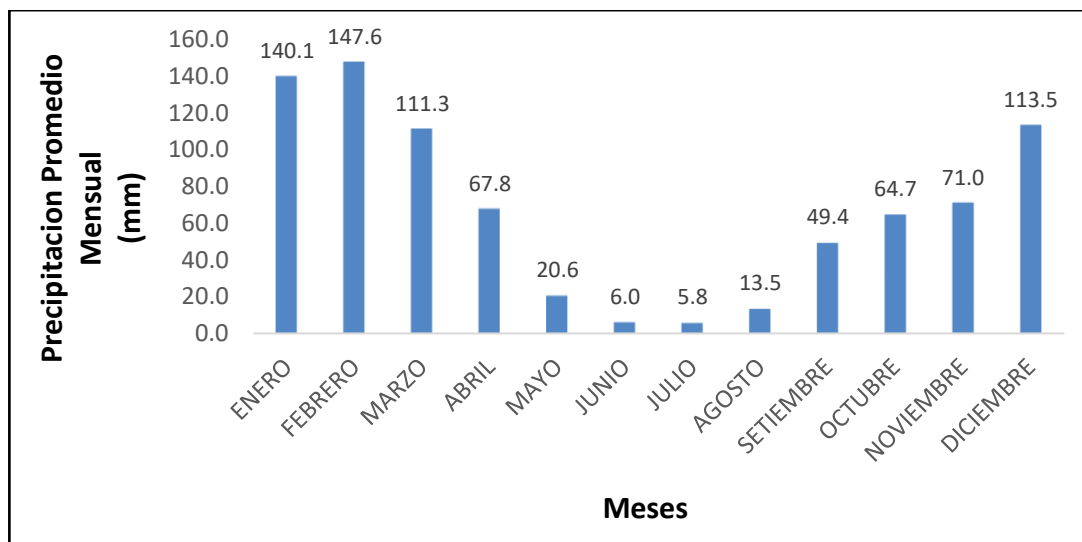


Gráfico 6. Precipitaciones promedio mensual de la estación Santa Ana
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 16, 2019

El gráfico 6 muestra las precipitaciones promedio mensuales durante los 12 meses del año.

4.1.2.2 Determinación de las áreas de captación pluvial

Tabla 17. Descripción del pabellón H de la Facultad de Ingeniería - UPLA

PABELLON	USO	DESCRIPCION ARQUITECTONICA	AREA DEL TECHO (M2)	
			Con Cubierta	Losa
H	LABORATORIOS	Piso 1: Laboratorio de Estructuras; Laboratorio de Mecánica de Suelos, Servicios Higiénicos		654.03 m2 Losa de Concreto
		Piso 2: Laboratorio de Hidráulica; Oficina de Gabinete de Topografía y Geodesia; Sala de Docentes; Servicios Higiénicos		
		Piso 3: Laboratorios de Computo; Laboratorio de Gestión de Calidad; Laboratorio de Automatización; Servicios Higiénicos	No cuenta con ningún Tipo de Cobertura	221.39 m2 Losa de Concreto
		Piso 4: Laboratorios de Computo; Laboratorio de Taller de Procesos de Confecciones Industriales; Laboratorio de Física y Química		517.01 m2 Losa de Concreto Transitable
		Piso 5: Almacén; Área de Esparcimiento		

Fuente: Elaboración Propia en base a Planos de la Of. Universitaria de Diseño y Construcción-UPLA, 2019

La tabla 17 muestra la distribución y uso que conforma el pabellón “H” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 18. Descripción del pabellón I de la Facultad de Ingeniería - UPLA

PABELLON	USO	DESCRIPCION ARQUITECTONICA	AREA DEL TECHO (M2)	
			Con Cubierta	Losa
I	A U L A S	Piso 1: 04 Auditorios; 01 Of. Secretaría de docentes; 01 Cafetín; 03 Aulas; 02 Servicios Higiénicos	767.48 m2 Cubierta	
		Piso 2: 01 Of. Decanatura; 07 Aulas; 02 Servicios Higiénicos	Central del Pabellón	
		Piso 3: 10 Aulas; 02 Servicios Higiénicos		801.2 m2 Losa de Concreto
		Piso 4: 04 Aulas; 04 Laboratorios de computo; 01 Aula de Practicas; 01 Of. Soporte de Laboratorio de Computo; 01 Of. Coordinación de Educación Semipresencial; 02 Servicios Higiénicos	80.81 m2 Cubierta de la Of. Decanatura	
		Piso 5: 05 Talleres de Diseño; 01 Laboratorio de Computo; 01 Aula; 01 Biblioteca; 02 Salas de Lectura		

Fuente: Elaboración Propia en base a Planos de la Of. Universitaria de Diseño y Construcción-UPLA, 2019

La tabla 18 muestra la distribución y uso que conforma el pabellón “I” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 19. Descripción del pabellón J de la Facultad de Ingeniería - UPLA

PABELLON	USO	DESCRIPCION ARQUITECTONICA	AREA DEL TECHO (M2)	
			Con Cubierta	Losa
J	A D M I N I S T R A T I V O	Piso 1: Oficinas Administrativas; Direcciones de las Escuelas Profesionales de Ingeniería Civil; Ingeniería Industrial; Ingeniería de Sistemas y Computación; Ingeniería del Medio Ambiente y Desarrollo; Arquitectura; Aulas de Talleres de Construcción, Instalaciones Eléctricas y Sanitarias y Laboratorio de Procesos	1234.33 m2 Cubierta del Pabellón	No cuenta con ninguna Losa de Concreto

Fuente: Elaboración Propia en base a Planos de la Of. Universitaria de Diseño y Construcción-UPLA, 2019

La tabla 19 muestra la distribución y uso que conforma el pabellón “J” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 20. Descripción del pabellón K de la Facultad de Ingeniería - UPLA

PABELLON	USO	DESCRIPCION ARQUITECTONICA	AREA DEL TECHO (M2)	
			Con Cubierta	Losa
K	AULAS Y TALLERES DE DIBUJO	Piso 1: 07 Aulas; 03 Áreas de Taller de Dibujo; 01 Taller de Procesos Agroindustriales; 01 Área de Servicios Higiénicos.	1234.32 m2 Cubierta del Pabellón	126.74 m2 Losa de Concreto de los Servicios Higiénicos

Fuente: Elaboración Propia en base a Planos de la Of. Universitaria de Diseño y Construcción-UPLA, 2019

La tabla 20 muestra la distribución y uso que conforma el pabellón “K” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 21. Resumen de áreas de los techos de la Facultad de Ingeniería - UPLA

PABELLON	AREA DEL TECHO (M2)	
	Con Cubierta	Losa
H	-	1392.43
I	848.29	801.2
J	1234.33	-
K	1234.33	126.74
TOTAL DE AREA	3316.94	2320.37

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas (17,18,19 y 20), 2019

La tabla 21 muestra el resumen de las áreas clasificadas por el tipo de techos de los pabellones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

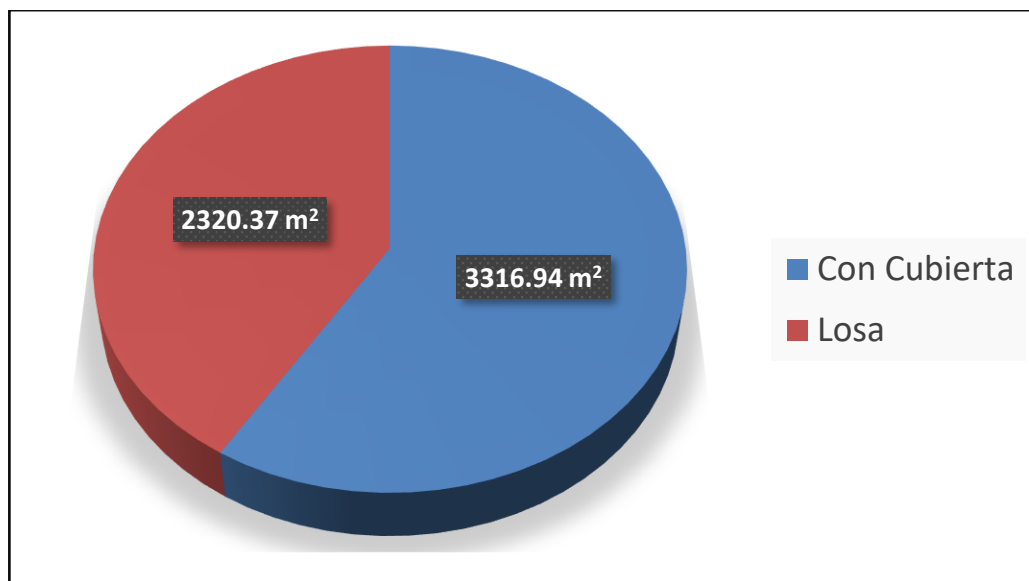


Gráfico 7. Áreas de captación de los pabellones de la Facultad de Ingeniería
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 21, 2019

El gráfico 7 muestra la distribución en m² de la cantidad de área total de captación de los pabellones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes clasificadas en techos de tipo cubierta y techos de losa de concreto.

4.1.2.3 Cálculo de la precipitación neta y la oferta total

Tabla 22. Precipitación neta promedio mensual de techos con cubiertas

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precipitación Promedio	140.1	147.6	111.3	67.8	20.6	6.0	5.8	13.5	49.4	64.7	71.0	113.5
Coefficiente de Escorrentía	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Precipitación Neta Promedio (mm)	126.09	132.84	100.17	61.02	18.54	5.4	5.22	12.15	44.46	58.23	63.9	102.15

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 16 y Coef. Escorrentía, 2019

La tabla 22 muestra la precipitación promedio multiplicada por un coeficiente de escorrentía obteniéndose la precipitación neta pluvial para áreas de captación con techos con cubiertas.

Tabla 23. Precipitación neta promedio mensual de techos de losa de concreto

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precipitación Promedio	140.1	147.6	111.3	67.8	20.6	6.0	5.8	13.5	49.4	64.7	71.0	113.5
Coefficiente de Escorrentía	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
Precipitación Neta Promedio (mm)	123.29	129.89	97.94	59.66	18.13	5.28	5.10	11.88	43.47	56.94	62.48	99.88

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 16 y Coef. Escorrentía, 2019

La tabla 23 muestra la precipitación promedio multiplicada por un coeficiente de escorrentía obteniéndose la precipitación neta pluvial para áreas de captación con techos de losa de concreto.

Tabla 24. Cálculo de la oferta pluviométrica para techos con cubiertas

Mes	Precipitación Neta Promedio (mm)	Área de Captación (m ²)	Oferta (m ³ /mes)
Enero	126.09	3316.94	418.23
Febrero	132.84	3316.94	440.62
Marzo	100.17	3316.94	332.26
Abril	61.02	3316.94	202.40
Mayo	18.54	3316.94	61.50
Junio	5.4	3316.94	17.91
Julio	5.22	3316.94	17.31
Agosto	12.15	3316.94	40.30
Setiembre	44.46	3316.94	147.47
Octubre	58.23	3316.94	193.15
Noviembre	63.9	3316.94	211.95
Diciembre	102.15	3316.94	338.83
TOTAL	730.17		2421.93

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 21 y 22, 2019

La tabla 24 muestra la oferta pluviométrica para áreas de captación que cuenta con alguna cubierta en la Facultad de Ingeniería – UPLA.

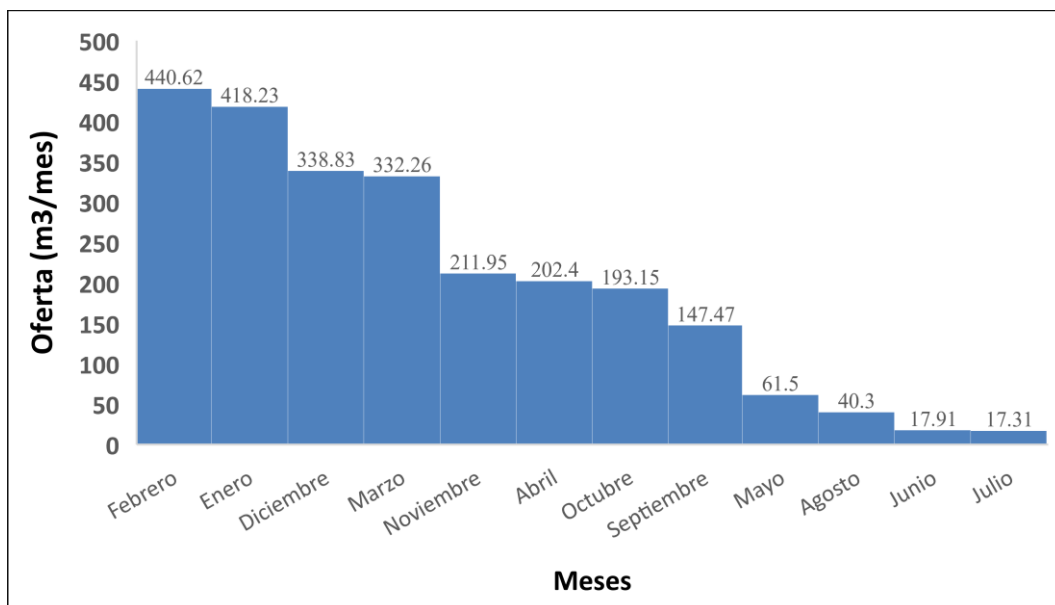


Gráfico 8. *Oferta pluvial en techos con cubierta*

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 24, 2019

El gráfico 8 muestra los meses ordenados de forma descendente de acuerdo a la oferta pluvial captada en los techos que cuentan con una cubierta como área de captación.

Tabla 25. *Cálculo de la oferta pluviométrica de techos de losa de concreto*

Mes	Precipitación Neta Promedio (mm)	Área de Captación (m ²)	Oferta (m ³ /mes)
Enero	123.29	2320.37	286.07
Febrero	129.89	2320.37	301.39
Marzo	97.94	2320.37	227.27
Abril	59.66	2320.37	138.44
Mayo	18.13	2320.37	42.06
Junio	5.28	2320.37	12.25
Julio	5.10	2320.37	11.84
Agosto	11.88	2320.37	27.57
Setiembre	43.47	2320.37	100.87
Octubre	56.94	2320.37	132.11
Noviembre	62.48	2320.37	144.98
Diciembre	99.88	2320.37	231.76
TOTAL	713.94		1656.61

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 22 y 24, 2019

La tabla 25 muestra la oferta pluviométrica para áreas de captación que cuenta con techos de losa de concreto en la Facultad de Ingeniería – UPLA.

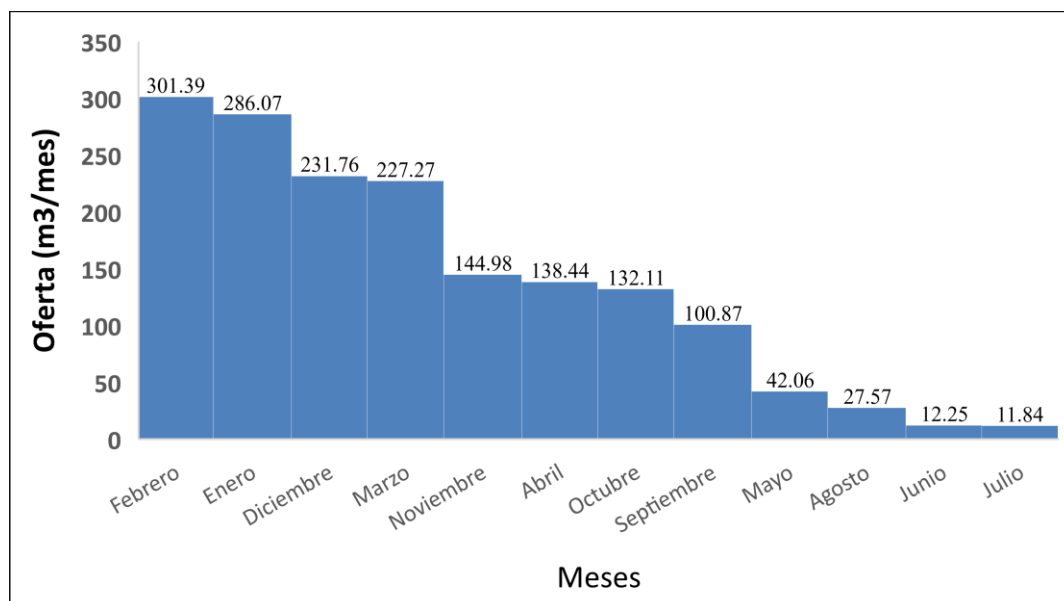


Gráfico 9. *Oferta pluvial en techos de losa de concreto*

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 25, 2019

El gráfico 9 muestra los meses ordenados de forma descendente de acuerdo a la oferta pluvial captada en los techos de losa de concreto como área de captación.

Tabla 26. Oferta pluviométrica por pabellones de la Facultad de Ingeniería - UPLA

MES	PABELLON H		PABELLON I		PABELLON J		PABELLON K	
	Precipitación	m3	Precipitación	m3	Precipitación	m3	Precipitación	m3
Enero	140.1	171.67	140.1	205.74	140.1	155.64	140.1	171.26
Febrero	147.6	180.86	147.6	216.75	147.6	163.97	147.6	180.43
Marzo	111.3	136.38	111.3	163.45	111.3	123.64	111.3	136.06
Abril	67.8	83.08	67.8	99.57	67.8	75.32	67.8	82.88
Mayo	20.6	25.24	20.6	30.25	20.6	22.88	20.6	25.18
Junio	6	7.35	6	8.81	6	6.67	6	7.33
Julio	5.8	7.11	5.8	8.52	5.8	6.44	5.8	7.09
Agosto	13.5	16.54	13.5	19.82	13.5	15.00	13.5	16.50
Setiembre	49.4	60.53	49.4	72.54	49.4	54.88	49.4	60.39
Octubre	64.7	79.28	64.7	95.01	64.7	71.88	64.7	79.09
Noviembre	71	87.00	71	104.26	71	78.87	71	86.79
Diciembre	113.5	139.08	113.5	166.68	113.5	126.09	113.5	138.75
Sub total		994.12		1191.41		901.27		991.76
TOTAL				4078.56				

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 24 y 25, 2019

La tabla 26 muestra la oferta pluviométrica por cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la UPLA.

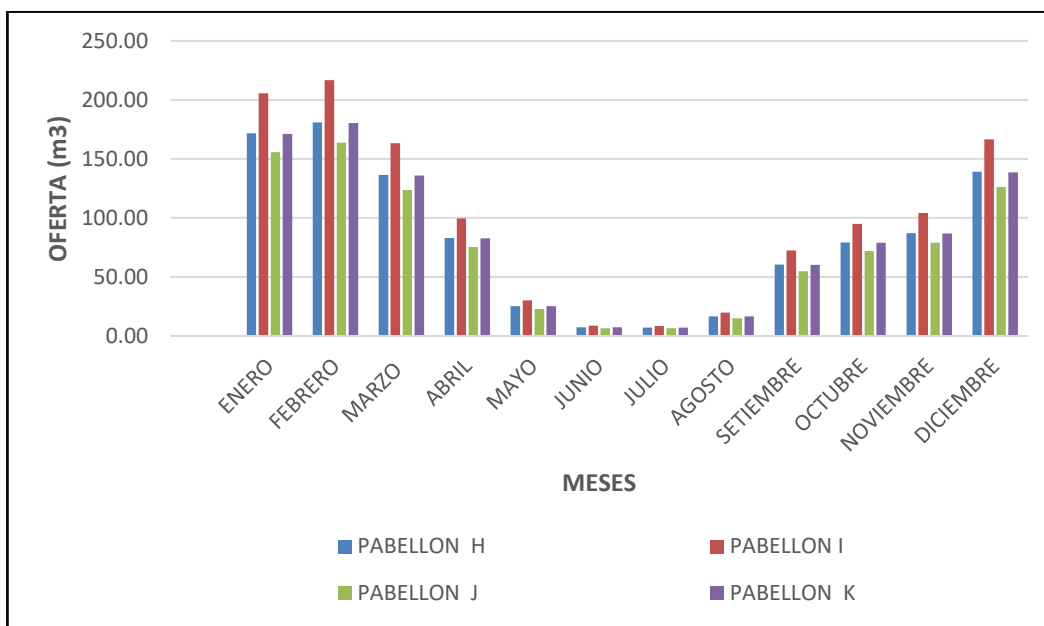


Gráfico 10. Oferta pluvial en pabellones de la FI - UPLA

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 26, 2019

El gráfico 10 muestra la oferta pluvial en escala mensual por cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 27. Mediciones estadísticas de la dimensión “oferta”

Medidas de Tendencia Central	
Media	1019.64
Mediana	992.94
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	122.40
Varianza	14981.47
Error Típico	61.20

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

La tabla 27 muestra las principales medidas estadísticas para la dimensión oferta.

4.1.2.4 Cálculo de precipitaciones máximas probables

Tabla 28. Determinación de la precipitación máxima

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX/MES
2009	94.7	102.8	120.9	84.2	38.4	1.8	7.6	22.6	41.9	48.4	129.1	133.2	133.2(DIC)
2010	142.9	151.0	84.1	26.9	0.7	3.1	19.4	6.9	7.0	68.7	49.8	122.4	151.0(FEB)
2011	205.7	271.0	139.2	79.1	11.5	0.0	9.8	4.7	79.9	73.4	79.9	140.7	271.0(FEB)
2012	108.4	133.6	75.8	126.7	29.5	28.0	0.0	1.5	37.1	58.0	61.8	184.5	184.5(DIC)
2013	160.0	135.4	85.9	49.6	11.1	5.0	3.7	32.0	38.7	58.3	38.0	131.0	160.0(ENE)
2014	161.0	99.5	179.7	87.3	32.1	0.3	4.2	32.1	83.4	34.6	103.1	100.7	179.7(MAR)
2015	111.6	118.0	95.6	56.0	23.1	15.9	5.3	9.1	68.3	61.3	57.5	111.2	118.0(FEB)
2016	91.5	177.6	74.1	53.6	16.3	0.0	1.4	4.8	27.4	72.5	92.6	72.7	177.6(FEB)
2017	160.5	143.4	109.4	90.9	14.2	0.8	0.0	3.8	56.0	68.9	63.9	83.8	160.5(ENE)
2018	164.2	143.7	148.6	23.3	29.0	5.1	6.4	17.1	54.1	103.2	34.7	54.4	164.2(ENE)

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 15, 2019

La tabla 28 muestra el registro de precipitaciones y la determinación del mes con mayor precipitación por cada año durante los 10 años considerados para el análisis.

Tabla 29. Distribución de probabilidades pluviométricas - Gumbel

N.º	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precipitación.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2009	(DIC)	133.20	1352.03
2	2010	(FEB)	151.00	359.86
3	2011	(FEB)	271.00	10207.06
4	2012	(DIC)	184.50	211.12
5	2013	(ENE)	160.00	99.40
6	2014	(MAR)	179.70	94.67
7	2015	(FEB)	118.00	2700.88
8	2016	(FEB)	177.60	58.22
9	2017	(ENE)	160.50	89.68
10	2018	(ENE)	164.20	33.29
N total= 10		TOTAL	1699.7	15206.2

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 28 y Ec.13, 2019

En la tabla 29 se muestra la distribución probabilística mediante el método de Gumbel comprendidos desde el periodo 2009-2018.

Tabla 30. Cálculo de precipitaciones mensuales máximas probables

Periodo	Variable	Precip.	Prob. de	Corrección
Retorno	Reducida	(mm)	ocurrencia	intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	163.2177	0.5000	184.4360
5	1.4999	199.5429	0.8000	225.4835
10	2.2504	223.5934	0.9000	252.6606
25	3.1985	253.9813	0.9600	286.9988
50	3.9019	276.5247	0.9800	312.4729
100	4.6001	298.9017	0.9900	337.7589
500	6.2136	350.6115	0.9980	396.1910

Fuente: Elaboración Propia en base a las Ec.15, Ec.16 y Ec.17, 2019

En la tabla 30 se realiza el cálculo de las precipitaciones mensuales máximas probables teniendo en consideración el periodo de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

Tabla 31. Cálculo de precipitaciones máximas por Tiempos de Duración

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm)						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	100%	184.43	225.48	252.66	286.99	312.47	337.75	396.19
18 hr	91%	167.83	205.19	229.92	261.17	284.35	307.36	360.53
12 hr	80%	147.54	180.38	202.12	229.59	249.97	270.20	316.95
8 hr	68%	125.41	153.32	171.80	195.15	212.48	229.67	269.40
6 hr	61%	112.50	137.54	154.12	175.06	190.60	206.03	241.67
5 hr	57%	105.12	128.52	144.01	163.58	178.10	192.52	225.82
4 hr	52%	95.90	117.25	131.38	149.23	162.48	175.63	206.01
3 hr	46%	84.84	103.72	116.22	132.01	143.73	155.36	182.24
2 hr	39%	71.93	87.93	98.53	111.92	121.86	131.72	154.51
1 hr	30%	55.33	67.64	75.79	86.09	93.74	101.32	118.85

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas 6 y 30, 2019

En la tabla 31 se realiza el cálculo de las precipitaciones máximas por tiempos de duración para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500

años.

Tabla 32. Cálculo de la intensidad de las precipitaciones máximas

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr)						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	7.68	9.39	10.52	11.95	13.01	14.07	16.50
18 hr	1080	9.32	11.39	12.77	12.75	15.79	17.07	20.02
12 hr	720	12.29	15.03	16.84	19.13	20.83	22.51	26.41
8 hr	480	15.67	19.16	21.47	24.39	26.56	28.70	33.67
6 hr	360	18.75	22.92	25.68	29.17	31.76	34.33	40.27
5 hr	300	21.02	25.70	28.80	32.71	35.62	38.50	45.16
4 hr	240	23.97	29.31	32.84	37.30	40.62	43.90	51.50
3 hr	180	28.28	34.57	38.74	44.00	47.91	51.78	60.74
2 hr	120	35.96	43.96	49.26	55.96	60.93	65.86	77.25
1 hr	60	55.33	67.64	75.79	86.09	93.74	101.32	118.85

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tablas 30 y Ec.2, 2019

En la tabla 32 muestra las intensidades que indica la precipitación en un tiempo determinado medido en mm/hr.

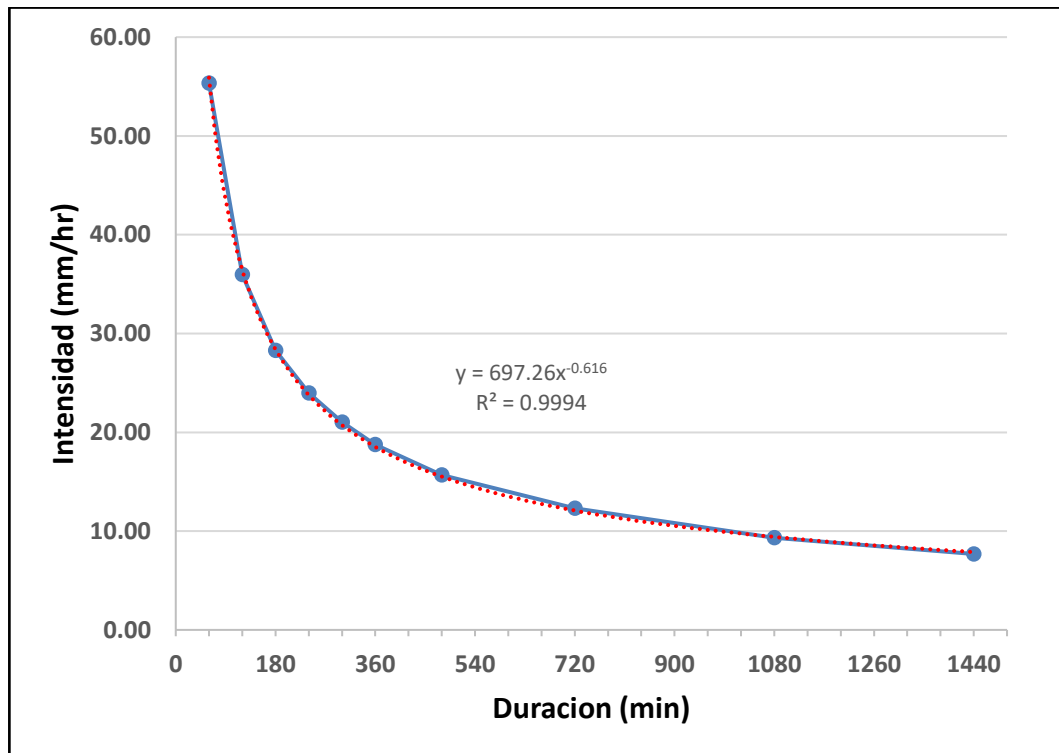


Gráfico 11. Intensidad vs duración - periodo de retorno T= 2 Años

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 32, 2019

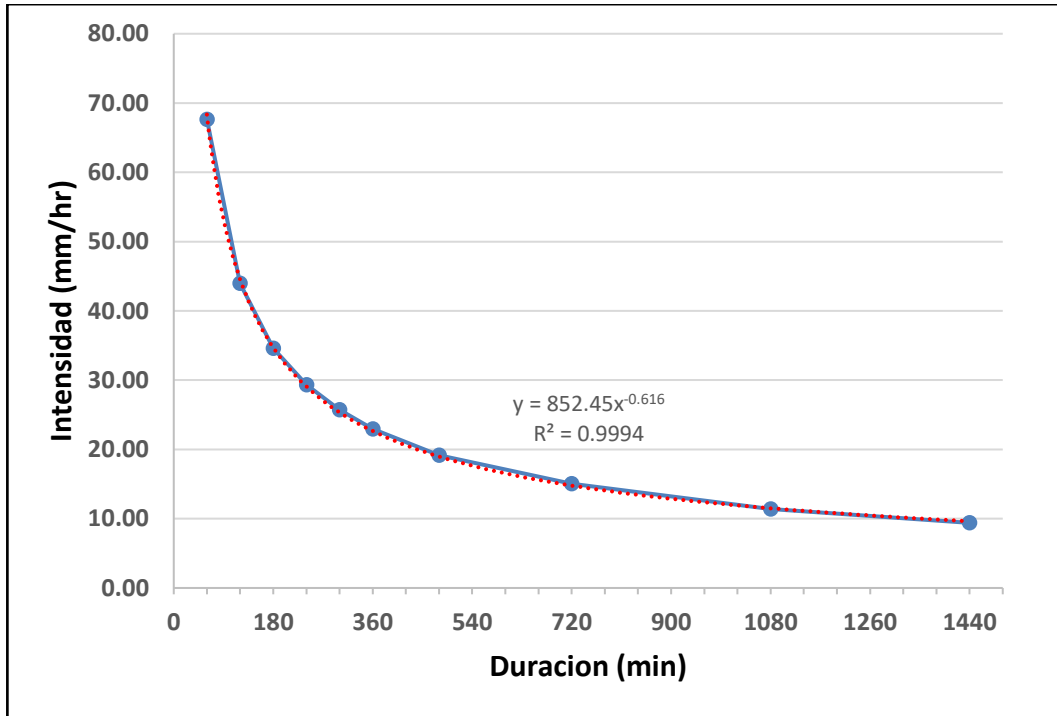


Gráfico 12. Intensidad vs duración - periodo de retorno $T=5$ años
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 32, 2019

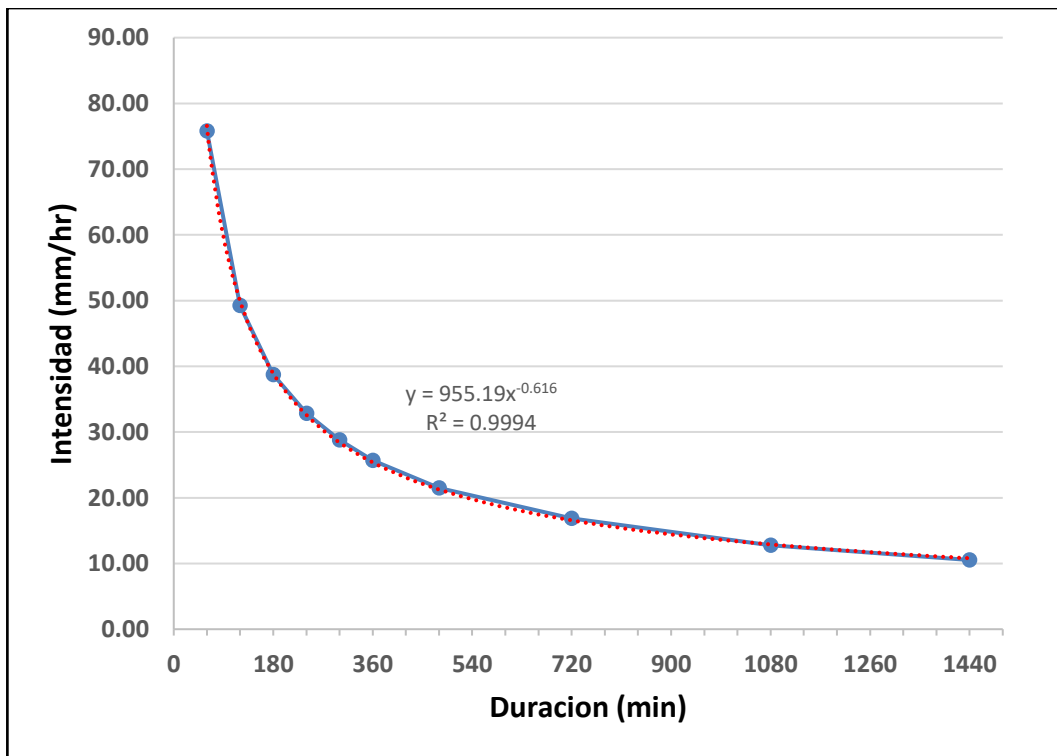


Gráfico 13. Intensidad vs duración - periodo de retorno $T=10$ años
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 32, 2019

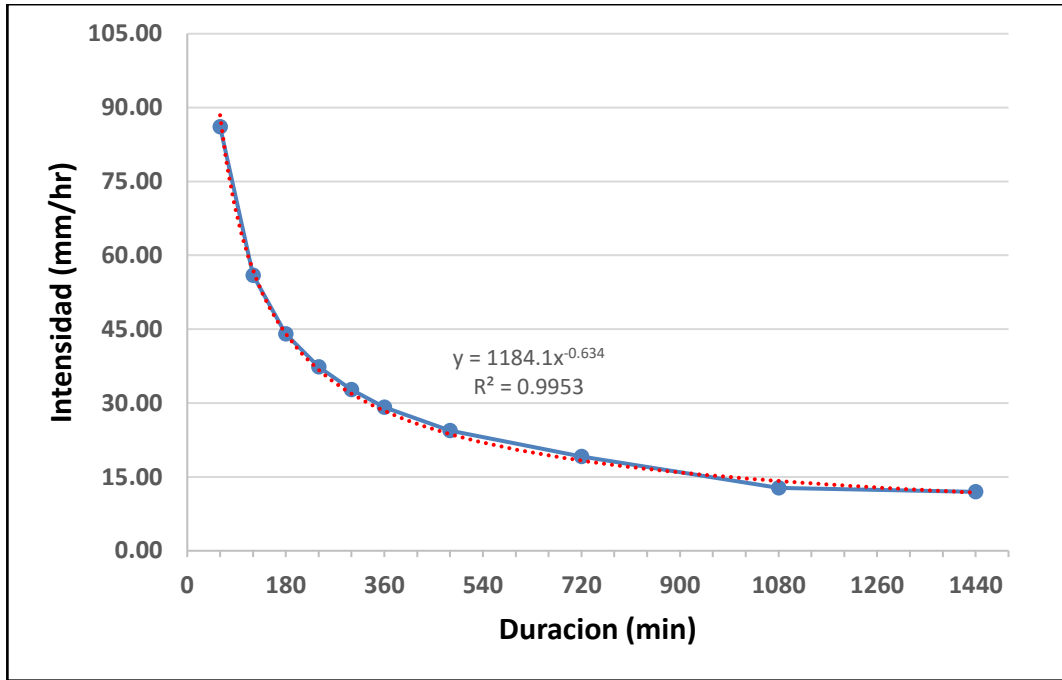


Gráfico 14. Intensidad vs duración - periodo de retorno $T=25$ años
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 32, 2019

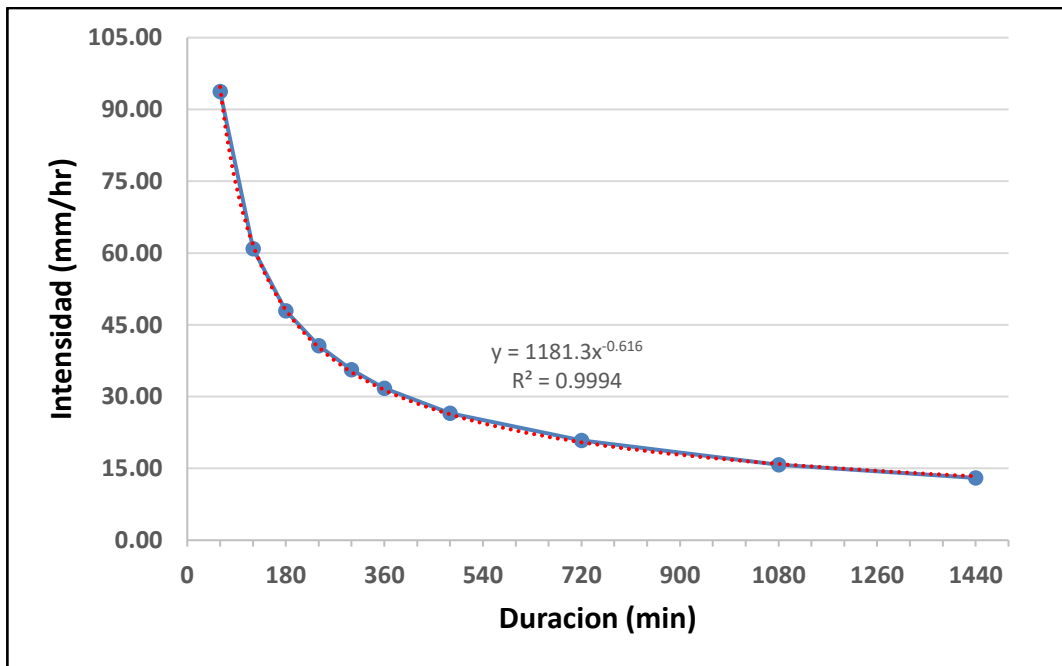


Gráfico 15. Intensidad vs duración - periodo de retorno $T=50$ años
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 32, 2019

Los gráficos 11, 12, 13, 14 y 15 representan la Intensidad relacionada con la duración para diferentes periodos de retorno.

4.1.3 Determinación de la demanda de agua de lluvia

4.1.3.1 Determinación de la cantidad de estudiantes

Tabla 33. Cantidad de matriculados de la Facultad de Ingeniería ciclo normal

ESCUELA PROFESIONAL	AÑO 2015		AÑO 2016		AÑO 2017		AÑO 2018	
	2015-1	2015-2	2016-1	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2
Ingeniería Civil	2,985	2,878	2,836	2,622	2,722	2,601	2,481	2,239
Arquitectura	842	832	869	825	886	844	878	816
Ingeniería Industrial	369	368	402	365	414	391	394	376
Ingeniería de Sistemas y Computación	298	296	310	289	341	293	329	300
Ingeniería del Medio Ambiente y Desarrollo	-	-	-	-	57	78	127	126
TOTAL DE ESTUDIANTES	4,494	4,374	4,417	4,101	4,420	4,207	4,209	3,857
PROMEDIO DE ESTUDIANTES CICLO NORMAL	4,260							

Fuente: Elaboración Propia en base a Información Estadística de la Of. De Coordinación de Asuntos Académicos FI-UPLA, 2019

La tabla 33 muestra la cantidad de estudiantes matriculados en la Facultad de Ingeniería – UPLA ciclo normal.

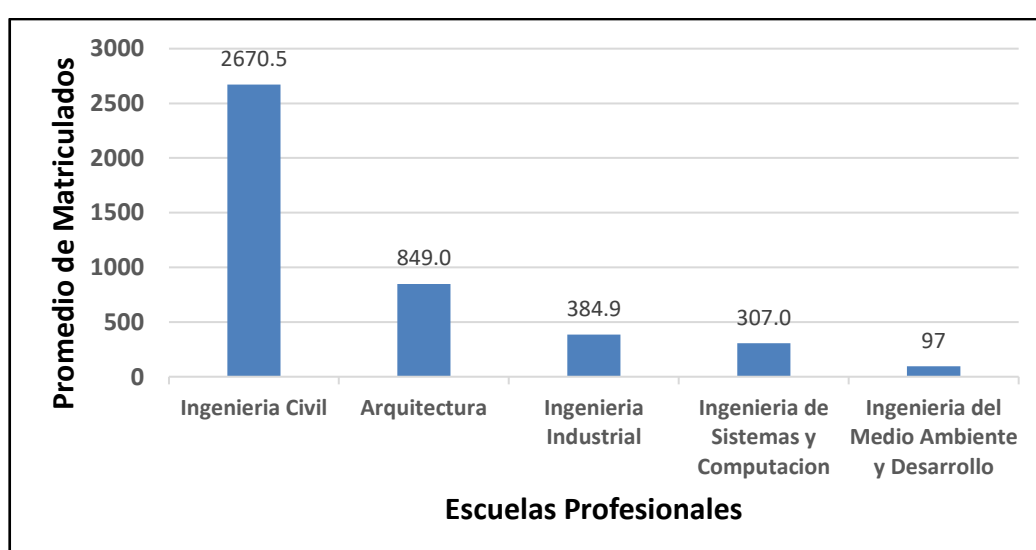


Gráfico 16. Cantidad de estudiantes promedio en el ciclo normal

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 33, 2019

El gráfico 16 muestra la cantidad de alumnos desde el periodo 2015-2018 en los ciclos normales I y II de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

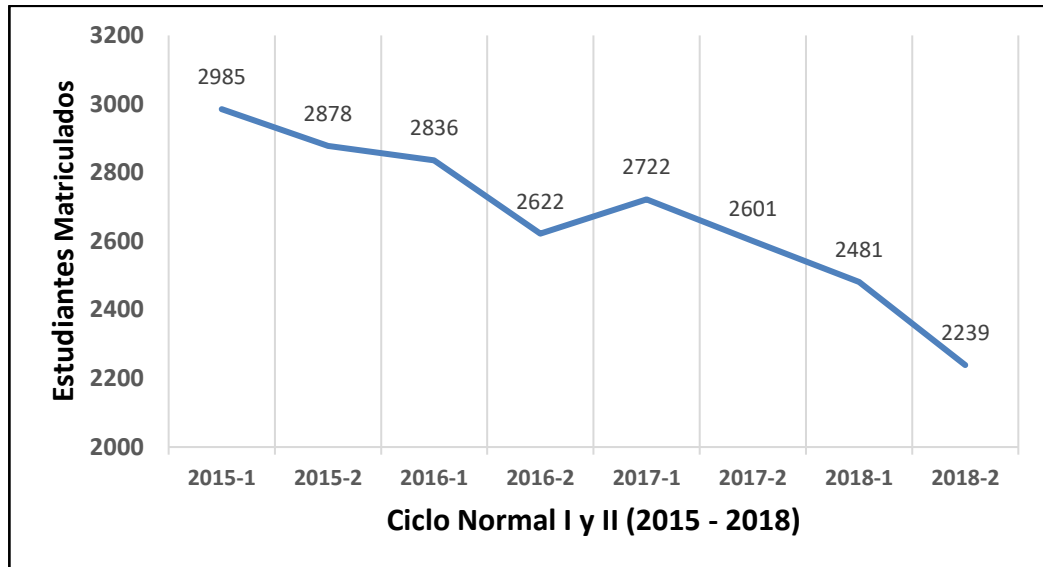


Gráfico 17. *Estudiantes matriculados en la Escuela Profesional de Ing. Civil*
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 33, 2019

El gráfico 17 muestra la cantidad de estudiantes matriculados en los diferentes ciclos académico I y II comprendido del 2015 hasta el 2018 en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

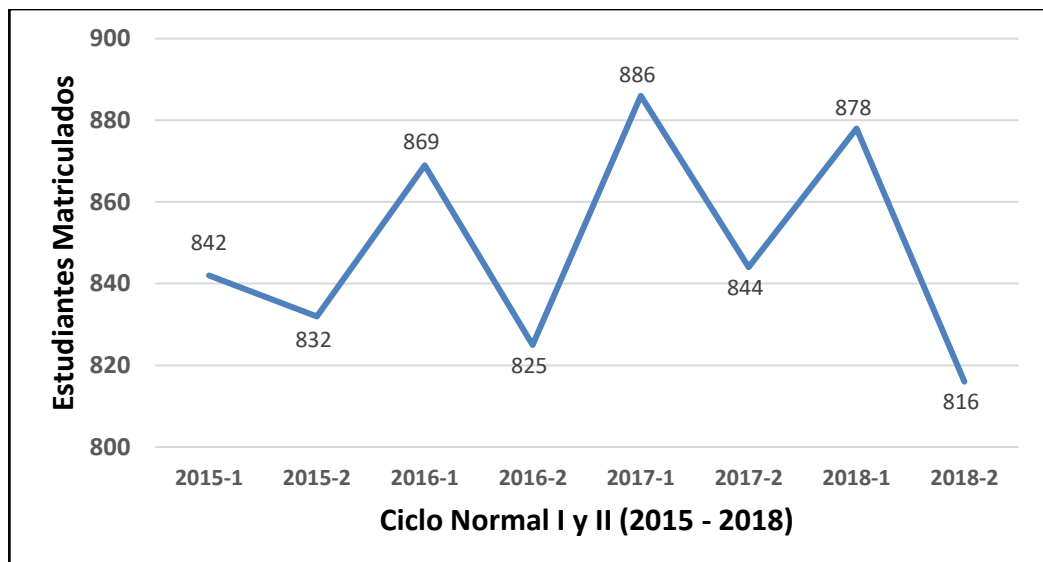


Gráfico 18. *Estudiantes matriculados en la Escuela Profesional de Arquitectura*
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 33, 2019

El gráfico 18 muestra la cantidad de estudiantes matriculados en los diferentes ciclos académico I y II comprendido del 2015 hasta el 2018 en la Escuela Profesional de Arquitectura.

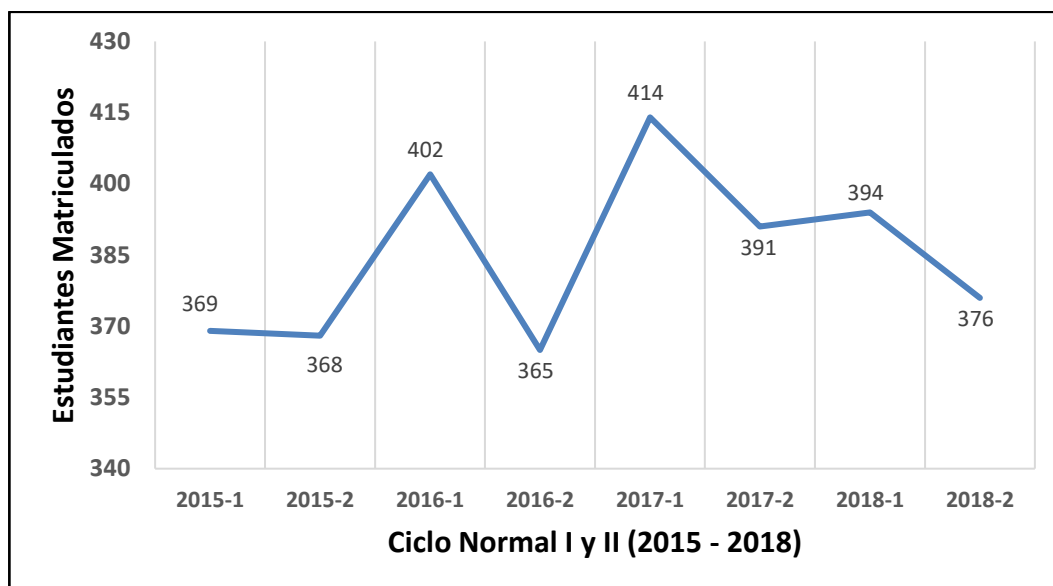


Gráfico 19. *Estudiantes matriculados en la Escuela Profesional de Ing. Industrial*

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 33, 2019

El gráfico 19 muestra la cantidad de estudiantes matriculados en los diferentes ciclos académico I y II comprendido del 2015 hasta el 2018 en la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.

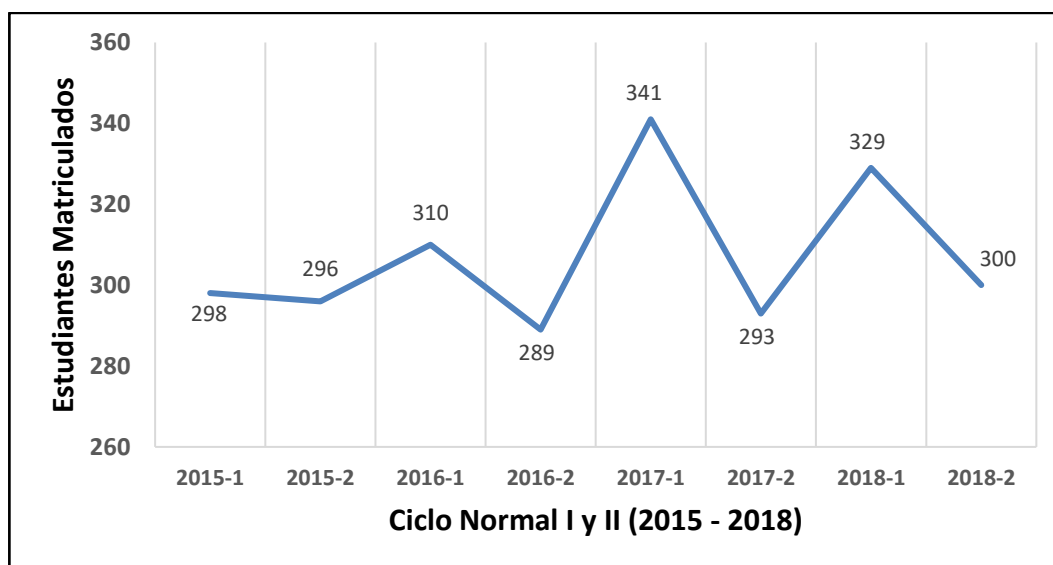


Gráfico 20. *Estudiantes matriculados en la Escuela Profesional de Ing. de Sistemas y Computación*

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 33, 2019

El gráfico 20 muestra la cantidad de estudiantes matriculados en los diferentes ciclos académico I y II comprendido del 2015 hasta el 2018 en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas y Computación.

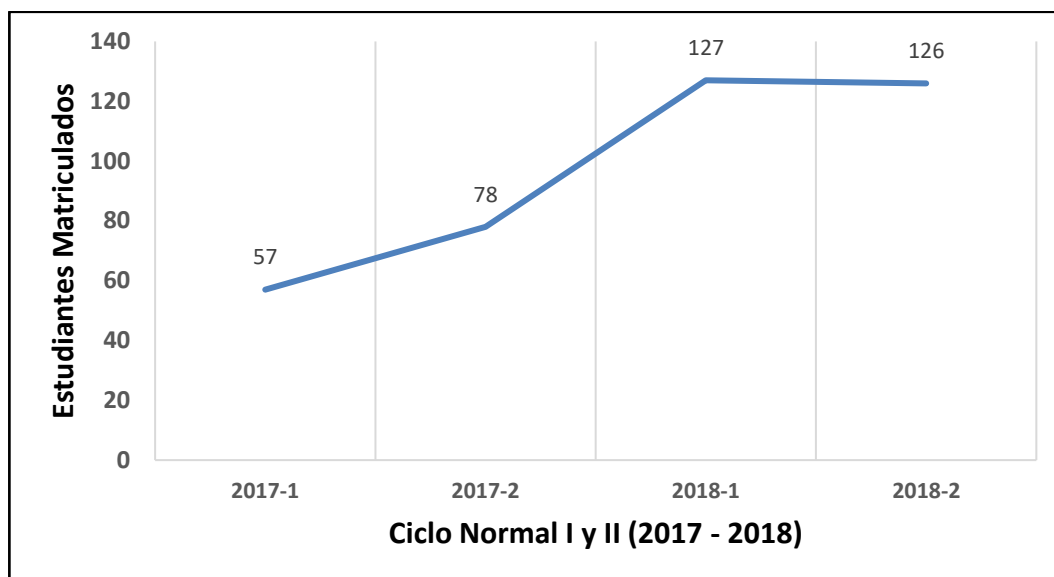


Gráfico 21. Estudiantes matriculados en la Escuela Profesional de Ing. del Medio Ambiente y Desarrollo

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 32, 2019

El gráfico 21 muestra la cantidad de estudiantes matriculados en los diferentes ciclos académico I y II comprendido del 2017, año que se apertura la carrera hasta el 2018 en la Escuela Profesional de Ingeniería del Medio Ambiente y Desarrollo.

Tabla 34. Cantidad de matriculados de la Facultad de Ingeniería ciclo verano

ESCUELA PROFESIONAL	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018
	2015-0	2016-0	2017-0	2018-0
Ingeniería Civil	1306	1194	1102	1130
Arquitectura	214	184	108	208
Ingeniería Industrial	83	109	103	129
Ingeniería de Sistemas y Computación	57	64	37	44
Ingeniería del Medio Ambiente y Desarrollo	-	-	-	4
TOTAL DE ESTUDIANTES	1660	1551	1350	1515
PROMEDIO DE ESTUDIANTES				
CICLO VERANO			1519	

Fuente: Elaboración Propia en base a Información Estadística de la Of. De Coordinación de Asuntos Académicos FI-UPLA, 2019

La tabla 34 muestra la cantidad de estudiantes matriculados en la Facultad de Ingeniería – UPLA ciclo verano.

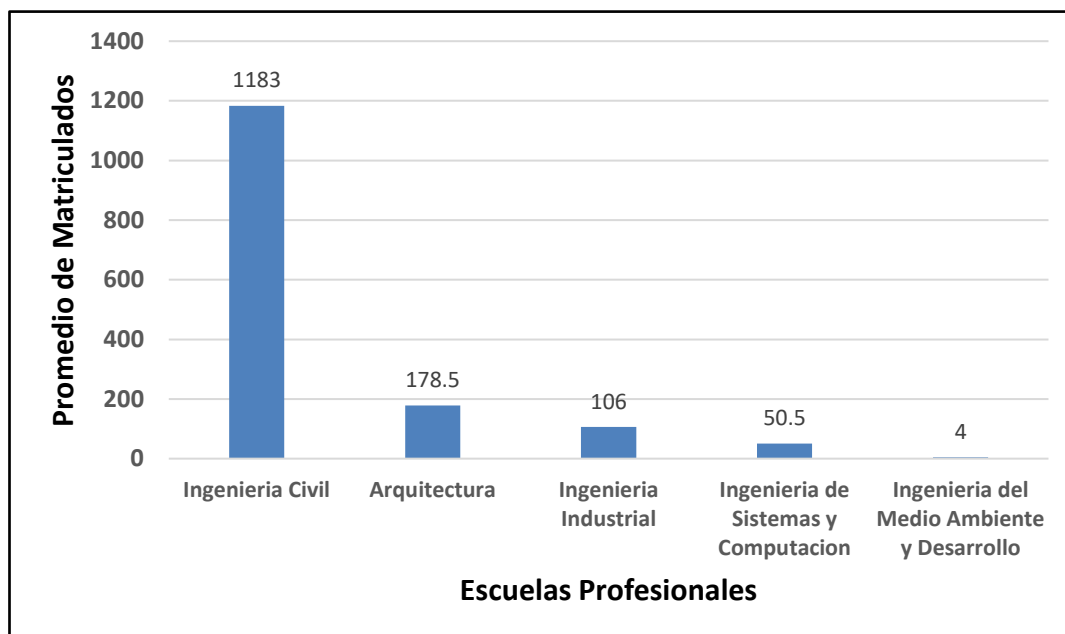


Gráfico 22. Cantidad de estudiantes promedio en el Ciclo Verano

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 34, 2019

El gráfico 22 muestra la cantidad de alumnos desde el periodo 2015-2018 en el ciclo verano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

4.1.3.2 Determinación de la cantidad de docentes

Tabla 35. Cantidad de docentes de la Facultad de Ingeniería

ESCUELA PROFESIONAL	AÑO 2016		AÑO 2017		AÑO 2018	
	2016-1	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2
Ingeniería Civil	102	89	85	84	89	84
Arquitectura	55	49	43	44	47	39
Ingeniería Industrial	33	26	25	24	26	27
Ingeniería de Sistemas y Computación	26	19	23	23	20	20
Ingeniería del Medio Ambiente y Desarrollo	-	-	6	6	7	10
TOTAL DE DOCENTES	216	183	182	181	189	180
PROMEDIO DE DOCENTES	189					

Fuente: Elaboración Propia en base a Información Estadística de la Of. de Departamento Académico FI-UPLA, 2019

La tabla 35 muestra la cantidad de docentes promedio en la Facultad de Ingeniería – UPLA.

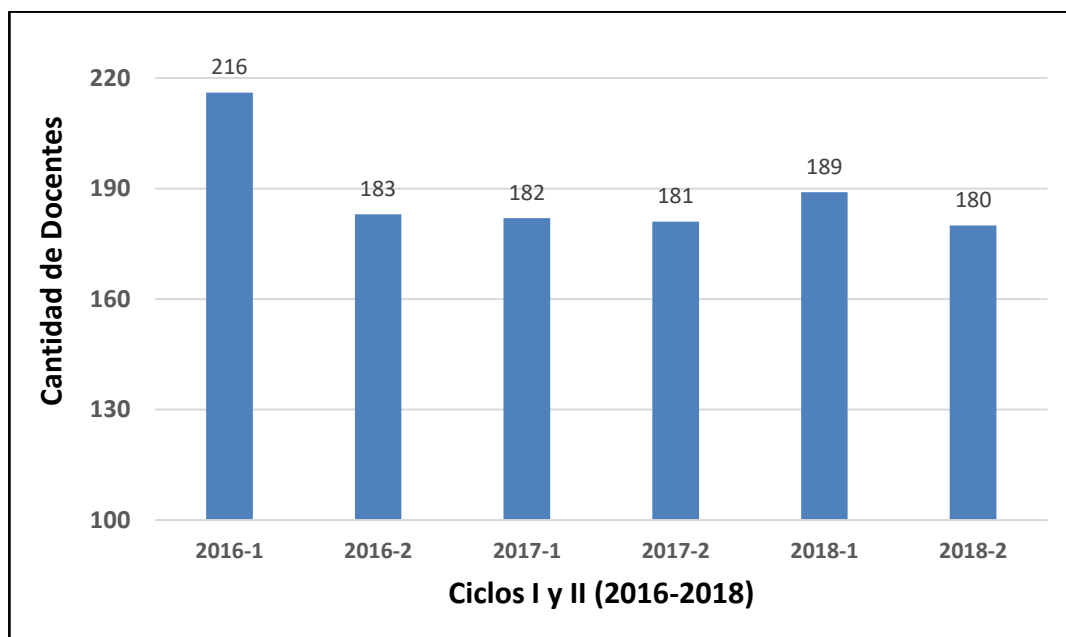


Gráfico 23. Cantidad de docentes promedio de la Facultad de Ingeniería
Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 35, 2019

El gráfico 23 muestra la cantidad promedio de docentes de la Facultad de Ingeniería a tiempo completo y parcial de la Universidad Peruana Los Andes.

4.1.3.3 Determinación de la cantidad de personal administrativo y de servicio

Tabla 36. Cantidad de personal administrativo y de servicio

PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DE SERVICIO	
Administrativos	27
Personal de Limpieza	15
Personal de Seguridad	12
TOTAL	54

Fuente: Elaboración Propia en base a Información Estadística de la Of. de Asuntos Administrativos, Planificación y Presupuesto FI-UPLA, 2019

La tabla 36 muestra la cantidad de personal administrativo y de servicio en la Facultad de Ingeniería – UPLA.

4.1.3.4 Determinación de la población FI – UPLA

Tabla 37. Población de la Facultad de Ingeniería - UPLA

MESES	POBLACION
ENERO	1640
FEBRERO	1640
MARZO	1640
ABRIL	4503
MAYO	4503
JUNIO	4503
JULIO	4503
AGOSTO	2252
SETIEMBRE	4503
OCTUBRE	4503
NOVIEMBRE	4503
DICIEMBRE	4503

Fuente: Elaboración Propia en base a Información Estadística FI-UPLA, 2019

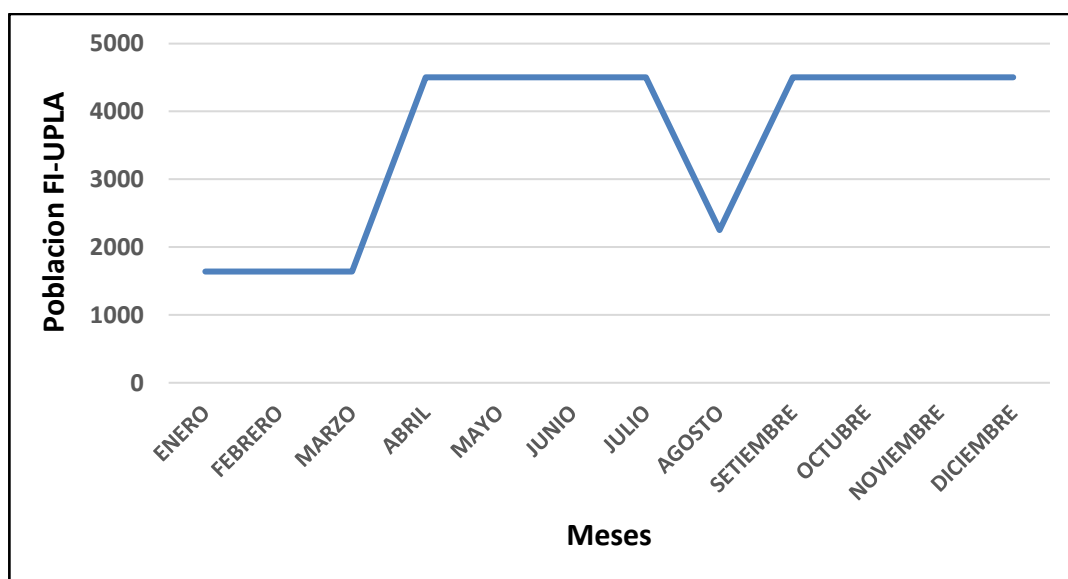


Gráfico 24. Población de la Facultad de Ingeniería

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 37, 2019

La tabla 37 y el gráfico 24 muestra la población de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes

Tabla 38. *Número de usuarios de la Facultad de Ingeniería - UPLA*

MESES	POBLACION
ENERO	820
FEBRERO	820
MARZO	820
ABRIL	1550
MAYO	1550
JUNIO	1550
JULIO	1550
AGOSTO	775
SETIEMBRE	1550
OCTUBRE	1550
NOVIEMBRE	1550
DICIEMBRE	1550

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 37, 2019

La tabla 38 muestra la cantidad de usuarios a intervenir de acuerdo al porcentaje de incidencia del 33.33% para estudiantes y personal de servicio, 50% para docentes y el 100 % para el personal administrativo.

4.1.3.5 Determinación de la dotación y demanda mensual

Tabla 39. *Dotaciones diarias según la Norma IS.010*

Norma	Uso	Dotación Total
R.N.E - Norma IS.010	Local Educativa (Alumnado y Personal no residente)	50 lt/pers/día
R.N.E - Norma IS.010	Áreas Verdes	2 lt/m ² /día

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones-Norma IS.010, 2012

Con los datos de dotación de la tabla 39 se realiza la tabla 40, como se muestra a continuación:

Tabla 40. Dotación de agua para descarga de inodoros, limpieza en general y riego de áreas verdes

Descripción	Dotación
Descarga de Inodoros	10 lt/ pers/día
Limpieza en General	5 lt/ pers/día
Riego Áreas Verdes	2 lt/ m2 /día

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas 3 y 39, 2019

La tabla 40 muestra la dotación de acuerdo a actividades que no requieran el uso del agua potable.

Tabla 41. Demanda de agua para limpieza general FI - UPLA

Descripción	Personal por incidencia	Dotación	Días al Mes	Demanda de Agua Aprox. (m ³)
Limpieza General	5	5 lt/pers/día	30 días	0.75 m ³

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 40, 2019

La tabla 41 muestra la demanda de 0.75 m³ mensual de agua para la actividad de limpieza general de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 42. Demanda de agua para riego de áreas verdes FI - UPLA

Descripción	Área (m ²)	Dotación	Días al Mes	Demanda de Agua Aprox. (m ³)
Áreas Verdes de la Facultad de Ingeniería - UPLA	8000 m ² aprox	2 lt/m ² /día	12 días	192.00 m ³

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 40 y Google Earth Pro, 2019

La tabla 42 muestra la demanda de agua para el riego de las áreas verdes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes en los meses de mayo, junio, julio y agosto, meses con poca precipitación pluvial de acuerdo al grafico 6.



Figura 48. Distribución de áreas verdes en la Facultad de Ingeniería - UPLA
Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 43. Demanda de agua en la descarga de inodoros de la FI - UPLA

Mes	Nu (pers)	Nd (día)	Dot (lt/pers/día)	Total (m3)
Enero	820	23	10	188.60
Febrero	820	20	10	164.00
Marzo	820	22	10	180.40
Abril	1550	21	10	325.50
Mayo	1550	23	10	356.50
Junio	1550	21	10	325.50
Julio	1550	22	10	341.00
Agosto	775	23	10	178.25
Setiembre	1550	20	10	310.00
Octubre	1550	23	10	356.50
Noviembre	1550	22	10	341.00
Diciembre	1550	21	10	325.50
Total		261		3392.75

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas 38 y 40, 2019

La tabla 43 muestra la cantidad de agua demandada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes para la acción de descarga de Inodoros.

Tabla 44. Demanda mensual total de agua

Mes	Total (m3)
Enero	189.35
Febrero	164.75
Marzo	181.15
Abril	326.25
Mayo	549.25
Junio	518.25
Julio	533.75
Agosto	371
Setiembre	310.75
Octubre	357.25
Noviembre	341.75
Diciembre	326.25
Total	4169.75

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas 41, 42 y 43, 2019

La tabla 44 muestra la demanda de agua total por meses en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes siendo aumentado la demanda de limpieza en general para todos los meses y el riego de áreas verdes en los meses de mayo, junio, julio y agosto por lo que la demanda de agua total es de 4169.75 m3.

Tabla 45. Demanda por pabellones de la Facultad de Ingeniería - UPLA

MES	PABELLON H	PABELLON I	PABELLON J	PABELLON K
	m3	m3	m3	m3
ENERO	66.27	94.68	9.47	18.94
FEBRERO	57.66	82.38	8.24	16.48
MARZO	63.40	90.58	9.06	18.12
ABRIL	114.19	163.13	16.31	32.63
MAYO	192.24	274.63	27.46	54.93
JUNIO	181.39	259.13	25.91	51.83
JULIO	186.81	266.88	26.69	53.38
AGOSTO	129.85	185.50	18.55	37.10
SETIEMBRE	108.76	155.38	15.54	31.08
OCTUBRE	125.04	178.63	17.86	35.73
NOVIEMBRE	119.61	170.88	17.09	34.18
DICIEMBRE	114.19	163.13	16.31	32.63
Sub total	1459.41	2084.88	208.49	416.98
TOTAL:		4169.75		

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 41, 42 y 43, 2019

La tabla 45 muestra la demanda de agua de lluvia por cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la UPLA.

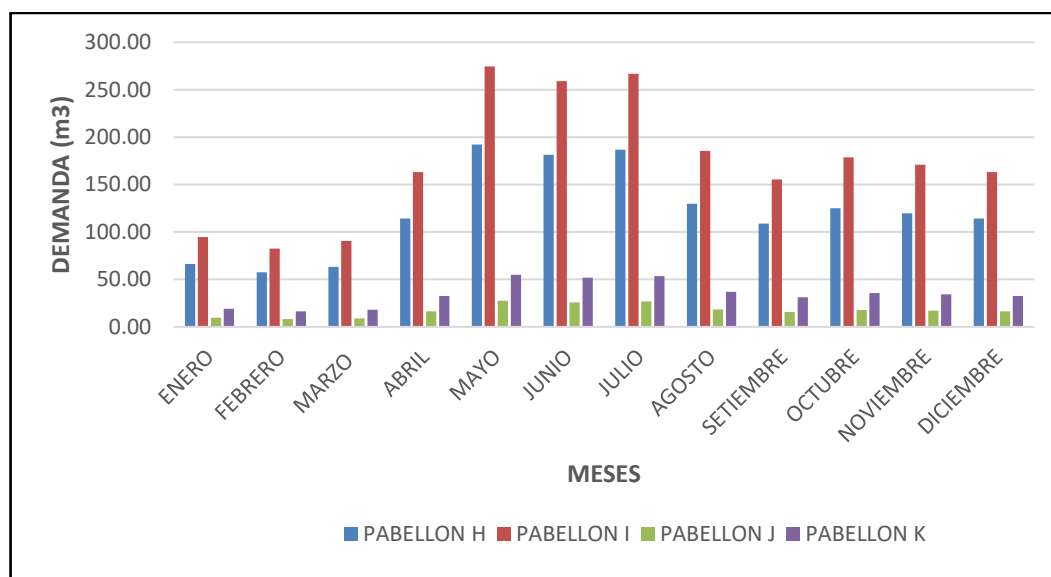


Gráfico 25. Demanda en pabellones de la FI - UPLA

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 44, 2019

El gráfico 25 muestra la solicitud de demanda pluvial en escala mensual por cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 46. Mediciones estadísticas de la dimensión “demanda”

Medidas de Tendencia Central	
Media	1042.44
Mediana	938.19
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	884.54
Varianza	782406.68
Error Típico	442.27

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

La tabla 46 muestra las principales medidas estadísticas para la dimensión demanda.

4.1.4 Determinación de la calidad del agua de lluvia

Los resultados del análisis del agua de lluvia recolectado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana los Andes se muestran en el Anexo 7.

Tabla 47. Resultados del análisis fisicoquímico

Análisis	Unidades	Resultados	LMP
Aceites y Grasas	mg/L	< 0,5	0,5
Cianuro Total	mg/L	< 0,07	0,07
Cloruros	mg/L	5,0	250
Color	UCV escala Pt/Co	2,3	15
Conductividad a 25 °C	µS/cm	69,3	1500
Dureza Total	ppm	25,0	500,0
Fenoles	mg/L	< 0,003	0,003
Fluoruros	mg/L	< 1,5	1,5
Fosforo Total	mg/L	< 0,1	0,1
Nitratos (NO ₃)	mg/L	1,0	50
Nitritos (NO ₂)	mg/L	0,4	3
Amoniaco - N	mg/L	< 1,5	1,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,5	≥ 6
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6,92	6,5 - 8,5
Solidos Disueltos Totales	mg/L	45,9	1000
Sulfatos	mg/L	4,0	250
Turbiedad	UNT	0,5	5

Fuente: Ensayo del Laboratorio Químico “Asesoría y Consultoría Andy”, 2019

La tabla 47 muestra los resultados de los ensayos físico – químicos de la muestra del agua de lluvia recolectada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 48. Resultados del análisis de metales

Análisis	Unidades	Resultados	LMP
Aluminio	mg/L	< 0,9	0,9
Antimonio	mg/L	< 0,02	0,02
Arsénico	mg/L	< 0,01	0,01
Bario	mg/L	< 0,7	0,7
Cadmio	mg/L	< 0,003	0,003
Cobre	mg/L	0,02	2
Cromo Total	mg/L	< 0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,03	0,3
Manganeso	mg/L	< 0,4	0,4
Plomo	mg/L	< 0,01	0,01
Zinc	mg/L	< 0,01	0,01

Fuente: Ensayo del Laboratorio Químico “Asesoría y Consultoría Andy”, 2019

La tabla 48 muestra los resultados de los ensayos referentes al contenido de metales de la muestra del agua de lluvia recolectada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 49. Resultados del análisis microbiológico

Análisis	Unidades	Resultados	LMP
Coliformes Totales (35-37 °C)	NMP/100mL	0,0	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0,0	20
Escherichia Coli	NMP/100mL	0,0	0
Huevos y Larvas	Nº org/mL	0,0	0,0
Virus	UFC/100mL	0,0	0,0
Organismos de Vida Libre	Nº org/mL	0,0	0,0

Fuente: Ensayo del Laboratorio Químico “Asesoría y Consultoría Andy”, 2019

La tabla 49 muestra los resultados de los ensayos microbiológicos de la muestra del agua de lluvia recolectada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

4.1.5 Balance hidrológico oferta vs demanda

El balance hidrológico consiste en determinar si la oferta de agua de lluvia calculada anteriormente satisface a la demanda para ello se analizó la siguiente tabla:

Tabla 50. Balance hidrológico - áreas de captación de tipo losa de concreto y con cubiertas

Mes	Precipitación Prom. Neta (mm)	Área de Captación (m2)	Agua Disponibile (Oferta)	Agua Requerida (Demanda)	Agua Pluvial Sobrante
Enero	126.09	5637.31	704.30	189.35	514.95
Febrero	132.84	5637.31	742.01	164.75	577.26
Marzo	100.17	5637.31	559.53	181.15	378.38
Abril	61.02	5637.31	340.84	326.25	14.59
Mayo	18.54	5637.31	103.56	549.25	-445.69
Junio	5.4	5637.31	30.16	518.25	-488.09
Julio	5.22	5637.31	29.15	533.75	-504.60
Agosto	12.15	5637.31	67.87	371	-303.13
Setiembre	44.46	5637.31	248.34	310.75	-62.41
Octubre	58.23	5637.31	325.26	357.25	-31.99
Noviembre	63.9	5637.31	356.93	341.75	15.18
Diciembre	102.15	5637.31	570.59	326.25	244.34
	Total		4078.54	4169.75	

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas 24, 25 y 44, 2019

La tabla 50 muestra los valores tanto como la oferta y la demanda de acuerdo a los meses calculados.

Tabla 51. Volúmenes acumulados, oferta y demanda

Mes	Oferta Disponible (m3)	Demanda Requerida (m3)	Oferta Acumulada (m3)	Demanda Acumulada (m3)	Diferencia (m3)
Febrero	742.01	164.75	742.01	164.75	577.26
Marzo	559.53	181.15	1301.54	345.9	955.64
Abril	340.84	326.25	1642.38	672.15	970.23
Mayo	103.56	549.25	1745.94	1221.4	524.54
Junio	30.16	518.25	1776.10	1739.65	36.45
Julio	29.15	533.75	1805.25	2273.4	-468.15
Agosto	67.87	371	1873.12	2644.4	-771.28
Setiembre	248.34	310.75	2121.46	2955.15	-833.69
Octubre	325.26	357.25	2446.72	3312.4	-865.68
Noviembre	356.93	341.75	2803.65	3654.15	-850.50
Diciembre	570.59	326.25	3374.24	3980.4	-606.16
Enero	704.30	189.35	4078.54	4169.75	-91.21

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 50, 2019

La tabla 51 muestra la cantidad en metros cúbicos a almacenar. Disponer de un reservorio de más de 1000 metros cúbicos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, representa un costo elevado y casi imposible debido a las dimensiones necesarias para su almacenamiento.

Por lo cual, realizando el análisis de la curva de volúmenes acumulados diario del mes con mayor precipitación pluvial se obtiene los siguientes resultados considerando solamente las áreas de captación que cuentan con cubiertas para la demanda en la descarga de inodoros como se muestra en la tabla 52 y 53.

Tabla 52. Cálculo de la precipitación promedio neta diaria del mes de enero

Día	ENERO	Coefficiente de Escurrimiento	Área de Captación	Precipitación Promedio Neta Diaria (M3)
1	0.7	0.9	3316.94	2.090
2	5.6	0.9	3316.94	16.717
3	0	0.9	3316.94	0.000
4	0	0.9	3316.94	0.000
5	0	0.9	3316.94	0.000
6	2.8	0.9	3316.94	8.359
7	19.1	0.9	3316.94	57.018
8	0.2	0.9	3316.94	0.597
9	5.1	0.9	3316.94	15.225
10	3.1	0.9	3316.94	9.254
11	10.5	0.9	3316.94	31.345
12	7.7	0.9	3316.94	22.986
13	4	0.9	3316.94	11.941
14	8.1	0.9	3316.94	24.180
15	2.4	0.9	3316.94	7.165
16	28.5	0.9	3316.94	85.080
17	20	0.9	3316.94	59.705
18	7.3	0.9	3316.94	21.792
19	8.4	0.9	3316.94	25.076
20	5.3	0.9	3316.94	15.822
21	6.1	0.9	3316.94	18.210
22	2.1	0.9	3316.94	6.269
23	1.1	0.9	3316.94	3.284
24	0	0.9	3316.94	0.000
25	0	0.9	3316.94	0.000
26	3.5	0.9	3316.94	10.448
27	0	0.9	3316.94	0.000
28	0	0.9	3316.94	0.000
29	9.3	0.9	3316.94	27.763
30	3.3	0.9	3316.94	9.851
31	0	0.9	3316.94	0.000
TOTAL	164.2			490.177

Fuente: Elaboración Propia en base a Información SENAMHI, 2019

La tabla 52 muestra la precipitación promedio neta en escala diaria del mes de enero, ya que cuenta con una mayor precipitación acumulada.

Tabla 53. Determinación del volumen del reservorio

Demanda Diaria en la descarga de Inodoros	Precipitación – Oferta (m3)	Precipitación Acumulada – Oferta (m3)	Demanda Acumulada (m3)	Diferencia (m3)
15.5	85.080	85.080	15.5	69.58
15.5	59.705	144.784	31	113.78
15.5	21.792	166.577	46.5	120.08
15.5	25.076	191.653	62	129.65
15.5	15.822	207.475	77.5	129.97
15.5	18.210	225.685	93	132.68
15.5	6.269	231.954	108.5	123.45
15.5	3.284	235.237	124	111.24
15.5	0.000	235.237	139.5	95.74
15.5	0.000	235.237	155	80.24
15.5	10.448	245.686	170.5	75.19
15.5	0.000	245.686	186	59.69
15.5	0.000	245.686	201.5	44.19
15.5	27.763	273.449	217	56.45
15.5	9.851	283.300	232.5	50.80
15.5	0.000	283.300	248	35.30
15.5	2.090	285.390	263.5	21.89
15.5	16.717	302.107	279	23.11
15.5	0.000	302.107	294.5	7.61
15.5	0.000	302.107	310	-7.89
15.5	0.000	302.107	325.5	-23.39
15.5	8.359	310.466	341	-30.53
15.5	57.018	367.484	356.5	10.98
15.5	0.597	368.081	372	-3.92
15.5	15.225	383.306	387.5	-4.19
15.5	9.254	392.560	403	-10.44
15.5	31.345	423.905	418.5	5.40
15.5	22.986	446.891	434	12.89
15.5	11.941	458.832	449.5	9.33
15.5	24.180	483.013	465	18.01
15.5	7.165	490.177	480.5	9.68

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 52, 2019

La tabla 53 muestra que el volumen de almacenamiento se da de la siguiente manera:

$$\text{Almacenamiento} = 132.68 - (-30.53) = 163.21 \text{ m}^3$$

Tabla 54. Abastecimiento en la descarga de inodoros de la FI-UPLA

Mes	Oferta Con el Área de Captación (m ³)	Oferta Disponible Almacenamiento (m ³)	Demanda Requerida (m ³)	Diferencia (m3)	Porcentaje de Abastecimiento
ENERO	418.23	300	188.6	111.40	100%
FEBRERO	440.62	300	164	136.00	100%
MARZO	332.26	300	180.4	119.60	100%
ABRIL	202.4	202.4	325.5	-123.10	62%
MAYO	61.5	61.5	356.5	-295.00	17%
JUNIO	17.91	17.91	325.5	-307.59	6%
JULIO	17.31	17.31	341	-323.69	5%
AGOSTO	40.3	40.3	178.25	-137.95	23%
SETIEMBRE	147.47	147.47	310	-162.53	48%
OCTUBRE	193.15	193.15	356.5	-163.35	54%
NOVIEMBRE	211.95	211.95	341	-129.05	62%
DICIEMBRE	338.83	300	325.5	-25.50	92%
PROMEDIO EN PORCENTAJE					56%

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 24 y 43, 2019

Tabla 55. Abastecimiento en general de actividades que no requieran de agua potable

Mes	Oferta Con el Área de Captación (m ³)	Oferta Disponible Almacenamiento (m ³)	Demanda Requerida (m ³)	Diferencia (m3)	Porcentaje de Abastecimiento
ENERO	418.23	300	189.35	110.65	100%
FEBRERO	440.62	300	164.75	135.25	100%
MARZO	332.26	300	181.15	118.85	100%
ABRIL	202.4	202.4	326.25	-123.85	62%
MAYO	61.5	61.5	549.25	-487.75	11%
JUNIO	17.91	17.91	518.25	-500.34	3%
JULIO	17.31	17.31	533.75	-516.44	3%
AGOSTO	40.3	40.3	371	-330.70	11%
SETIEMBRE	147.47	147.47	310.75	-163.28	47%
OCTUBRE	193.15	193.15	357.25	-164.10	54%
NOVIEMBRE	211.95	211.95	341.75	-129.80	62%
DICIEMBRE	338.83	300	326.25	-26.25	92%
PROMEDIO EN PORCENTAJE					54%

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 41 y 42, 2019

Tanto la tabla 54 y 55 muestran los porcentajes de abastecimiento de acuerdo con las actividades destinadas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, siendo las áreas de captación los techos con cubiertas.

4.1.6 Medición de la variable aprovechamiento hídrico

La variable **Aprovechamiento Hídrico** es calculada según Grandez (2015) mediante la interacción entre la oferta y la demanda.

Tabla 56. Aprovechamiento hídrico para el pabellón H

MES	OFERTA DISPONIBLE	DEMANDA REQUERIDA	OFERTA ACUMULADA	DEMANDA ACUMULADA	DIFERENCIA
FEBRERO	180.86	57.66	180.86	57.66	123.20
MARZO	136.38	63.40	317.24	121.07	196.18
ABRIL	83.08	114.19	400.32	235.25	165.07
MAYO	25.24	192.24	425.56	427.49	-1.93
JUNIO	7.35	181.39	432.91	608.88	-175.97
JULIO	7.11	186.81	440.02	795.69	-355.67
AGOSTO	16.54	129.85	456.56	925.54	-468.98
SETIEMBRE	60.53	108.76	517.09	1034.30	-517.21
OCTUBRE	79.28	125.04	596.37	1159.34	-562.97
NOVIEMBRE	87.00	119.61	683.37	1278.95	-595.58
DICIEMBRE	139.08	114.19	822.45	1393.14	-570.69
ENERO	171.67	66.27	994.12	1459.41	-465.30
				Aprovechamiento	791.76

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 26 y 45, 2019

Tabla 57. Aprovechamiento hídrico para el pabellón I

MES	OFERTA DISPONIBLE	DEMANDA REQUERIDA	OFERTA ACUMULADA	DEMANDA ACUMULADA	DIFERENCIA
FEBRERO	216.75	82.38	216.75	82.38	134.38
MARZO	163.45	90.58	380.20	172.95	207.25
ABRIL	99.57	163.13	479.76	336.08	143.69
MAYO	30.25	274.63	510.02	610.70	-100.68
JUNIO	8.81	259.13	518.83	869.83	-351.00
JULIO	8.52	266.88	527.34	1136.70	-609.36
AGOSTO	19.82	185.50	547.17	1322.20	-775.03
SETIEMBRE	72.54	155.38	619.71	1477.58	-857.86
OCTUBRE	95.01	178.63	714.73	1656.20	-941.47
NOVIEMBRE	104.26	170.88	818.99	1827.08	-1008.08
DICIEMBRE	166.68	163.13	985.67	1990.20	-1004.53
ENERO	205.74	94.68	1191.41	2084.88	-893.47
				Aprovechamiento	1215.33

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 26 y 45, 2019

Tabla 58. Aprovechamiento hídrico para el pabellón J

MES	OFERTA DISPONIBLE	DEMANDA REQUERIDA	OFERTA ACUMULADA	DEMANDA ACUMULADA	DIFERENCIA
FEBRERO	163.97	8.24	163.97	8.24	155.73
MARZO	123.64	9.06	287.61	17.30	270.32
ABRIL	75.32	16.31	362.93	33.61	329.32
MAYO	22.88	27.46	385.81	61.07	324.74
JUNIO	6.67	25.91	392.48	86.98	305.50
JULIO	6.44	26.69	398.92	113.67	285.25
AGOSTO	15.00	18.55	413.92	132.22	281.70
SETIEMBRE	54.88	15.54	468.80	147.76	321.04
OCTUBRE	71.88	17.86	540.67	165.62	375.05
NOVIEMBRE	78.87	17.09	619.55	182.71	436.84
DICIEMBRE	126.09	16.31	745.63	199.02	546.61
ENERO	155.64	9.47	901.27	208.49	692.78
				Aprovechamiento	692.78

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 26 y 45, 2019

Tabla 59. Aprovechamiento hídrico para el pabellón K

MES	OFERTA DISPONIBLE	DEMANDA REQUERIDA	OFERTA ACUMULADA	DEMANDA ACUMULADA	DIFERENCIA
FEBRERO	180.43	16.48	180.43	16.48	163.96
MARZO	136.06	18.12	316.49	34.59	281.90
ABRIL	82.88	32.63	399.37	67.22	332.15
MAYO	25.18	54.93	424.55	122.14	302.41
JUNIO	7.33	51.83	431.88	173.97	257.92
JULIO	7.09	53.38	438.97	227.34	211.63
AGOSTO	16.50	37.10	455.48	264.44	191.04
SETIEMBRE	60.39	31.08	515.86	295.52	220.35
OCTUBRE	79.09	35.73	594.96	331.24	263.72
NOVIEMBRE	86.79	34.18	681.75	365.42	316.33
DICIEMBRE	138.75	32.63	820.49	398.04	422.45
ENERO	171.26	18.94	991.76	416.98	574.78
				Aprovechamiento	574.78

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tabla 26 y 45, 2019

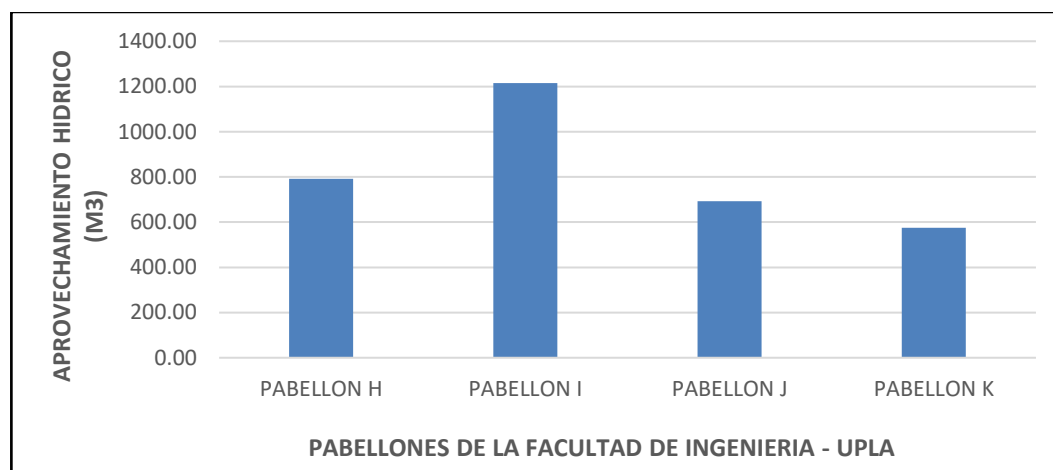


Gráfico 26. Aprovechamiento hídrico en pabellones de la FI - UPLA

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 59, 2019

El gráfico 26 muestra el aprovechamiento hídrico por cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 60. Mediciones estadísticas de la variable “Aprovechamiento hídrico”

Medidas de Tendencia Central	
Media	818.66
Mediana	742.27
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	278.92
Varianza	77798.17
Error Típico	139.46

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

4.1.7 Medición de la variable sistema de captación de agua pluvial

La medición de la variable Sistema de Captación de Agua Pluvial según CEPIS, 2004 está en función al área de captación, por lo que sus componentes que lo conforman se miden y diseña de acuerdo a ello.

Tabla 61. Medida del sistema de captación por pabellones de la FI-UPLA

TIPO	PABELLON	PABELLON	PABELLON	PABELLON
	H	I	J	K
Losa de concreto	1392.43	801.2	0	126.74
Con cubierta	0	848.29	1234.33	1234.33
TOTAL	1392.43	1649.49	1234.33	1361.07

Fuente: Elaboración propia, 2019

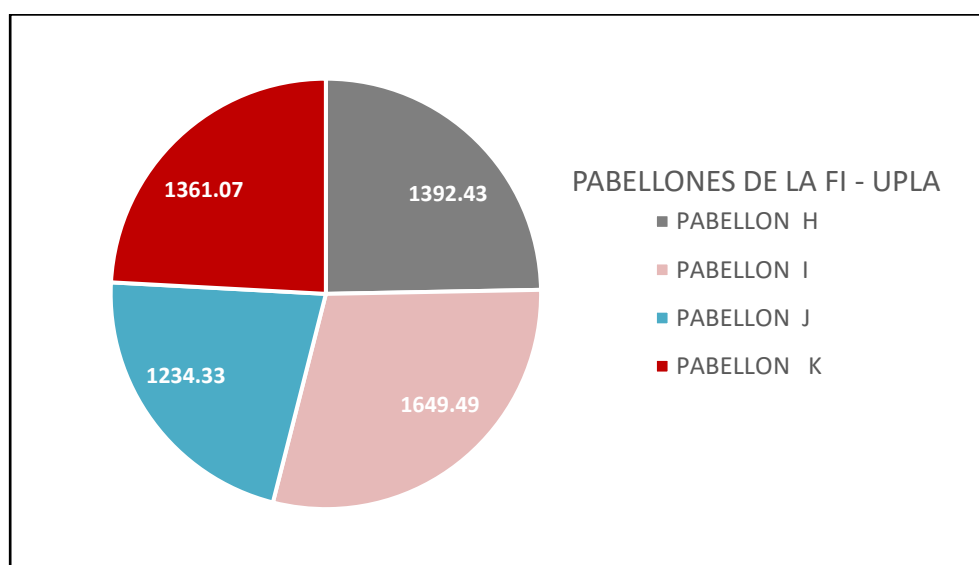


Gráfico 27. Sistema de captación por pabellones de la FI - UPLA

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 61, 2019

El gráfico 27 muestra la medición de la variable sistema de captación de agua pluvial en función a las áreas de captación de cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Tabla 62. Mediciones estadísticas de la variable “Sistema de captación de agua pluvial”

Medidas de Tendencia Central	
Media	1409.33
Mediana	1376.75
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	174.08
Varianza	30305.49
Error Típico	87.04

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

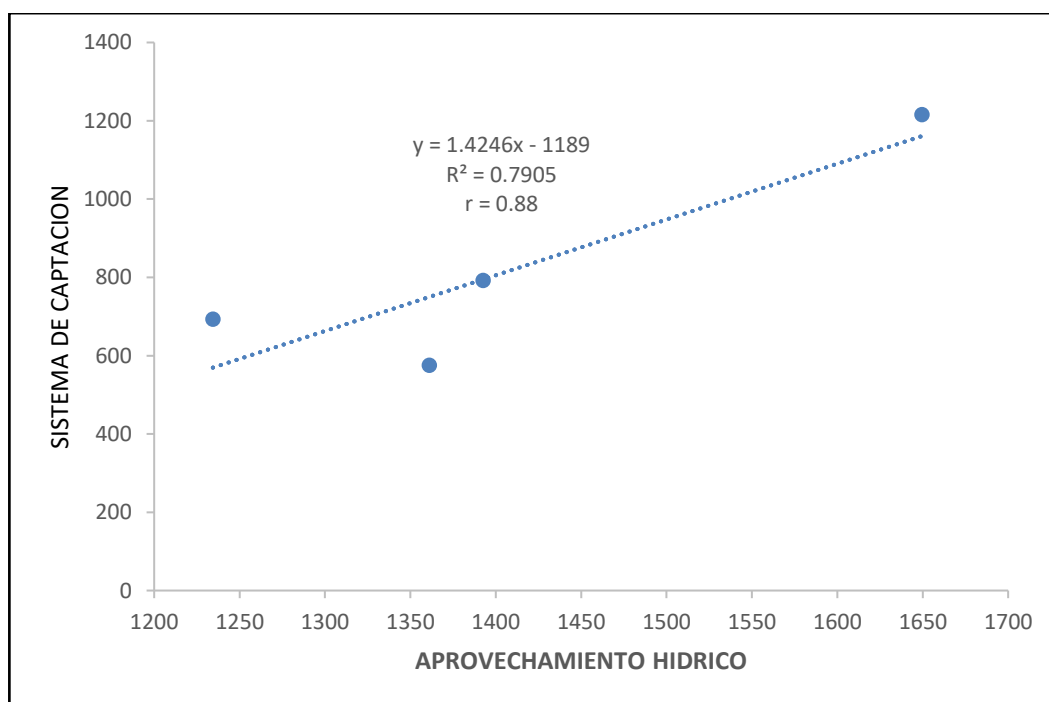


Gráfico 28. Correlación entre la variable Aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial

Fuente: Elaboración Propia, 2019

4.2 Relación del aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial

4.2.1 Captación de agua pluvial

Se realiza el cálculo de las dimensiones de las canaletas para los techos que cuentan con cubiertas como áreas de captación de agua pluvial.

Tabla 63. Características de los Techos con Cubiertas

Descripción	Área (m ²)	Longitud (m)
Cubierta Central del Pabellón I	767.48	38.64
Cubierta de la Of. Decanatura	80.81	11.95
Cubiertas de los Pabellones J , K	1234.32	53

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas 18,19 y 20, 2019

Cálculo del Caudal Necesario (Q_n):

$$Q_n = \frac{1234.32 \text{ m}^2 * 28.5 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * 1}{3600} = 9.77 \text{ lt/s} \text{-----} 0.098 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_n = \frac{767.48 \text{ m}^2 * 28.5 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * 1}{3600} = 6.08 \text{ lt/s} \text{-----} 0.061 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_n = \frac{80.81 \text{ m}^2 * 28.5 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * 1}{3600} = 0.64 \text{ lt/s} \text{-----} 0.0064 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con los caudales necesarios calculados se realiza la estimación de las dimensiones necesarias como se muestra en la tabla 64.

Tabla 64. Determinación de las Secciones de Canaletas

Área (m ²)	Altura (a) (m)	Base (b) (m)	Perímetro mojado	1/ n (1/0.011)
0.10	0.4	0.20	1.00	90
0.06	0.25	0.20	0.70	90
0.02	0.15	0.10	0.40	90

Fuente: Elaboración Propia en base a las Ecuaciones 22 y 23, 2019

Tabla 65. Determinación de las Pendientes

Área (m ²)	Altura (a) (m)	Base (b) (m)	Perímetro mojado	1/ n (1/0.011)	S
0.10	0.4	0.20	1.00	90	0.005
0.06	0.25	0.20	0.70	90	0.005
0.02	0.15	0.10	0.40	90	0.005

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 64, 2019

Teniendo las áreas, el perímetro mojado de la canaleta sección rectangular y las pendientes para las áreas con cubiertas se procede a calcular el caudal de acuerdo a la Ecuación 23, referente a la “Fórmula de Manning”, por lo que se tiene la tabla 66.

Tabla 66. Caudal Necesario Vs Caudal Calculado

Área (m ²)	Altura (a) (m)	Base (b) (m)	Perímetro mojado	1/ n (1/0.011)	S	Q _n caudal necesario	Q caudal calculado
0.10	0.4	0.20	1.00	90	0.005	0.098 m ³ /s	0.137 m ³ /s
0.06	0.25	0.20	0.70	90	0.005	0.061 m ³ /s	0.074 m ³ /s
0.02	0.15	0.10	0.40	90	0.005	0.0064 m ³ /s	0.017 m ³ /s

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 65 y la Ecuación 23, 2019

La tabla 66 muestra la comparación entre los caudales necesarios y los calculados.

4.2.2 Interceptores de primeras aguas

Tabla 67. Interceptores de almacenamiento de primeras aguas

Pabellón	Área de techo (m ²)	Volumen a Lavar (Litros)	Volumen de Tanque (Litros)
I	848.29	848.29	750 litros
J	1234.33	1234.33	1100 litros
K	1234.32	1234.32	1100 litros

Fuente: Elaboración Propia en base a las Tablas 18,19 y 20, 2019

La tabla 67 muestra los volúmenes necesarios a captar las aguas en los primeros minutos de lluvia.

4.2.3 Medición de la dimensión captación

La dimensión captación está clasificada de acuerdo a las áreas de captación según los pabellones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes como se muestra en la Tabla 68.

Tabla 68. Área de captación por pabellones de la Facultad de Ingeniería - UPLA

PABELLONES	AREA DE CAPTACION (m2)
PABELLON H	1392.43
PABELLON I	1649.49
PABELLON J	1234.33
PABELLON J	1361.07

Fuente: Elaboración propia en base a la Tabla 21, 2019

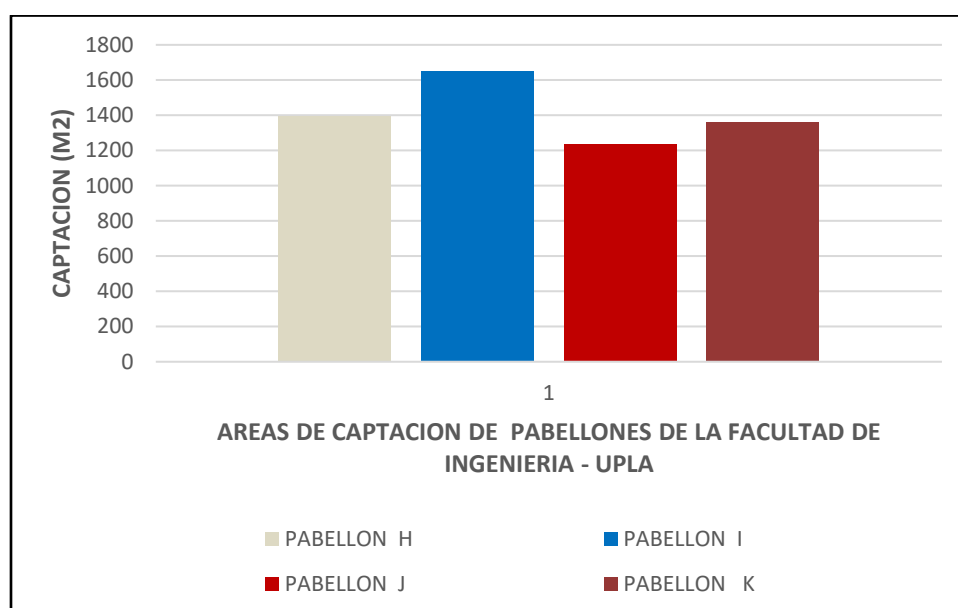


Gráfico 29. Áreas de captación en pabellones de la FI - UPLA

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 69, 2019

Tabla 69. Mediciones estadísticas de la dimensión “Captación”

Medidas de Tendencia Central	
Media	1409.33
Mediana	1376.75
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	174.08
Varianza	30305.49
Error Típico	87.04

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

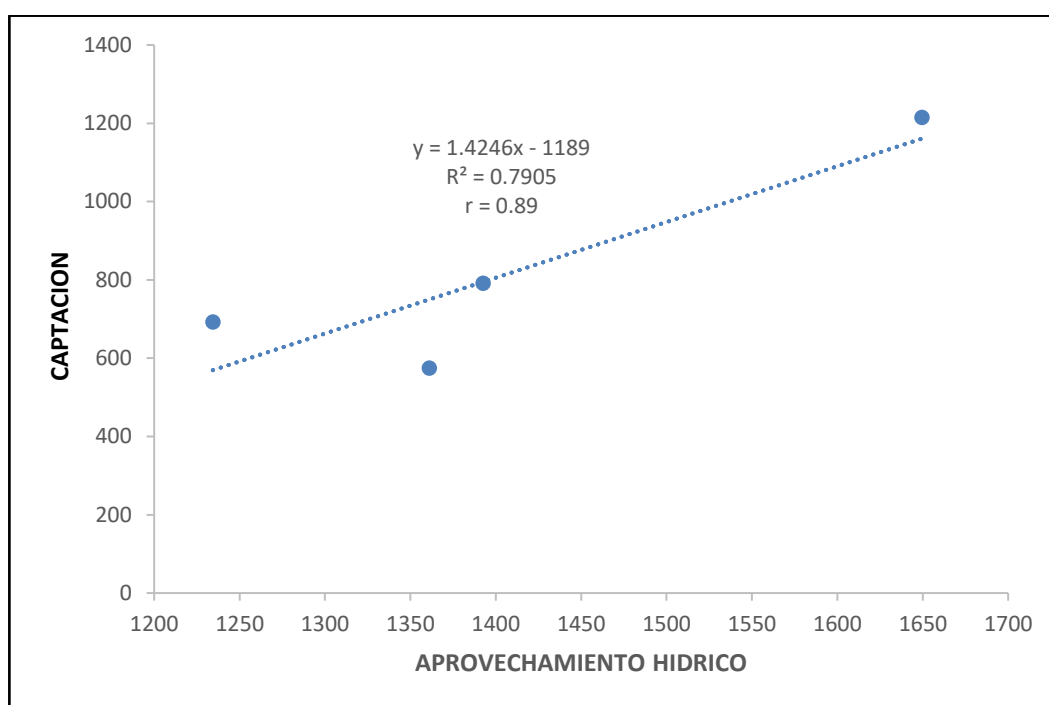


Gráfico 30. Correlación entre la variable Aprovechamiento hídrico y la dimensión captación

Fuente: Elaboración Propia, 2019

4.3 Relación del aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial

La dimensión almacenamiento está clasificada según el requerimiento en función de las áreas de captación de los pabellones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes como se muestra en la siguiente Tabla 70.

Tabla 70. Almacenamiento por pabellones de la Facultad de Ingeniería - UPLA

PABELLONES	Área de captación(m ²)	Coef. Escurrimiento	Ppi (anual) (mm)	Total (m ³)
PABELLON H	1392.43	0.90	811.2	1016.59
PABELLON I	1649.49	0.90	811.2	1204.26
PABELLON J	1234.33	0.90	811.2	901.16
PABELLON J	1361.07	0.90	811.2	993.69

Fuente: Elaboración Propia en base a la Ec.25 y Tabla 16, 2019

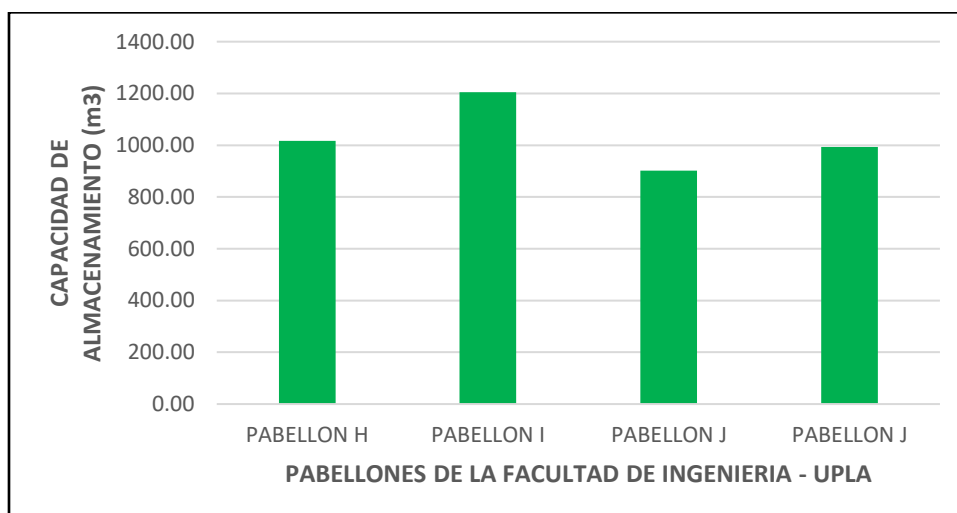


Gráfico 31. Capacidad de almacenamiento en pabellones de la FI - UPLA

Fuente: Elaboración Propia en base a la Tabla 70, 2019

Tabla 71. Mediciones estadísticas de la dimensión “Almacenamiento”

Medidas de Tendencia Central	
Media	1028.92
Mediana	1005.14
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	127.10
Varianza	16153.33
Error Típico	63.55

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

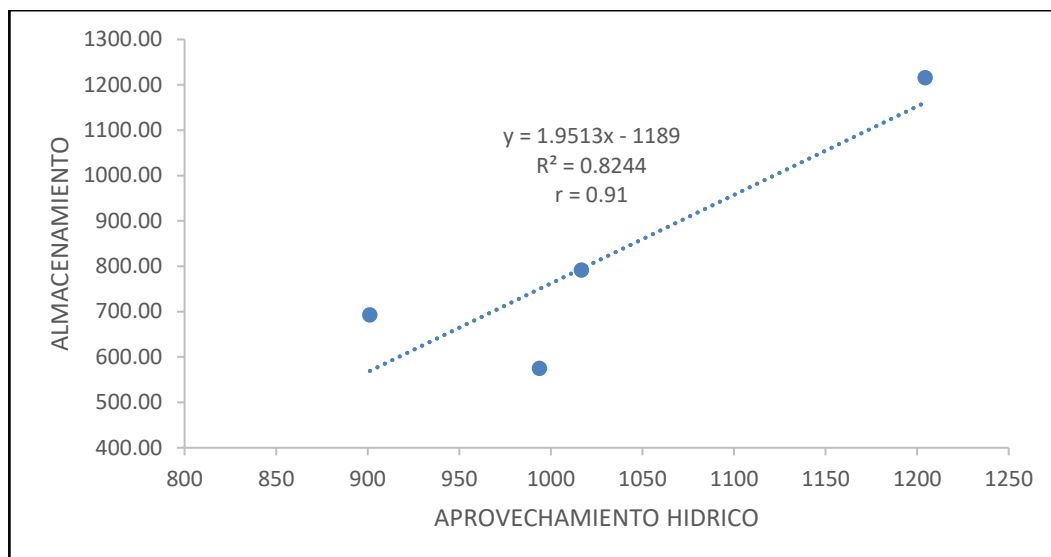


Gráfico 32. Correlación entre la variable Aprovechamiento hídrico y la dimensión almacenamiento

Fuente: Elaboración Propia, 2019

4.4 Prueba de hipótesis

Dado que las variables son del tipo aleatorias cuantitativas, es decir numéricas según Hernández (2014), el coeficiente de correlación de Pearson es una prueba estadística con el propósito de analizar la relación entre dos variables. La relación existente entre dos variables suele estar expresada por un coeficiente de correlación como se muestra en la Tabla 72.

Tabla 72. Valores de Coeficiente de Correlación

Valor	Significado
-1	Correlación inversa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación inversa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación inversa alta
-0,4 a -0,69	Correlación inversa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación inversa baja
-0,01 a -0,19	Correlación inversa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Tamayo, 1998

Así mismo para realizar la prueba de hipótesis, teniendo en cuenta lo mencionado por Chenet y Oseda (2011) se tiene en consideración los siguientes pasos:

1. Formulación de Hipótesis

H_0 : Hipótesis Nula

H_1 : Hipótesis Alterna

2. Nivel de Significancia = 5% = 0,05

3. Elección de la Prueba de Hipótesis

4. Estimación del p-valor

5. Toma de decisión: $p < 0,05$ se rechaza H_0

4.4.1 Prueba de hipótesis general

a) Formulación de Hipótesis:

- H_0 :
No existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.
- H_1 :
Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

b) Nivel de Significancia: $\alpha = 0,05$

c) Elección de la Prueba de Hipótesis:

Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

d) Estimación del p-valor:

		Aprovechamiento Hídrico	Sistema captación
Aprovechamiento Hídrico	Correlación de Pearson	1	0,881
	P valor		0,045
	N	4	4
Sistema captación	Correlación de Pearson	0,881	1
	P valor	0,045	
	N	4	4

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

e) Toma de decisión:

Puesto que $p \text{ valor} = 0,045 < 0,05$ se rechaza la hipótesis de investigación H_0 .

Conclusión Estadística:

- Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

4.4.2 Prueba de hipótesis específicos

4.7.2.1. Prueba de primera hipótesis específica

a) Formulación de Hipótesis:

- H_0 :
No existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.
- H_1 :
Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

b) Nivel de Significancia: $\alpha = 0,05$

c) Elección de la Prueba de Hipótesis:

Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

d) Estimación del p-valor:

		Aprovechamiento Hídrico	Captación
Aprovechamiento Hídrico	Correlación de Pearson	1	0,890
	P valor		0,045
	N	4	4
Captación	Correlación de Pearson	0,890	1
	P valor	0,045	
	N	4	4

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

e) Toma de decisión:

Puesto que $p \text{ valor} = 0,045 < 0,05$ se rechaza la hipótesis de investigación H_0 .

Conclusión Estadística:

- Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

4.7.2.2. Prueba de segunda hipótesis específica

a) Formulación de Hipótesis:

- H_0 :
No existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.
- H_1 :
Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

b) Nivel de Significancia: $\alpha = 0,05$

c) Elección de la Prueba de Hipótesis:

Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

d) Estimación del p-valor:

		Aprovechamiento Hídrico	Almacenamiento
Aprovechamiento Hídrico	Correlación de Pearson	1	0,908
	P valor		0,046
	N	4	4
Almacenamiento	Correlación de Pearson	0,908	1
	P valor	0,046	
	N	4	4

Fuente: Procesamiento SPSS v.23

e) Toma de decisión:

Puesto que $p \text{ valor} = 0,046 < 0,05$ se rechaza la hipótesis de investigación H_0 .

Conclusión Estadística:

- Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Relación del aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial

5.1.1 Características de la Subcuenca del Shullcas

La zona de influencia de la investigación pertenece a la Sub Cuenca Hidrográfica del Shullcas con un área de 218.68 km², siendo considerado como una cuenca pequeña. La Sub Cuenca Hidrográfica del Shullcas cuenta con un perímetro aproximado de 81.25 km y una longitud de cuenca de 27.00 km, siendo 29.04 km la longitud del río principal con un factor de forma de 0.30 considerada como una cuenca ligeramente alargada en relación al ancho promedio y longitud, el índice de compacidad está dada por el valor de 1.54 siendo clasificada como una cuenca alargada oblonga, con respecto a ello Villón, (2002). Hidrología. “para cuencas alargadas con un valor mayor a 1, reducen las probabilidades de que sean cubiertas en su totalidad por una tormenta” (p.42). Todas ellas como características fisiográficas de la Sub Cuenca del Shullcas como muestra la Tabla N° 13.

Como características geomorfológicas mostradas en la Tabla N.º 14 se tiene la cota mayor con un valor de 5050.00 m.s.n.m. y una cota menor con un valor de 3201.14 m.s.n.m. Siendo la altitud media de la Sub Cuenca del Shullcas 4248.98 m.s.n.m. con las que se elaboró la curva Hipsométrica como se muestra en el Grafico 4 y el Histograma de Frecuencias en el Grafico 5. Con las que se identifica que la zona de estudio se encuentra en un porcentaje de 8.63 % comprendido entre las altitudes de 3251 y 3500, siendo la cota de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los

Andes de 3332 m.s.n.m. Así mismo Espinoza, (2009) mencionado por De la Cruz, (2016) en su investigación hace énfasis en que la altitud influye notablemente en las precipitaciones. Por lo que la variación en la intensidad y duración de las precipitaciones estaría en relación con la altitud del lugar.

5.1.2 Determinación de la oferta de lluvia

5.1.2.1 Cálculo de la precipitación promedio mensual

La oferta de lluvia fue determinada con sustento en el registro de precipitaciones de escala Mensual por un periodo de 10 años de la Estación Santa Ana como se muestra en el Anexo N.º 4.

Para el tratamiento de la información pluvial se consideró la Estación Meteorológica Santa Ana debido a la cercanía a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes con las que obtuvieron el registro de precipitación pluvial del año 2009 hasta el 2018 brindados por SENAMHI como se muestra en la Tabla N.º 15.

De acuerdo a Hernández citado por (Aranda, 2015, p.97); “la precipitación promedio mensual sin tener en cuenta la evaporación expresada en mm, equivale a la precipitación en litros por metro cuadrado, se requiere de 1mm de agua para mojar $1m^2$ ”. En base a lo mencionado se han establecido los valores como se muestran en la Tabla N.º 16. Así mismo el Gráfico 6 muestra las precipitaciones promedio mensuales durante los 12 meses del año, las cuales se puede observar que los meses de diciembre, enero, febrero y marzo son meses con una buena oferta pluvial en las que se tendrá en consideración para el abastecimiento de los meses de sequía desde abril hasta noviembre, siendo mayo, junio, julio y agosto los meses críticos de bajas precipitaciones.

5.1.2.2 Determinación de las áreas de captación pluvial

Dichas áreas de captación determinan la capacidad de oferta de agua de lluvia ya que por intermedio de estas se logra la recolección en función del tamaño o área del techo de captación. Para lo cual cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, está

clasificada de acuerdo al material con la que están constituidas.

El pabellón “H” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, es la edificación más reciente, siendo de uso principal laboratorios de las escuelas profesionales de la Facultad de Ingeniería. De acuerdo con la Tabla N.º 17, la edificación cuenta con áreas de losa de concreto como techos.

El pabellón “I” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, es el pabellón que concentra la mayor cantidad de alumnos y personal docente de forma constante a través de sus cinco pisos, ya que están distribuidas en forma de aulas con capacidad de 60 estudiantes por aula. De acuerdo a la Tabla N.º 18 la edificación cuenta con ambos tipos de techos (con cubierta y losa de concreto).

El pabellón “J” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes es de uso principalmente administrativo donde se encuentran las oficinas y direcciones de las escuelas profesionales de la Facultad de Ingeniería. De acuerdo a la Tabla N.º 19 la edificación cuenta solo con el tipo de techo con cubierta siendo la mayor área de captación con 1234.33 m².

El pabellón “K” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, funciona como aulas y esta a su vez presenta la misma área de captación que el pabellón “J”, diferenciándolo la construcción reciente de los Servicios Higiénicos que tiene como techo losa de concreto como se muestra en la Tabla N.º 20

Los techos de la Facultad de Ingeniería se dividen principalmente en techos con cubiertas y los techos de concreto o llamados losas de concreto, siendo 3316.94 m² de área total de techos con cubierta y 2320.37 m² de losa de concreto como se muestra en la Tabla N.º 21.

5.1.2.3 Cálculo de la precipitación neta y la oferta total

La Precipitación Neta es la cantidad de precipitación captada,

teniendo en consideración el material por la que el agua escurrirá. Para ello se tuvo en consideración la Tabla N.º 8 de Coeficientes de escurrimiento I.

Para la realización del cálculo de la precipitación neta se realizó el análisis de dos casos: El escurrimiento sobre las áreas que tienen cubierta y el escurrimiento sobre losas de concreto. Con las que se determinó un coeficiente de esorrentía de 0.9 para techos con cubiertas y 0.88 para losas de concreto las cuales sin considerar la evapotranspiración se tiene las precipitaciones netas promedio mensual fijados en las Tablas N.º 22 y N.º 23. Con respecto León, (2016) en su investigación refiere que “el valor de coeficiente de esorrentía se puede ajustar mucho más si se hacen pruebas reales en los techos para calcular cuánto es lo que escurre en relación con el valor de la precipitación” (p.65). Llegando a calcular como oferta pluvial anual de 2421.93 m³ realizado la captación en techos con cubiertas y 1656.61 m³ siendo captadas desde techos de losa de concreto como se muestra en las Tabla N.º 24 y N.º 25, así como también en los Gráficos 8 y 9 respectivamente. Significando que la captación sobre techos con algún tipo de cubierta representaría una opción favorable en cantidad de lluvia a captar y calidad con respecto a techos de losas de concreto que son accesibles a personas y por ende a una mayor contaminación.

La Tabla N.º 26 muestran los valores de la dimensión oferta por cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la UPLA como su representación en el Grafico 10 y sus medidas estadísticas de la dimensión oferta en la Tabla N.º 27.

5.1.2.4 Cálculo de precipitaciones máximas probables

De acuerdo a Ozoriaga y Sanabria (2017) para determinar las precipitaciones máximas probables es necesario realizar una distribución probabilística. Por lo que Doogie (2018, p.49) reafirma que: cuando se utilizan variables hidrológicas, la Distribución Gumbel es una de las más empleadas, con la finalidad de hallar la distribución de frecuencias probabilísticas. Fundamentado en lo anterior se realizó la distribución de frecuencias probabilísticas en base a las precipitaciones mensuales

obtenidas, para lo cual se determinan las precipitaciones máximas mensuales clasificadas por el periodo de estudio.

Se realizó la estimación de precipitaciones máximas probables mediante la distribución Gumbel teniendo como resultado la Tabla N°.31 donde se muestra precipitaciones máximas tiempos de duración para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años. Así como también las intensidades para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años respectivamente como muestra la Tabla 32, con la que los resultados de precipitaciones máximas probables se puede estimar las precipitaciones máximas como también las intensidades para periodos de retorno probables que influyan en la determinación de la oferta hídrica pluvial futura.

5.1.3 Determinación de la demanda de agua de lluvia

5.1.3.1 Determinación de la población FI -UPLA

Los resultados de la demanda de agua están sustentadas de acuerdo a la información solicitada y otorgada por las Oficinas de Coordinación de Asuntos Administrativos, Planificación y Presupuesto; Oficina de Coordinación de Asuntos Académicos y Dirección de Departamento Académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes las cuales se obtuvieron información sobre la cantidad de estudiantes, horas lectivas de los docentes, con las que se determinó la cantidad parcial de los docentes , personal administrativo y de servicio que conforman los recursos humanos de la Facultad de Ingeniería.

La veracidad de los resultados presentados, responden a las solicitudes presentadas a cada despacho correspondiente, por la cual están sujetas a la calidad de información que presenta la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes administrativamente. Las solicitudes a los despachos correspondientes se encuentran en el Anexo 6.

La cantidad de estudiantes de la Facultad de Ingeniería de acuerdo a los resultados expresan gran variabilidad, es decir de acuerdo a la carrera

profesional se registra variación en la cantidad de matriculados. Es así que se consideró el periodo 2015-2018 por ser el periodo en el que entró en vigencia La Ley Universitaria N° 30220, dándose cambios internos en la Universidad Peruana Los Andes con fines de mejorar la calidad educativa universitaria.

Dichos cambios repercutieron en la estabilidad estudiantil de muchas universidades del Perú las cuales se vieron afectadas no solo administrativamente, sino que también incurrían en los intereses de los estudiantes en busca de la mejora en la calidad de egresados, las cuales hicieron variar los niveles de la cantidad de estudiantes. No ajeno a ello, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes se registró una reducción de estudiantes con las que paulatinamente se pretende mejorar durante el proceso de Licenciamiento Institucional en la que se encuentra. Es así que la Escuela Profesional de Ingeniería Civil es de acuerdo a los resultados obtenidos como la carrera con un mayor número de estudiantes seguido por Arquitectura como se muestra en la Tabla N.º 33.

Los resultados obtenidos sobre la cantidad de población total de la Facultad de Ingeniería se detallan en las Tablas N.º 33, N.º 34, N.º 35 y N.º 36 las cuales fueron estimadas durante los 12 meses del año, siendo los meses comprendidos de abril-diciembre, periodo en los que se desarrollan los ciclos normales I y II con una mayor población de 4503 personas como se muestra en la Tabla N.º 37 con las cuales se determinó un porcentaje de incidencia que una persona demande un consumo de agua en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería, siendo del 33.33 % para los estudiantes y el personal de servicio; 50 % para los docentes y 100 % de incidencia para el personal administrativo, debido al desarrollo de las actividades académicas en tres turnos , esto realizado en la investigación de Grandez (2015). Por lo que la cantidad poblacional aplicado el porcentaje de incidencia es de 1550 personas durante los meses que comprenden los ciclos I y II de acuerdo a la Tabla N.º 38. Con las que se tiene como resultado una estimación probable de uso o consumo del agua.

5.1.3.2 Determinación de la dotación y demanda mensual

De igual forma se realizó la determinación de las dotaciones de acuerdo al fin que se le da al agua para su análisis en su disposición y remplazo por el agua de lluvia. De acuerdo con la Norma IS.010 “Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones” se determinó la dotación de descarga de inodoros de 10 lt/ pers/día y el riego de áreas verdes de 2 lt/ m² /día como muestra la Tabla 40 con las que se determina una demanda incluida para la limpieza en general de la FI – UPLA como se muestra en la Tabla N.º 41 , una demanda para el riego de áreas verdes considerando el riego de 3 veces por semana, que fueron adicionados a los meses de poca precipitación mostrados en la Tabla N.º 42 y una demanda para la descarga de inodoros como se muestra en la Tabla N.º 43 , haciendo un total anual de 4169.75 m³ de acuerdo a la Tabla N.º 44.

La Tabla N.º 45 muestran los valores de la dimensión demanda por cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la UPLA como su representación en el Grafico 25 y sus medidas estadísticas de la dimensión demanda en la Tabla N.º 46.

5.1.4 Determinación de la calidad del agua de lluvia

Los resultados del análisis del agua de lluvia muestran que:

Referente a los Parámetros Físico - Químicos la muestra representativa tiene un valor de 5.0 mg/L en cloruros, 1.0 mg/L en nitratos, 0.4 mg/L en nitritos y 4.0 mg/L en sulfatos; de los 250 mg/L en cloruros, 50 mg/L en nitratos, 3 mg/L en nitritos y 250 mg/L en sulfatos como límites máximos permisibles de acuerdo al Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM, con respecto a ello Cárdenas (2005), el ion cloruro no representa un problema de potabilidad en las aguas de consumo, pero si es un indicador de contaminación debido a la acción del hombre, la concentración permisible se estableció más por razones de sabor.

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (2015), determinó como valor máximo 50 mg/L, aceptable de 25 mg/L y como ejemplo las

aguas embotelladas de consumo tienen menos de 15 mg/L entre nitratos y nitritos; para los sulfatos la OMS (2015) sugiere un valor máximo de 250 mg/L y que las altas concentraciones en el agua producen deshidratación. Significando que el agua de lluvia captada es apta para el riego de áreas verdes y la disposición en las descargas de inodoros debido a los valores mínimos con respecto a los LMPs.

Con respecto al parámetro de Potencial de Hidrogeno (pH), esta se encuentra con un valor de 6.92 del rango 6.5-8.5 significando que el agua de lluvia es no acida - neutra, recomendable para la desinfección con cloro de acuerdo a la Dirección General de Salud Ambiental (2016). Dentro del parámetro de dureza total, el ensayo obtuvo el valor de 25.0 ppm de los 500 ppm y el parámetro de sólidos disueltos con un valor de 45.9 mg/L de 1000 mg/L dentro de los límites máximos permisibles. Sin embargo, de acuerdo con los análisis en la bibliografía y especialistas en ensayos, determinan que no debería contener un valor de dureza ya que el agua de lluvia es blanda Grandez (2015), por lo que hace suponer que el valor obtenido en el ensayo se debe al arrastre de partículas proveniente de la superficie de captación y del sistema de canaletas como figura en la Tabla N.º 47.

Los parámetros inorgánicos específicamente en el contenido de metales, los ensayos evidencian que no existe algún tipo de metal en altas concentraciones suspendidas en la atmósfera, se obtuvo valores por debajo de los límites máximos permisibles, las cuales dando énfasis en los metales de hierro con un valor de 0.03 mg/L de los 0.3 mg/L y cobre con un valor de 0.02 mg/L de 2 mg/L como límites máximos permisibles, se confirma la variación de sus componentes de acuerdo con la superficie de captación y el sistema de canaletas que permiten el arrastre de partículas como muestra la Tabla N.º 48.

De igual forma con los parámetros microbiológicos en la Tabla N.º 49, resulta de acuerdo al ensayo que no contiene presencia microbiológica. Sin embargo, los techos al ser una superficie descubierta al ambiente, está

supeditada a cualquier agente contaminante como polvo, material orgánico, heces de animales como roedores y aves. Por tal motivo las propiedades microbiológicas del agua de lluvia variaran de acuerdo con el mantenimiento y el cuidado que se les dé a las superficies de captación (techos).

Los parámetros con valores menores a los permisibles representan y se infieren que están dentro de los parámetros permisibles siendo categorizado como aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección de acuerdo al Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM (modificatoria de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua).

5.1.5 Balance hidrológico oferta vs demanda

Para establecer el volumen de almacenamiento se hizo uso del método del análisis de la curva de volúmenes acumulados, que consiste en ubicar en la fila superior el periodo con mayor precipitación durante el año, seguido de forma regular los meses consecutivos en forma ordenada, con los que se determinaron los volúmenes de agua pluvial captada y de consumo, estableciendo diferencias entre la oferta acumulada y la demanda acumulada. (Grandez, 2015)

El balance hidrológico con los resultados obtenidos de la oferta de agua de lluvia, juntando las aguas captadas en techos con cubiertas y losas de concreto resultan 4078.54 m³ ante una demanda de 4169.75 m³ como se muestra en la Tabla N.º 50, las cuales mediante el método del análisis de la curva de volúmenes acumulados establece que para el abastecimiento del 100% de la demanda de agua en actividades que no requieran la potabilización en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes se requiere la capacidad de almacenamiento de 1835.91 m³ de acuerdo con la Tabla N.º 51.

Disponer de un reservorio de más de 1000 metros cúbicos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, representa un costo elevado y casi imposible debido a las dimensiones necesarias

para su almacenamiento. Este valor de almacenamiento generalmente se debe a que los meses de mayo, junio, julio y agosto tienen una baja precipitación con la cual determina un mayor volumen a almacenar con respecto a la demanda. También la dotación asumida de acuerdo con el reglamento, no se da de forma regular haciendo que los resultados sean correctos, pero no ajustables a la realidad.

Sin embargo, al considerar una capacidad de 1835.91 m³ poco asumible se realiza el análisis de la curva de volúmenes acumulados diarios del mes con mayor precipitación, la máxima demanda y los techos de captación con cubiertas sustentados en que la precipitación es variable en el tiempo, como lo realiza Grandez (2015) en su investigación, determinándose un nuevo volumen de almacenamiento de 163.21 m³ solo para actividades de descarga de inodoros como se muestra en la Tabla N.º 53.

Siendo el volumen de riego de áreas verdes 192.00 m³ se consideró un volumen de almacenamiento de 300 distribuidos en dos tanques enterrados de concreto armado de 120 m³ ubicado entre los pabellones H” e “I”; 180 m³ ubicado entre los pabellones “J” y “K”. Siendo las dimensiones 8 x 7.5 x 2 y 10 x 9 x 2 respectivamente. Por lo que se determina usar los techos con cubiertas, ya que a su vez estos cuentan con un sistema de canaletas ya instalados siendo su área de captación 3316.94 m², también se realizó el modelamiento en el software SAP 2000 como se muestra en el Anexo 8.

El pabellón “H” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes cuenta con 60 aparatos sanitarios entre inodoros y urinarios distribuidos en los servicios higiénicos de varones y mujeres las cuales demanda 600 litros por cada descarga. El pabellón “I” cuenta con 75 aparatos sanitarios las cuales demanda 750 litros por descarga, de igual forma los servicios higiénicos ubicados entre los pabellones “J” y “K” cuenta con 26 aparatos sanitarios siendo la demanda de 260 litros por descarga.

En total para un volumen de 300 m³ equivalente a 300000 litros mensuales y con 161 aparatos sanitarios consumiendo 1610 litros por cada descarga, durante los 30 días que compone el mes se tendría hasta 6 descargas al día de todos los aparatos sanitarios instalados en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Se realizó el análisis del porcentaje de abastecimiento que se tiene durante los meses del año con el volumen de almacenamiento de 300 m³ para el abastecimiento en la descarga de inodoros. Los porcentajes de abastecimiento del uso del agua de lluvia en actividades de descarga de inodoros de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes son un 56 % anual de abastecimiento total de acuerdo a la Tabla N.º 54, mientras que, para las actividades conjuntas de descarga de inodoros, limpieza en general y riego de áreas verdes se tiene un 54 % anual de abastecimiento según la Tabla N.º 55, siendo necesario los porcentajes faltantes suplir con agua potable. Las cuales representaría en su totalidad el 50 % en ahorro del uso de agua potable.

5.1.6 Medición de la variable aprovechamiento hídrico

Según los resultados las Tablas N.º 56, N.º 57, N.º 58 y N.º 59 representan la medición de la variable “Aprovechamiento hídrico” mediante la interacción entre la oferta y demanda según Grandez (2015) con las que los resultados expresan el aprovechamiento hídrico que se tiene en cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes representado en el Grafico 26. Además de las mediciones estadísticas de la variable como muestra la Tabla N.º 60.

5.1.7 Medición de la variable sistema de captación de agua pluvial

Según los resultados la Tabla N.º 61 representan la medición de la variable “Sistema de captación de agua pluvial” en función las áreas de captación según CEPIS (2004) con las que los resultados expresan el valor del sistema de captación de agua pluvial para cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes representado a su vez en el Grafico 27. Además de las mediciones estadísticas de la variable

como muestra la Tabla N.º 62.

Como resultado se tiene el Grafico 28, la cual muestra un diagrama de dispersión entre las variables “aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial”. Teniendo un valor de correlación de 0.88.

5.2 Relación del aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial

5.2.1 Captación de agua pluvial

Las áreas de captación con cubiertas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, cuentan con un sistema de canaletas de plancha galvanizada y montantes de PVC ya instaladas, las cuales tienen como fin la derivación de las aguas hacia el drenaje público, por lo tanto, no se requiere la consideración de la instalación de canaletas. Sin embargo, los resultados del cálculo de las dimensiones de las canaletas para los techos que cuentan con cubiertas como áreas de captación de agua pluvial evidencian que cumplen con las dimensiones consideradas en la Tabla N.º 66 para las canaletas, por lo que para los techos con cubierta de los pabellones “J” y “K” corresponde una sección de canaleta de 0.4 x 0.20m; para el techo central del pabellón “I” corresponde una sección de canaleta de 0.25 x 0.20m y para el techo de la Of. de Decanatura corresponde la sección de 0.15 x 0.10m.

5.2.2 Interceptores de primeras aguas

Se consideró 3 sistemas interceptores de primeras aguas en cada pabellón que cuenta con techos del tipo cubiertas, las cuales sirven para la recolección del agua de lluvia en los minutos en las que la lluvia lava el techo “Se requiere un litro de agua de lluvia para lavar un metro cuadrado del techo” (CEPIS,2004, p.50). De acuerdo con lo anterior y los resultados de la Tabla N.º 67 se haría uso de 2 tanques prefabricados con capacidad de 1100 litros para los pabellones “J” y “K” y 1 tanque prefabricado con capacidad de 750 litros para el pabellón “I”.

El agua sucia captada en los sistemas interceptores de primeras aguas, podrán ser utilizadas para el regadío de las áreas verdes

maximizando el consumo de agua de lluvia captada.

Los componentes del sistema de captación de agua de pluvial como las tuberías de conducción, los sistemas interceptores de primeras aguas y los tanques de almacenamiento serán proyectados y representados mediante un modelamiento y simulación 3D, planos del sistema como se muestra en el Anexo 9 y 10.

5.2.3 Medición de la dimensión captación

Según los resultados la Tabla N.º 68 representan la medición de la dimensión “Captación de agua pluvial” en función a las áreas de captación para cada pabellón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes representado a su vez en el Grafico 29. Además de las mediciones estadísticas de la dimensión como muestra la Tabla N.º 69.

Como resultado se tiene el Grafico 30, la cual muestra un diagrama de dispersión entre la variable “aprovechamiento hídrico y la dimensión “Captación de agua pluvial”. Teniendo un valor de correlación de 0.89.

5.3 Relación del aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial

La dimensión almacenamiento está clasificada según el requerimiento en función de las áreas de captación de los pabellones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes como se muestra en la Tabla 70 y representado en el Grafico 31 donde se muestra la capacidad de almacenamiento por cada pabellón en función de su área de captación.

A su vez en la Tabla N.º 71 se muestra las mediciones estadísticas de la dimensión “Almacenamiento de agua pluvial”.

Como resultado se tiene el Grafico 32, la cual muestra un diagrama de dispersión entre la variable “aprovechamiento hídrico y la dimensión “Almacenamiento de agua pluvial”. Teniendo un valor de correlación de 0.91.

5.4 Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis evidencia que para la hipótesis general planteada en la investigación:

“Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019”

Se tiene un coeficiente de correlación de 0.88 siendo considerada como una correlación positiva muy alta y a la vez se establece que el 88.0 % de la variable “sistema de captación de agua pluvial” está en función de la variable “aprovechamiento hídrico”.

De igual modo para la primera hipótesis específica relacionada con la dimensión captación:

“Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019”

Se tiene un coeficiente de correlación de 0.89 siendo considerada como una correlación positiva muy alta y a la vez se establece que el 89.0 % de la dimensión “captación” está en función de la variable “aprovechamiento hídrico”.

Para la segunda hipótesis relacionada con la dimensión almacenamiento:

“Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019”

Se tiene un coeficiente de correlación de 0.91 siendo considerada como una correlación positiva muy alta y a la vez se establece que el 91.0 % de la dimensión “almacenamiento” está en función de la variable “aprovechamiento hídrico”.

CONCLUSIONES

1. Se estableció que existe una relación directa alta entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.88 estableciéndose que el 88.0 % de la variable “sistema de captación de agua pluvial” está en función de la variable “aprovechamiento hídrico” siendo representado con un 54 % de abastecimiento en actividades que no requieran del uso del agua potable en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.
2. Se estableció que existe una relación directa alta entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.89 estableciéndose que el 89.0 % de la dimensión “captación” está en función de la variable “aprovechamiento hídrico” siendo representado por su área de captación de 3316.94 m² en techos que cuentan con algún tipo de cubierta, para una población máxima total de 4503 personas distribuidas en los turnos de mañana, tarde y noche.
3. Se estableció que existe una relación directa muy alta entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.91 estableciéndose que el 91.0 % de la dimensión “almacenamiento” está en función de la variable “aprovechamiento hídrico” siendo representado con un volumen de almacenamiento de 300 m³ distribuidos en tanques de 120 m³ y 180 m³ para el abastecimiento de actividades que no requieran del agua potable en la Facultad de Ingeniería de la UPLA.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las próximas investigaciones referentes al tema, realizar los ensayos al agua de lluvia, evitando algún contacto con cualquier superficie de captación, es decir directamente a fin de determinar la composición específica relacionada a la contaminación atmosférica durante el transcurso del tiempo.
2. Se recomienda a la Facultad de Ingeniería considerar los resultados de la investigación a fin de poder optimizar el uso del agua ante un posible desabastecimiento futuro con la que su aplicación en el aprovechamiento hídrico sirva como promotores ante la sociedad.
3. Se recomienda que para tener una buena calidad en el agua de lluvia captada se debe tener un plan de mantenimiento rutinario a los techos o áreas de captación, incluyendo rejillas en el sistema de canaletas para evitar el paso de materia orgánica como hojas, animales pequeños, etc. que puedan obstruir el sistema recolector de primeras aguas.
4. Se recomienda a las entidades de formular el reglamento nacional de edificaciones, proponer y elaborar una norma donde estipule el procedimiento, criterio y parámetros referentes a edificaciones que pretendan la sustentabilidad hídrica, así como también la implementación de instrumentos normativos y de gestión orientados a la creación de una política de concientización a través de incentivos a instituciones que realicen el cuidado, la promoción y la práctica de la cosecha y aprovechamiento del agua pluvial expuestos en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguilar, L. (2015). *Análisis de los patrones espaciales y temporales de la precipitación producidos por la tormenta “Manuel” en la cuenca del rio Atoyac*. México: Universidad Autónoma de México.
2. Aparicio, F. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficies*. Primera Edición. México. Editorial: Limusa S.A de C.V.
3. Aranda, L. (2015). *Diseño del sistema de captación de agua pluvial en techos como alternativa para el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo 2014*. Huancayo – Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
4. Atencio, E. (2017). *Determinación del sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales, para uso pecuario en la comunidad de Suquinapi del distrito de Ilave, 2016*.Puno – Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
5. Carrasco, S. (2005). *Metodología de la Investigación Científica*. Primera Edición. Lima – Perú. Editorial: San Marcos.
6. Cajina, I. (2006). *Alternativas de captación de agua para uso humano y productivo en la subcuenca del rio Aguas Calientes, Nicaragua*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Tropical Agricultura.
7. Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI). (2007). *Diseños de Sistemas de Captación del Agua de Lluvia*.
8. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (2004), *Organización Mundial de la Salud - Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia*.
9. Chalco, M. (2016). *Evaluación, análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Molino-Juli*. Puno – Perú: Universidad Nacional del Altiplano.

10. Cruz, G. (2014). *Evaluación del potencial del aprovechamiento del agua de lluvia en la Facultad de Ecología –UNSM-T, Moyobamba-San Martín-2014*. Moyobamba – Perú: Universidad Nacional de San Martín.
11. Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA*. Perú.
12. Durán, P. (2010). *Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable*. Comunicación Técnica. México: Instituto Politécnico Nacional.
13. Feijo, V. y Perea, A. (2014). *Aprovechamiento de agua de lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable en la Universidad Del Valle Sede Meléndez*. Colombia: Universidad del Valle.
14. Frasier, G. y Myers, L. (1983). *Manual de recolección de agua – Manual de agricultura*. Número 600. E.E.U.U: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
15. García, B. (2013). *Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
16. Gleeson, T. y Otros (2012). *Balance hídrico de acuíferos globales revelado por la huella de agua subterránea*.
17. Grandez, P. (2015). *Aprovechamiento de agua de lluvia, para optimizar el uso de agua potable residencial*. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
18. Guzmán, S. (2014). *Sistema de captación de aguas pluviales adaptable a casas habitación*. México: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
19. Henao, J. y Castaño, Y. (2016). *Gestión ambiental universitaria a partir del aprovechamiento de agua pluvial, caso de estudio, Universidad Tecnológica de Pereira*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
20. Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. México. Editorial: McGRAW-HILL Interamericana S. A. de C. V.

21. Herrera, L. (2010). *Estudio de alternativas para el uso sustentable del agua de lluvia*. México: Instituto Politécnico Nacional de México.
22. León, L. (2016). *Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales*. Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú
23. Linsley, R. y Franzini, J. (1970). *Ingeniería de los recursos hidráulicos*. Cuarta Impresión. Argentina. Editorial: Continental S.A.
24. Llamas, J. (1993). *Hidrología General*. Primera Edición. España. Editorial: Universidad del País Vasco.
25. Loayza, J. y Cano, P. (2015). *Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas – Huancayo-Junín*. Huancayo – Perú Universidad Nacional del Centro del Perú.
26. Malca, L. (2014). *Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el caserío La Florida, Huasmin, Celendín, Cajamarca*. Cajamarca – Perú: Universidad Privada del Norte.
27. Miglio, R. (2009). *Abastecimiento de agua en el medio rural*. Lima – Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
28. Monsalve, G. (1999). *Hidrología en la Ingeniería*. Segunda Edición. Colombia. Editorial: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
29. Morales. (2010). *Manual de Especificaciones Técnicas Básicas para la Elaboración de Estructuras de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) en el Sector Agropecuario de Costa Rica y Recomendaciones para su Utilización*. Costa Rica
30. Organización de las Naciones Unidas, (2014). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*
31. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013). *Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia- Opciones Técnicas para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe*.

32. Ortiz, W. y Velandia, W. (2017). *Propuesta para la captación y uso de agua de lluvia en las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia a partir de un modelo físico de recolección de agua*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
33. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos- UNESCO (2009). *El agua en un Mundo de Constantes Cambios*.
34. Ricse, M. y Robles, K. (2014). *Evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos superficiales y estrategias de gestión sostenible en la microcuenca río Negro – Satipo*. Satipo – Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
35. Rodríguez, P. (2001). *Abastecimiento de Agua*. México: Instituto Tecnológico de Oaxaca.
36. Searcy, J. y Hardison, C. (1983). *Manual de Hidrología “Curvas de Doble Masa”*. Parte 1. Washington. U.s. Government Printing Office.
37. Smith, D. (1997). *Enfoque del modelo estadístico para microondas pasivos recuperación de lluvia*. Revista de Meteorología Aplicada. Reino Unido: University College London.
38. Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. Cuarta Edición. México. Editorial: Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega.
39. Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural (UNATSABAR) (2001). *Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia*.
40. Villón, B. (2002). *Hidrología*. Segunda Edición. Lima – Perú. Editorial: Villon.
41. Velázquez, J. (2012). *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la CD. de México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
42. Vintimilla, A. y Zhungo, J. (2013). *Estudio hidrometeorológico y análisis de caudales de crecientes en la cuenca hidrográfica del río Catarama*. Ecuador: Universidad de Cuenca.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

I. PROBLEMA	II. OBJETIVOS	III. HIPÓTESIS	IV. VARIABLES Y DIMENSIONES	V. METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es la relación entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de Agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>A) ¿Cuál es la relación entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo 2019?</p> <p>B) ¿Cuál es la relación entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo 2019?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar la relación entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>A) Determinar la relación entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo 2019.</p> <p>B) Determinar la relación entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes –Huancayo 2019.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>A) Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y la captación de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019.</p> <p>B) Existe una relación directa entre el aprovechamiento hídrico y el almacenamiento de agua pluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2019.</p>	<p><u>VARIABLE DE ESTUDIO:</u></p> <p>APROVECHAMIENTO HIDRICO</p> <p>DIMENSIONES: (Grandez, 2015)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oferta de Agua Pluvial • Demanda de Agua Pluvial • Calidad del Agua Pluvial <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de cuenca • Análisis pluviométrico • Cantidad de beneficiarios • Cantidad de agua consumida • Análisis físico químico • Análisis microbiológico • Análisis Inorgánico <p><u>VARIABLE DE CORRELACION:</u></p> <p>SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL</p> <p>DIMENSIONES: (García, 2013)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Captación • Almacenamiento <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área de captación • Volumen del reservorio • Sistema de primeras aguas 	<p>METODO DE INVESTIGACION:</p> <p>Método Científico (Carrasco, 2005)</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION:</p> <p>Aplicada (Carrasco, 2005)</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION:</p> <p>Descriptivo – Correlacional (Hernández, 2014)</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACION:</p> <p>No experimental de tipo Transversal (Carrasco, 2005)</p> <p>POBLACION Y MUESTRA:</p> <p>Techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.</p>

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Anexo 2: Matriz de Operacionalización del Instrumento de Investigación

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO DE RECOLECCION
Variable (X): Aprovechamiento Hídrico	De acuerdo a Grandez (2015); El aprovechamiento hídrico consiste en la optimización del agua para su uso eficiente de acuerdo al fin destinado (demanda), sin comprometer su disponibilidad (oferta) y calidad en los usos de la actividad humana	Oferta de agua pluvial	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudio de Cuenca ➤ Análisis Pluviométrico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Área, Perímetro, Longitud de río principal, Longitud de Cuenca, Factor de forma, Índice de compacidad, Cota máxima, Cota mínima ➤ Precipitaciones mensuales 	<p>Se obtiene con la descarga de Cartas Nacionales y su procesamiento en el programa ArcGIS 10.5</p> <hr/> <p>Se obtienen por intermedio de la solicitud para la obtención de registros de precipitaciones emitidos por SENAMHI</p>
		Demanda de agua pluvial	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad de Beneficiarios ➤ Cantidad de Agua consumida 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad de Alumnos Matriculados; Cantidad de Personal Docente; Cantidad de Personal Administrativo y de Servicio ➤ Dotación por persona y actividad 	<p>Se obtiene por intermedio de las solicitudes de datos estadísticos de las Oficinas de Coordinación de Asuntos Académicos; Departamento Académico; Coordinación de Asuntos Administrativos, Planificación y Presupuesto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes</p> <hr/> <p>Se obtiene las dotaciones de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma I.S 010</p>
		Calidad del agua pluvial	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis Físico-Químico ➤ Análisis Microbiológico ➤ Análisis Inorgánico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solidos Suspendidos Totales, Turbidez, Color; pH, Cloruro, Sulfatos, Fosforo, nitrógeno, derivados, Aceites y grasas; metales, Bacterias y hongos, Coliformes Totales, E. Coli 	<p>Se obtienen de acuerdo a los resultados del análisis de laboratorio del agua de lluvia</p>
Variable (Y): Sistema de Captación de Agua Pluvial	De acuerdo a García (2013); El sistema de Captación de agua pluvial es cualquier método que se recurra a la captación y almacenamiento del agua de lluvia para un fin determinado.	Captación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Área de Captación 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Área ➤ Tipo de Techo 	<p>Se obtiene mediante la medición de áreas en base a los Planos obtenidos de la Oficina Universitaria de Diseño y Construcción de la Universidad Peruana Los Andes</p>
		Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema de Primeras aguas ➤ Volumen del Reservorio 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disponibilidad de Terreno y cuantificación de áreas ➤ Sistema de distribución y abastecimiento final 	<p>Se obtiene a través de la proyección del tanque de almacenamiento y los interceptores de primeras aguas mediante la representación en planos</p>

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Anexo 3: Cálculos para la Curva Hipsométrica y el Histograma de Frecuencias Altimétricas de la Subcuenca del Shullcas

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO ”

ESTUDIO DE LA SUB CUENCA DEL SHULLCAS

CÁLCULO DE PÁRAMETROS FISIOGRAFICOS		
1	Área (Km2)	218.68
2	Perímetro (Km)	81.25
3	Longitud de Cuenca (Km)	27.00
4	Ancho (Km)	8.10
5	Longitud del Rio Principal (Km)	29.04
6	Factor de Forma	0.30
7	Índice de Compacidad	1.54

CÁLCULO DE PÁRAMETROS GEOMORFOLOGICOS		
8	Altitud Media de la Cuenca	4248.98
9	Cota Mayor	5050.00
10	Cota Menor	3201.14

	Cota más Baja	Cota más Alta	Área Parcial (km2) (Si)	Altitud Media de Cada Área Parcial (Hi)	(Si)*(Hi)	Áreas Acumuladas	Áreas que Quedan Sobre las Altitudes	% del Total	% Total que Queda Sobre la Altitud
1	3200	3250	1.48	3225	4773	1.48	217.2	0.68	99.32
2	3251	3500	18.87	3375	63686.25	20.35	198.33	8.63	90.69
3	3501	3750	12.68	3625	45965	33.03	185.65	5.80	84.90
4	3751	4000	17.65	3875	68393.75	50.68	168	8.07	76.82
5	4001	4250	33.27	4125	137238.75	83.95	134.73	15.21	61.61
6	4251	4500	59.53	4375	260443.75	143.48	75.2	27.22	34.39
7	4501	4750	71.76	4625	331890	215.24	3.44	32.82	1.57
8	4751	5000	3.39	4875	16526.25	218.63	0.05	1.55	0.02
9	5001	5050	0.05	5025	251.25	218.68	0	0.02	0.00
			218.68		929168			100.00	

Anexo 4: Solicitud de Registro Pluviométrico SENAMHI

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Solicito: Datos pluviométricos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

SR: JOSE PERCY BARRON LOPEZ

Gerente General de SENAMHI

Yo, Alfred Russel Ruiz Mendoza, identificado con DNI N° 72625252, domiciliado en el pasaje San Antonio N° 127 – El Tambo – Huancayo, Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, acudo a su despacho y expongo:

Que, contando con la Resolución de Aprobación e Inscripción del Plan de Tesis N° 1624 – 2019 – DFI – UPLA. Titulado "Aprovechamiento Hídrico y Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo- 2019", requiero datos pluviométricos de su organización para poder realizar el trabajo de investigación para lo cual detallo lo solicitado a continuación:

Estación Meteorológica: Santa Ana

Escala : Mensual

Periodo : (2014 – 2018)

Parámetro : Precipitación

Correo de Envío : ruizmendoza25@outlook.com

Esperando contar con su gentil aceptación a mi solicitud y la autorización correspondiente, señor Gerente General de SENAMHI, hago llegar mis cordiales muestras de gratitud y estima personal.

ADJUNTO:

- Resumen de Plan de tesis
- Resolución de Aprobación e Inscripción del Plan de Tesis
- Declaración Jurada N°1 (Datos serán Usados con fines de Tesis)
- Declaración Jurada N°2 (Entrega de copia al termino de la investigación)

Huancayo, 25 de Julio del 2019



Alfred Russel Ruiz Mendoza
DNI: 72625252

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU'
Dirección Regional de Junin

ESTACION : SANTA ANA LATITUD: 8672960, Este 12°00'15" DPTO Junín
 N° 112083 LONGITUD: 475960 Sur 75°13'15" PROV Huancayo
 CATEGORIA: MAP ALTITUD: 3295 msnm DIST El Tambo

Parámetro: Precipitación Total Mensual (mm)

Periodo: 2008-2018

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2008	116,0	94,5	48,3	24,7	11,0	11,1	0,0	6,2	6,2	117,4	48,9	97,5	579,8
2009	94,7	102,8	120,9	84,2	38,4	1,8	7,6	22,6	41,9	48,4	129,1	133,2	825,8
2010	142,9	151,0	84,1	26,9	0,7	3,1	19,4	6,9	7,0	68,7	49,8	122,4	882,9
2011	205,7	271,0	139,2	79,1	11,5	0,0	9,8	4,7	79,9	73,4	79,9	140,7	1094,9
2012	108,4	133,6	75,8	126,7	29,5	28,0	0,0	1,5	37,1	58,0	61,8	184,5	844,9
2013	160,0	135,4	85,9	49,6	11,1	5,0	3,7	32,0	38,7	58,3	38,0	131,0	748,7
2014	161,0	99,5	179,7	87,3	32,1	0,3	4,2	32,1	83,4	34,6	103,1	100,7	918,0
2015	111,6	118,0	95,6	56,0	23,1	15,9	5,3	9,1	68,3	61,3	57,5	111,2	732,9
2016	91,5	177,6	74,1	53,6	16,3	0,0	1,4	4,8	27,4	72,5	92,6	72,7	684,5
2017	160,5	143,4	109,4	90,9	14,2	0,6	0,0	3,6	56,0	68,9	63,9	83,8	795,8
2018	164,2	143,7	148,6	23,3	29,0	5,1	6,4	17,1	54,1	103,2	34,7	54,4	783,8
2019	157,3												

ALFRED RUSSEL RUIZ MENDOZA

DNI N° 72625252

Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

APROVECHAMIENTO Hídrico Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE Ingeniería DE LA UPLA

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ
Dirección Regional de Junín

ESTACION : SANTA ANA
N° 112083
CATEGORÍA/ MAP

LATITUD: 8672960,74 Sur
LONGITUD: 475959.64 Este
ALTITUD: 3295 msnm

12°00'15.0"
75°13'15.0'

DPTO Junín
PROV Huancayo
DIST El Tambo

Parámetro: Precipitación Diaria (mm)

Periodo: ENERO -2018

DÍA	ENERO
1	0.7
2	5.6
3	0
4	0
5	0
6	2.8
7	19.1
8	0.2
9	5.1
10	3.1
11	10.5
12	7.7
13	4
14	8.1
15	2.4
16	28.5
17	20
18	7.3
19	8.4
20	5.3
21	6.1
22	2.1
23	1.1
24	0
25	0
26	3.5
27	0
28	0
29	9.3
30	3.3
31	0
TOTAL	164.2

ALFRED RUSSEL RUIZ MENDOZA
DNI N° 72625262
Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

APROVECHAMIENTO HIDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UPLA

Anexo 5: Solicitud de Planos de la Facultad de Ingeniería

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"

Huancayo, 20 de junio de 2019

Solicito: Planos de arquitectura de los Pabellones H, I, J, K de la Facultad de Ingeniería.

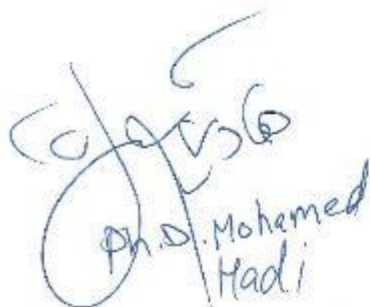
SR.: Ph.D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED
Jefe de la Oficina Universitaria de Diseño y Construcción

Yo, Alfred Russel Ruiz Mendoza, identificado con DNI N° 72625252, domiciliado en el Pasaje San Antonio N° 127- El Tambo-Huancayo, acudo a su despacho y expongo:

Que, contando con la Resolución de Aprobación e inscripción del Plan de Tesis N° 1624 – 2019-DFI-UPLA. Titulado "**Aprovechamiento Hídrico y Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes-Huancayo-2019**", y requiriendo contar con los planos de arquitectura de los Pabellones H, I, J, K de la Facultad de Ingeniería de la Universidad en referencia, la que se encuentra bajo su encargatura a fin de desarrollar mi Tesis con los planos respectivos.

Esperando contar con su gentil aceptación a mi solicitud, señor Encargado; hago llegar mis cordiales muestras de gratitud.

Atentamente,



Ph.D. Mohamed
Hadi



Alfred Russel Ruiz Mendoza
Bachiller

**Anexo 6: Solicitud de Datos Estadísticos de la Facultad de
Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes**

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"

NOMBRES Y APELLIDOS: ALFRED RUSSEL RUIZ MENDOZA
SOLICITA: DATOS ESTADISTICOS DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS ACADÉMICOS
Nº 687241



SOLICITO:

Datos estadísticos de la
Coordinación de Asuntos
Académicos FI-UPLA.

SR: MG. JORGE VLADIMIR PACHAS HUAYTAN

Coordinador de Asuntos Académicos

Yo, Alfred Russel Ruiz Mendoza, identificado con DNI N° 72625252, domiciliado en el pasaje San Antonio N° 127 – El Tambo – Huancayo, Bachiller en Ingeniería Civil, acudo a su despacho y expongo:

Que, contando con la Resolución de Aprobación e Inscripción del Plan de Tesis N° 1624 – 2019 – DFI – UPLA. Titulado "Aprovechamiento Hídrico y Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo- 2019", requiero datos estadísticos como:

- Cantidad de matriculados por carreras profesional de la Facultad de Ingeniería desde el periodo (2015-2018) ciclo normal y ciclo verano.

A fin de ser necesarios para el proceso de Recolección de Datos para la Tesis a desarrollar.

Esperando contar con su gentil aceptación a mi solicitud y la autorización correspondiente, señor Coordinador de Asuntos Académicos; hago llegar mis cordiales muestras de gratitud y estima personal.

Atentamente,

Ruiz Mendoza Alfred Russel
Bachiller en Ingeniería Civil

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO



“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD”

Huancayo, 20 de Agosto del 2019

CARTA N° 034-2019-DFI-UPLA

Señor:

RUIZ MENDOZA ALFRED RUSSEL
ESTUDIANTE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Presente.

ASUNTO : REMITO INFORMACIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS
SOLICITADOS.

REF. : OFICIO N° 0530-2019-CAA-FI-UPLA

Es grato dirigirme a Ud. para saludarle cordialmente, y en atención al documento de la referencia informar a su Despacho que el Coordinador de Asuntos Académicos remite la Información de Datos Estadísticos, para los fines que estime pertinente (se adjunta datos estadísticos).

Es propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi mayor consideración.

Atentamente,



Carlos A. Torres López

DECANO

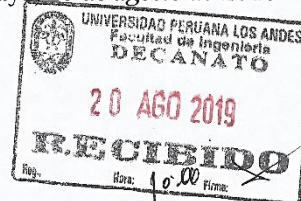
Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"



Universidad Peruana Los Andes
Coordinación de Asuntos Académicos

"Año de la Lucha contra la Corrupción e Impunidad"

Huancayo, 20 de agosto de 2019



OFICIO N° 0530-2019-CAA-FI-UPLA

Señor:

Dr. Casio Aurelio Torres López
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PRESENTE.-

ASUNTO : REMITO INFORMACION DE DATOS ESTADISTICOS
REFERENCIA : PROVEIDO N° 5796-2019-DECANATO-FIUPLA

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez en atención al documento en referencia hacerle llegar la información solicitada sobre **DATOS ESTADISTICOS**, para su conocimiento y fines pertinentes.

Sin otro en particular, le renuevo mi aprecio y estima personal.

Atentamente,



Mg. Jorge Vladimir Pachas Huaytán
Coordinador Asuntos Académicos
Facultad de Ingeniería

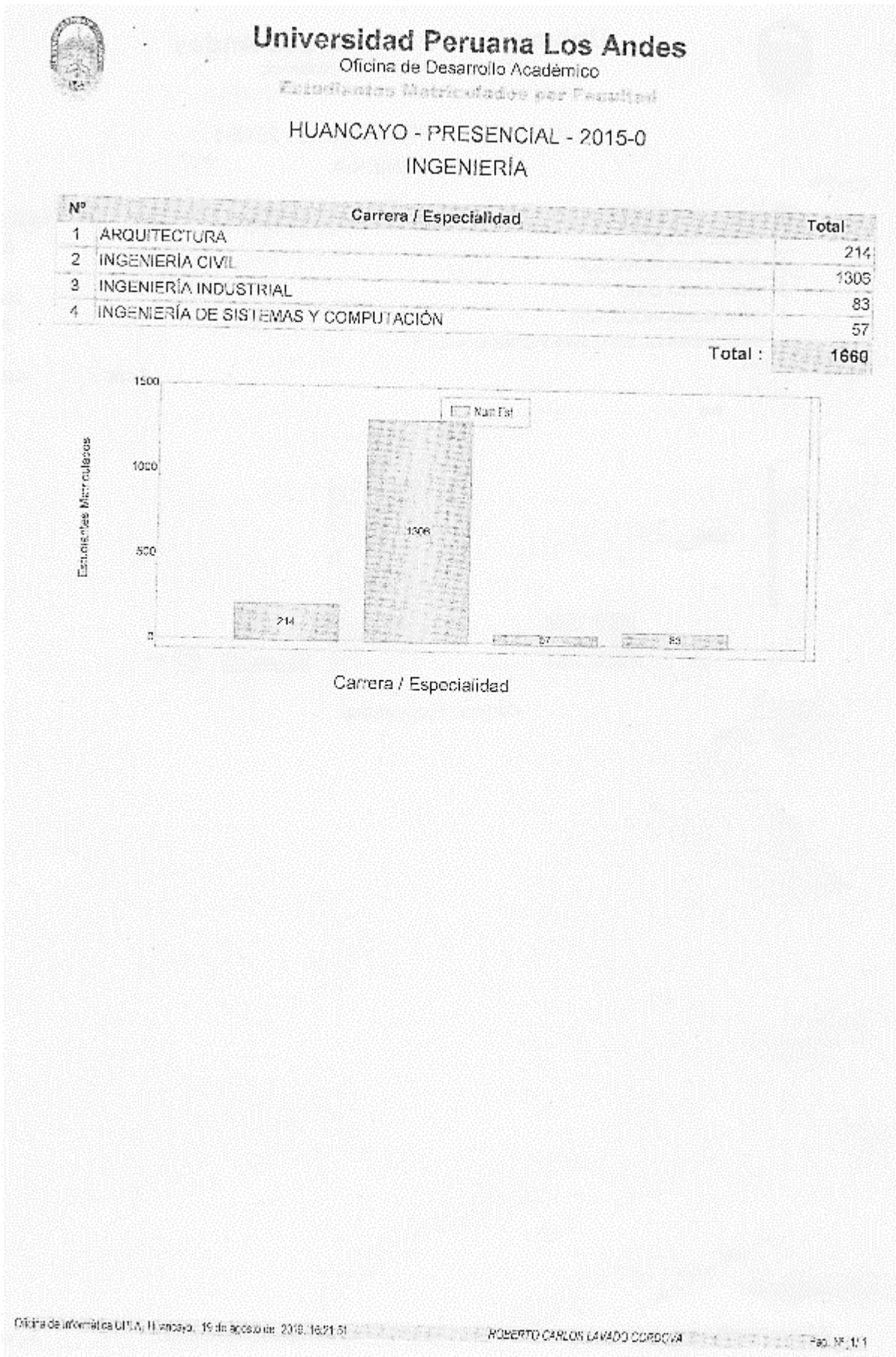
Adj. Informe en 10 folios.

C.C. Archivo
JVPH/cgc

"Mejorando Nuestro Servicio"

Av. Calmell del Solar S/N – Ciudad Universitaria Chorrillos - Huancayo
Página Web: <http://www.fiupla.edu.pe> RPC 944 588 647

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

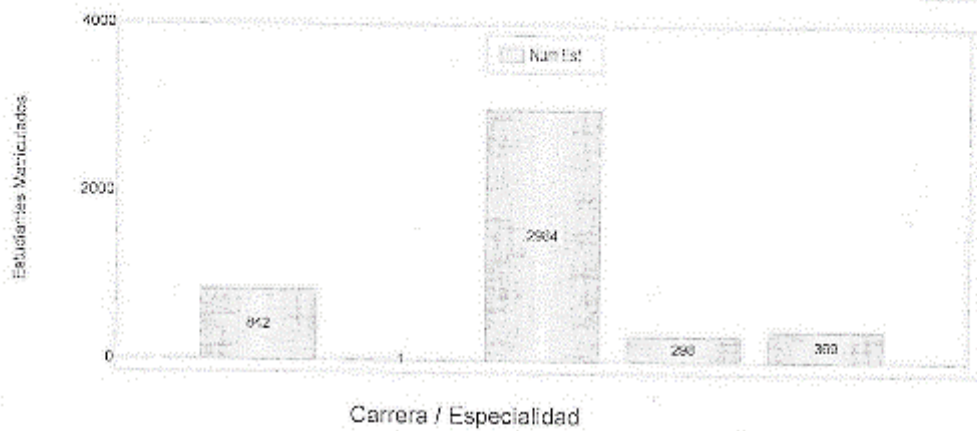
Oficina de Desarrollo Académico

Estadísticas Multivariadas por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2015-1

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	842
2	INGENIERÍA AGRICOLA	1
3	INGENIERÍA CIVIL	2984
4	INGENIERÍA INDUSTRIAL	369
5	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	298
Total :		4494



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

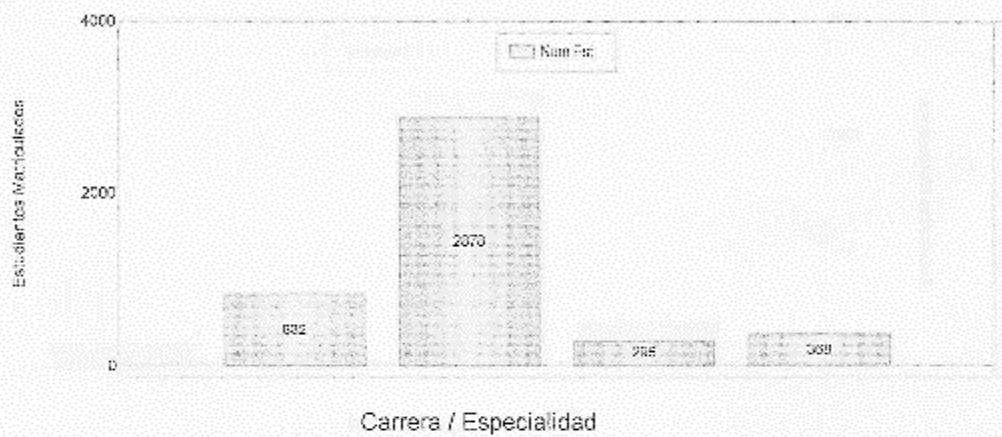
Oficina de Desarrollo Académico

Estudiantes Matriculados por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2015-2

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	832
2	INGENIERÍA CIVIL	2878
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	368
4	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	296
Total :		4374



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

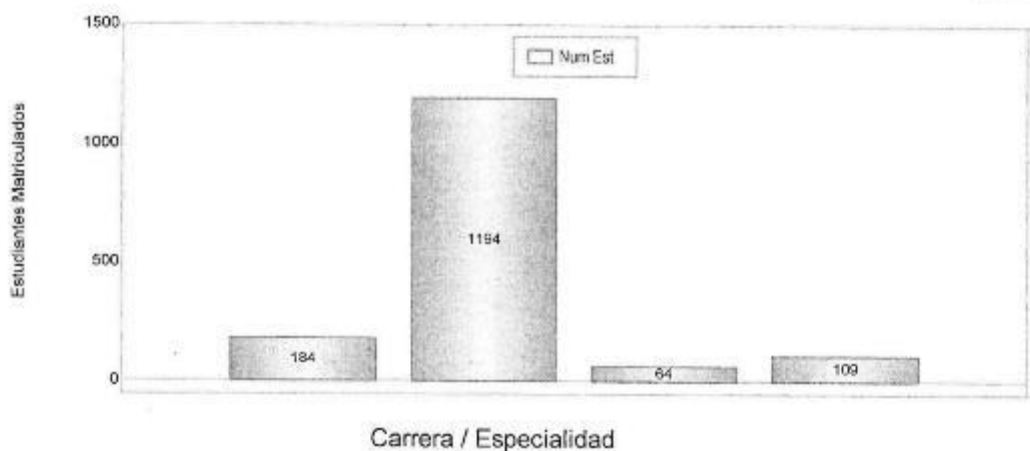
Oficina de Desarrollo Académico

Estudiantes Matriculados por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2016-0

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	184
2	INGENIERÍA CIVIL	1194
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	109
4	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	64
Total :		1551



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

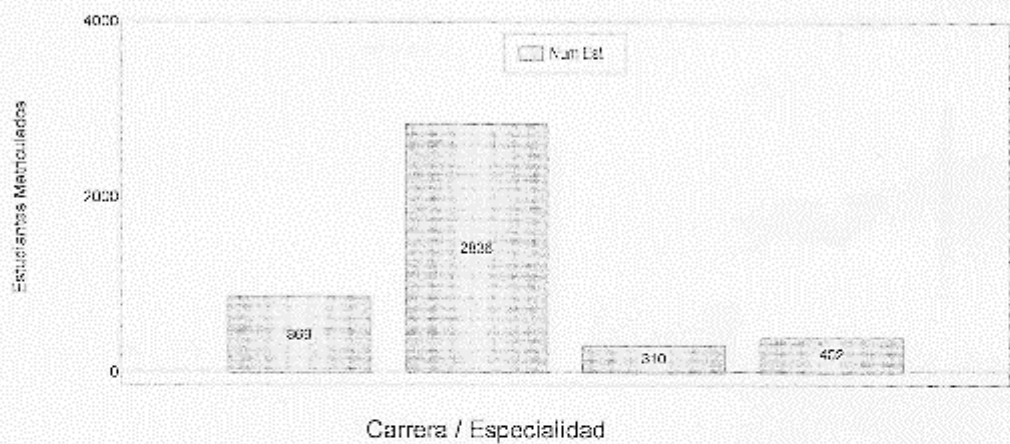
Oficina de Desarrollo Académico

Estudiantes Matriculados por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2016-1

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	869
2	INGENIERIA CIVIL	2838
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	402
4	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	310
Total :		4417



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

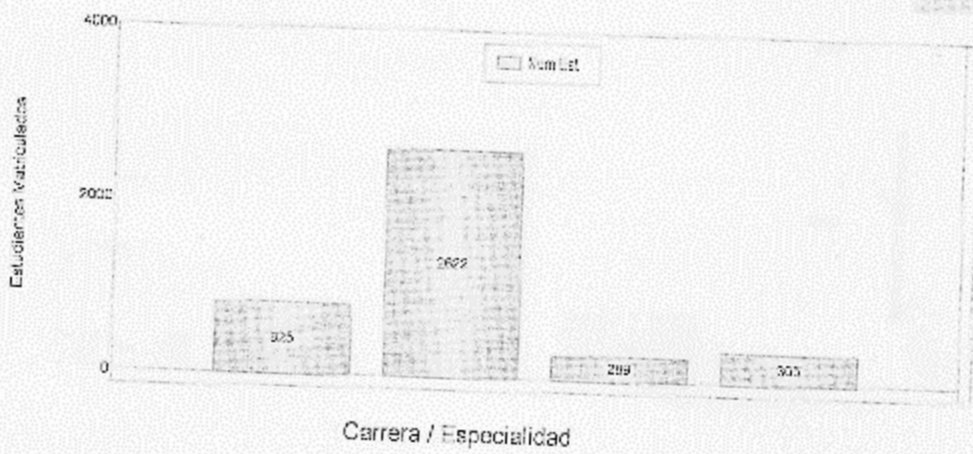
Oficina de Desarrollo Académico

Estudiantes Matriculados por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2016-2

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	825
2	INGENIERÍA CIVIL	2622
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	365
4	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	289
Total :		4101



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

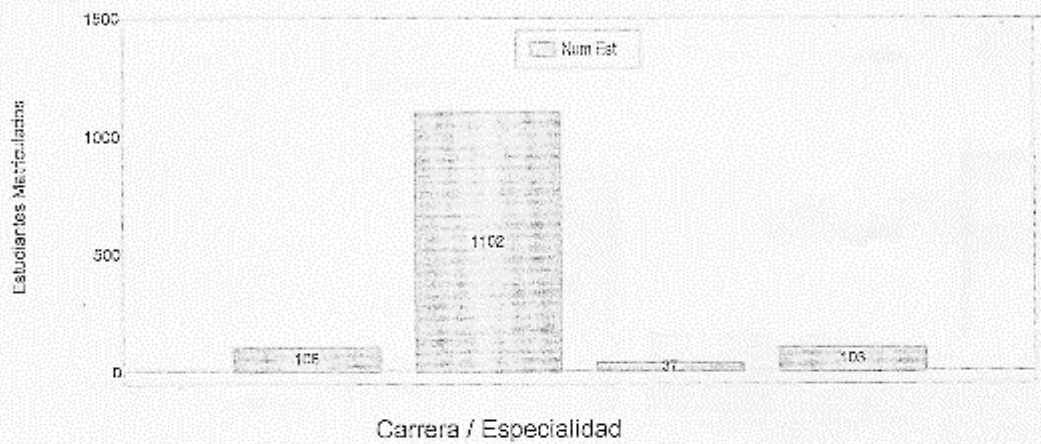
Oficina de Desarrollo Académico

Estudiantes Matriculados por Facultades

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2017-0

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	108
2	INGENIERÍA CIVIL	1102
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	103
4	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	37
Total :		1350



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

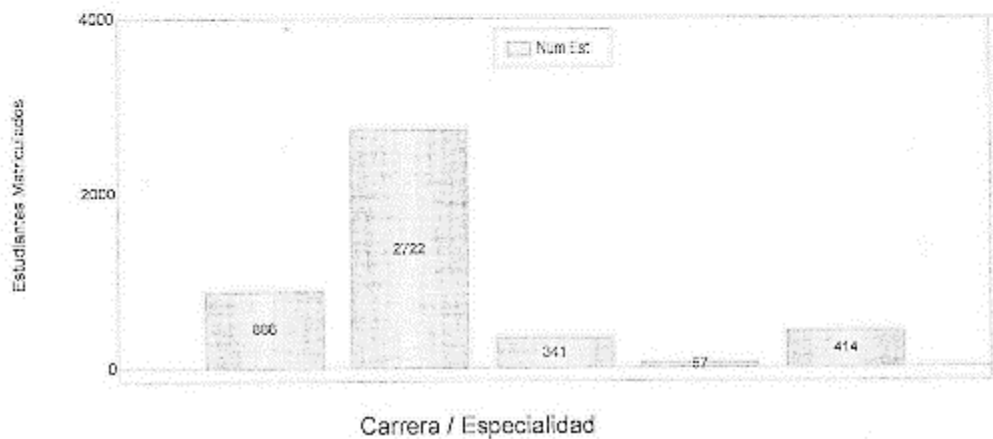
Oficina de Desarrollo Académico

Estudiantes Matriculados por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2017-1

INGENIERÍA

N°	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	886
2	INGENIERÍA CIVIL	2722
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	414
4	INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO	57
5	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	341
Total :		4420



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

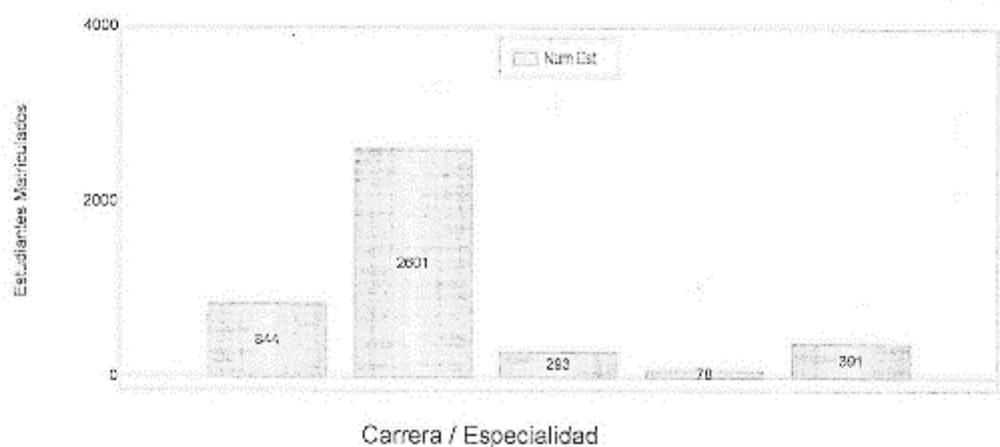
Oficina de Desarrollo Académico

Estadísticas Matriculadas por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2017-2

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	844
2	INGENIERÍA CIVIL	2601
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	391
4	INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO	78
5	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	293
Total :		4207



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

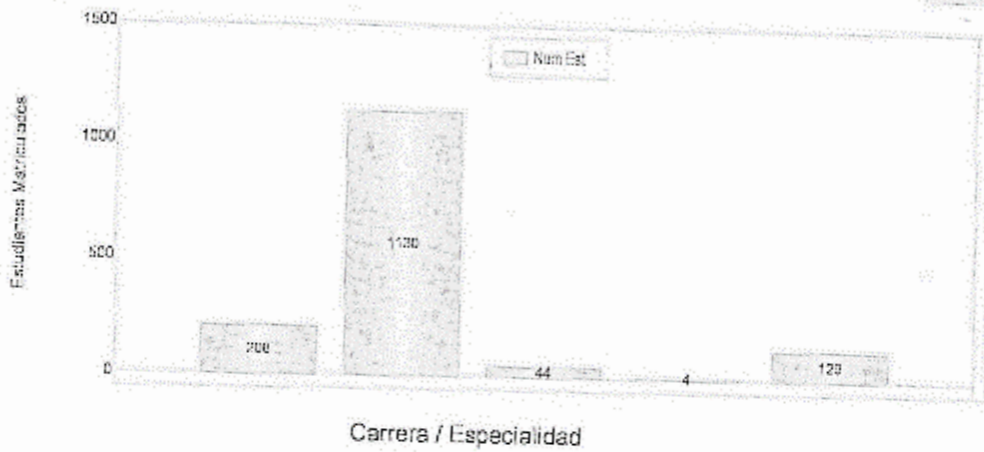
Oficina de Desarrollo Académico

Estadísticas Matriculadas por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2018-0

INGENIERÍA

N°	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	208
2	INGENIERÍA CIVIL	1130
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	129
4	INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO	4
5	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	44
Total :		1515



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Universidad Peruana Los Andes

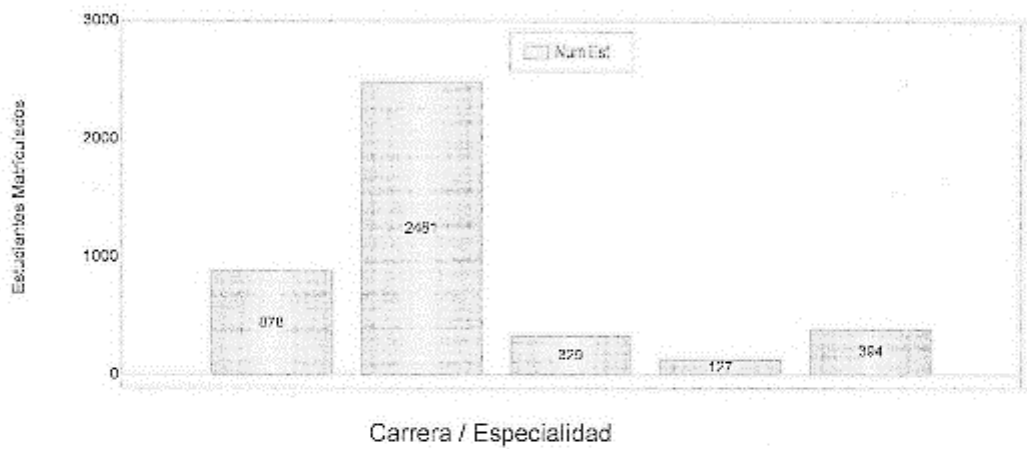
Oficina de Desarrollo Académico

Estudiantes Matriculados por Facultad

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2018-1

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	878
2	INGENIERÍA CIVIL	2481
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	394
4	INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO	127
5	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	329
Total :		4209



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



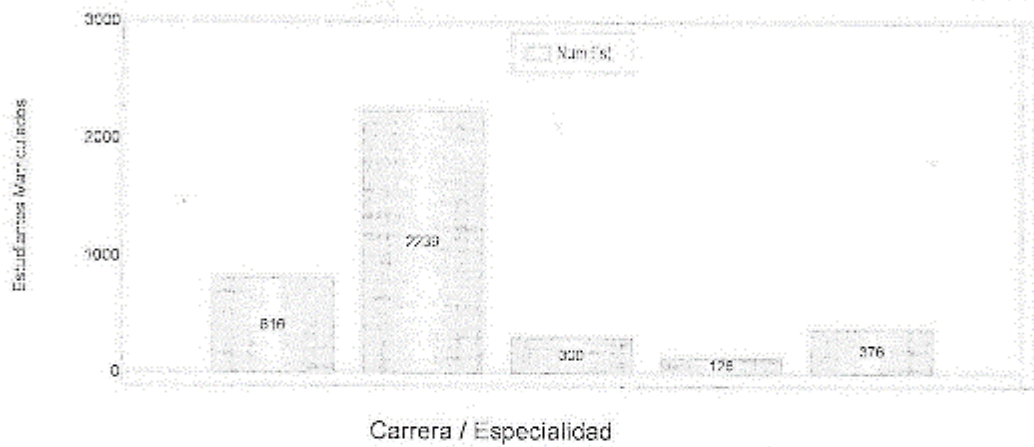
Universidad Peruana Los Andes

Oficina de Desarrollo Académico

HUANCAYO - PRESENCIAL - 2018-2

INGENIERÍA

Nº	Carrera / Especialidad	Total
1	ARQUITECTURA	816
2	INGENIERÍA CIVIL	2239
3	INGENIERÍA INDUSTRIAL	376
4	INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO	126
5	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	300
Total :		3857



Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"

NOMBRES Y APELLIDOS: ALFRED RUSSEL RUIZ MENDOZA
SOLICITA: DATOS ESTADISTICOS DE LA DIRECCIÓN DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO

Nº 687242



Datos estadísticos de la
Dirección de Departamento
Académico FI-UPLA.

SR: DR. SANTIAGO ZEVALLOS SALINAS

Director de Departamento Académico

Yo, Alfred Russel Ruiz Mendoza, identificado con DNI N° 72625252, domiciliado en el pasaje San Antonio N° 127 – El Tambo – Huancayo, Bachiller en Ingeniería Civil, acudo a su despacho y expongo:

Que, contando con la Resolución de Aprobación e Inscripción del Plan de Tesis N° 1624 – 2019 – DFI – UPLA. Titulado "Aprovechamiento Hídrico y Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo- 2019", requiero datos estadísticos como:

- Cantidad de personal docente clasificado por carreras profesionales de la Facultad de Ingeniería desde el periodo 2015 hasta el 2018.

A fin de ser necesarios para el proceso de Recolección de Datos para la Tesis a desarrollar.

Esperando contar con su gentil aceptación a mi solicitud y la autorización correspondiente, señor Director de Departamento Académico; hago llegar mis cordiales muestras de gratitud y estima personal.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfred Russel Ruiz Mendoza'.

Ruiz Mendoza Alfred Russel
Bachiller en Ingeniería Civil

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO

"Hacia de la Lucha contra la Corrupción e Impunidad"



Huancayo, agosto 16 del 2019.

CARTA N° 005-2019-DDA-FI-UPLA

Señor:

RUIZ MENDOZA, ALFRED RUSSEL

Estudiante de la Universidad Peruana Los Andes

Ciudad. -

**ASUNTO : INFORMACION DE DATOS ESTADISTICOS DEL PERSONAL
DOCENTE PARA DESARROLLO DE TESIS.**

REF : PROVEIDO N° 5797-2019-DECANATO-FIUPLA

De mi mayor consideración:

Me dirijo a usted para expresarle mi cordial saludo; al mismo tiempo, hago de conocimiento que, habiendo recepcionado con fecha 15.08.2019 su solicitud de Datos Estadísticos del Personal Docente de la Facultad de Ingeniería de los años 2015 al 2018. Debo manifestarle, que el Departamento Académico de la Facultad de Ingeniería cuenta con información del Personal Docente en la Carga Lectiva del año 2018 de manera completa y sistematizada, respecto a la Carga Lectiva de los años 2016 y 2017 se tiene una información parcial en formato diferentes, por último, la Carga lectiva del año 2015 no se cuenta con la información solicitada.

Por tal motivo, se atiende su requerimiento de manera parcial, recomendándole que prevé la información para el proceso de recolección de Datos para la Tesis denominado "Aprovechamiento Hídrico y Sistema de Captación de Agua Fluvial en techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad peruana Los Andes – Huancayo 2019", a fin de no perjudicarse académicamente.

Es cuanto informo a usted, para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de Departamento Académico

Adjunto 004 folios +CD
C.c. archivo
S/S/wsmm.

Facultad de Ingeniería Chorrillos-Pabellón "B"-No. 101

www.ingenieria.upla.edu.pe

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"

NOMBRES Y APELLIDOS: ALFRED RUSSEL RUIZ MENDOZA

SOLICITA: Datos estadísticos OF. COORDINACIÓN DE ASUNTOS ADM. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO FI-UPLA

Nº 634466

PROU. 4973.

22.07.19

C.A.A.D



Datos estadísticos de la Oficina de Coordinación de Asuntos Administrativos, Planificación y Presupuesto FI-UPLA.

SR: DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería

Yo, Alfred Russel Ruiz Mendoza, identificado con DNI N° 72625252, domiciliado en el pasaje San Antonio N° 127 – El Tambo – Huancayo, Bachiller en Ingeniería Civil, acudo a su despacho y expongo:

Que, contando con la Resolución de Aprobación e Inscripción del Plan de Tesis N° 1624 – 2019 – DFI – UPLA. Titulado "Aprovechamiento Hídrico y Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo- 2019", y requiriendo datos estadísticos como: cantidad de matriculados por carreras y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería durante el periodo (2015-2018) necesarios para el análisis respectivo, por intermedio de la Oficina de Coordinación de Asuntos Administrativos, Planificación y Presupuesto FI-UPLA. A fin de poder continuar con el proceso de Recolección de Datos para la Tesis a desarrollar.

Esperando contar con su gentil aceptación a mi solicitud y la autorización correspondiente, señor decano de la Facultad de Ingeniería; hago llegar mis cordiales muestras de gratitud y estima personal.

Atentamente,

Ruiz Mendoza Alfred Russel
Bachiller en Ingeniería Civil

Título: "APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO"



FACULTAD DE INGENIERÍA
PERSONAL NO DOCENTE 2019



Nº	APELLIDOS Y NOMBRES
1	ALANYA MEDINA, Maritza Rita
2	APOLINARIO TAPÍA EDER
3	ARROYO GABINO, Roberto Carlos
4	CARDOZO YAURI, William
5	CERVANTES ORTIZ, Juana
6	CHAVEZ PECHO, Wilmer
7	CORDOVA QUINTANA, Luis
8	DAMIAN SINDICO, Lizbeth
9	DAMIAN SOSA, Pedro
10	DE LA TORRE ESPINOZA, Deysi
11	ESPIRITU GHIO, Eulalia Roxana
12	FLORES QUINTANA, Edwin Martin
13	GOCHE RODRIGUEZ, Tatiana
14	GOMEZ CANICELA, Cristian
15	GUERRA CERRON, Yovana
16	HUANACO VILLANES, Marilu
17	LAVADO CORDOVA, Carlos Roberto
18	MORAN MEJIA, Wendy Sherly
19	ORIHUELA MORALES, Paola
20	ROMERO LIFONSO, Edwin Manuel
21	ROMERO MAURATE, Max
22	SAFORAS ZUÑIGA, Kim
23	SANTIAGO ANBROSIO, Jose Luis
24	SERPA SOTO, Yanina
25	SOTO MAYTA, Hever Aquiles
26	ZELAYA TACURI, Evelin
27	ZUÑIGA PEÑA, Yesenia Pilar



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Jessica Vichez Gutara
Coordinadora de Asuntos Administrativos,
Planificación y Presupuesto

Anexo 7: Resultados del Análisis del Agua de Lluvia

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

ASESORÍA Y CONSULTORÍA “ANDY”

ING. ROJAS QUINTO ANDRÉS CORCINO

Ingeniero Químico Colegiado Reg. CIP N° 21526. Ms. C. Ingeniería Química Ambiental
Ms. C. en Didáctica Universitaria, Doctor en Ingeniería Química y Ambiental, Dr. en Educación
Monitoreo Ambiental en agua, Suelos y Residuos Sólidos, Asesoría y Consultoría en Procesos Metalúrgicos,
Análisis de Agua y Minerales. Asesoría de Tesis de Pre-Grado, Maestrías y Doctorados.

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITANTE	RUIZ MENDOZA ALFRED RUSSEI.
UBICACION	CAMPUS UNIVERSITARIO, CHORRILLOS, UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES-FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO	: APROVECHAMIENTO HIDRICO Y SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UPLA-HYO 2019
PUNTO DE MUESTREO	: CANAL DE EVACUACION DE AGUA DEL TECHO
FECHA DE MUESTREO	: 04/10/2019 HORA 7:30 pm
FECHA DE ANÁLISIS	: 05/10/19
ANALISTA	: Dr. ANDRÉS CORCINO ROJAS QUINTO
RECOLECTOR DE LA MUESTRA	: EL SOLICITANTE

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y METALES

Análisis	Unidades	Resultados	LMP
FÍSICO - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg /L	<0.5	0,5
Cianuro total	mg /L	<0.07	0,07
Cloruros	mg /L	5.0	250
Color	UCV escala Pt/Co	2.3	15
Conductividad a 25 °C	µS/cm	69.3	1500
Dureza total	ppm	25.0	500.0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg /L	0.0	
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg /L	0.0	
fenoles	mg /L	<0.003	0,003
Fluoruros	mg /L	<1.5	1,5
Fosforo total	mg /L	<0.1	0,1
Nitratos (NO ₃)	mg/L	1.0	50
Nitritos (NO ₂)	mg/L	0.4	3
Amoniaco-N	mg/L	<1.5	1,5
Oxígeno disuelto	mg/L	6.5	≥ 6
Potencial de hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.92	6,5- 8,5
Sólidos disueltos totales	mg/L	45.9	1000
Sulfatos	mg/L	4.0	250
Turbiedad	UNT	0.5	5
METALES			
Aluminio	mg /L	<0.9	0,9
Antimonio	mg /L	<0.02	0,02
Arsénico	mg /L	<0.01	0,01
Bario	mg /L	<0.7	0,7
Cadmio	mg /L	<0.003	0.003
Cobre	mg /L	0.02	2
Cromo total	mg /L	<0.05	0,05
Hierro	mg /L	0.03	0,3

Andrés Corcino Rojas Quinto
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP N° 21526



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

ASESORÍA Y CONSULTORÍA “ANDY”

ING. ROJAS QUINTO ANDRES CORCINO

Ingeniero Químico Colegiado Reg. CIP N° 21526, Ms. C. Ingeniería Química Ambiental;
Ms. C. en Didáctica Universitaria, Doctor en Ingeniería Química y Ambiental, Dr. en Educación,
Monitoreo Ambiental en agua, Suelos y Residuos Sólidos, Asesoría y Consultoría en Procesos Metalúrgicos,
Análisis de Agua y Minerales. Asesoría de Tesis de Pre Grado, Maestrías y Doctorados.

Manganeso	mg./L.	<0,4	0,4
Plomo	mg./L.	<0.01	0,01
Zinc	mg./L.	<0.01	0,01
MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes totales (35-37°C)	NMP/100 mL	0,0	50
Coliformes termotolerantes (44°C)	NMP/100 mL	0,0	20
Escherichia Coli	NMP/100 mL	0,0	0
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patogenos	N° org/mL.	0,0	0,0
Virus	UFC/100 mL.	0,0	0,0
Organismos de vida libre; algas, protozoarios, nemátodos	N° org/mL.	0,0	0,0

LMP: Límite máximo permisible

mg./L.: miligramos por litro

UCV escala Pt/Co: Unidad de color verdadero escala platino cobalto

NMP/100 mL: número más probable en 100 mL.

UNT: Unidad nefelométrica de turbiedad

UFC/100 mL: unidades de formadores de colonias en 100 mL.

INSTITUCION NORMATIVA: decreto supremo N° 015-2015-MINAM

Huancayo, 09 de octubre del 2019.

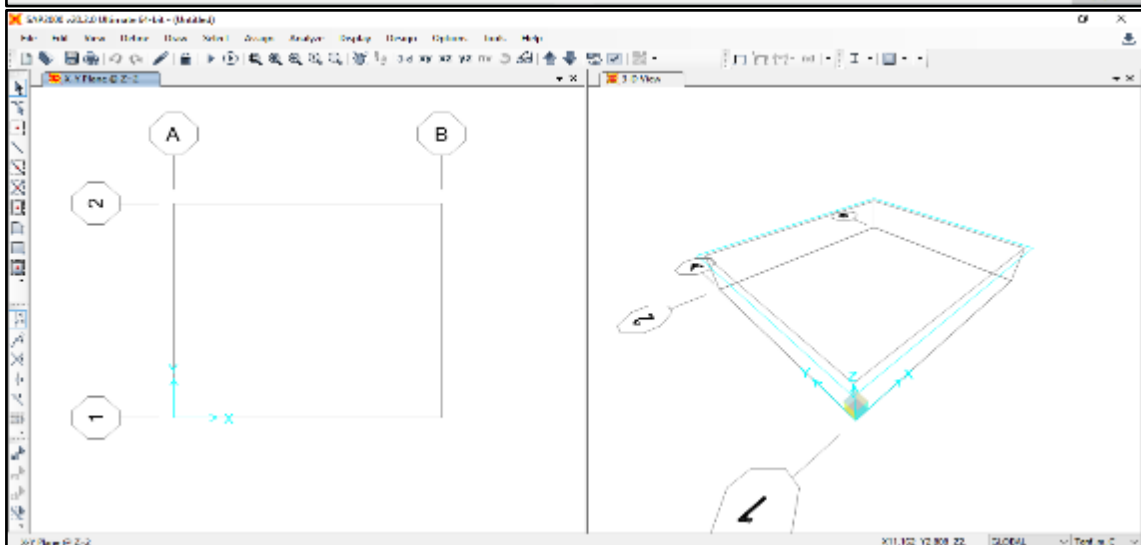
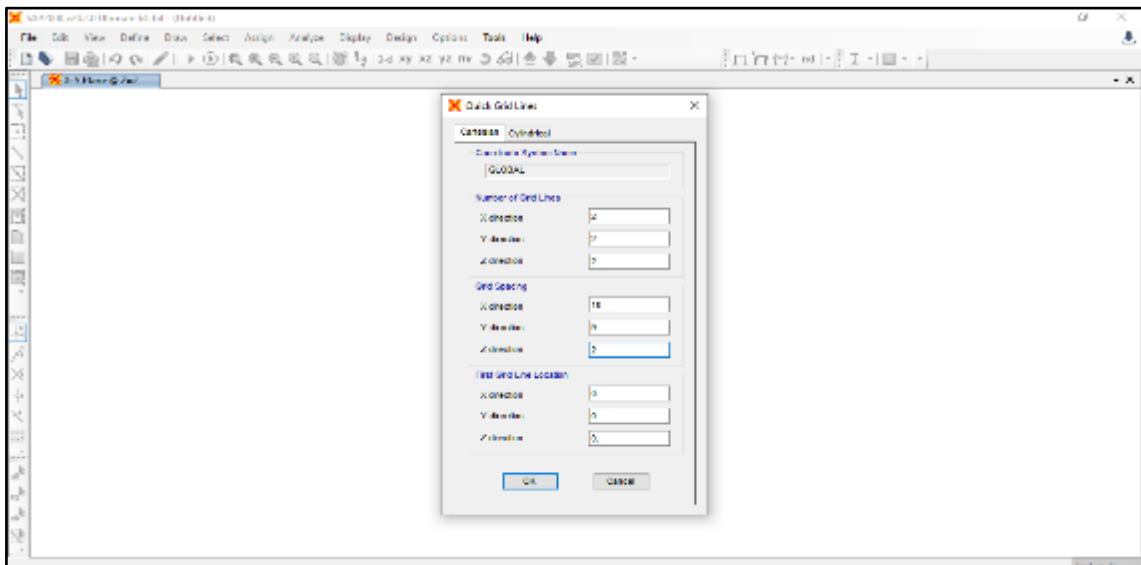
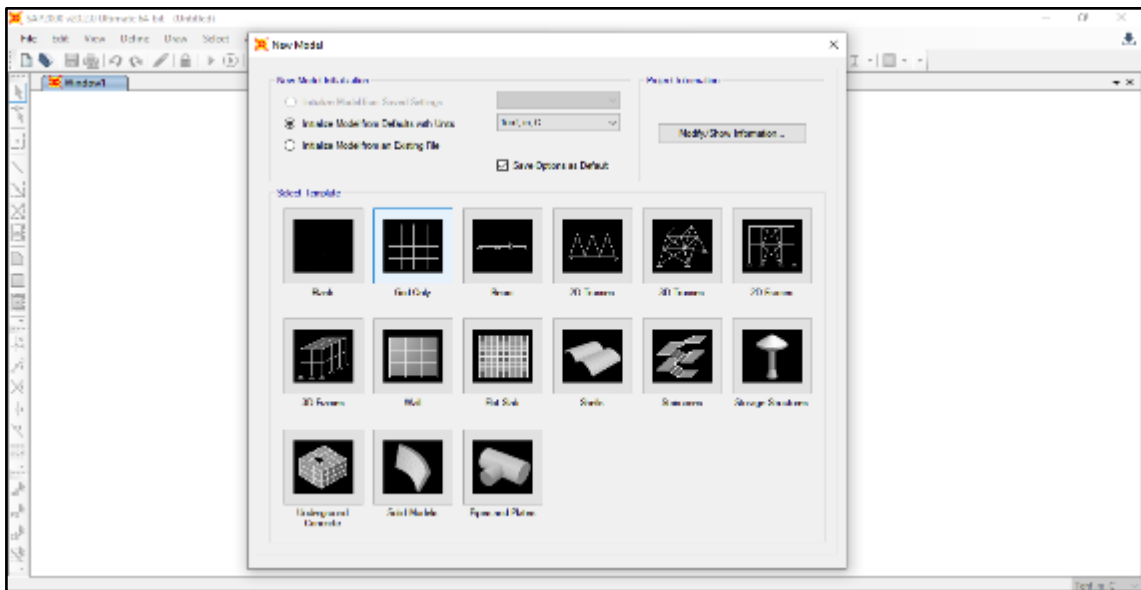


 Andres Corcino Rojas Quinto
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP N° 21526

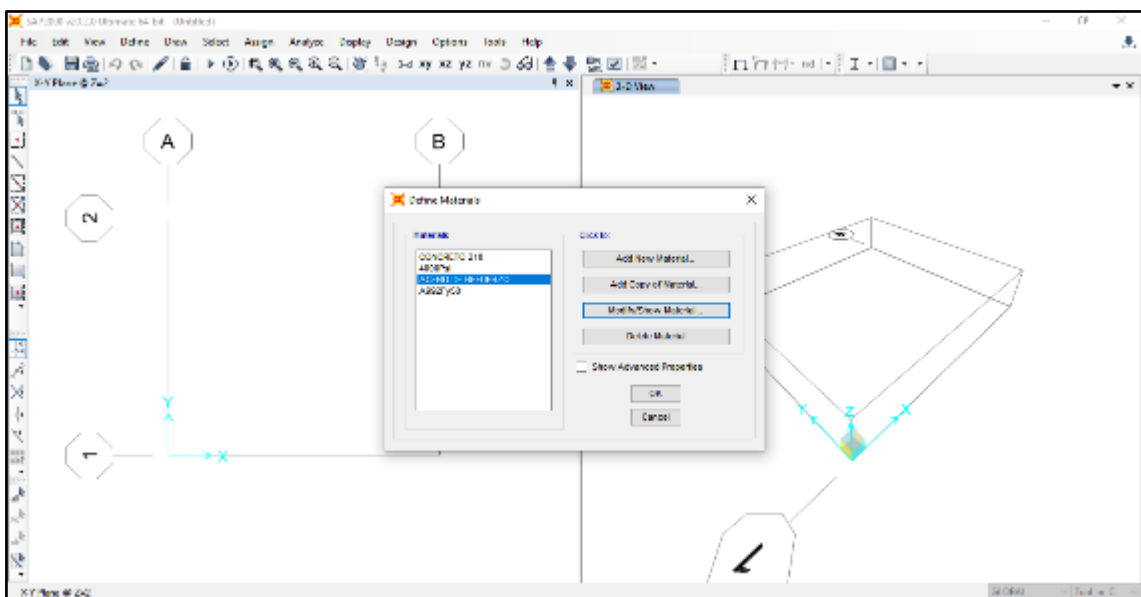
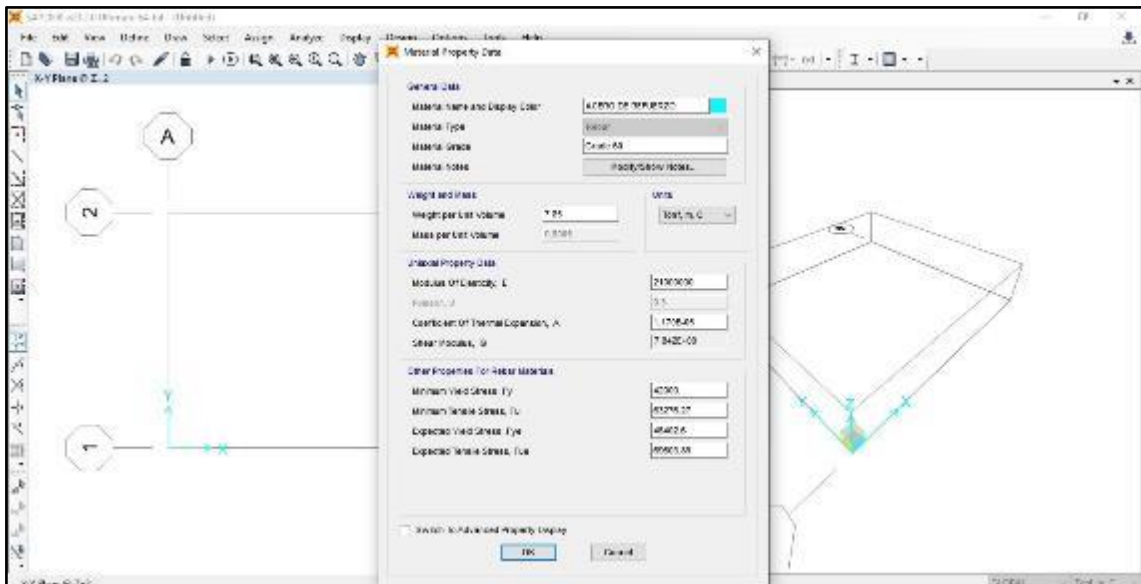
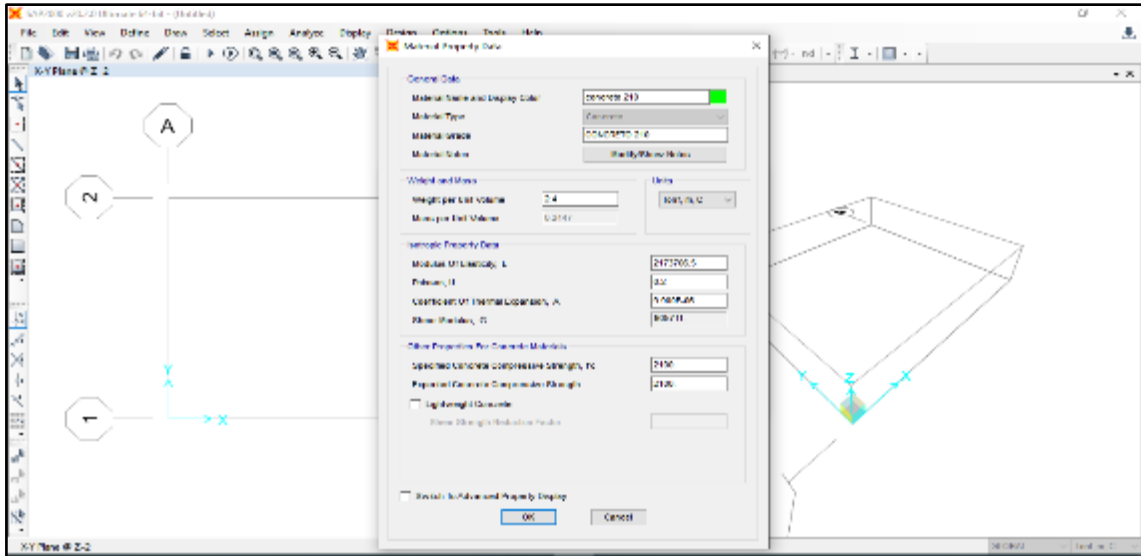
**Anexo 8: Modelamiento del Tanque de Almacenamiento
– SAP2000**

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

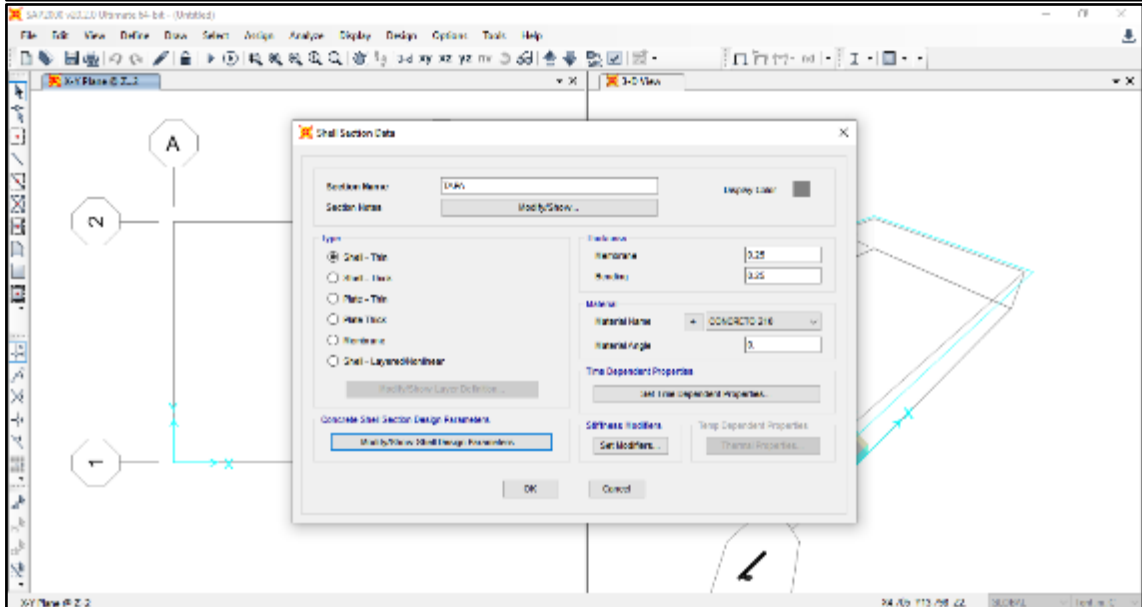
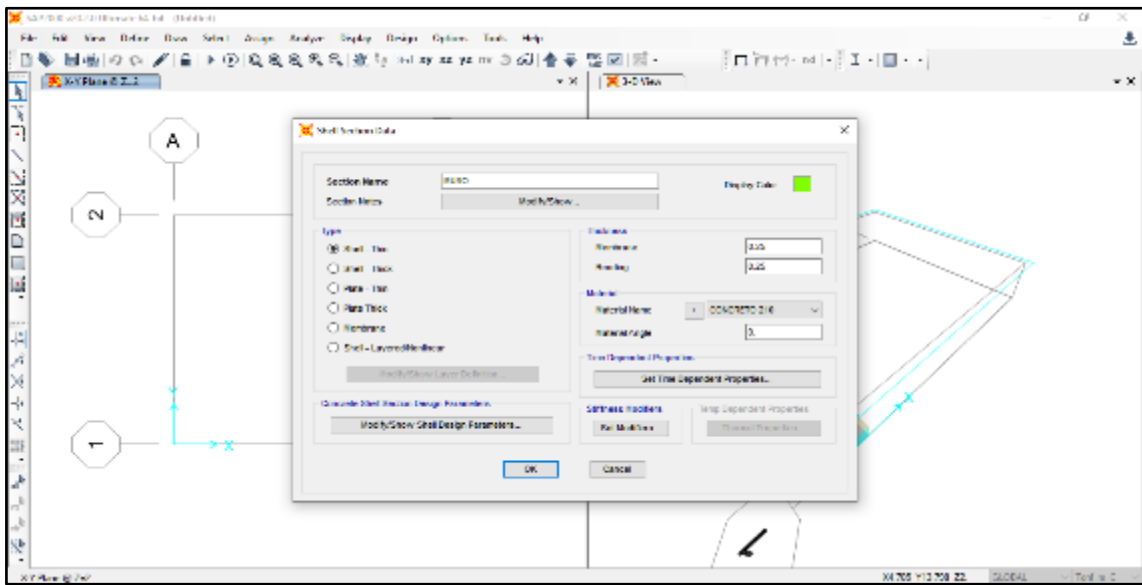
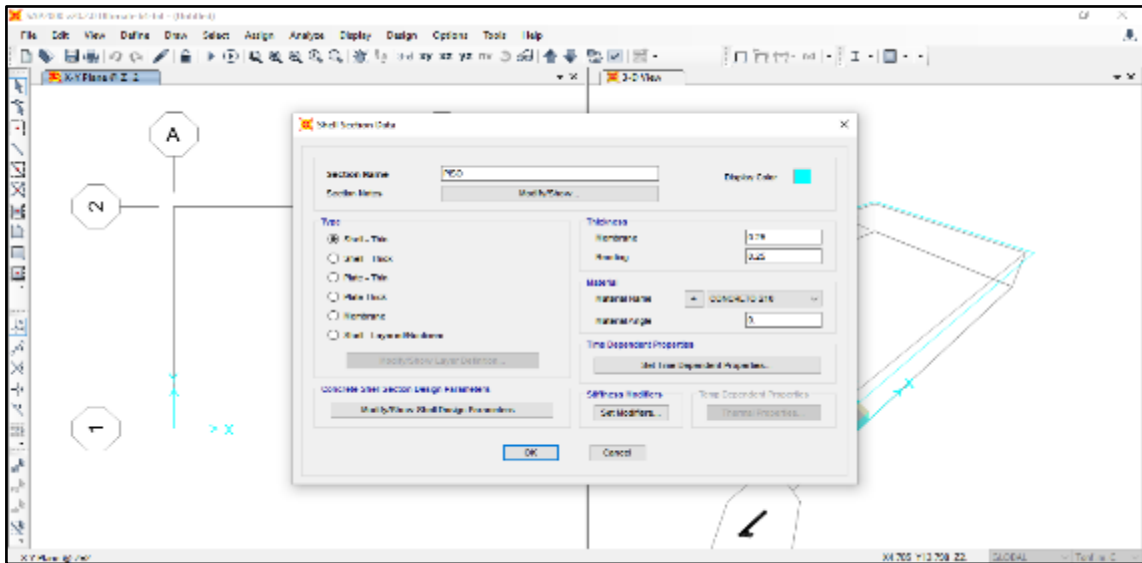
MODELAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO



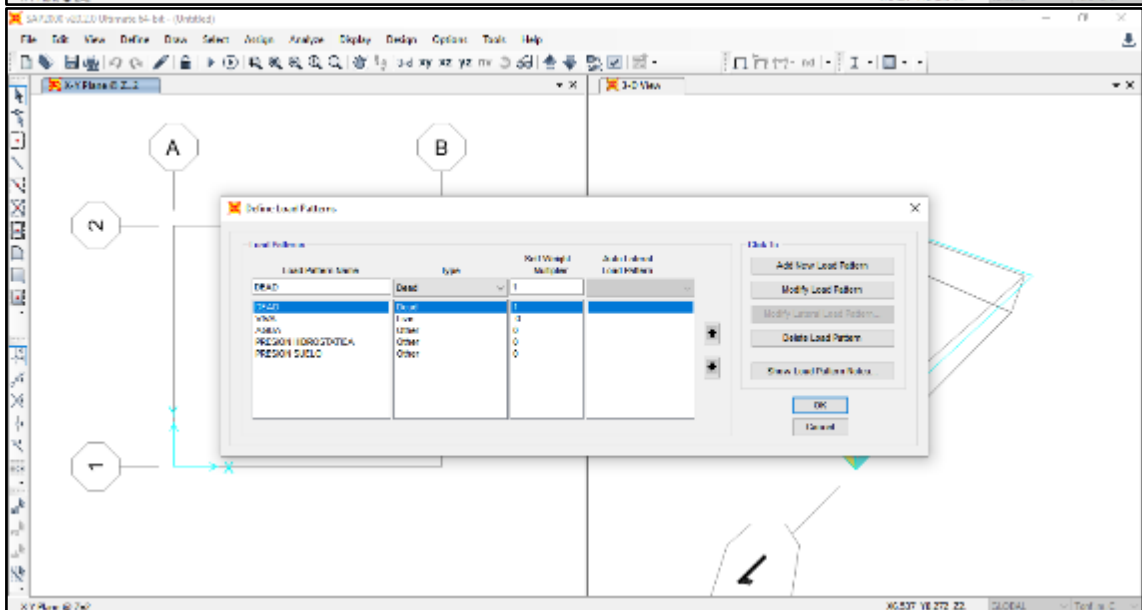
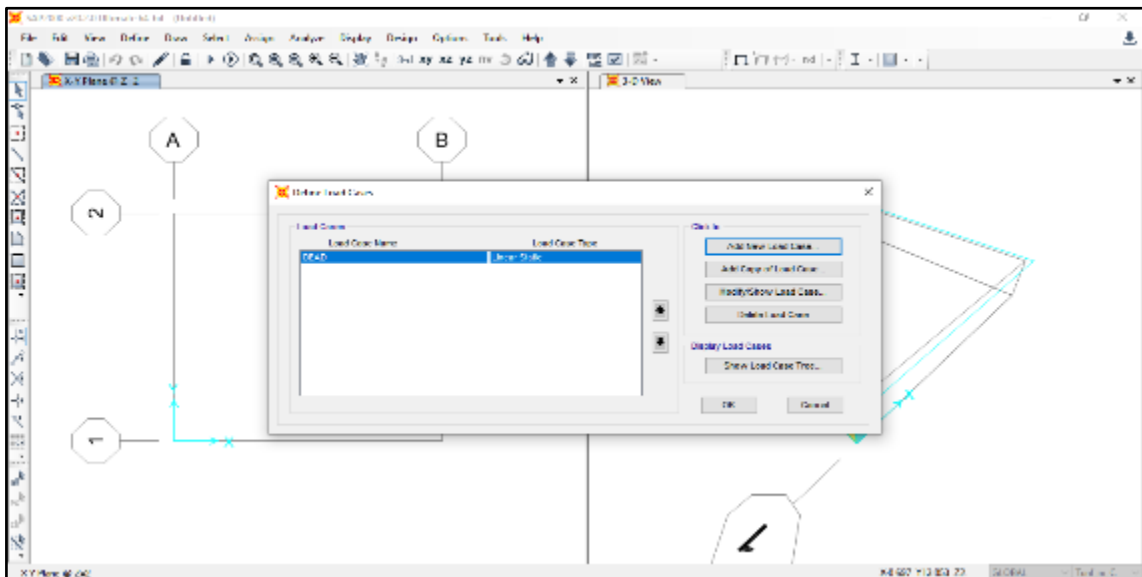
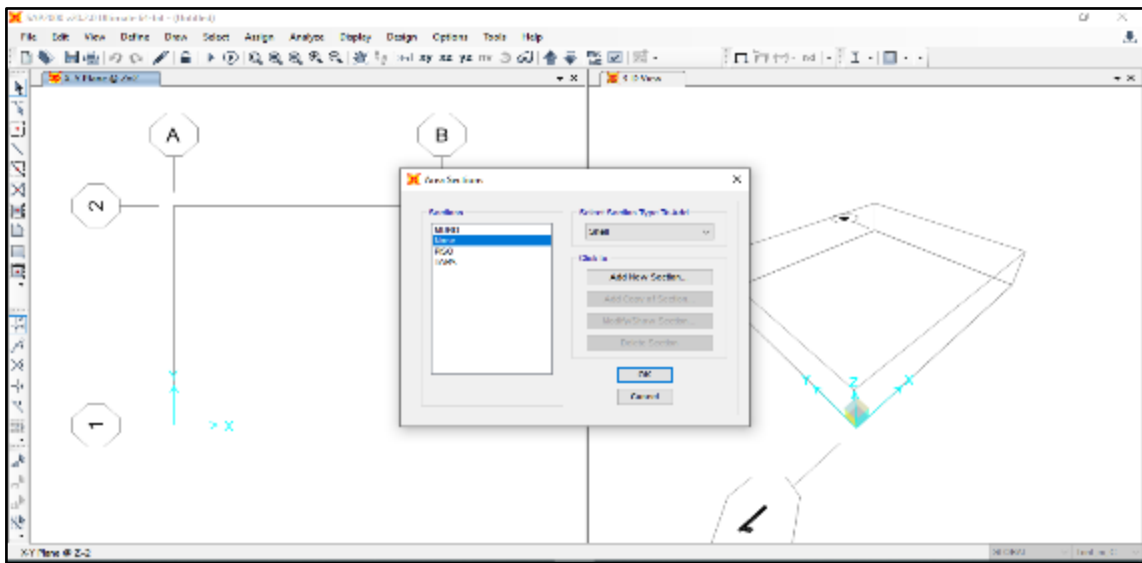
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



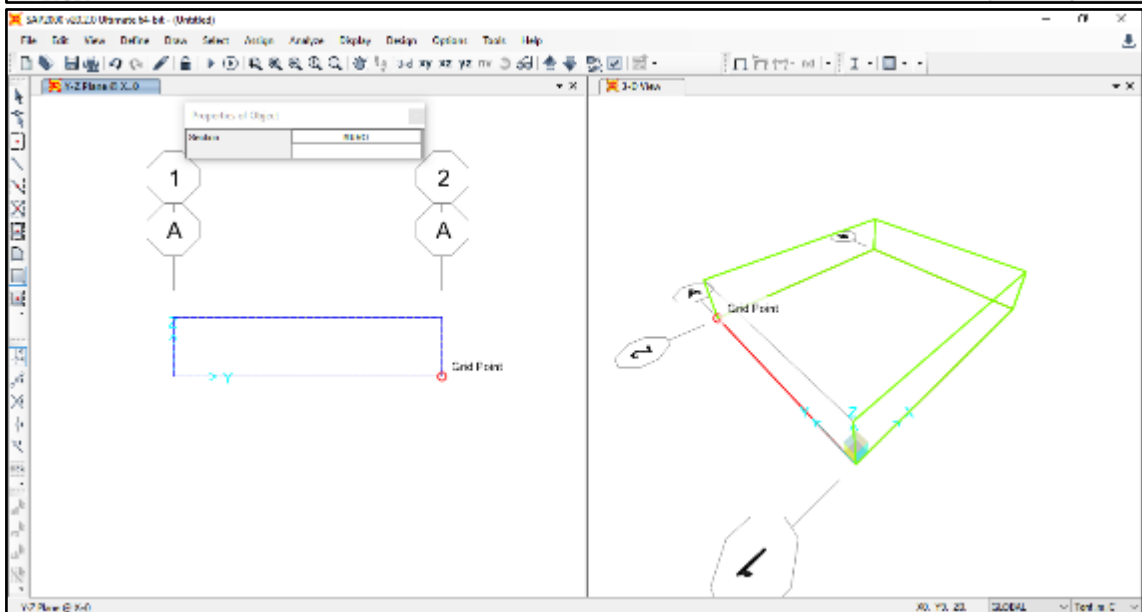
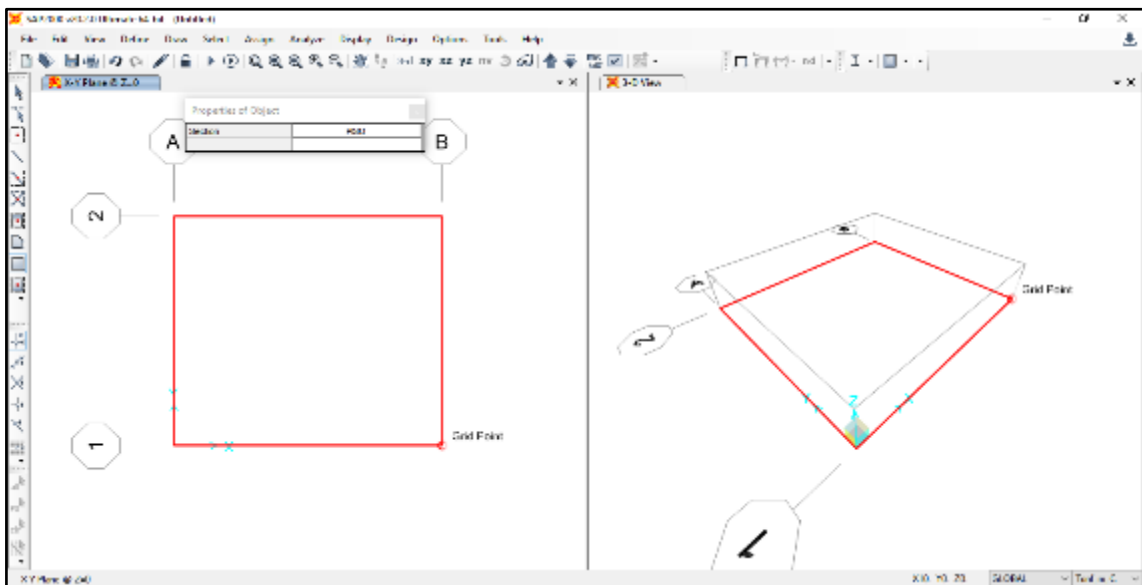
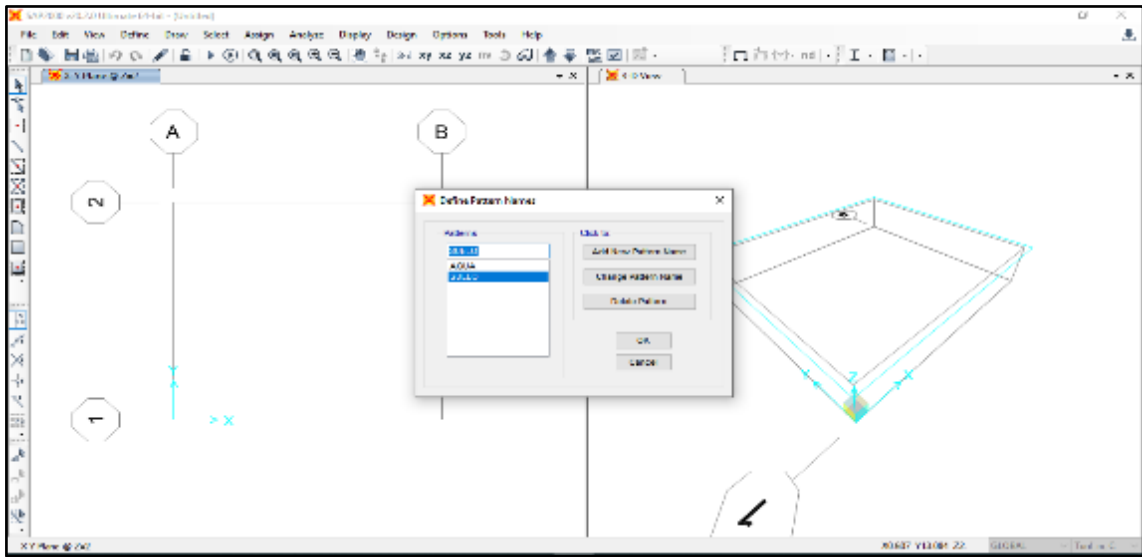
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



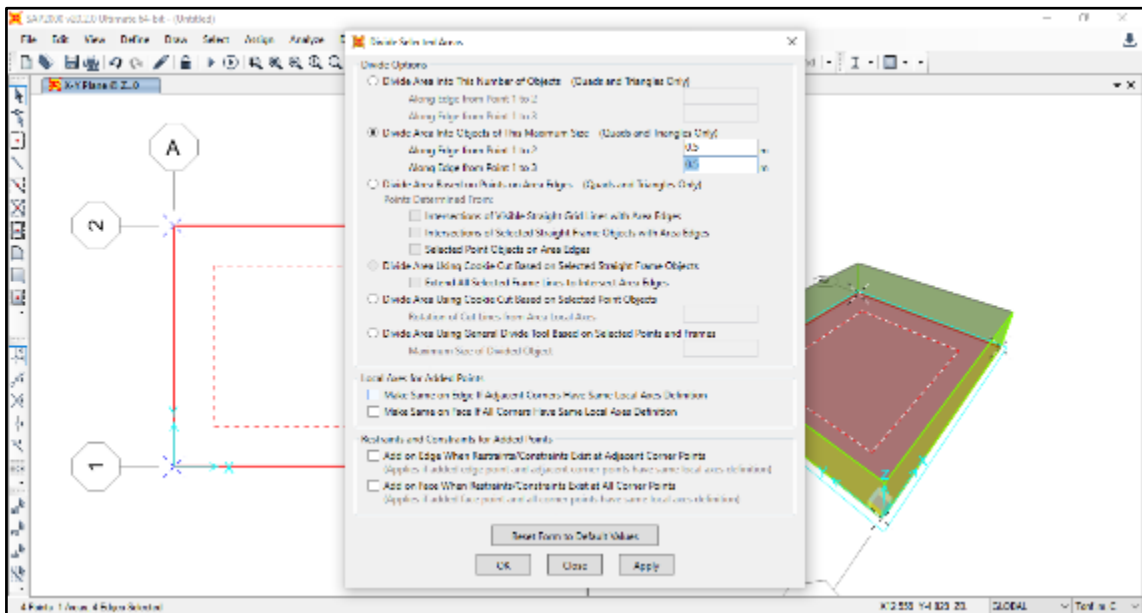
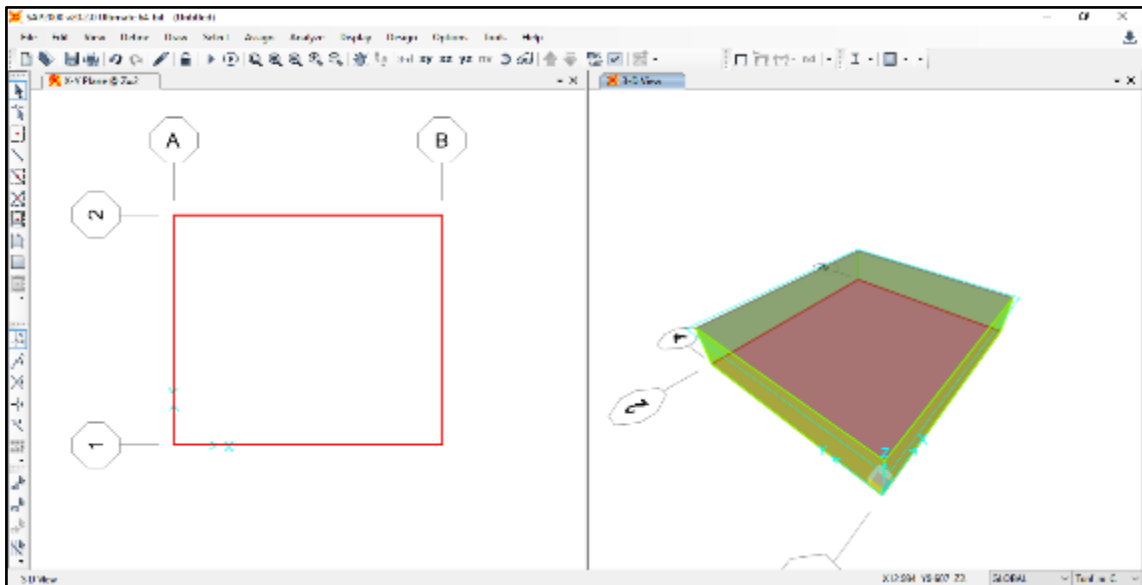
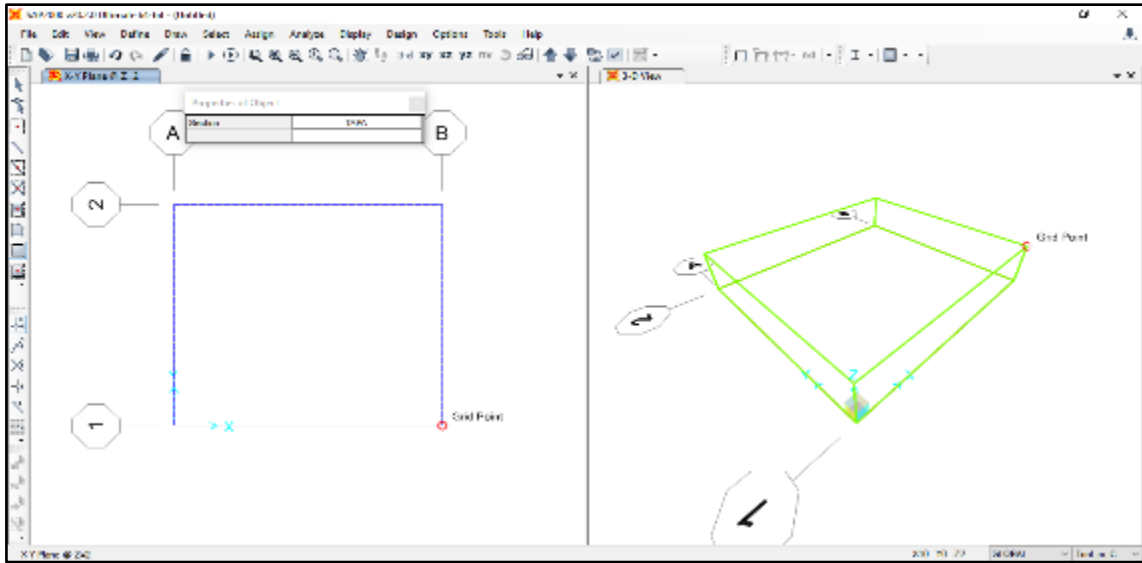
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



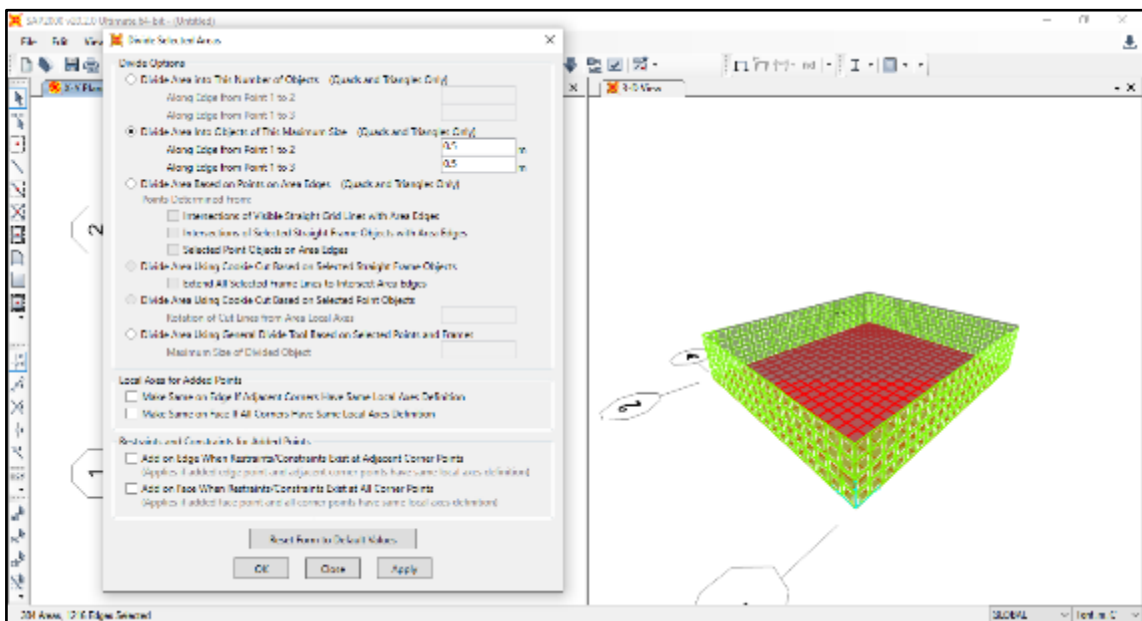
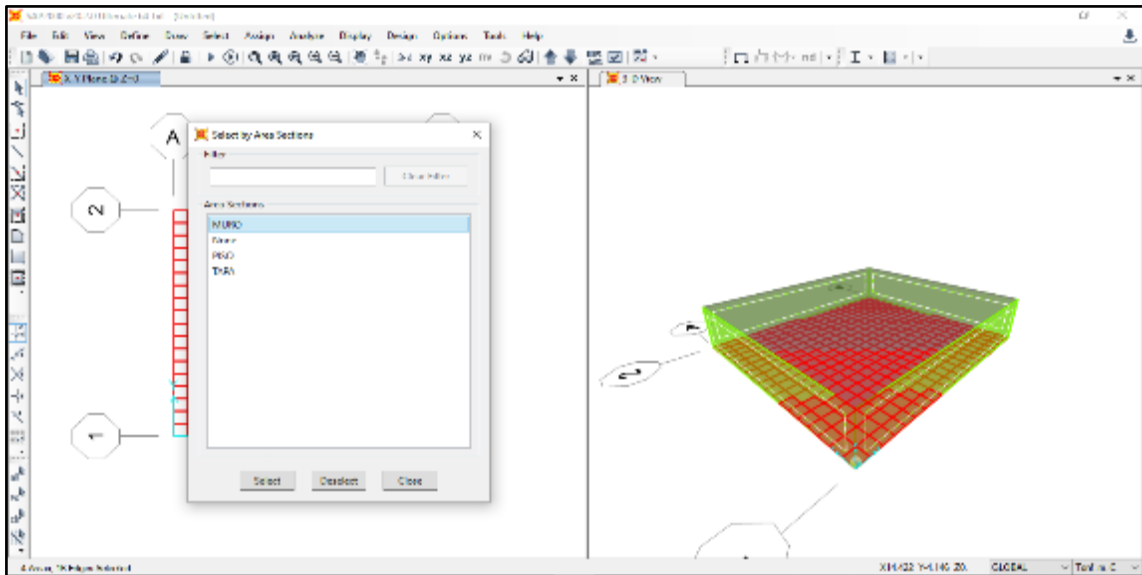
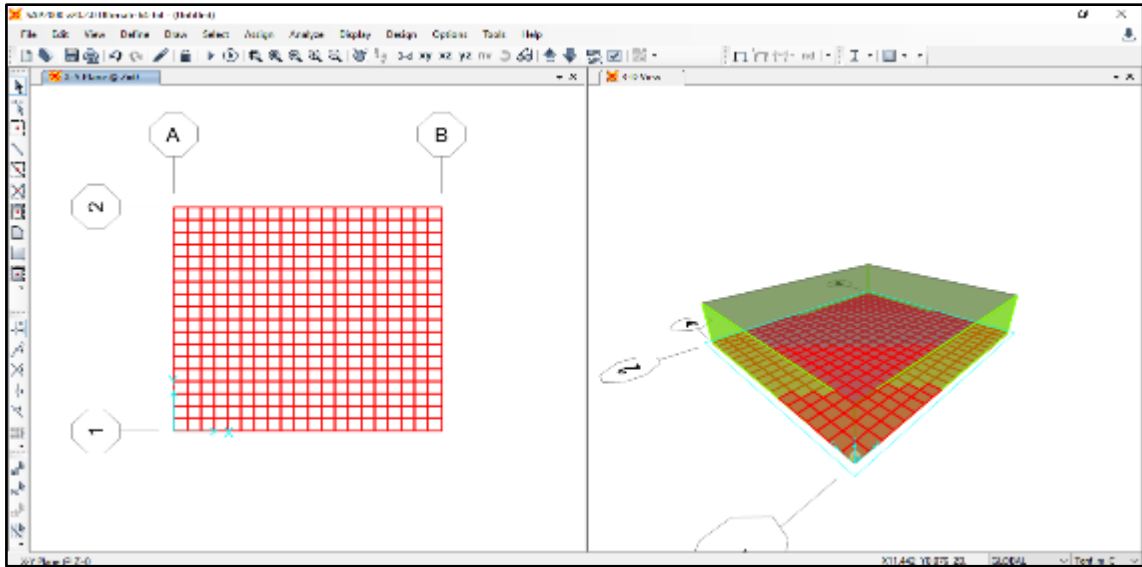
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



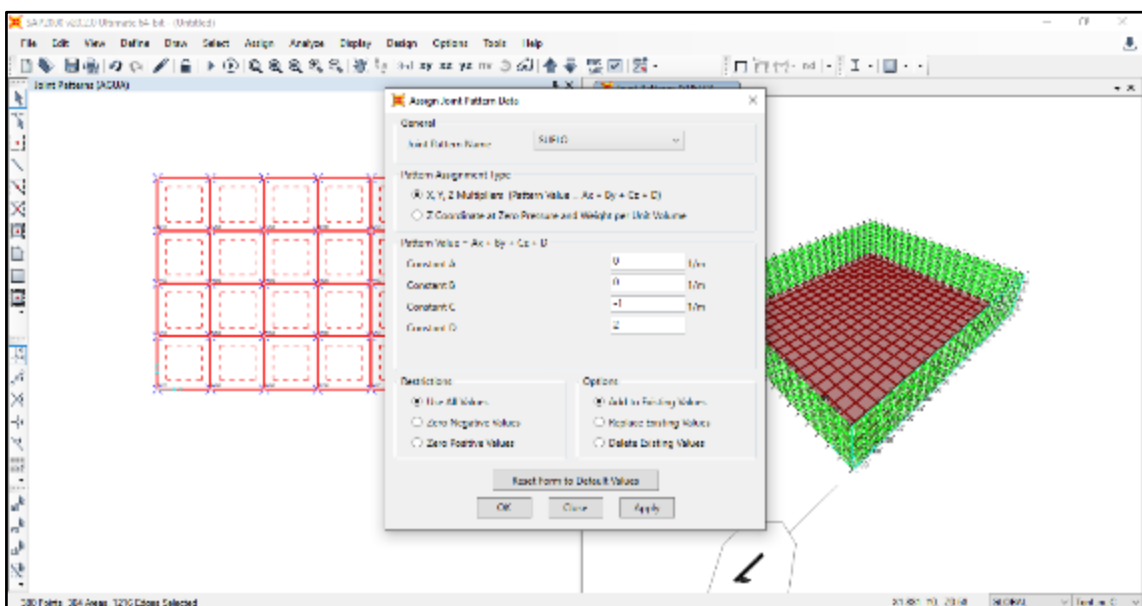
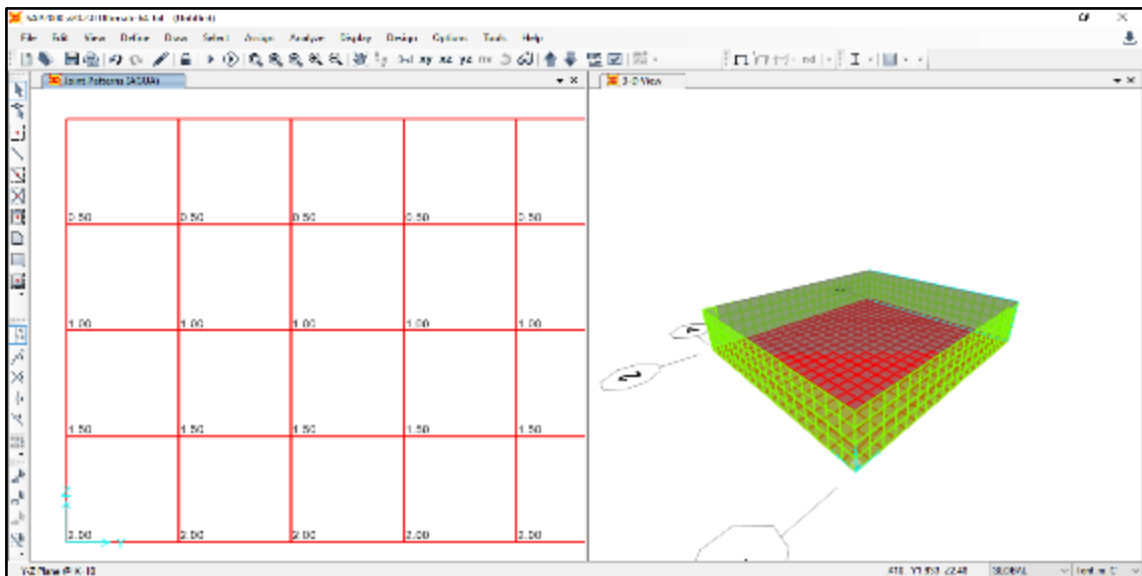
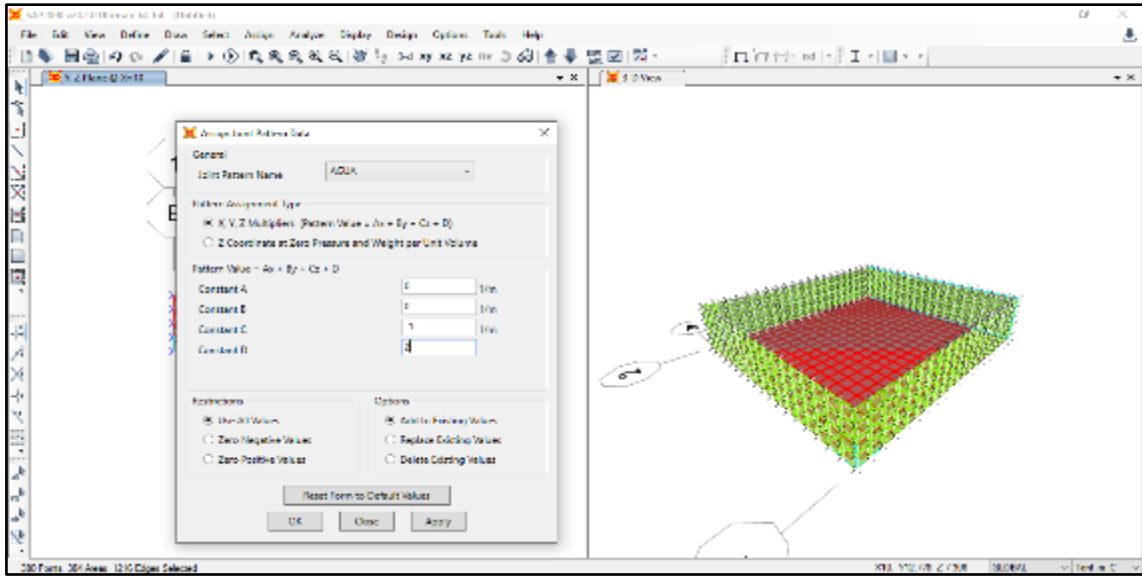
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



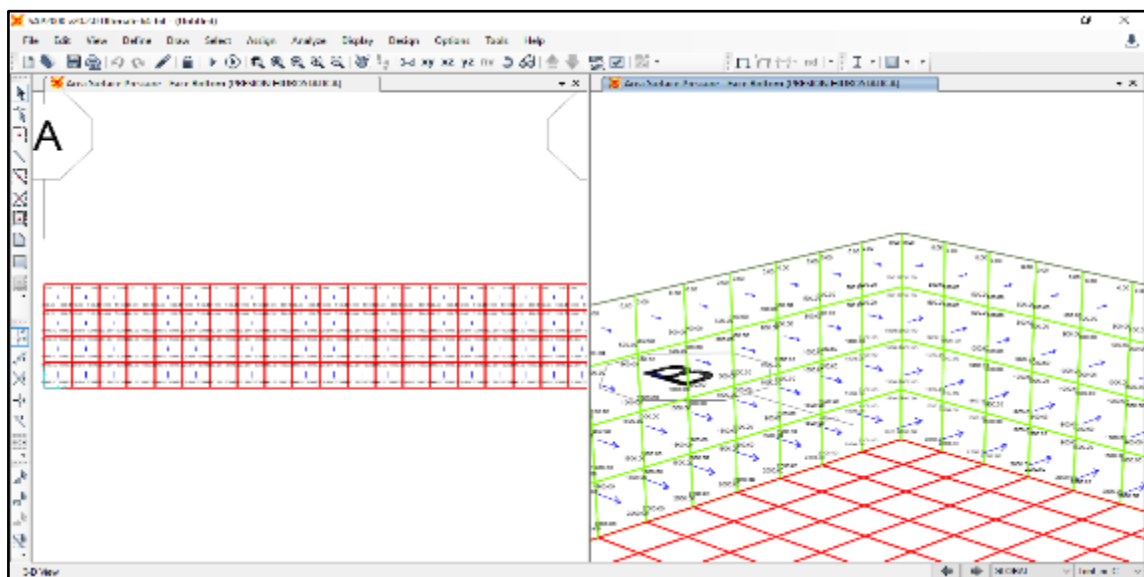
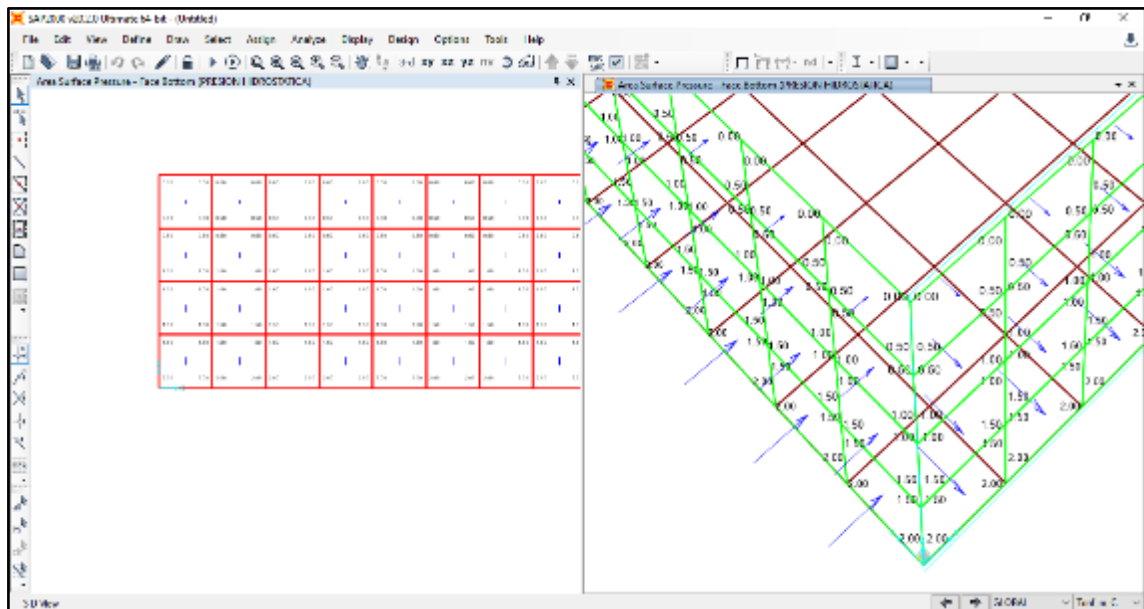
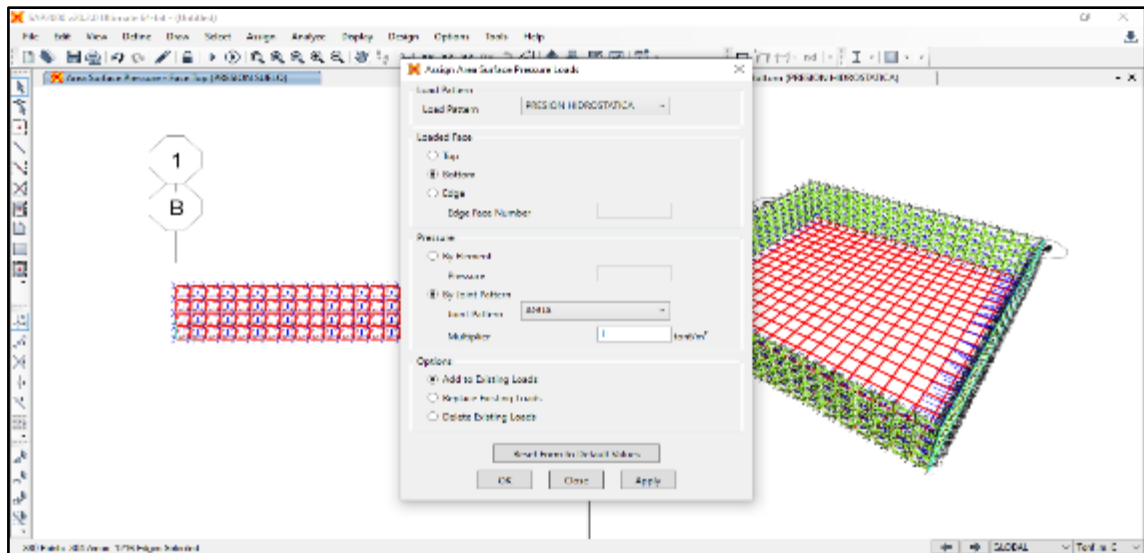
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



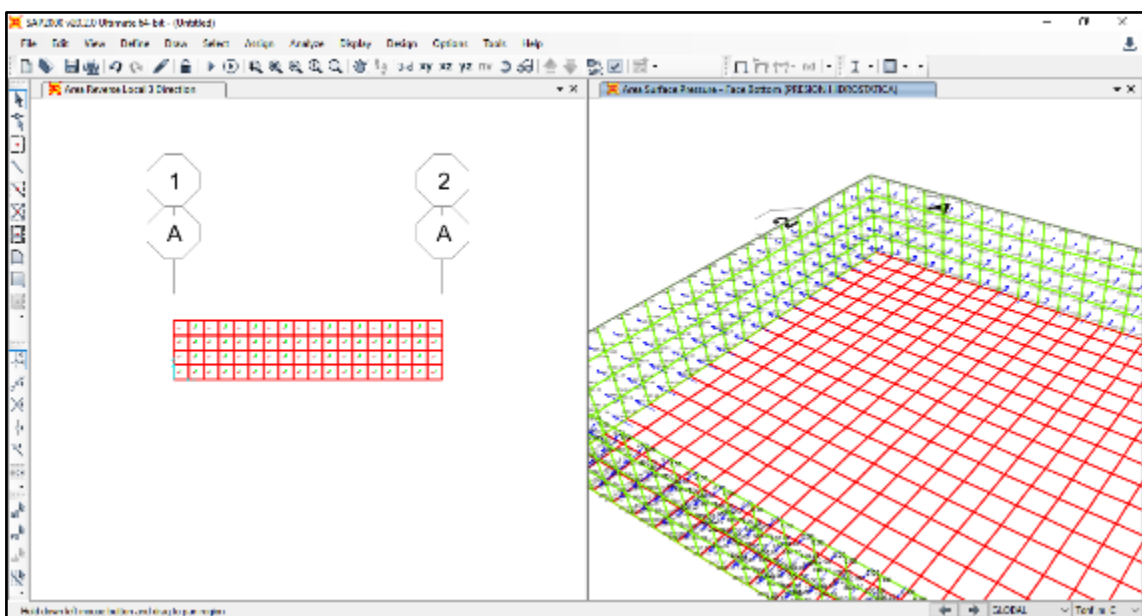
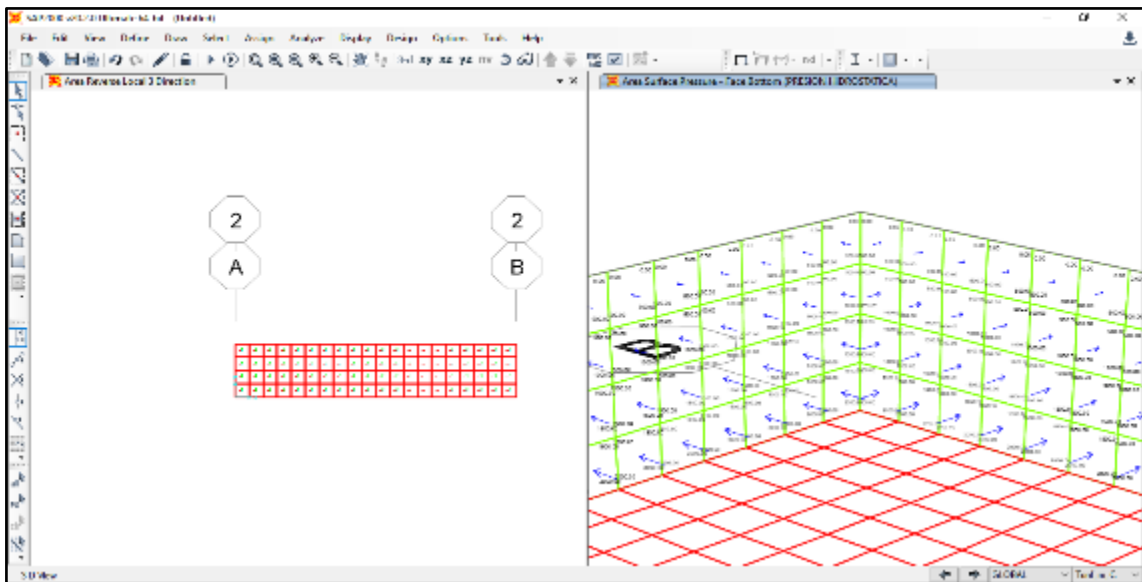
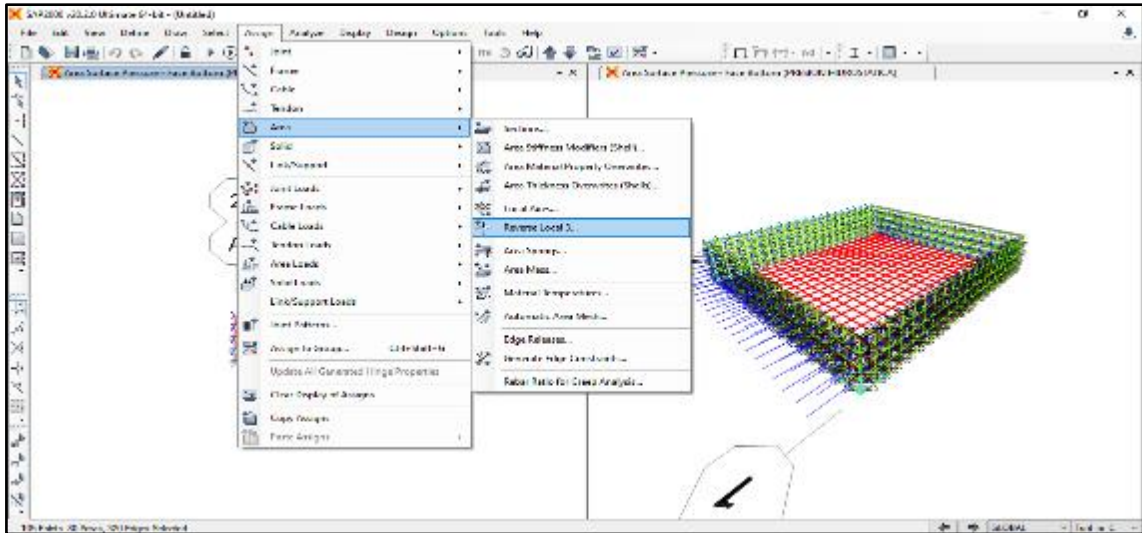
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



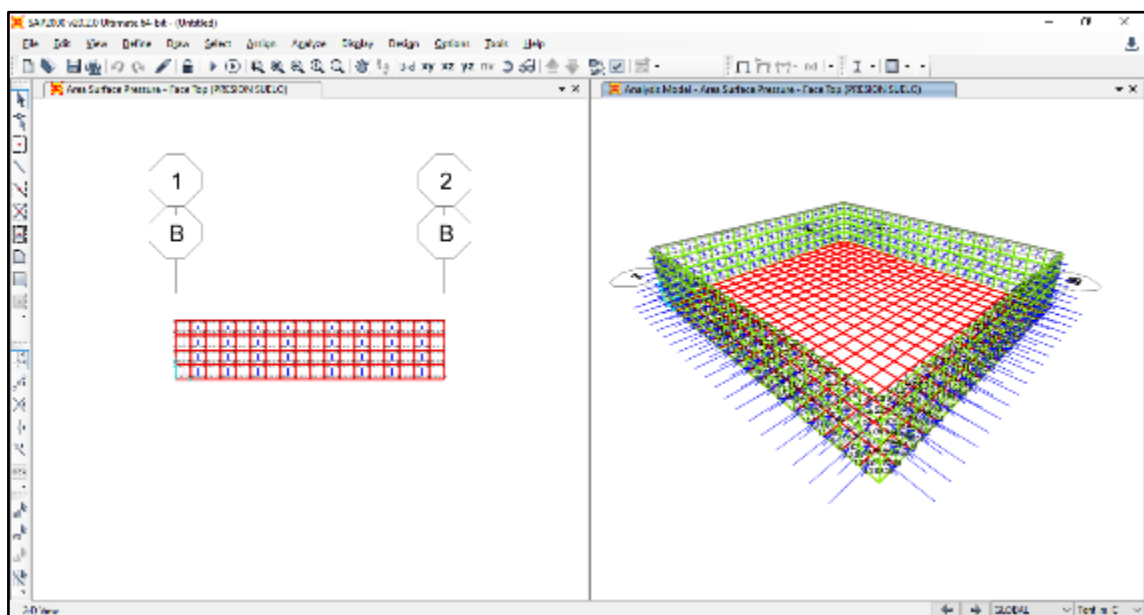
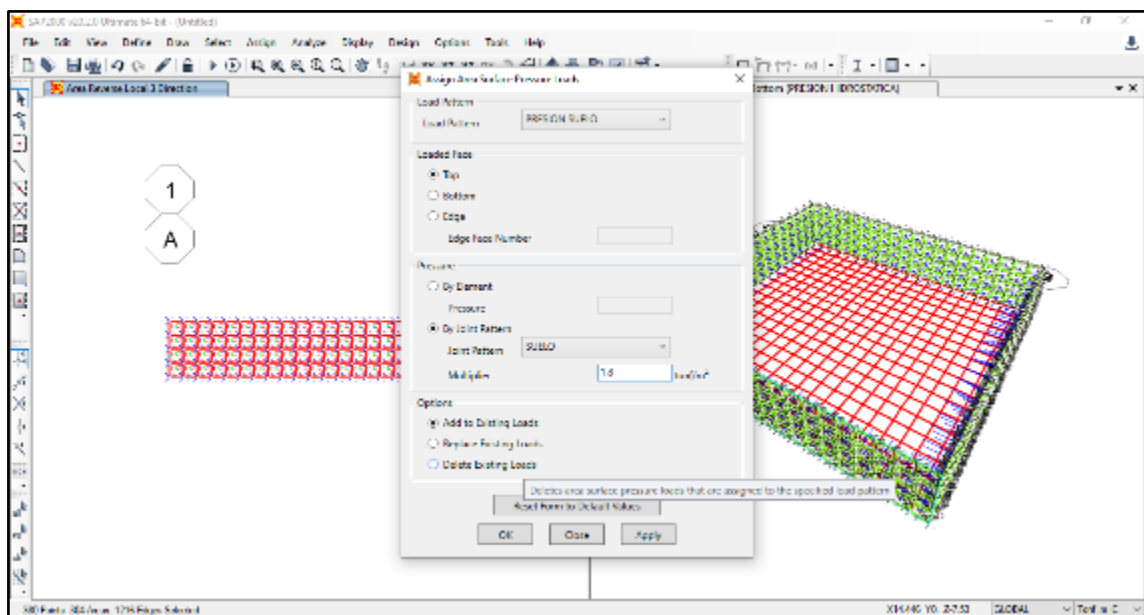
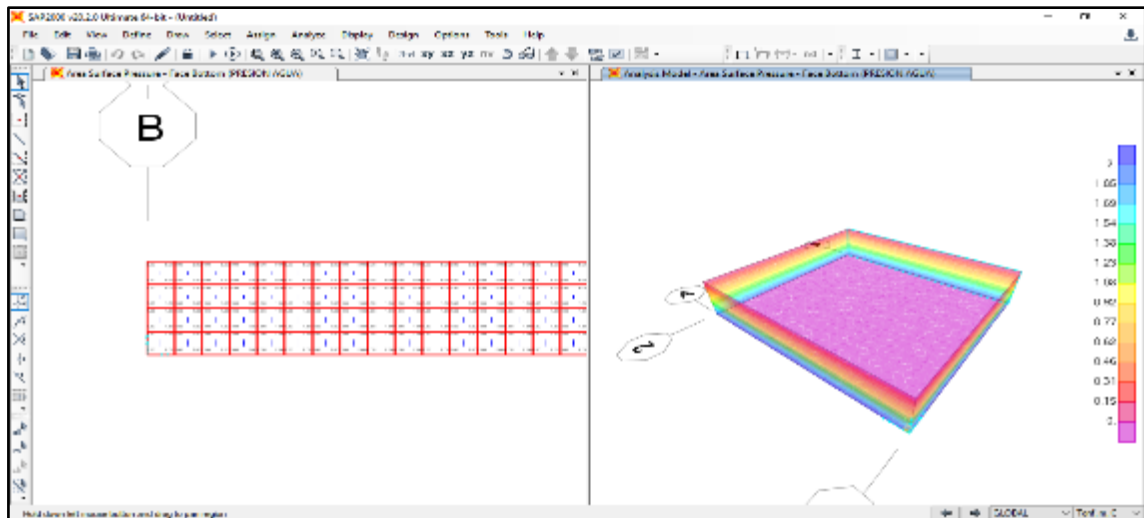
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



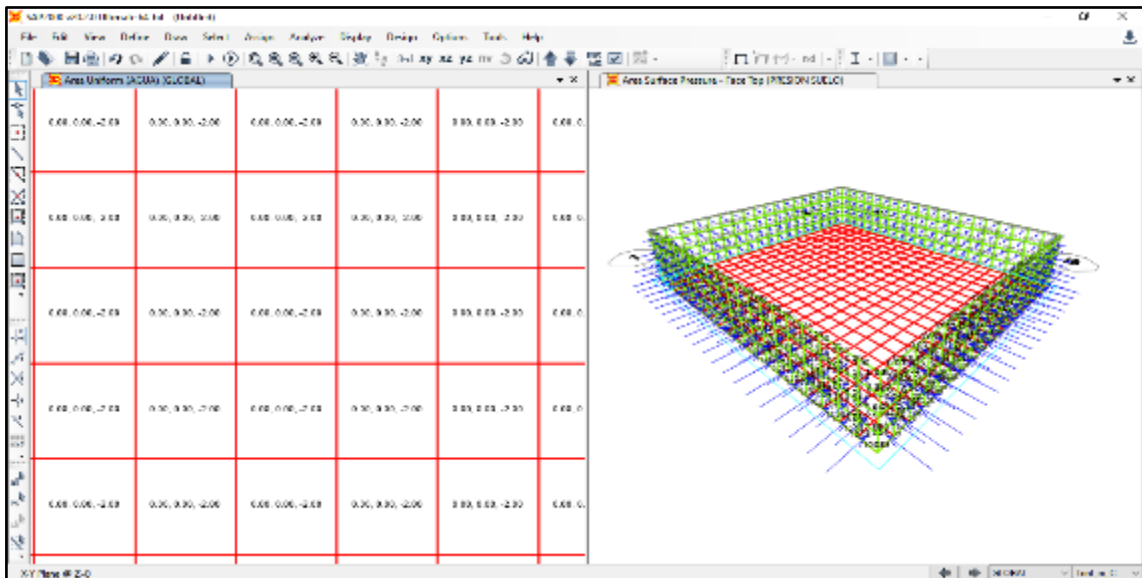
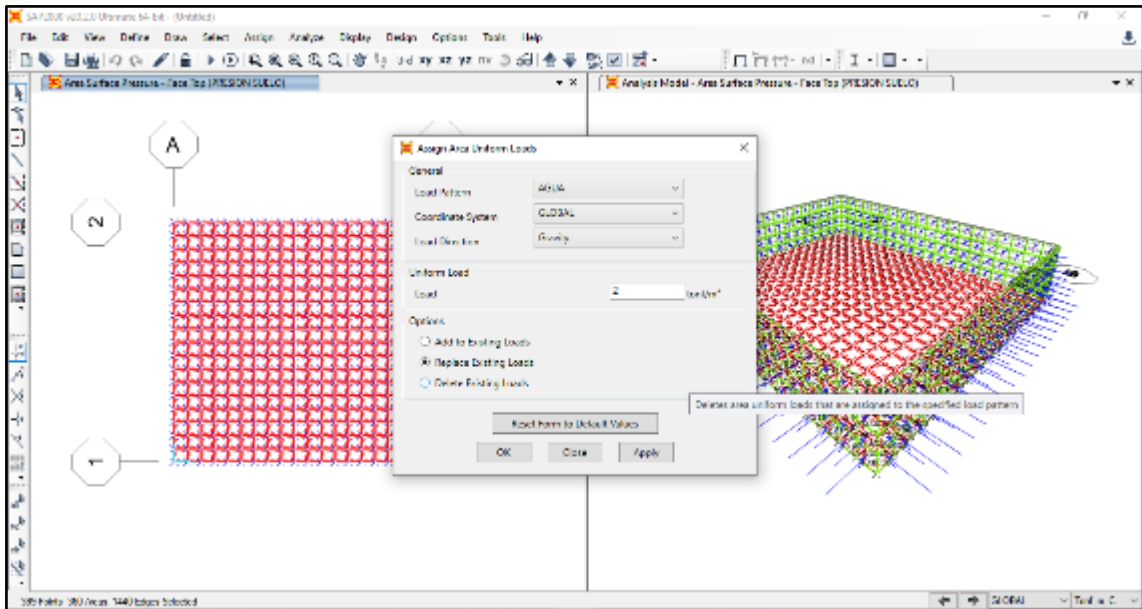
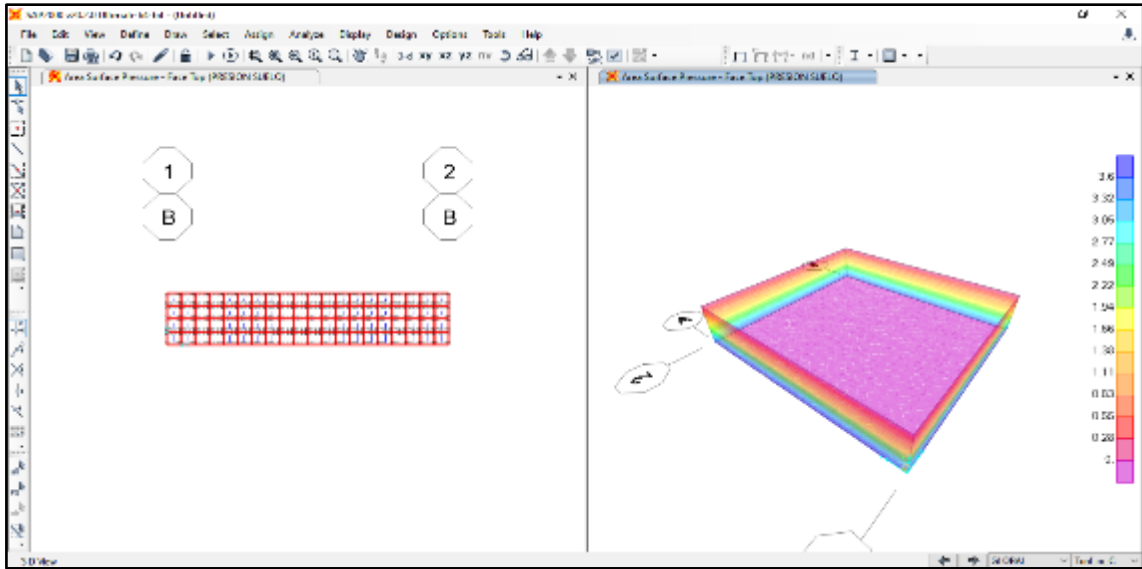
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



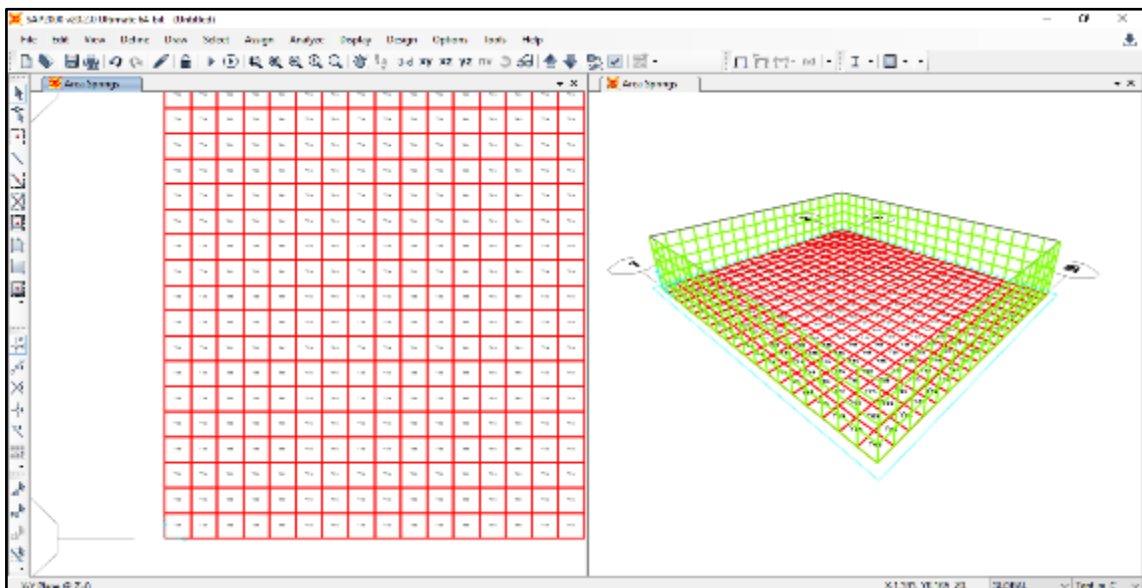
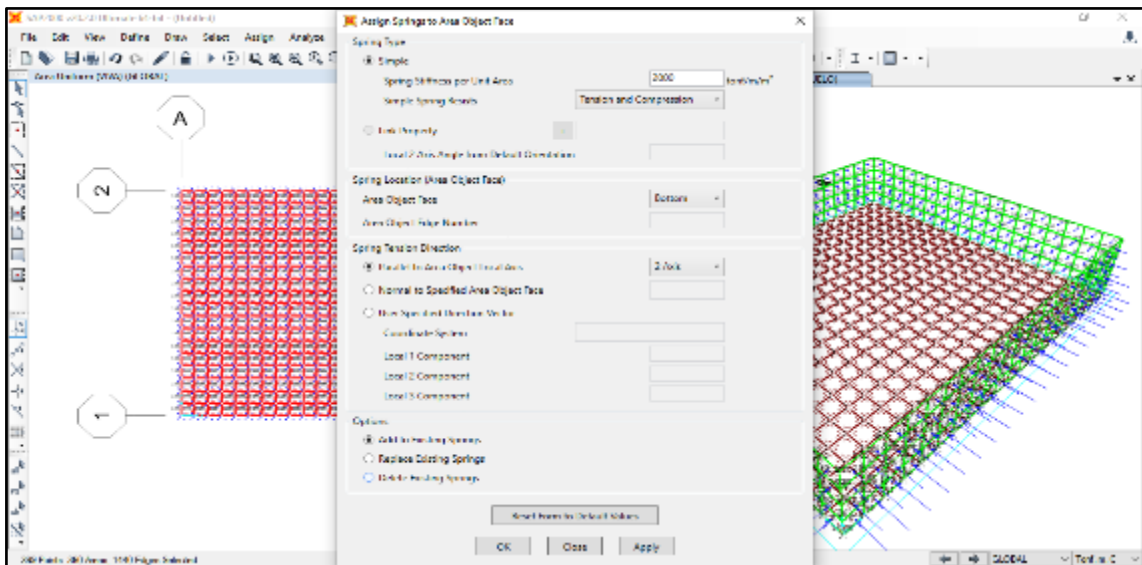
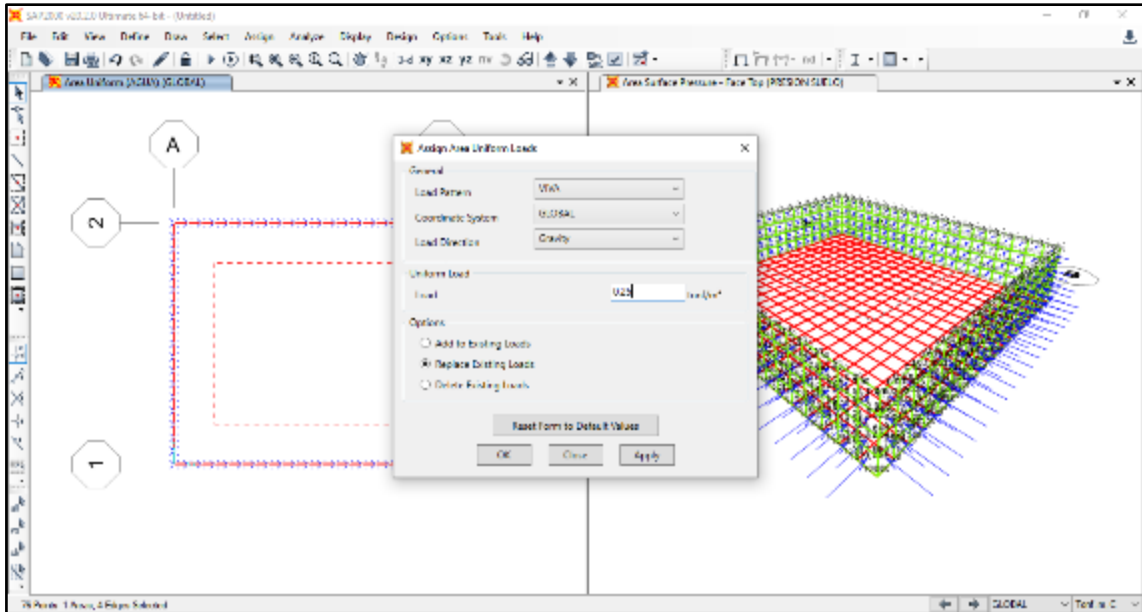
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



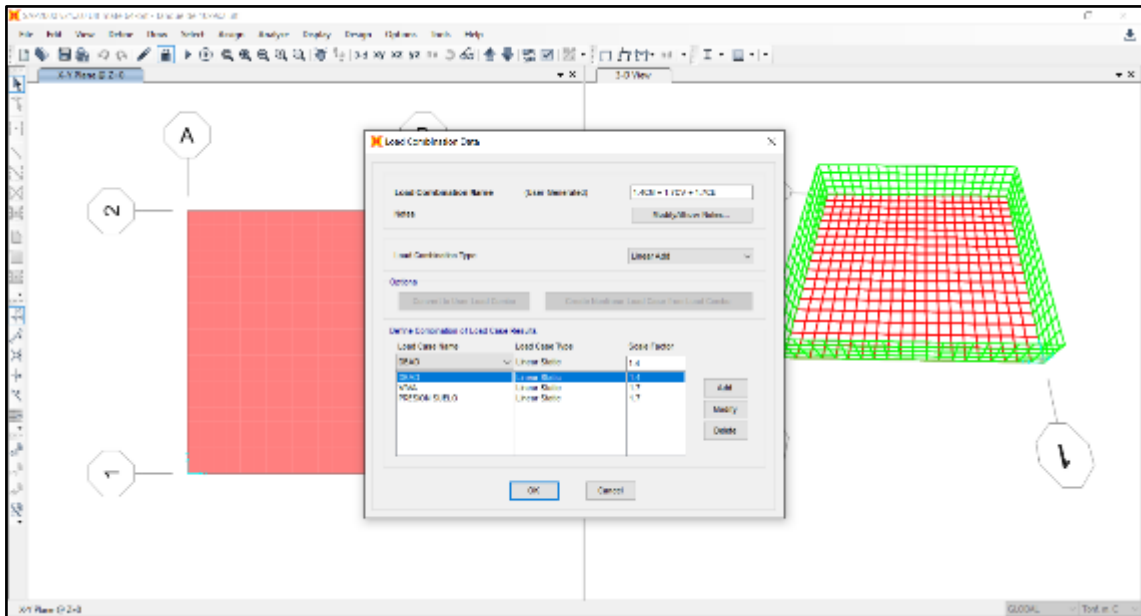
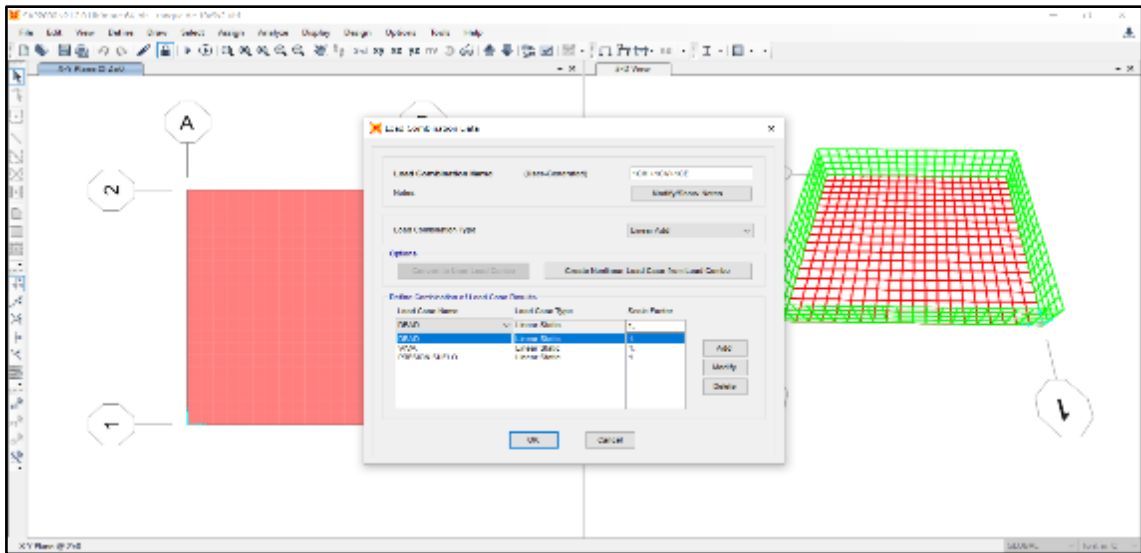
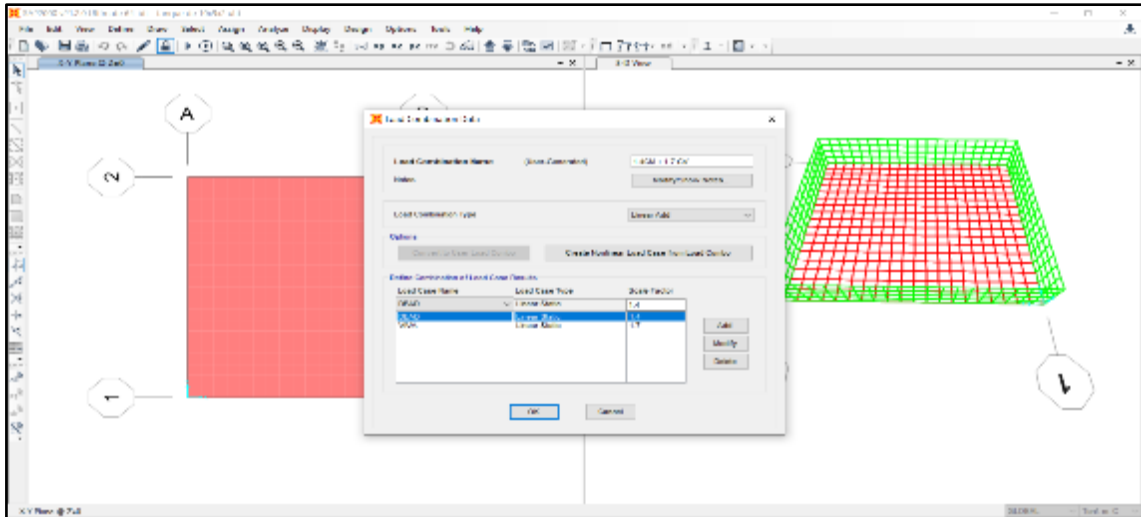
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



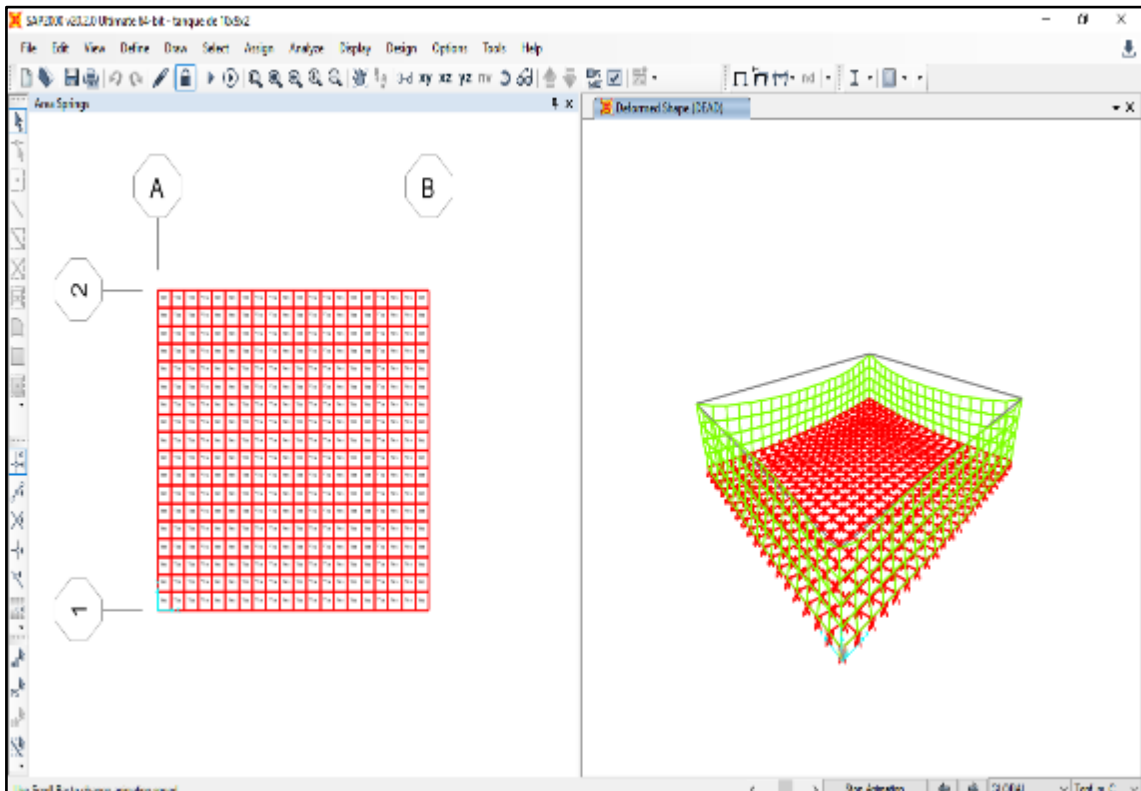
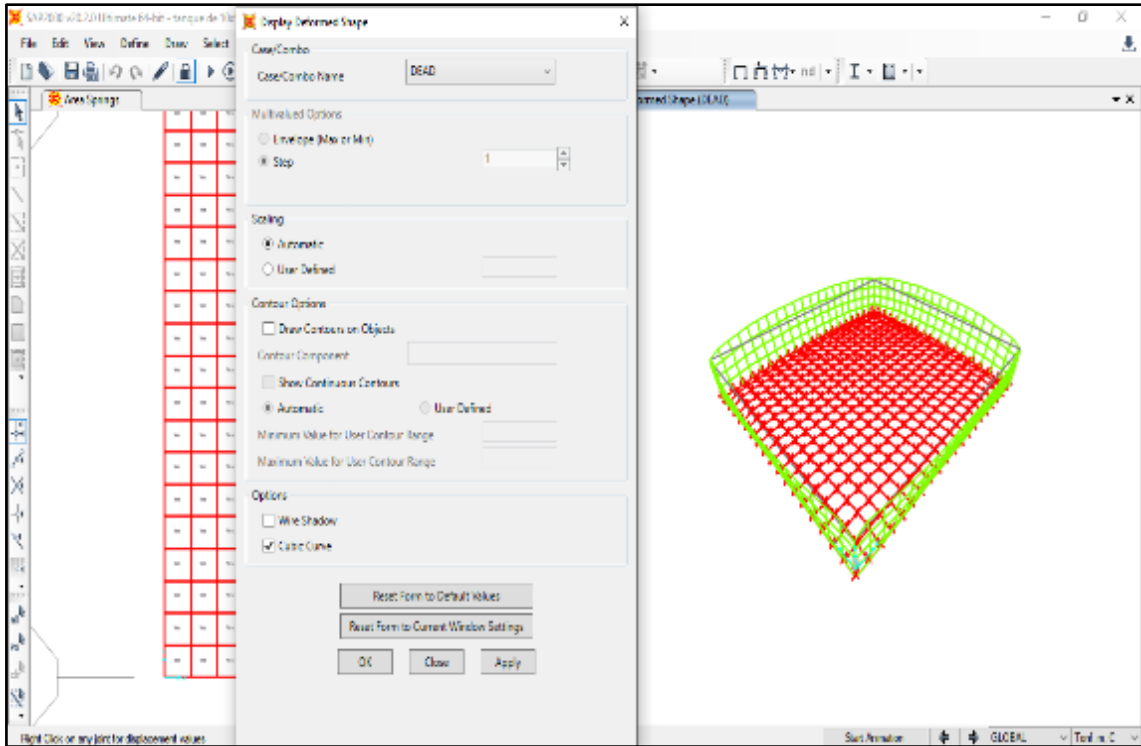
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



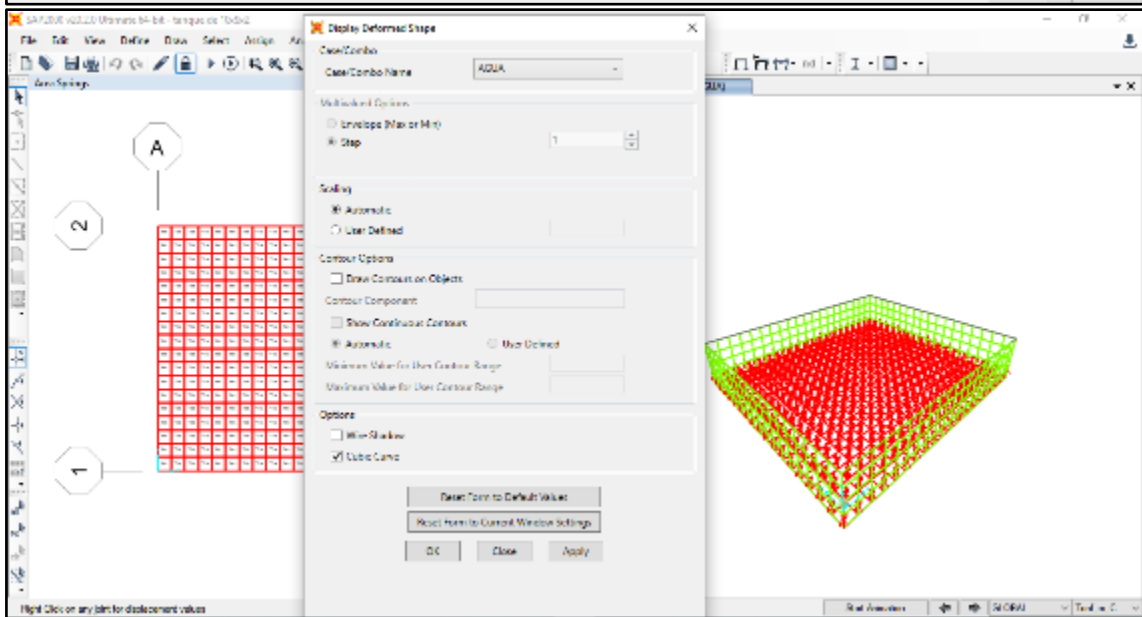
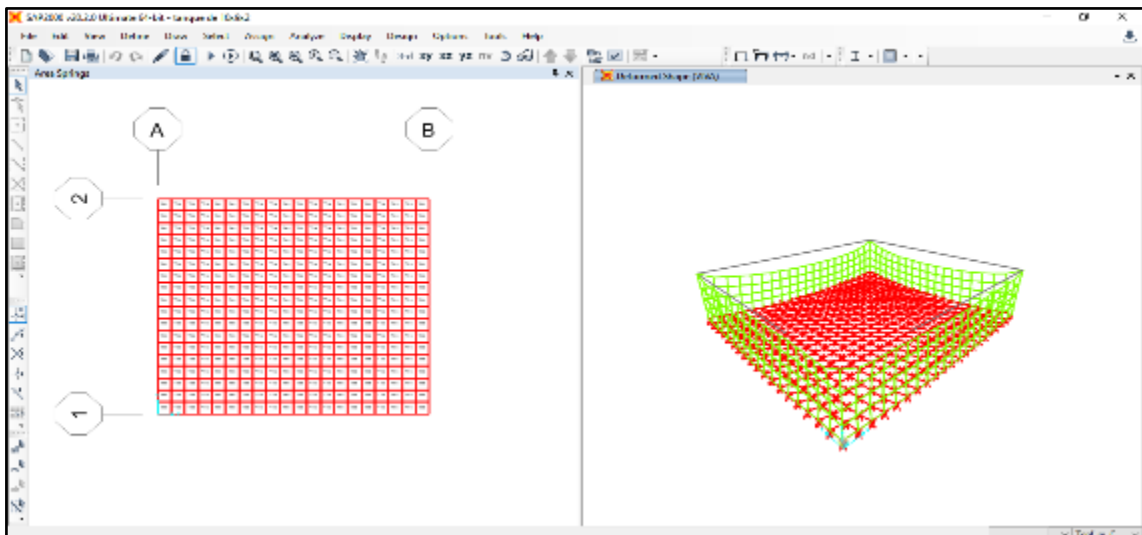
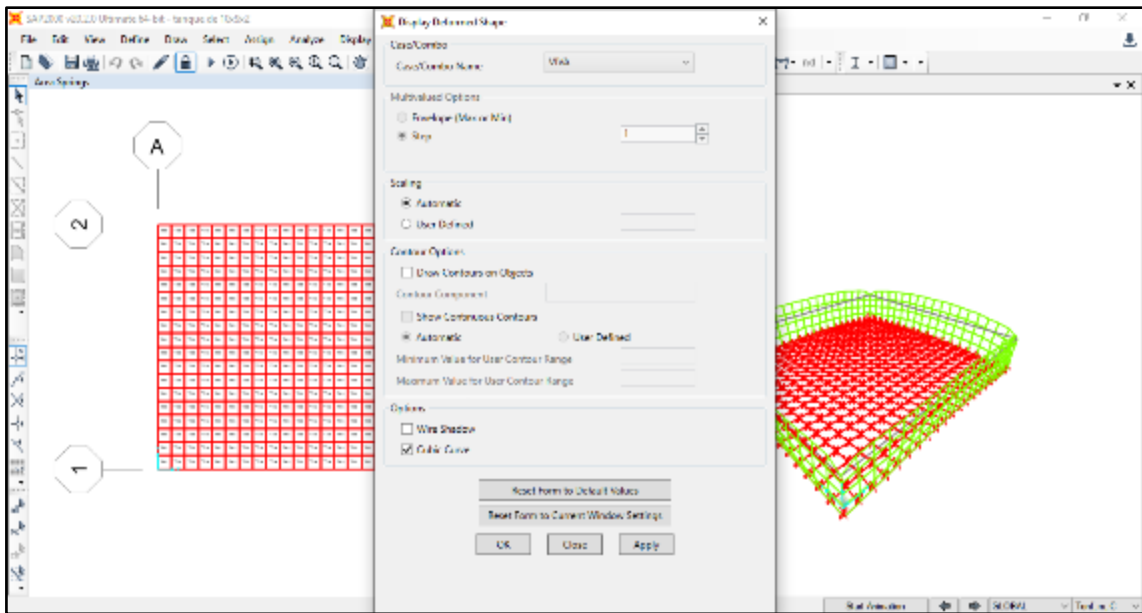
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

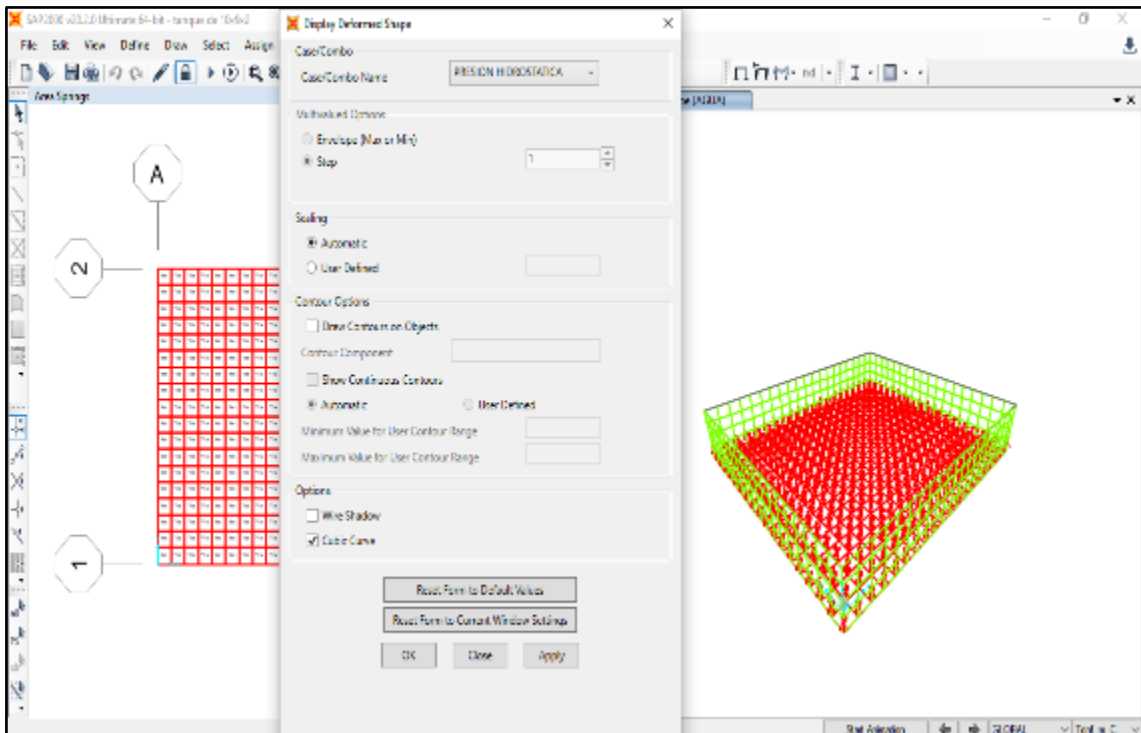
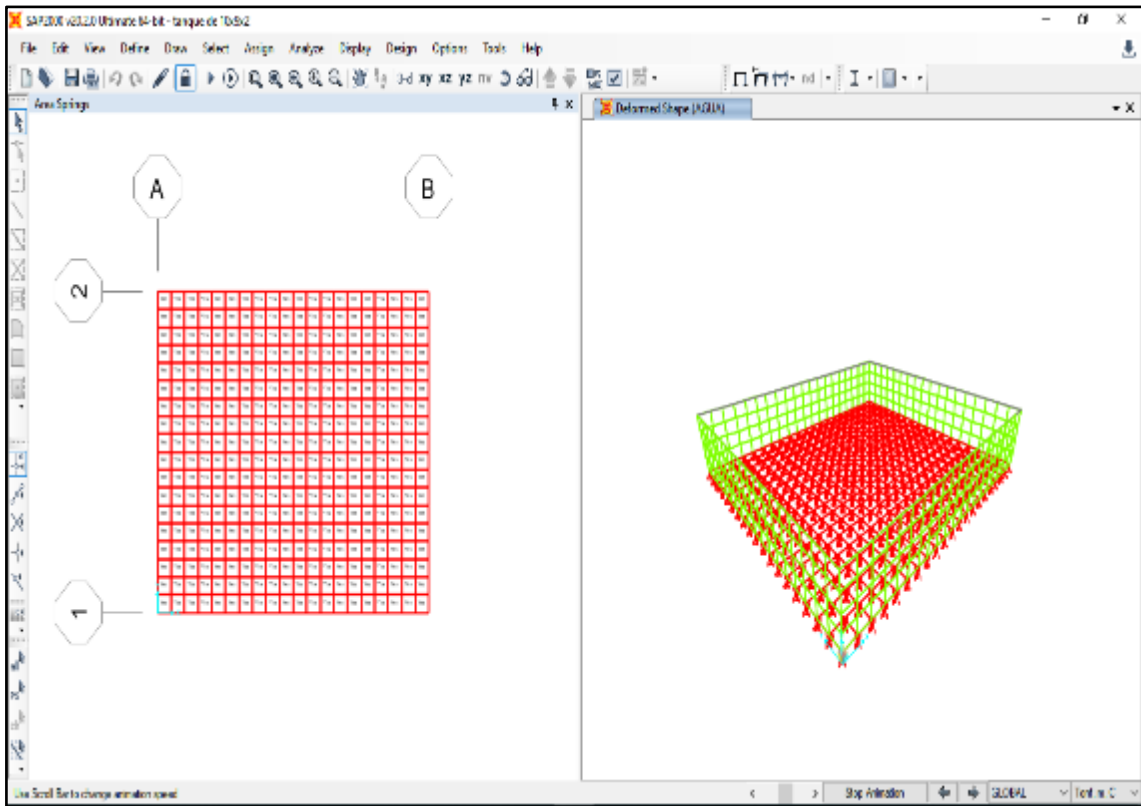


Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



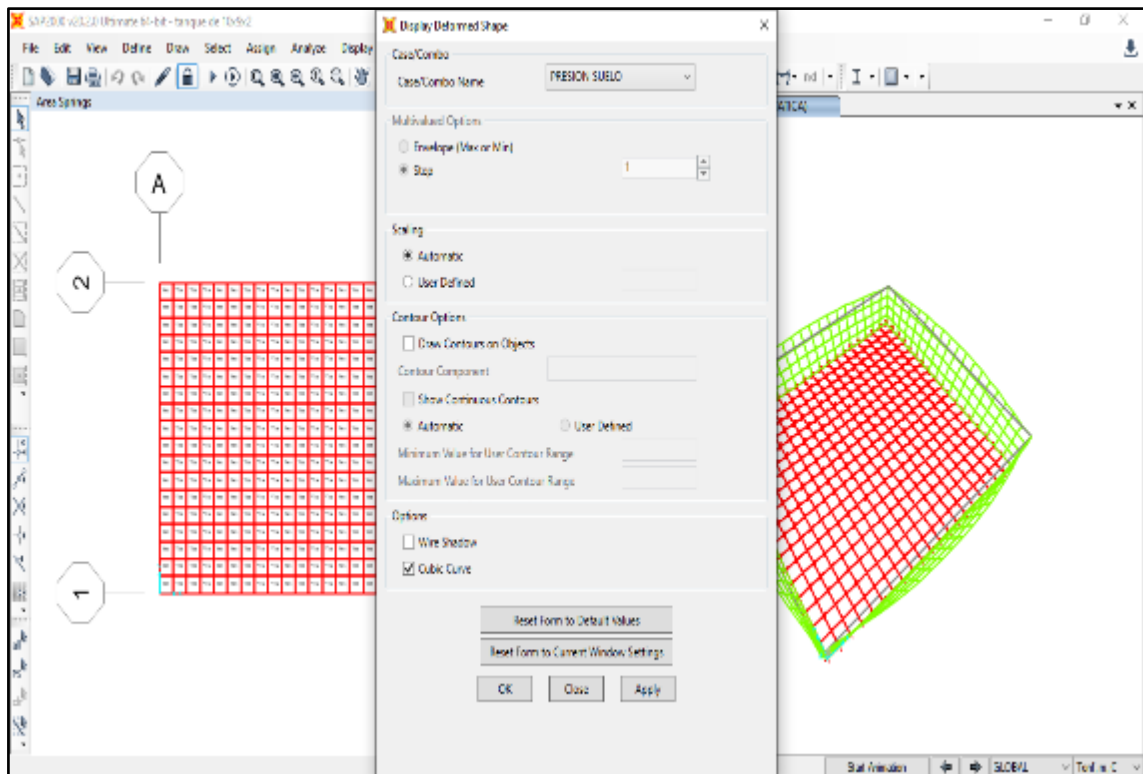
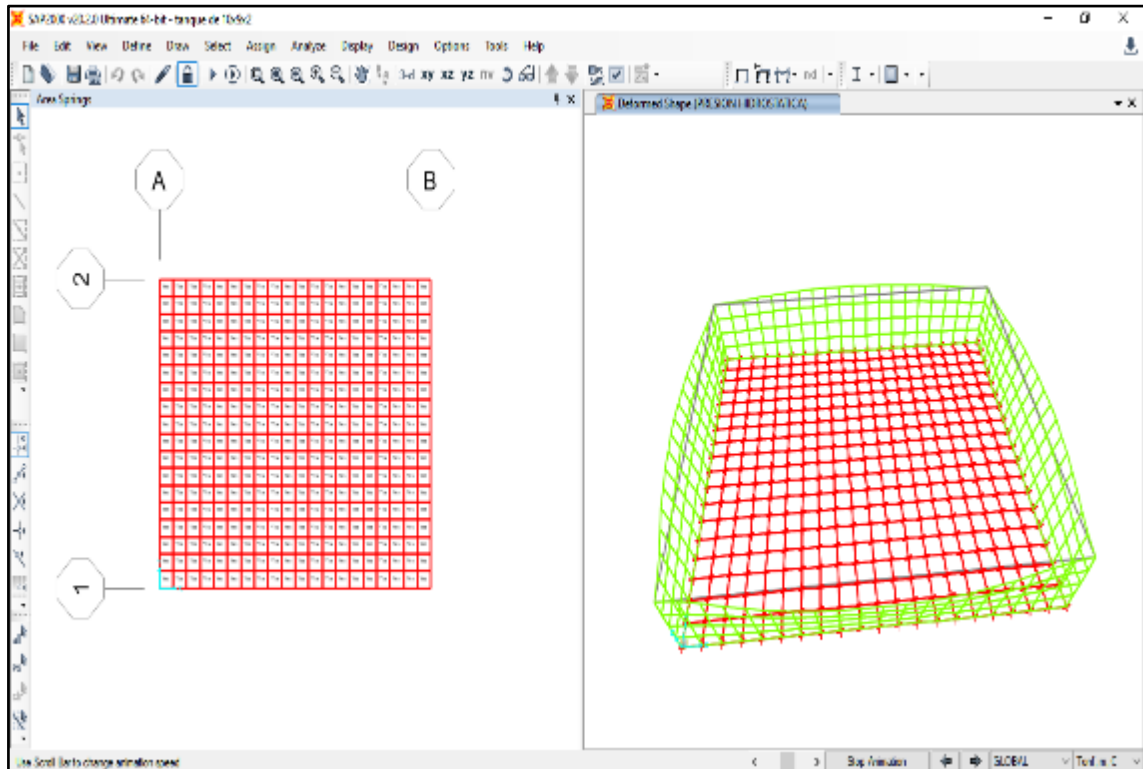
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

La deformada debido a la carga muerta, carga viva y el peso del agua se manifiesta en el sentido gravitacional es decir de forma vertical.



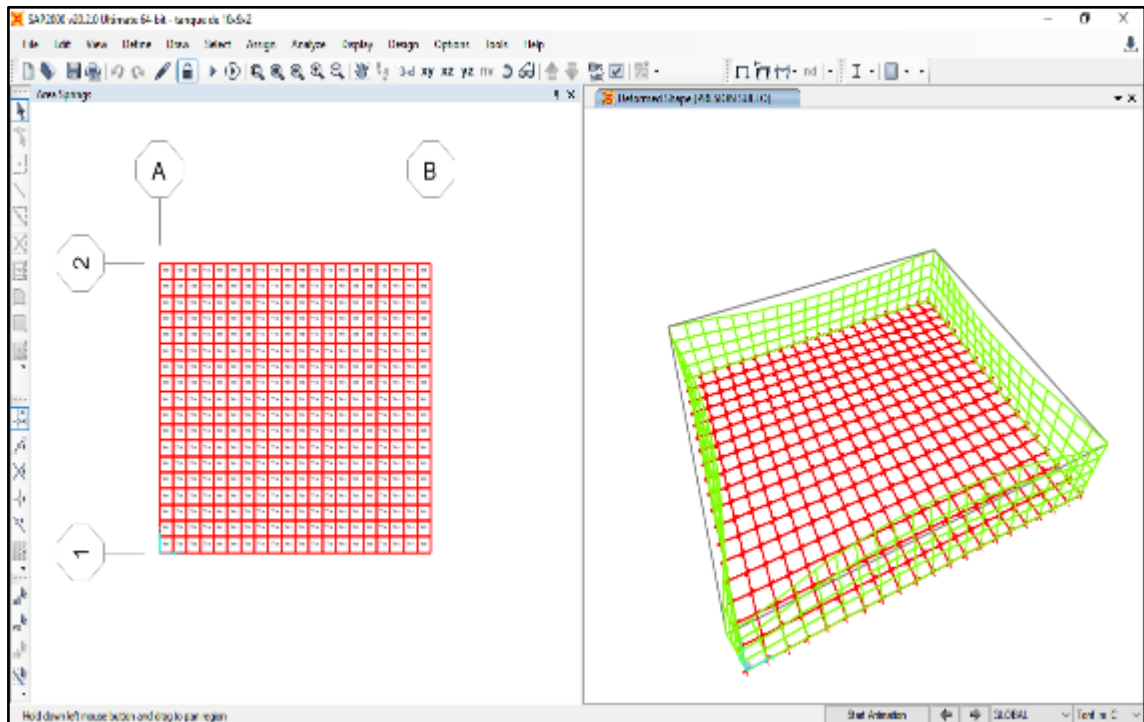
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

La deformada debido a la presión hidrostática ejercida por el agua contenida, se manifiesta en los muros deformándose de adentro hacia afuera de la estructura.

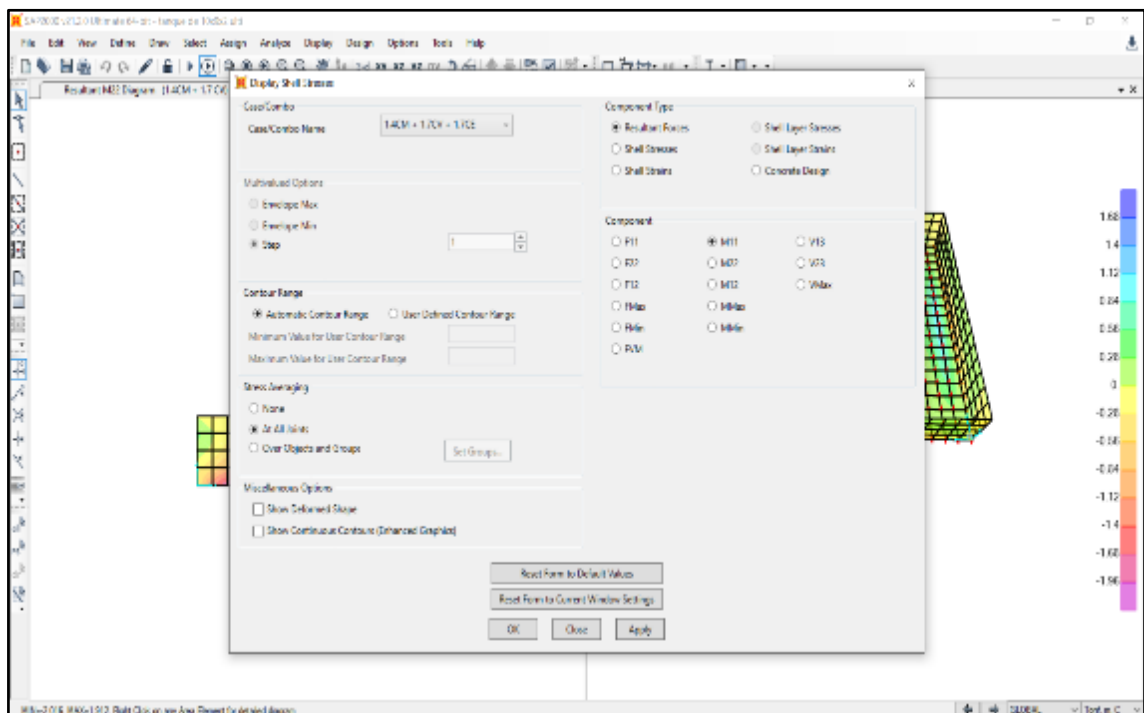


Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

La deformada debido a la presión del suelo se manifiesta en los muros deformándose de fuera hacia adentro de la estructura.

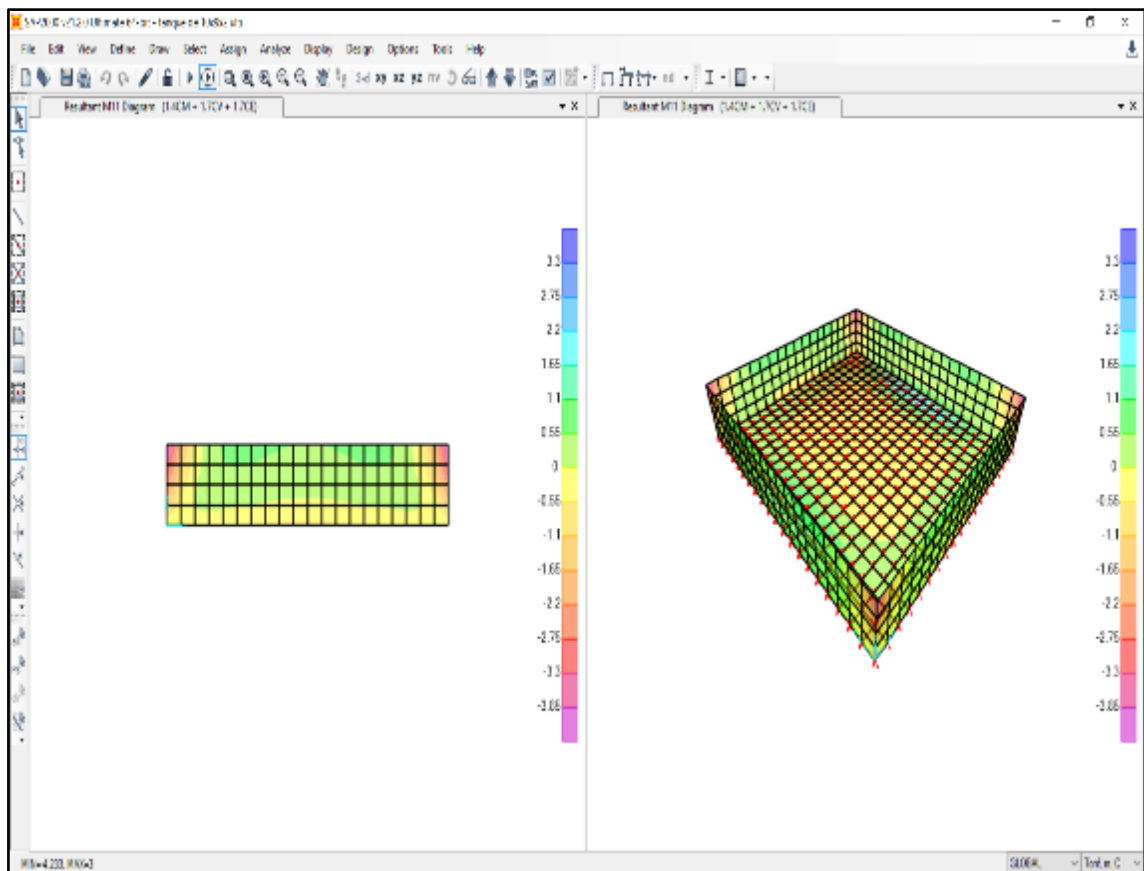
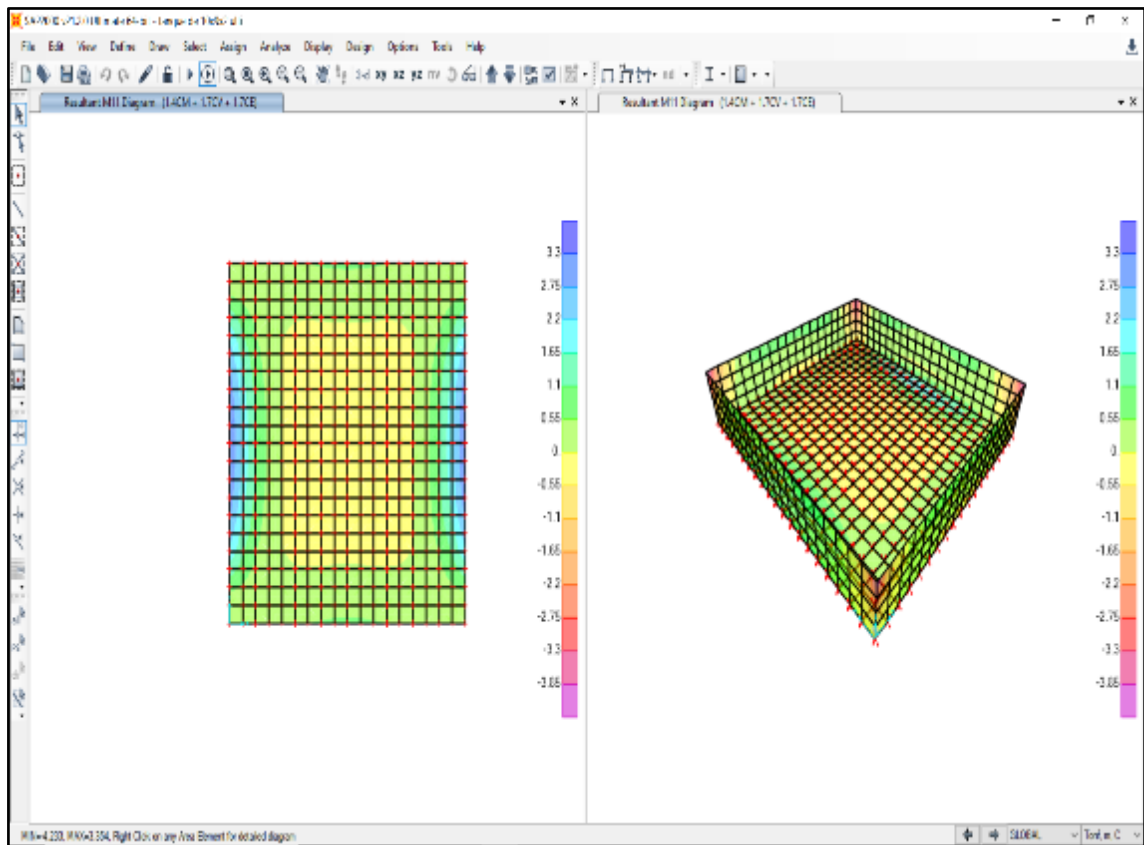


De acuerdo a la filosofía del análisis estructural, el diseño se produce para el caso estático más desfavorable, es decir cuando el tanque de almacenamiento no contenga agua y esté actuando la presión del suelo por lo que se elige la envolvente con la amplificación de cargas: $1.4CM + 1.7CV + 1.7CE$



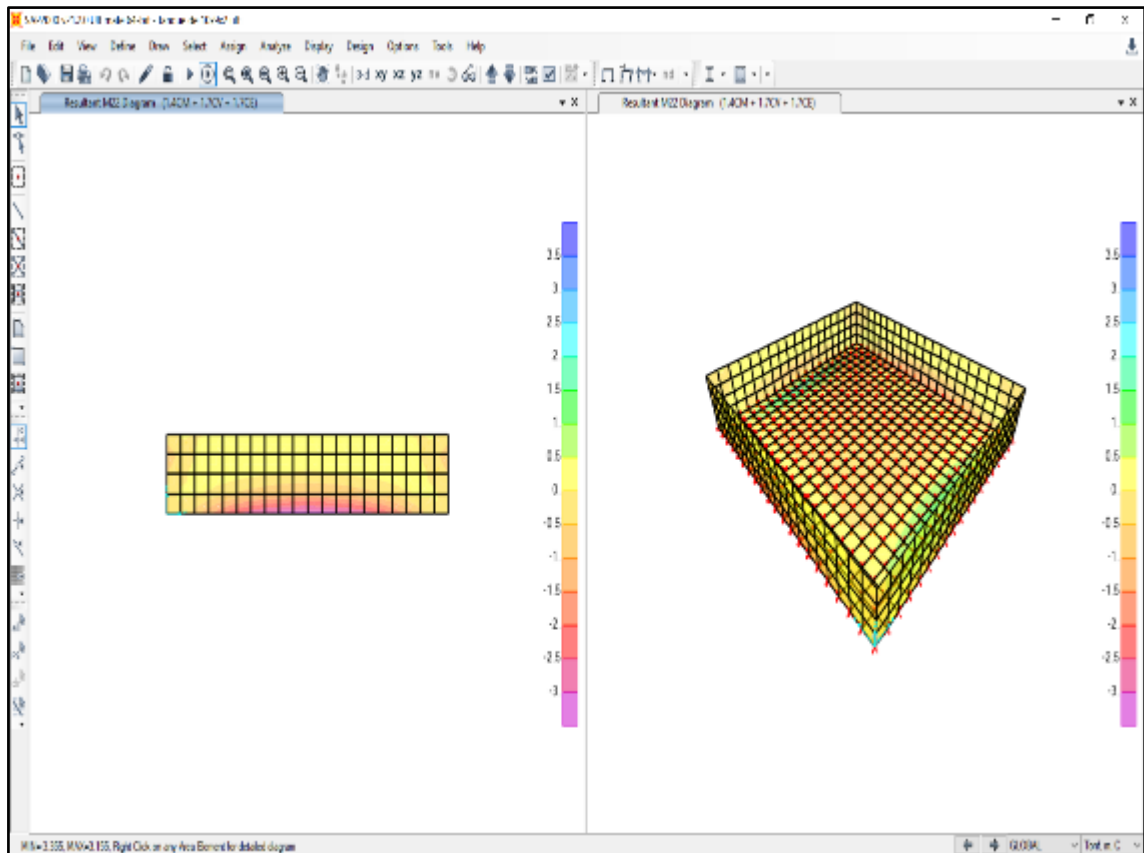
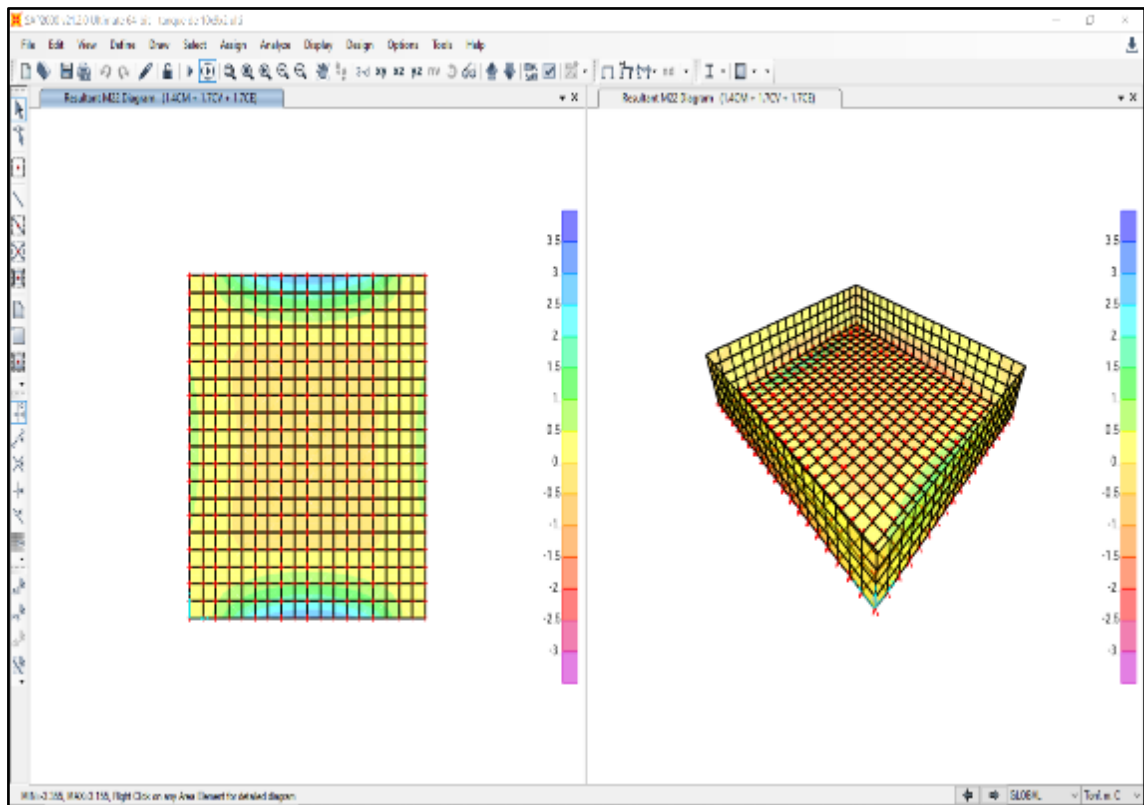
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

MOMENTOS EN EL EJE X



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

MOMENTOS EN EL EJE Y



Anexo 9: Modelamiento y Simulaciones 3D del Sistema

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

Sistema de captación de agua pluvial en el pabellón “I”



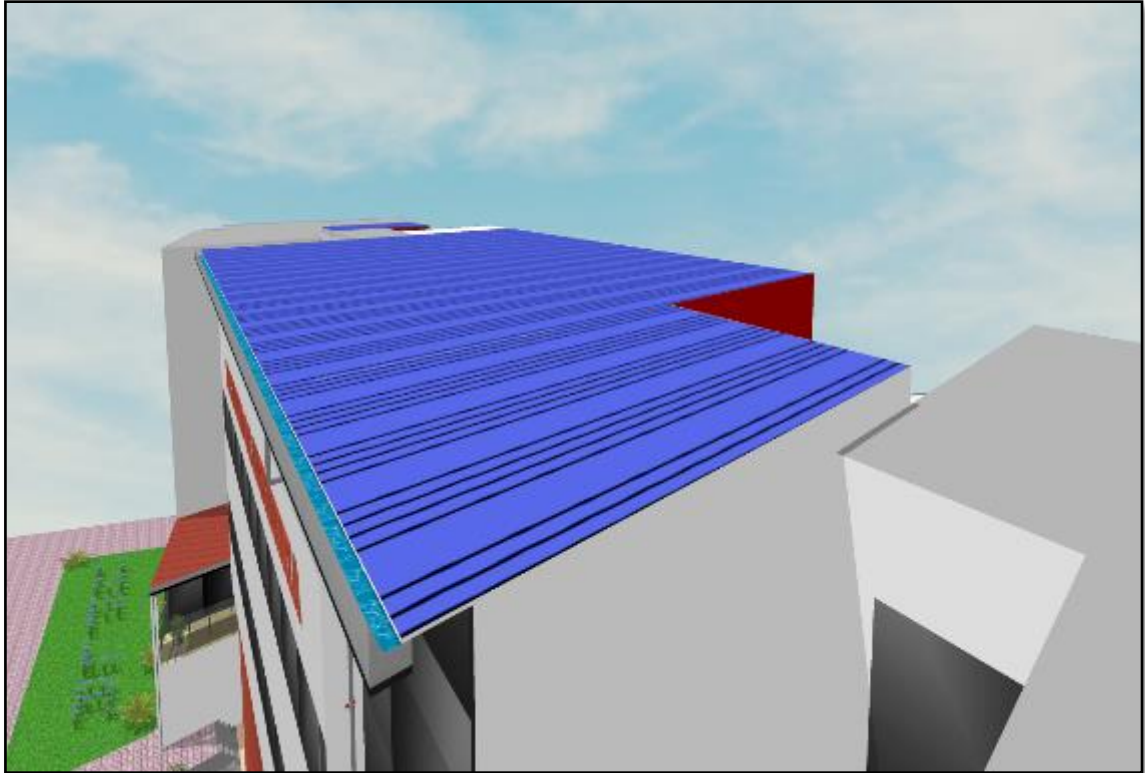
Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes y los sistemas de captación modelados en 3D. El Pabellón “I” tiene dos áreas de captación del tipo con cubierta, el área central del pabellón y el área del techo de la Oficina de Decanatura.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



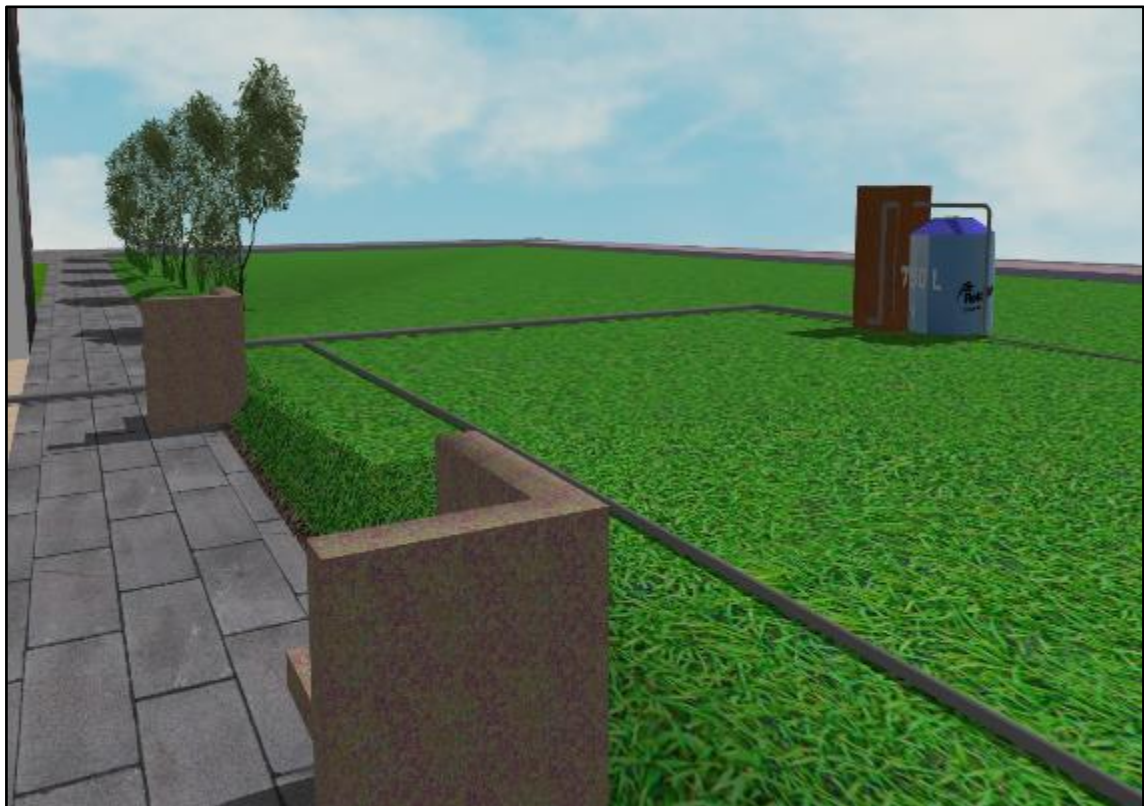
La captación empieza desde el techo de la Oficina de Decanatura hacia las canaletas. La canaleta es unida por un sistema de tuberías las cuales por medio de las bajantes se unen hacia la red propuesta.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



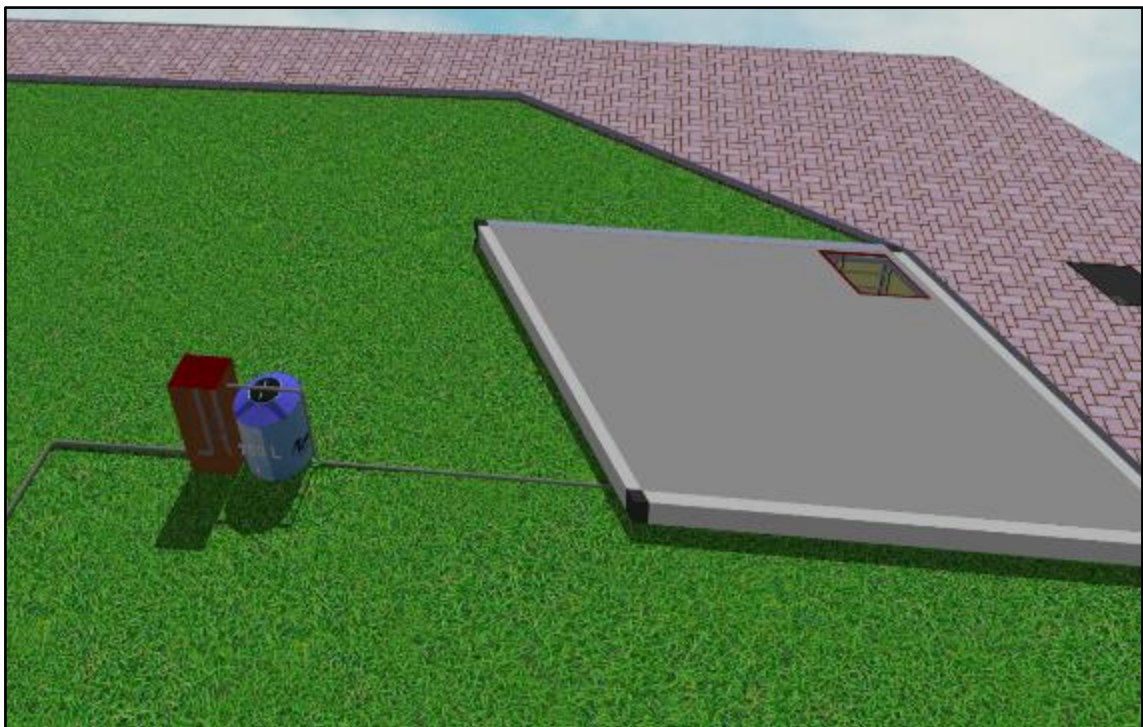
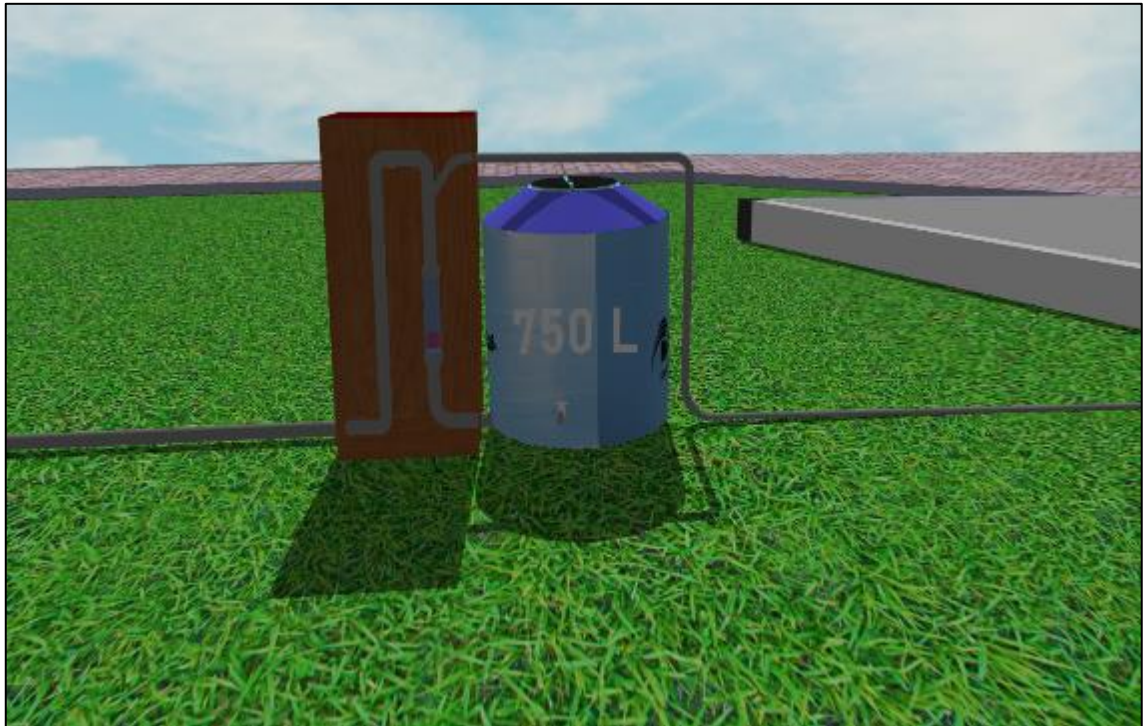
La segunda captación del pabellón “1” cuenta con mayor área, siendo captada desde el techo central y recolectándose en las canaletas. Por medio de las bajantes y un sistema de tuberías direccionan toda el agua recolectada hacia la red propuesta.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



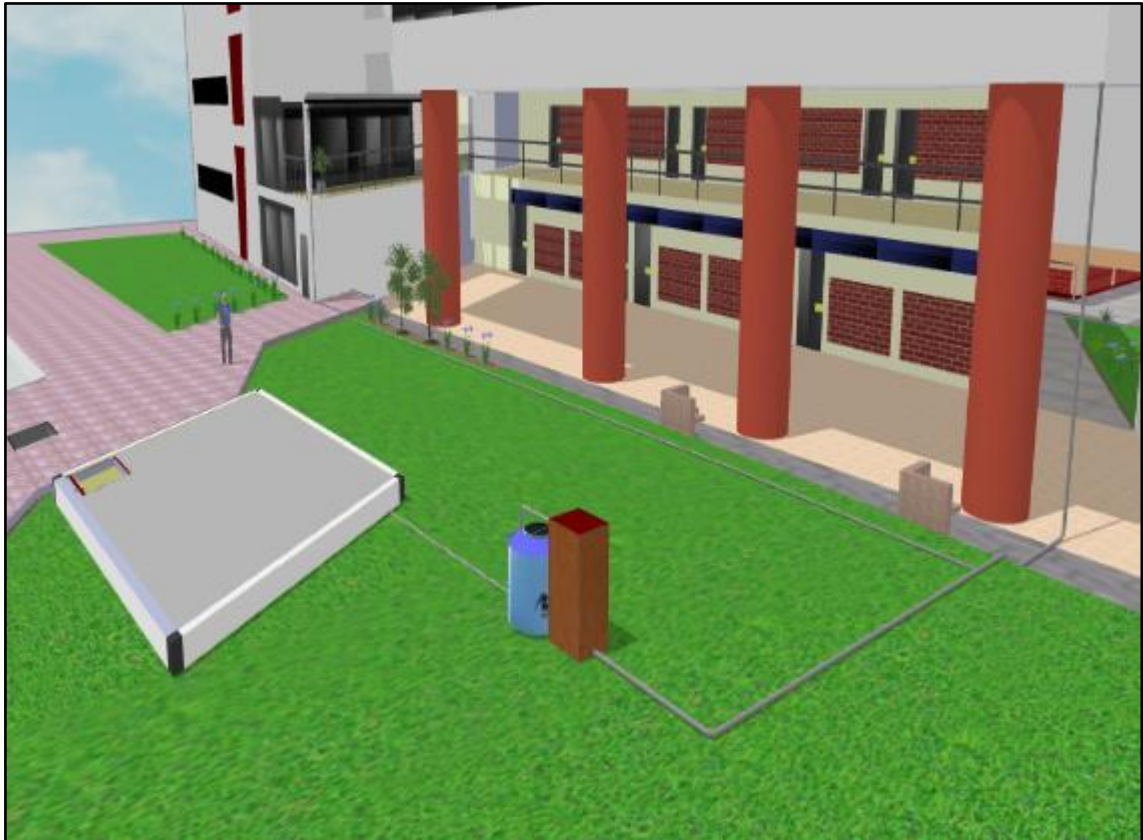
Ambas captaciones se juntan por medio de las redes de tuberías para luego pasar al interceptor de primeras aguas.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



La función del interceptor de primeras aguas es almacenar el agua turbia proveniente de los primeros minutos de lluvia en la cual consta de 2 etapas, la primera se encarga de dejar pasar el agua hacia el tanque de almacenamiento prefabricado hasta llenarse con la capacidad de 750 litros, la segunda por intermedio de una pelota o bola de jebes al estar lleno el tanque, interrumpe el paso del flujo desviándola el agua limpia hacia el tanque final

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



El tanque de almacenamiento propuesto es de 120 m³ semienterrado siendo las dimensiones de 8 m x 7.5m x 2m de alto.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Una vez alcanzada la capacidad de almacenamiento, el agua de lluvia sobrante es desalojada por un sistema de tuberías hacia el drenaje existente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

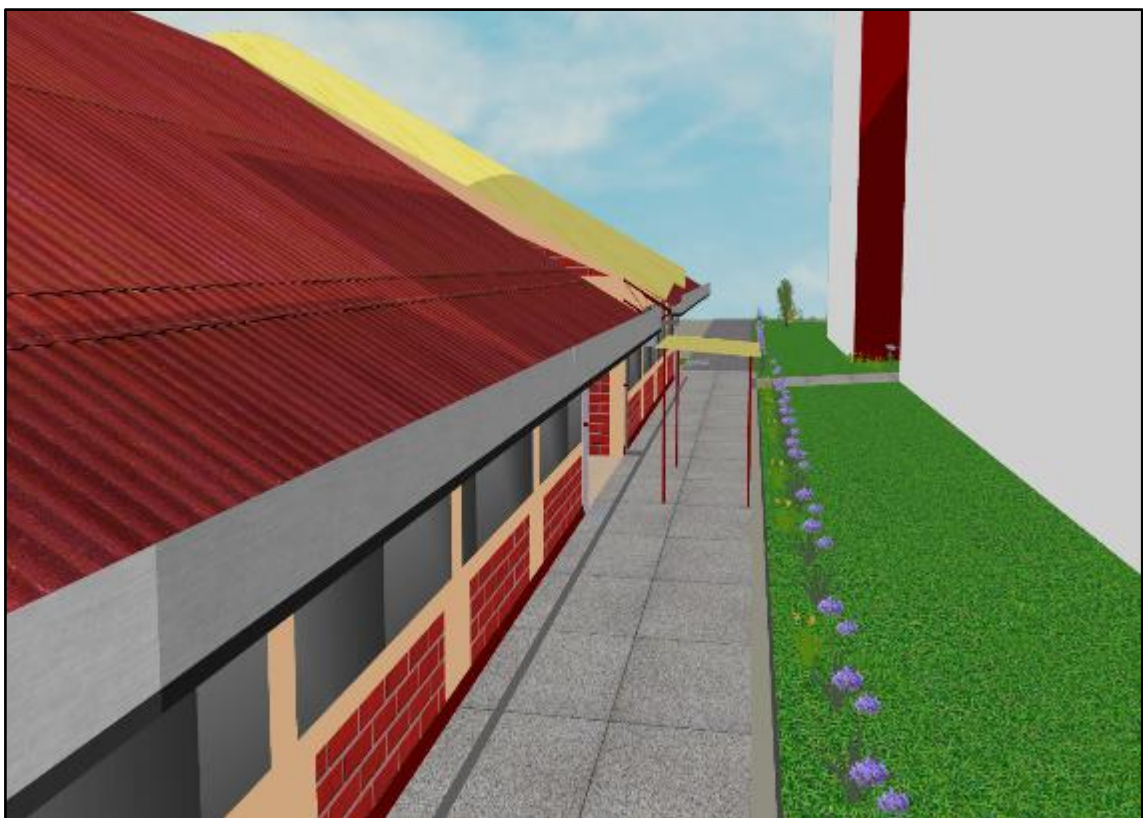
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

Sistema de captación de agua pluvial en el pabellón “J” y “K”



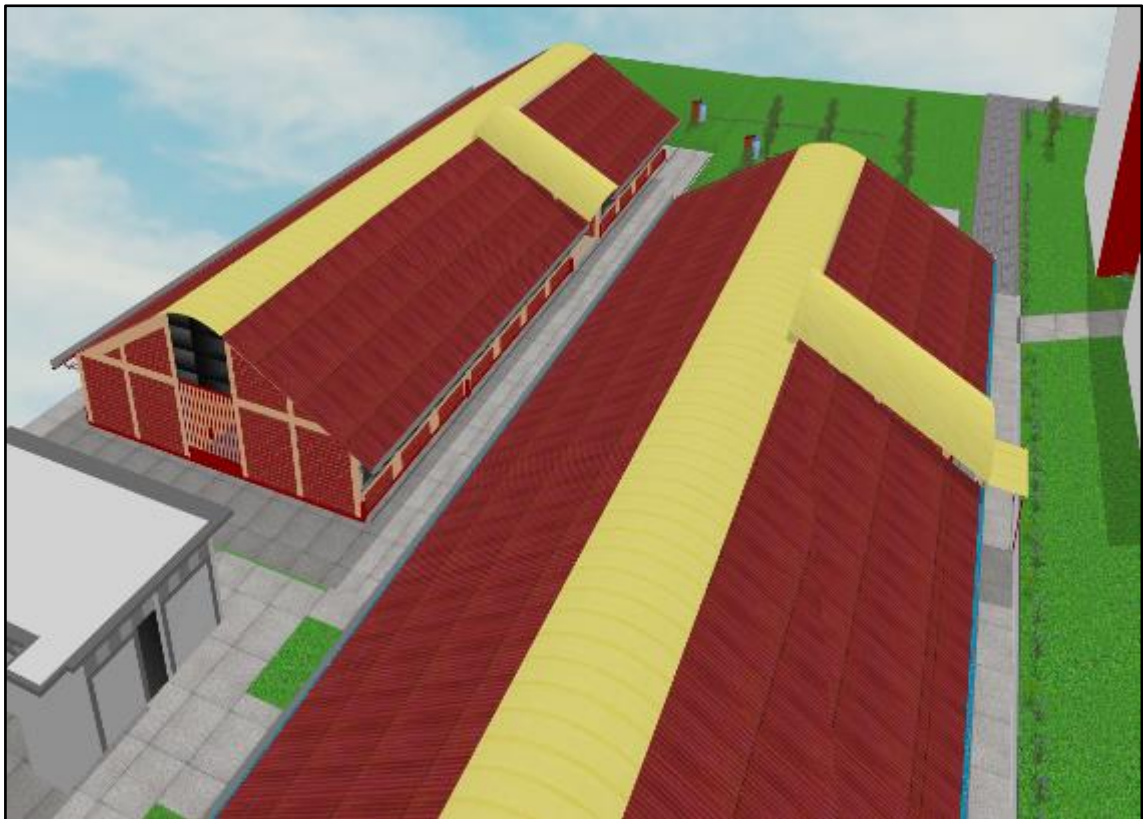
La otra parte de captación viene por el lado de los pabellones “J” y “K” siendo las de mayores áreas de captación en general con 1234 m² cada uno.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



De igual forma el agua de lluvia captada en los sistemas de canaletas son recolectados mediante sistemas de tuberías.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



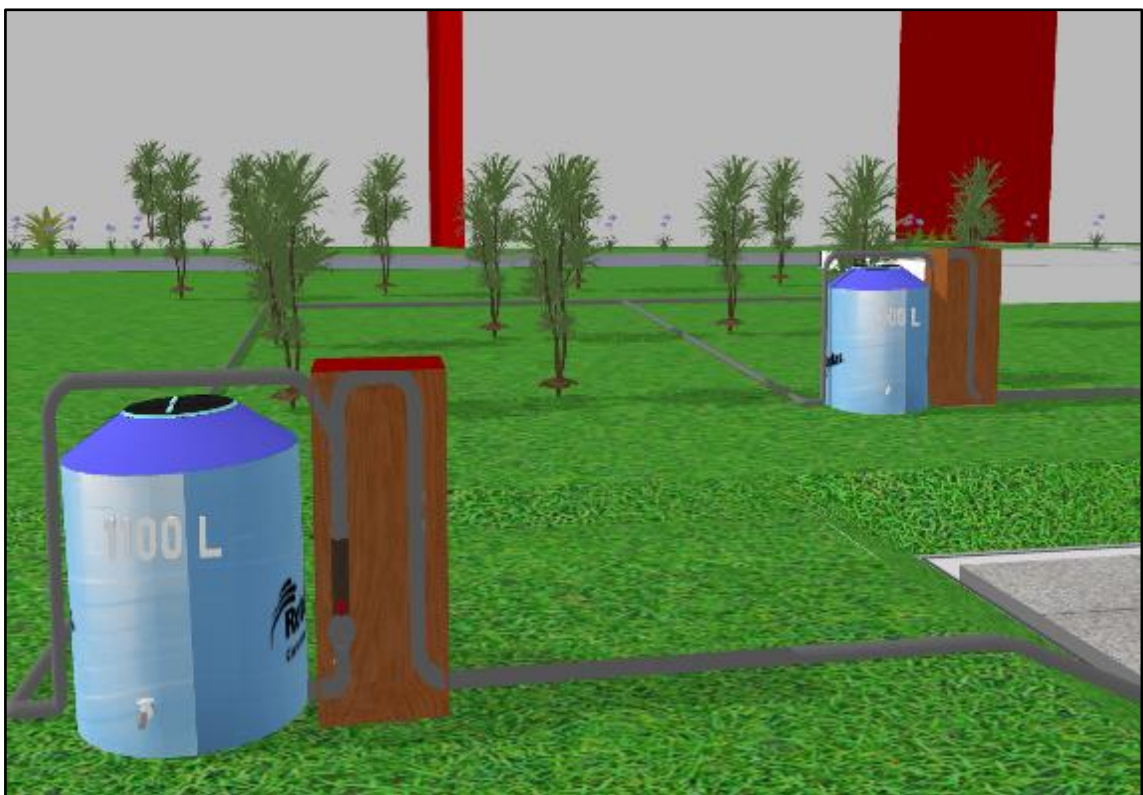
La particularidad en estos pabellones está en que sus techos están configurados a dos aguas, las cuales cada parte cuenta con sus canaletas y la red donde se juntara toda el agua recolectada.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



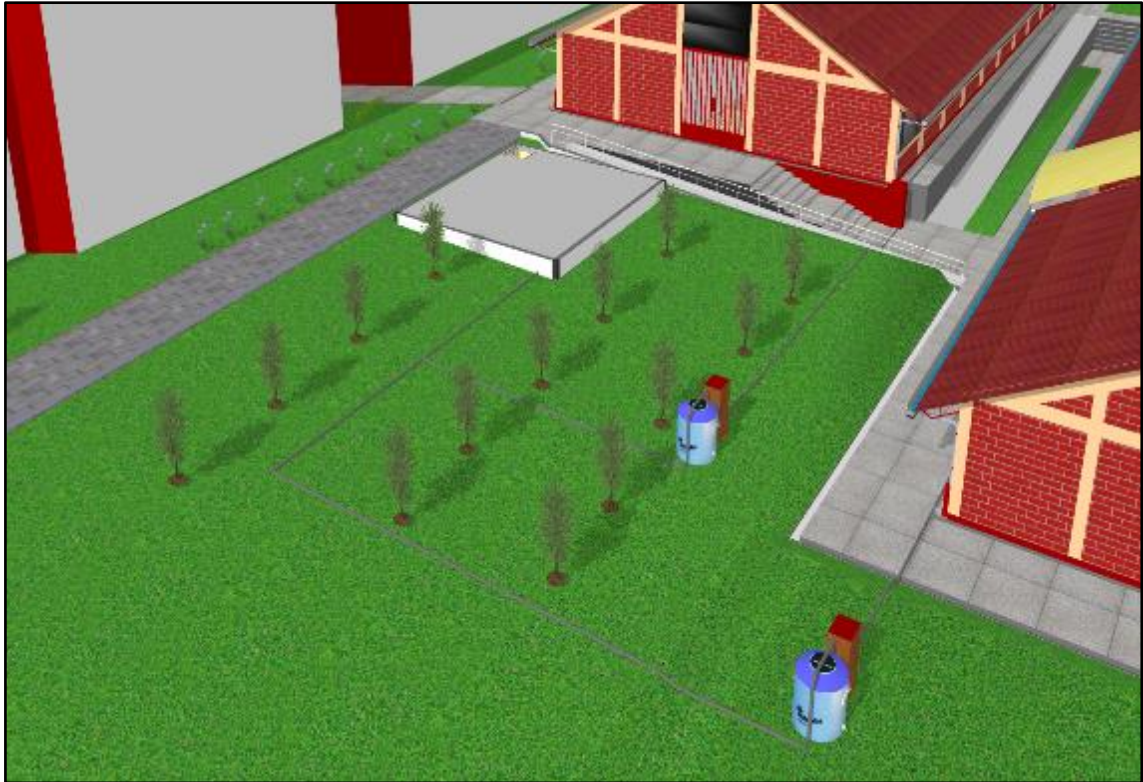
Tanto el agua de lluvia captada del pabellón “J” y “K” pasan por un sistema interceptor de primeras aguas, las cuales del mismo modo evitan el paso del agua turbia hacia el tanque final.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Al tener mayor área de captación, se tiene un mayor dimensionamiento en el sistema interceptor de primeras aguas siendo 1100 litros la capacidad a retener, con la que puede ser usada en el riego.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Después de pasar el agua de lluvia por el sistema interceptor de primeras aguas, éstas son depositadas hacia el tanque de disposición final con capacidad de 180 m³ semienterrado, con dimensiones de 9m x 10m x 2m de alto

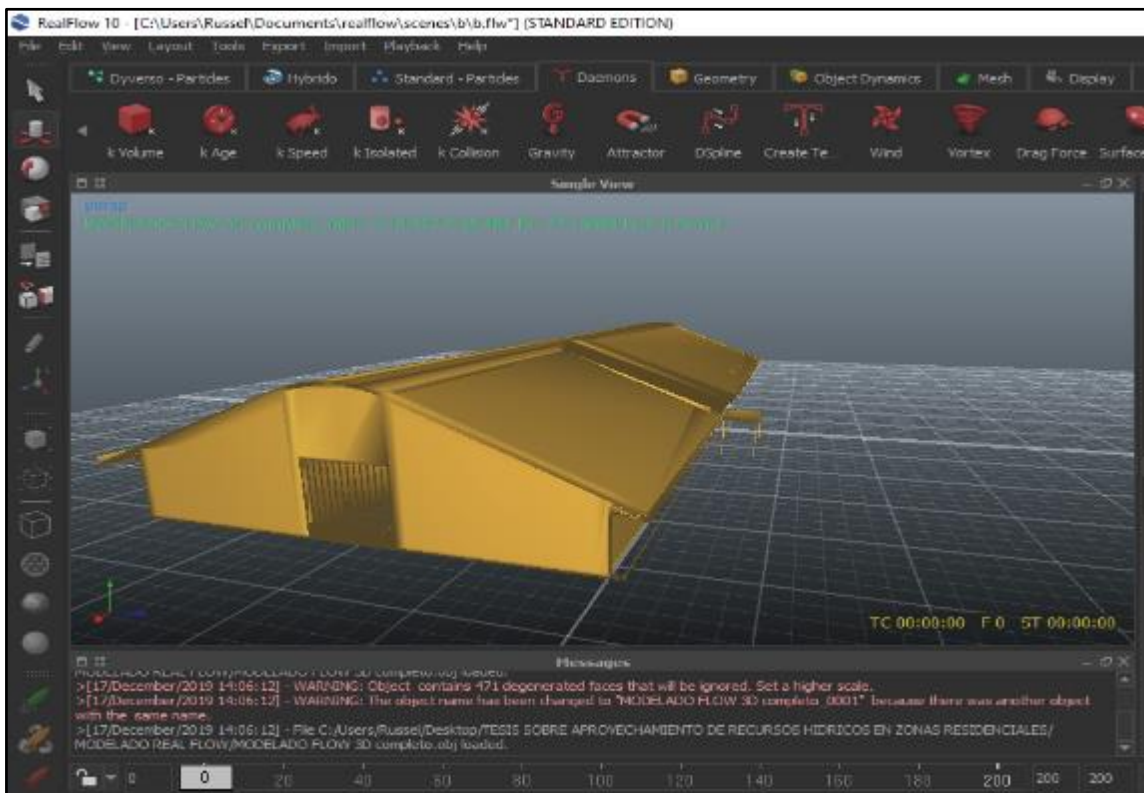
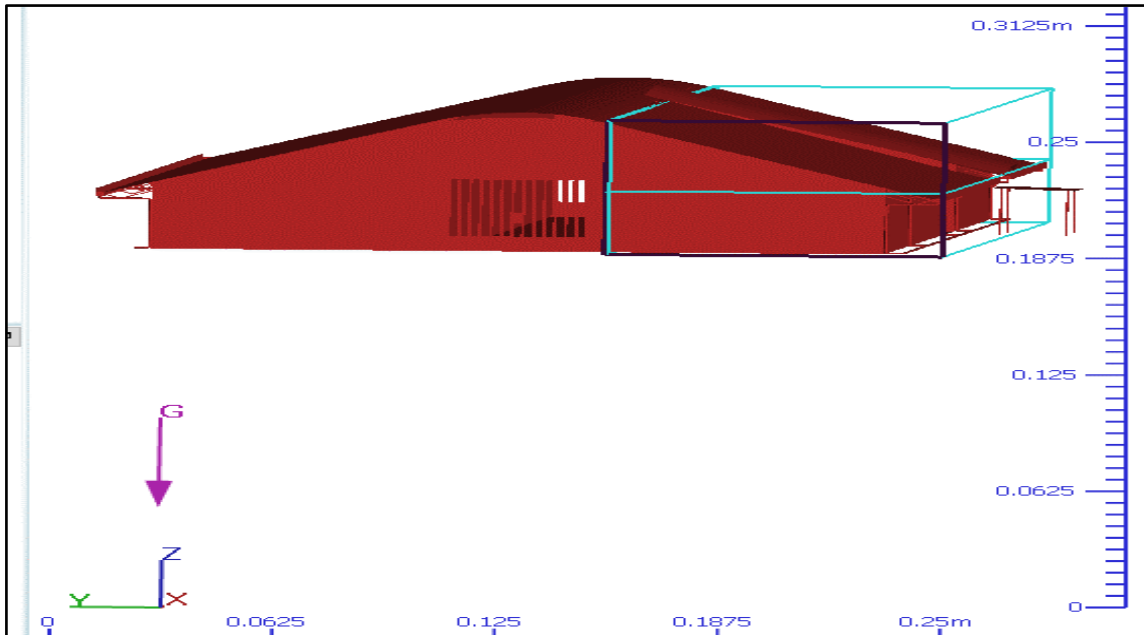
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



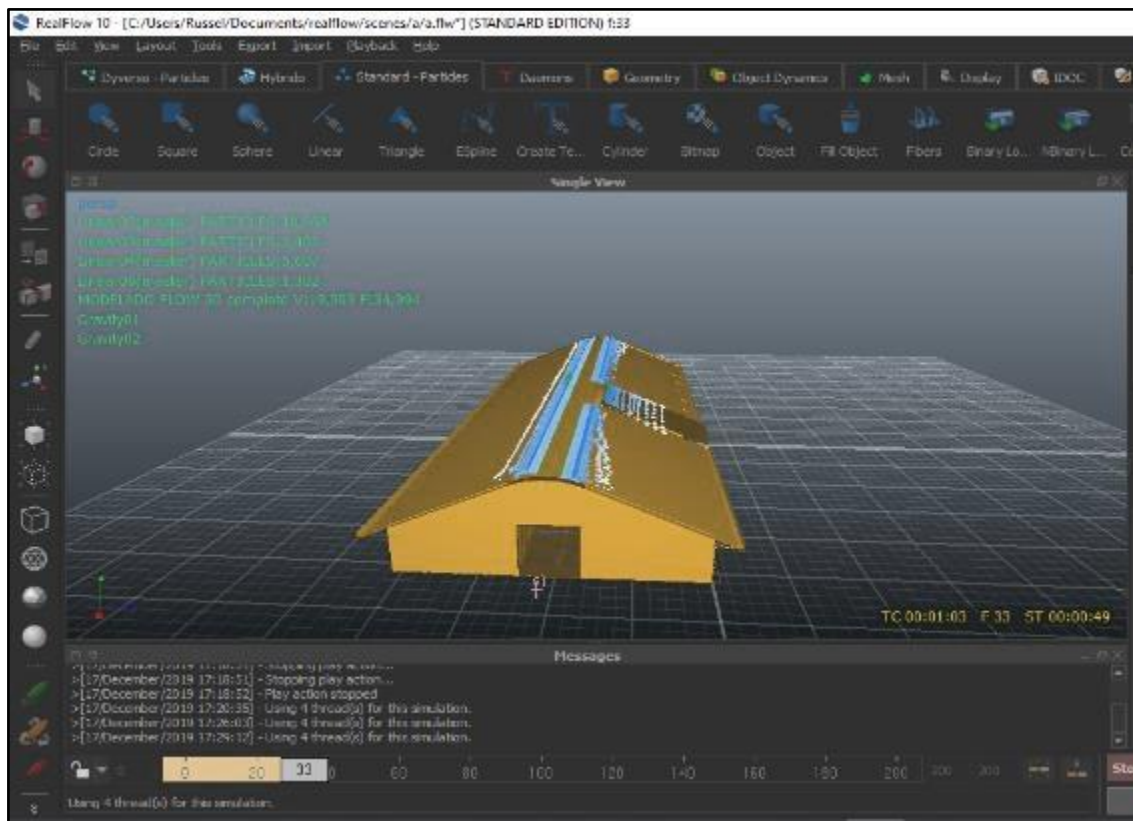
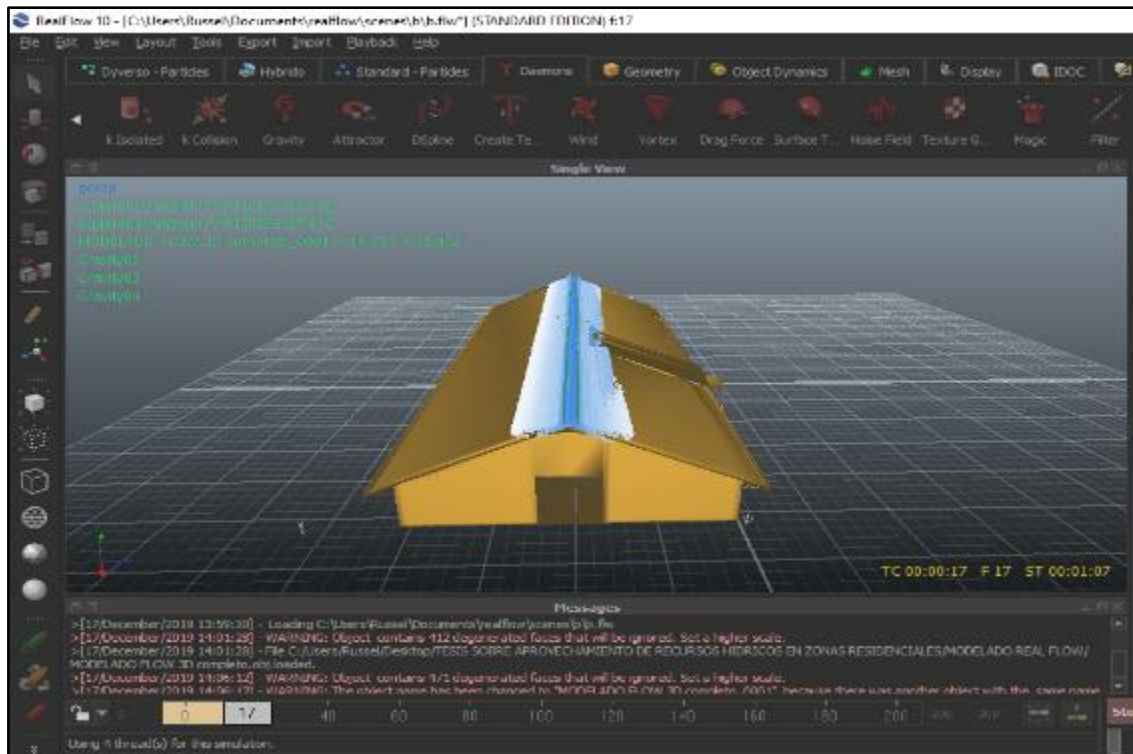
Los volúmenes almacenados en los tanques de 120 m³ y 180 m³ serán dispuestos en actividades que no requieran del uso del agua potable en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, como son, la descarga de inodoros, limpieza de las instalaciones y el riego de áreas verdes en meses de baja o nula precipitación.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

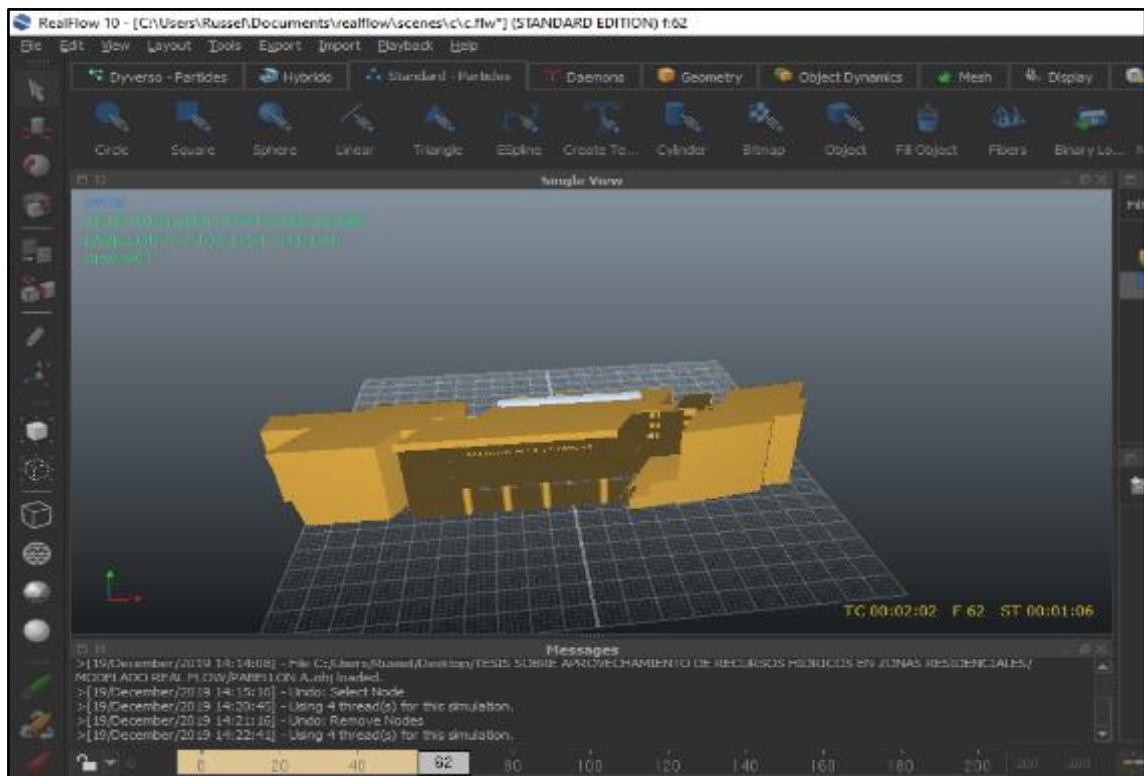
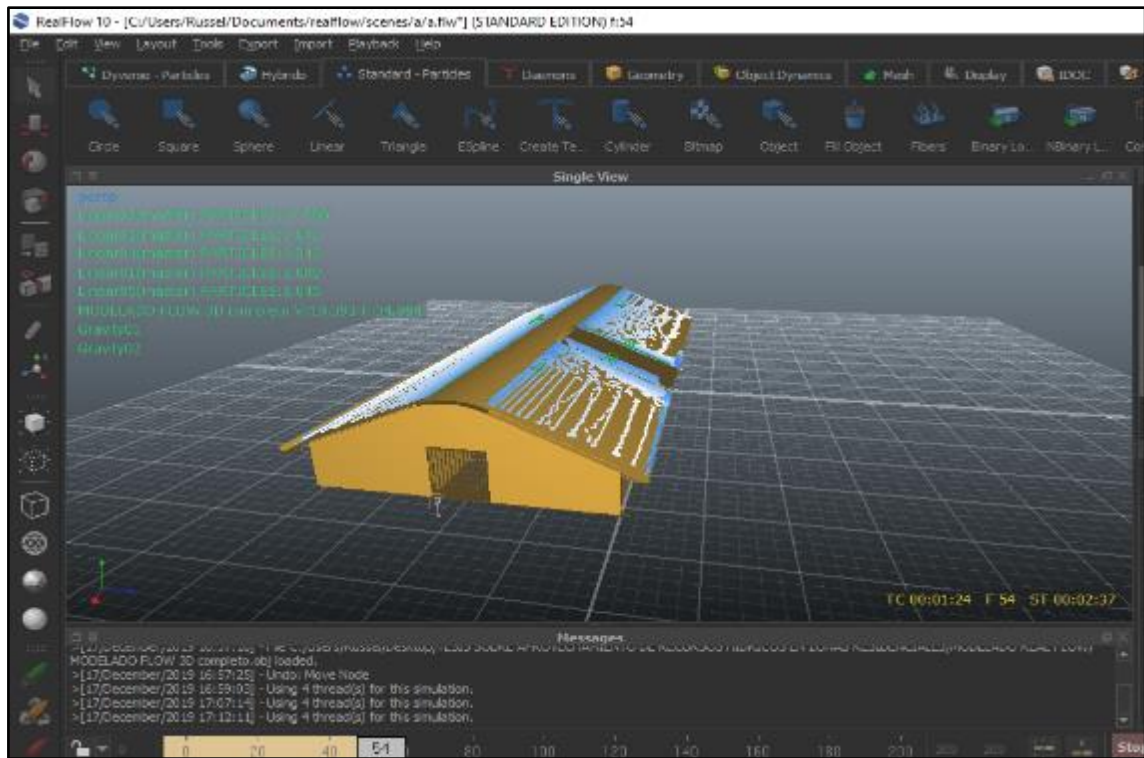
Simulación del comportamiento del agua de lluvia en Real Flow



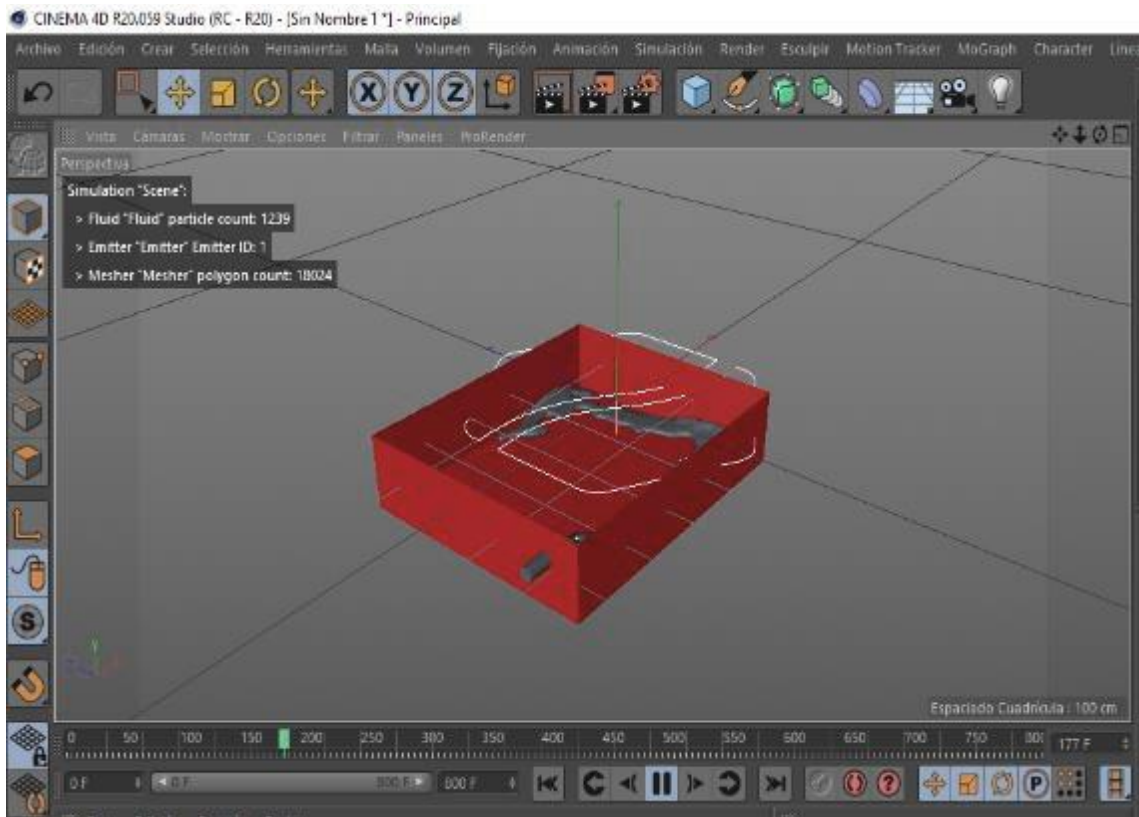
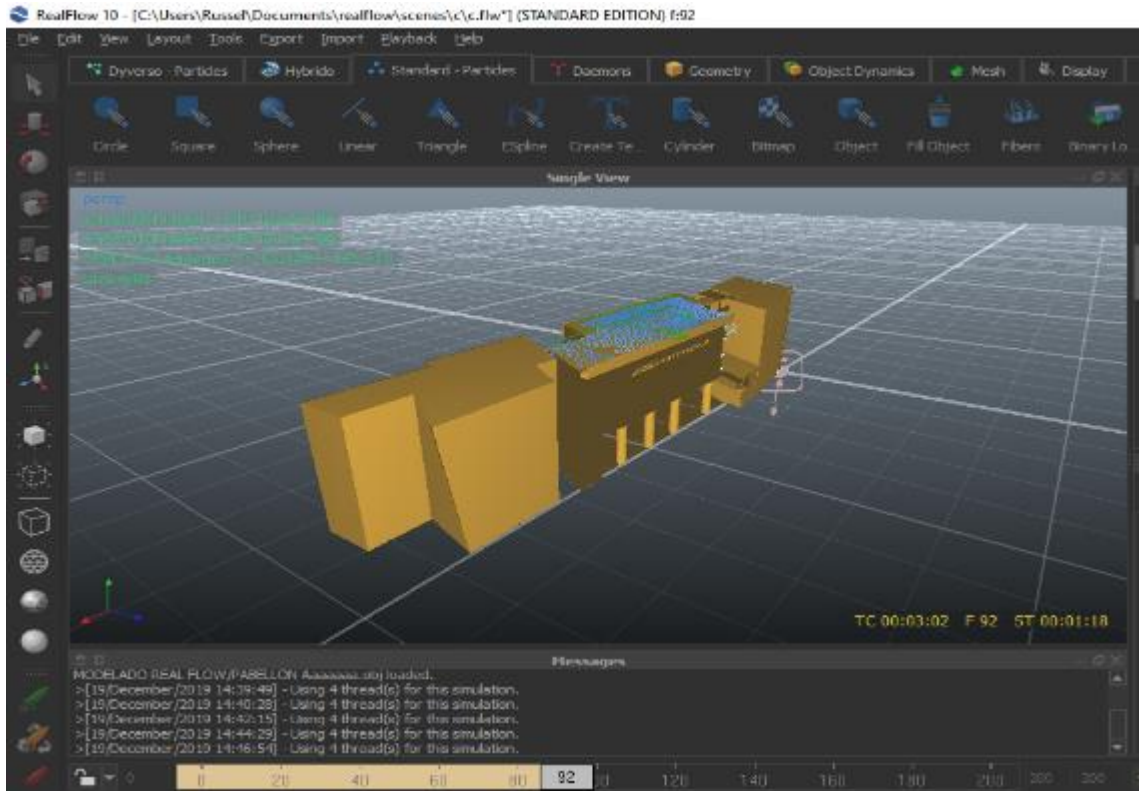
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



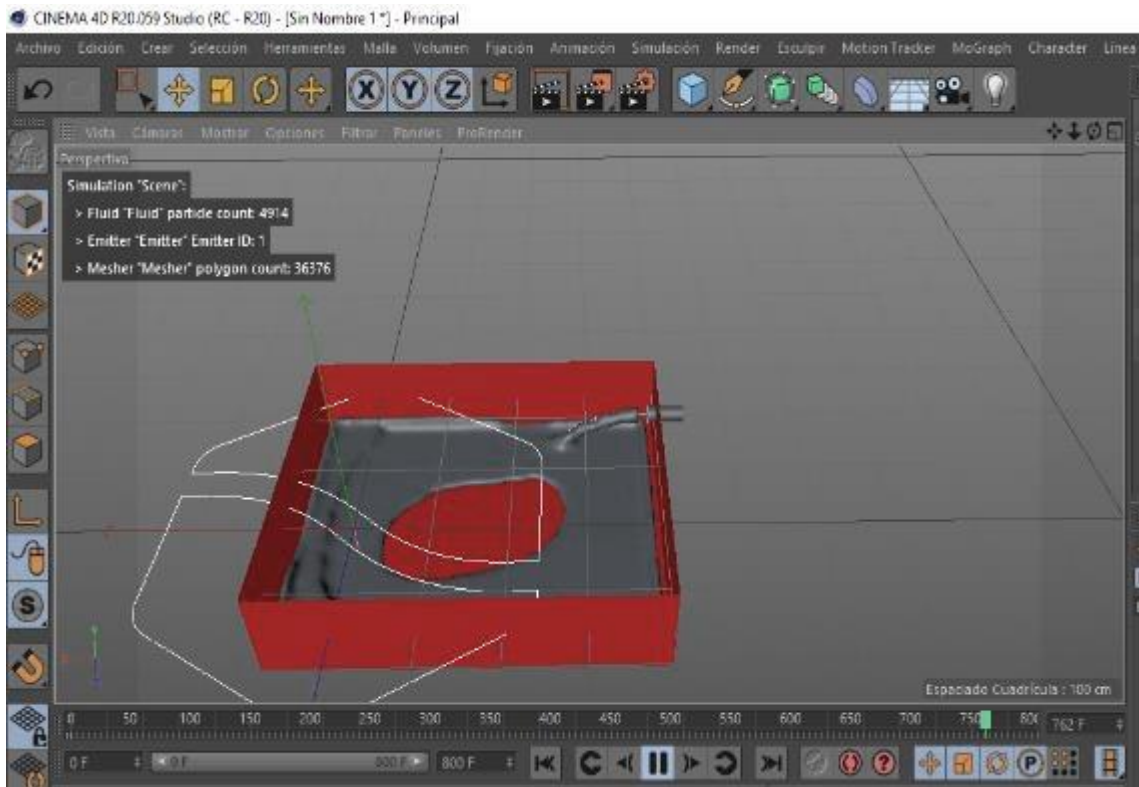
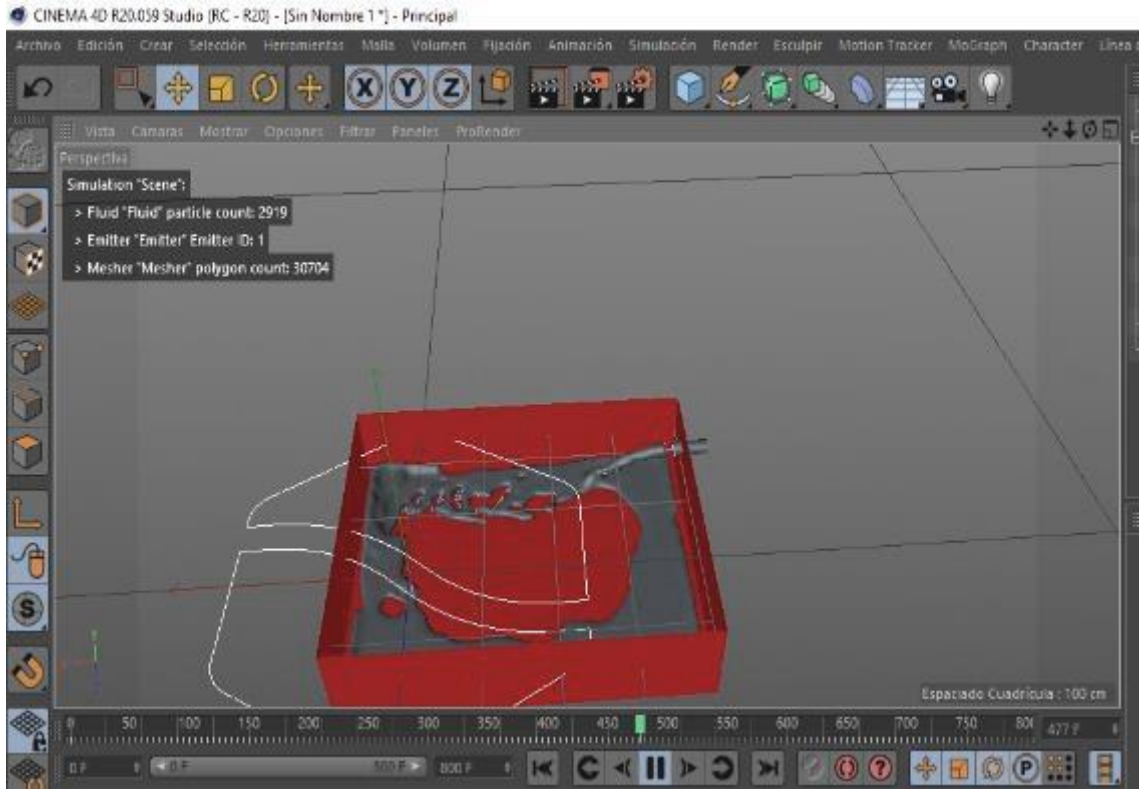
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



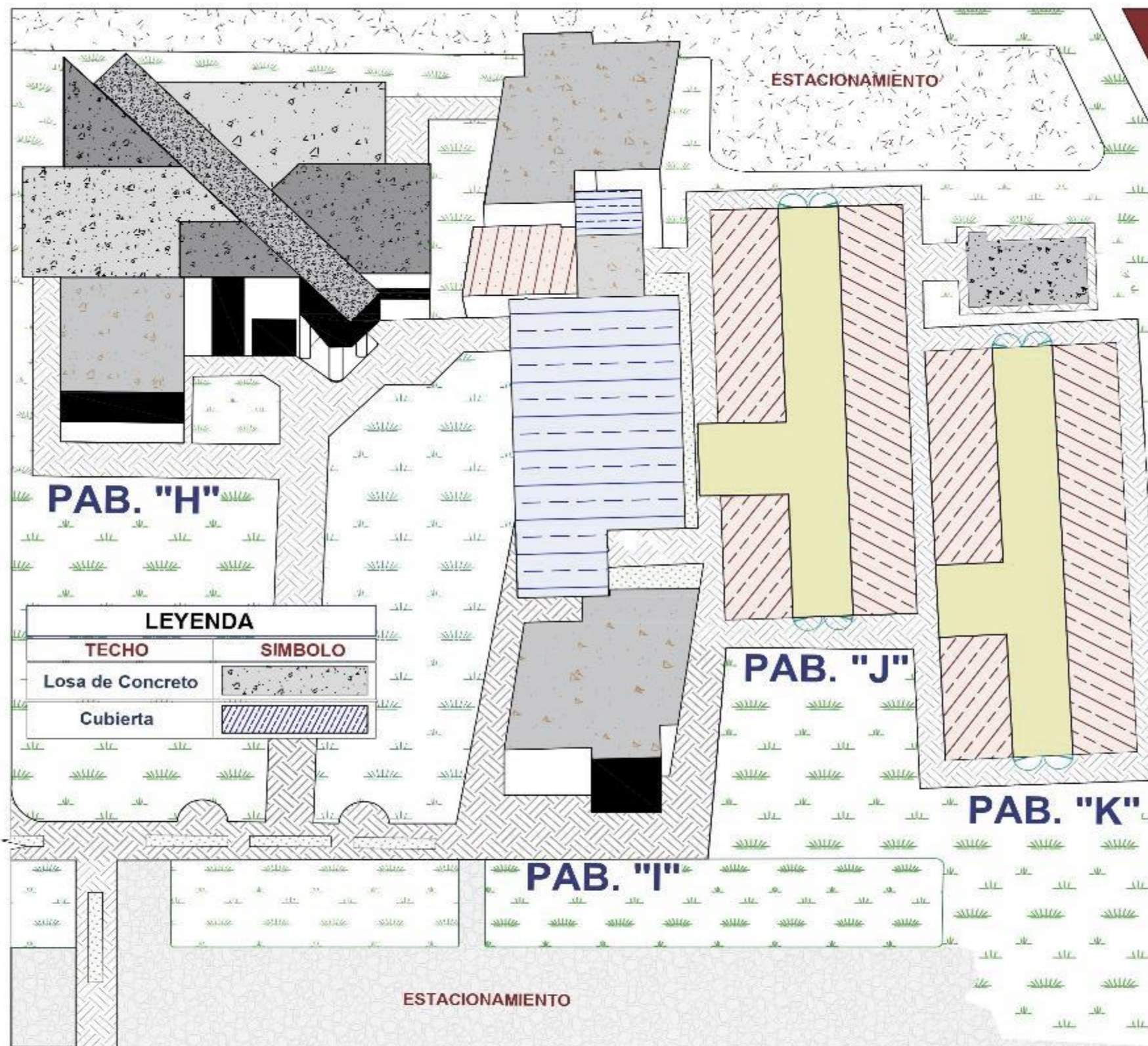
Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Anexo 10: Planos de la Investigación

Los techos con cubiertas serán considerados como áreas de captación de agua pluvial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, cuentan con la instalación de un sistema de canaletas las cuales serán destinadas al sistema recolector de primeras aguas para luego su disposición al tanque de almacenamiento.

FACULTAD DE INGENIERÍA



ÁREA DE CAPTACIÓN	
Pabellón "H"	= 1,392.43 m ²
Pabellón "I"	= 1,649.49 m ²
Pabellón "J"	= 1,234.33 m ²
Pabellón "K"	= 1,234.33 m ²

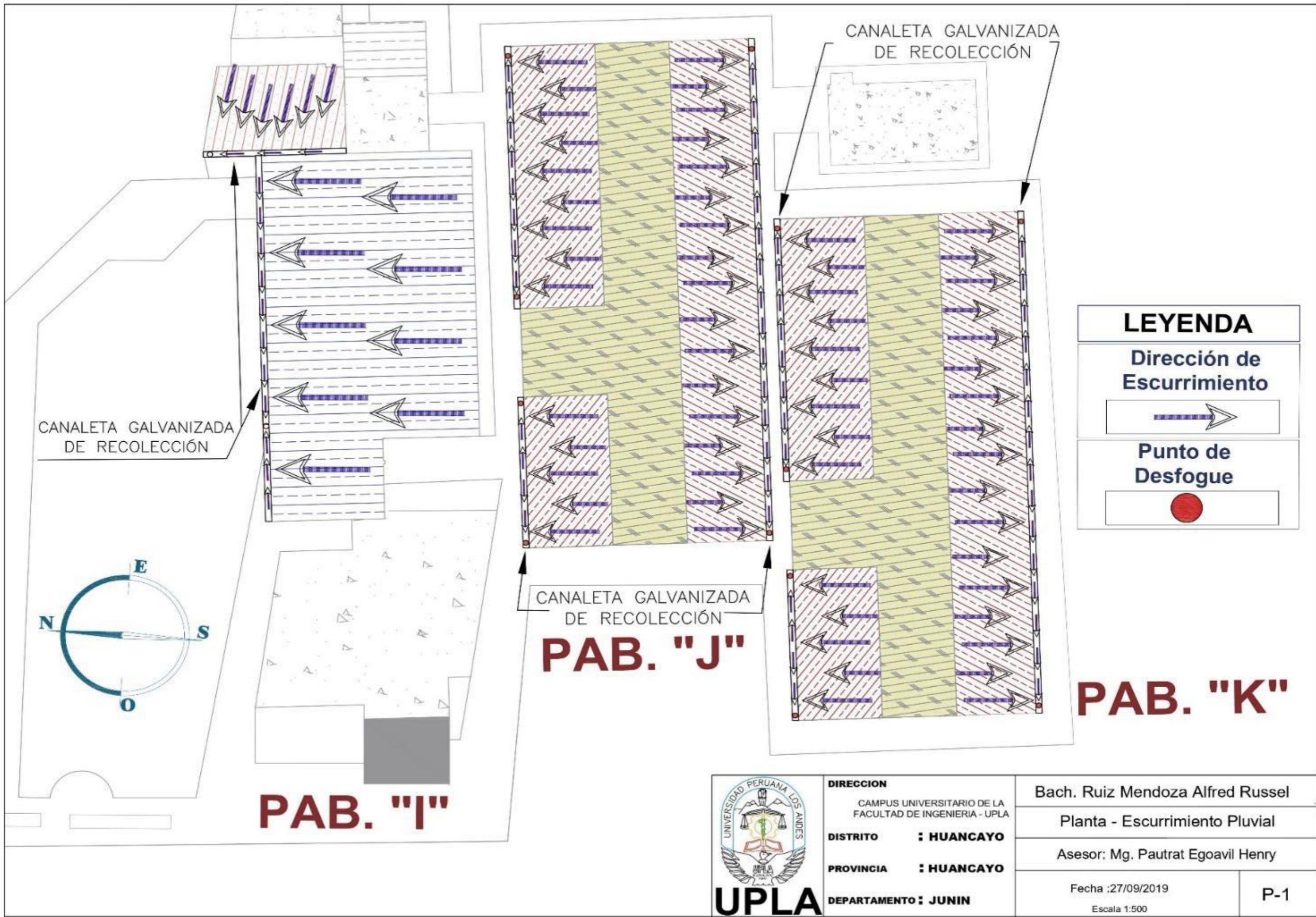
ÁREAS CON TECHO TIPO LOSA	
Pabellón "H"	= 1,392.43 m ²
Pabellón "I"	= 801.20 m ²
Pabellón "K"	= 126.74 m ²
Área Total	= 2,320.37 m ²

ÁREAS CON TECHO TIPO CUBIERTA	
Pabellón "I"	= 848.29 m ²
Pabellón "J"	= 1,234.33 m ²
Pabellón "K"	= 1,234.32 m ²
Área Total	= 3,316.94 m ²



DIRECCION
 CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA - UPLA
DISTRITO : HUANCAYO
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNIN

Bach. Ruiz Mendoza Alfred Russel
 Planta General - Áreas de Captación
 Asesor: Mg. Pautrat Egoavil Henry
 Fecha :27/09/2019
 Escala 1:750
 PG-1



LEYENDA

Dirección de Esgurrimento

Punto de Desfogue



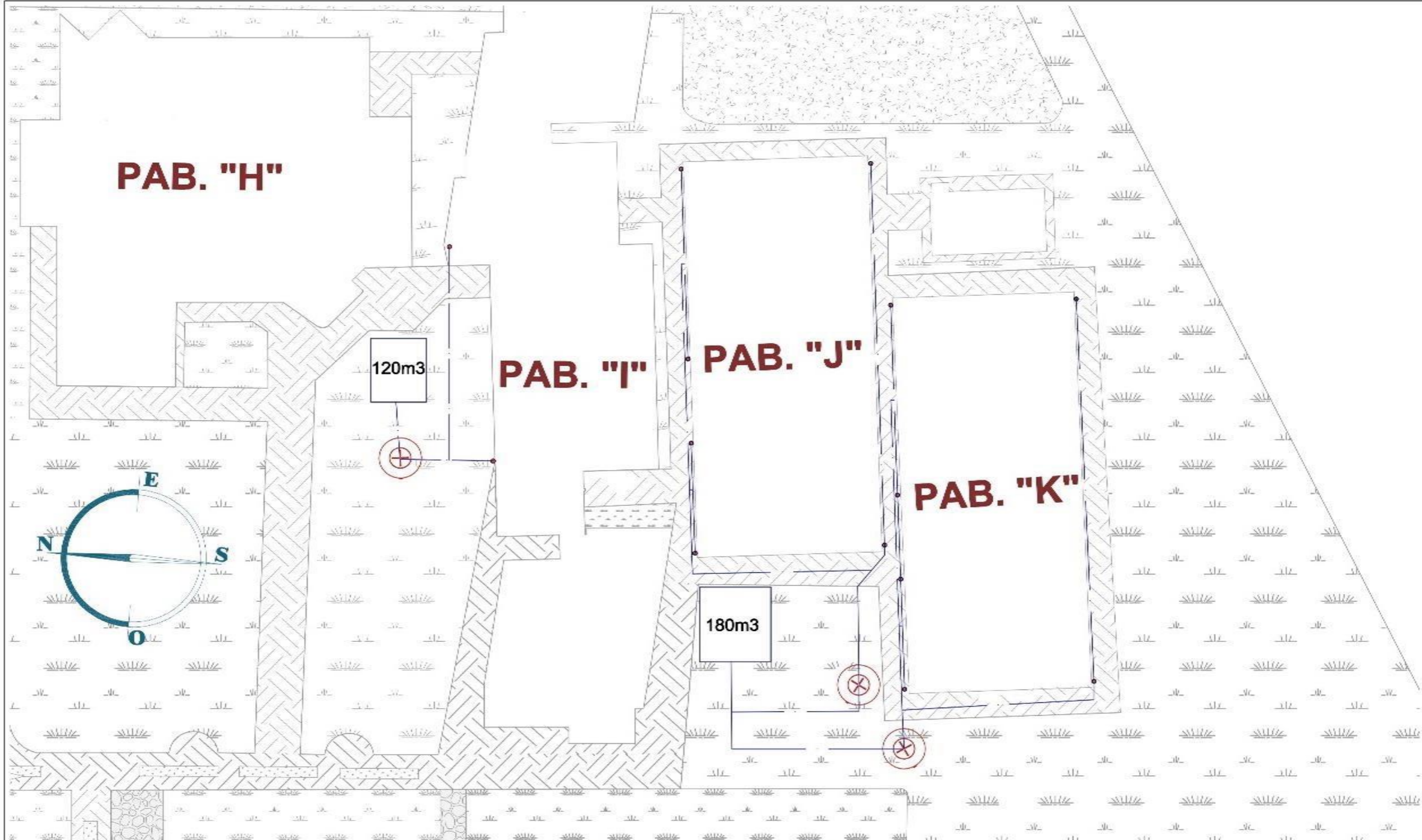
DIRECCION
 CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA - UPLA

DISTRITO : HUANCAYO

PROVINCIA : HUANCAYO

DEPARTAMENTO : JUNIN

Bach. Ruiz Mendoza Alfred Russel	
Planta - Esgurrimento Pluvial	
Asesor: Mg. Pautrat Egoavil Henry	
Fecha :27/09/2019	P-1
Escala 1:500	



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
Red de Agua de Lluvia	
Sistema Interceptor de Primeras Aguas	
Tanque Enterrado de Almacenamiento	



DIRECCION
 CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA - UPLA

DISTRITO : HUANCAYO

PROVINCIA : HUANCAYO

DEPARTAMENTO : JUNIN

Bach. Ruiz Mendoza Alfred Russel

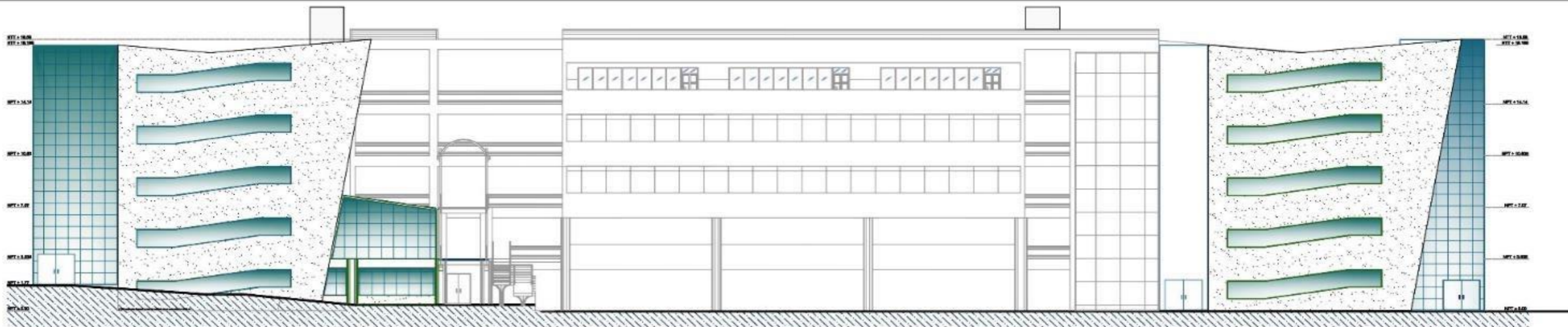
Planta - Red de Agua Pluvial

Asesor: Mg. Pautrat Egoavil Henry

Fecha :27/09/2019

Escala 1:700

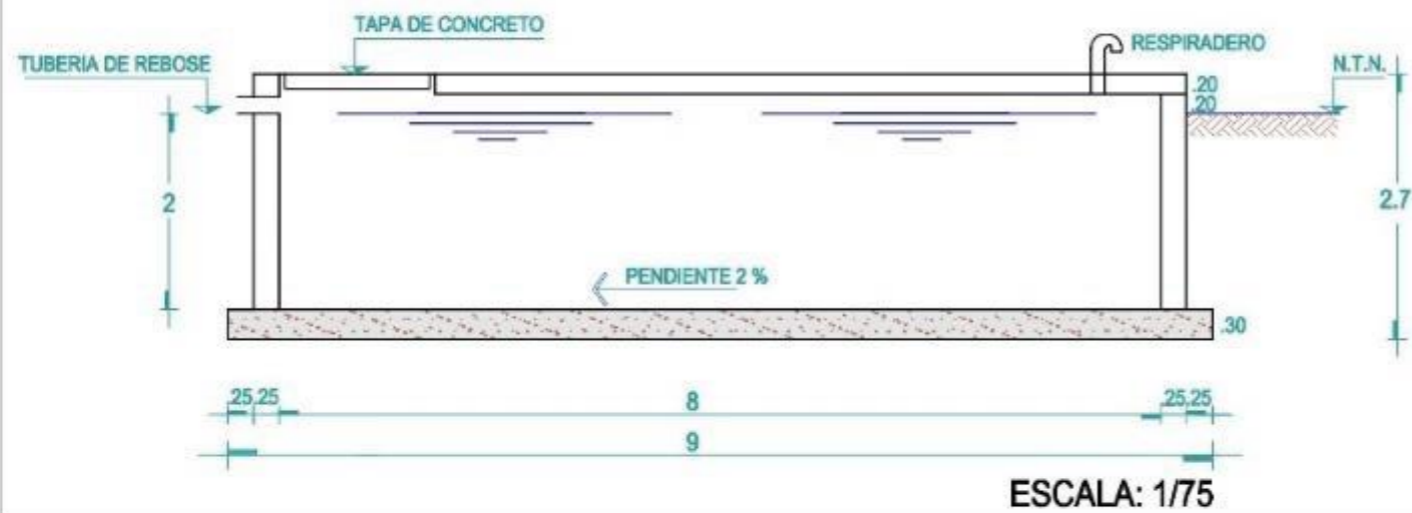
P-2



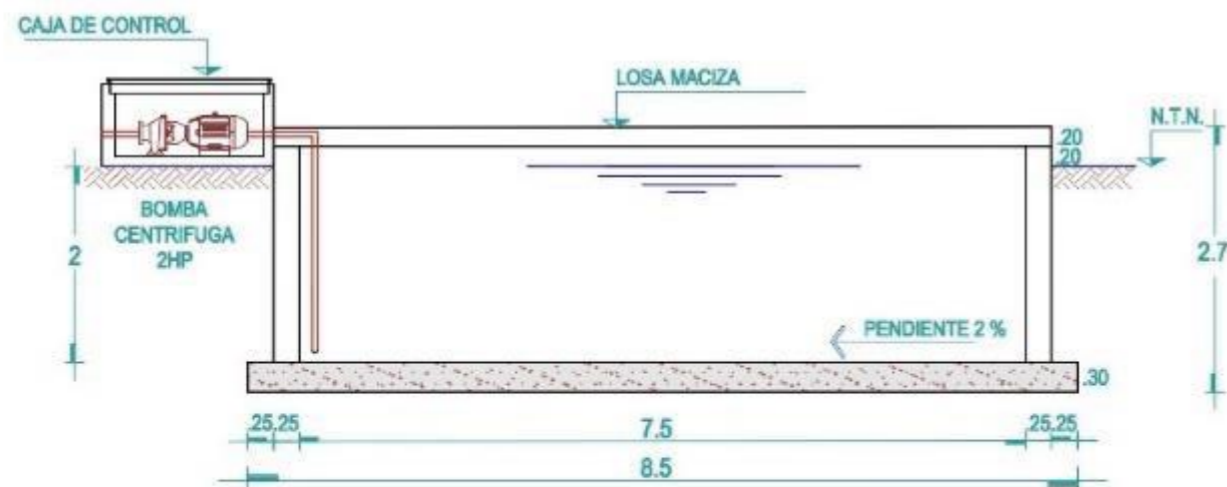
ESCALA: 1/250

SECCION PABELLON "I"

TANQUE 120.00 M3



ESCALA: 1/75



ESCALA: 1/75



LA FUNCION DEL TANQUE INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS, ES LA DE RECOLECTAR EL AGUA DE LLUVIA QUE LIMPIA EL TECHO EN LOS PRIMEROS MINUTOS DE LLUVIA.

CUANDO EL TANQUE INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS SE LLENE, EL AGUA REGRESA HACIENDO QUE LA BOLA DE JEBE O TECNOPOR SUBA Y TAPE LA ENTRADA, PERMITIENDO QUE EL AGUA CAMBIE DE DIRECCION Y SE DIRIJA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.



DIRECCION

CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA - UPLA

DISTRITO : HUANCAYO

PROVINCIA : HUANCAYO

DEPARTAMENTO : JUNIN

Bach. Ruiz Mendoza Alfred Russel

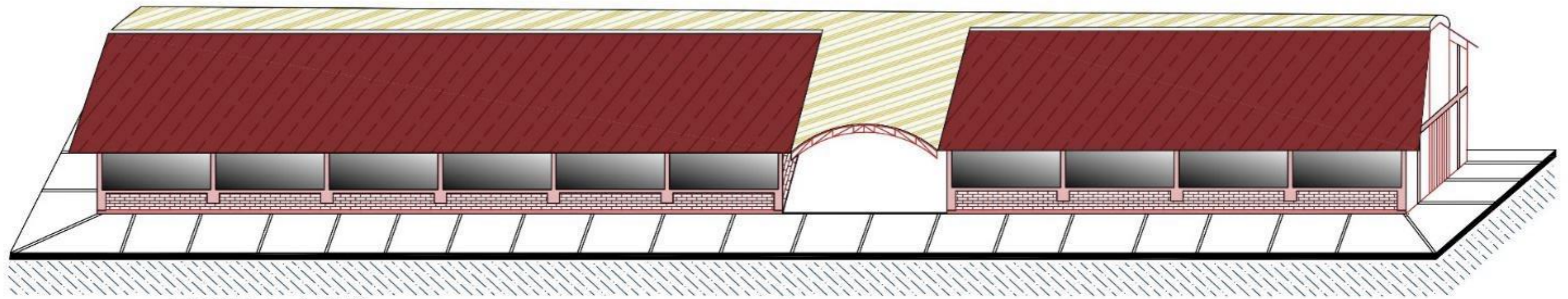
Elevacion-Tanque de Almacenamiento de 120 m3

Asesor: Mg. Pautrat Egoavil Henry

Fecha :27/09/2019

Escala: Indicada

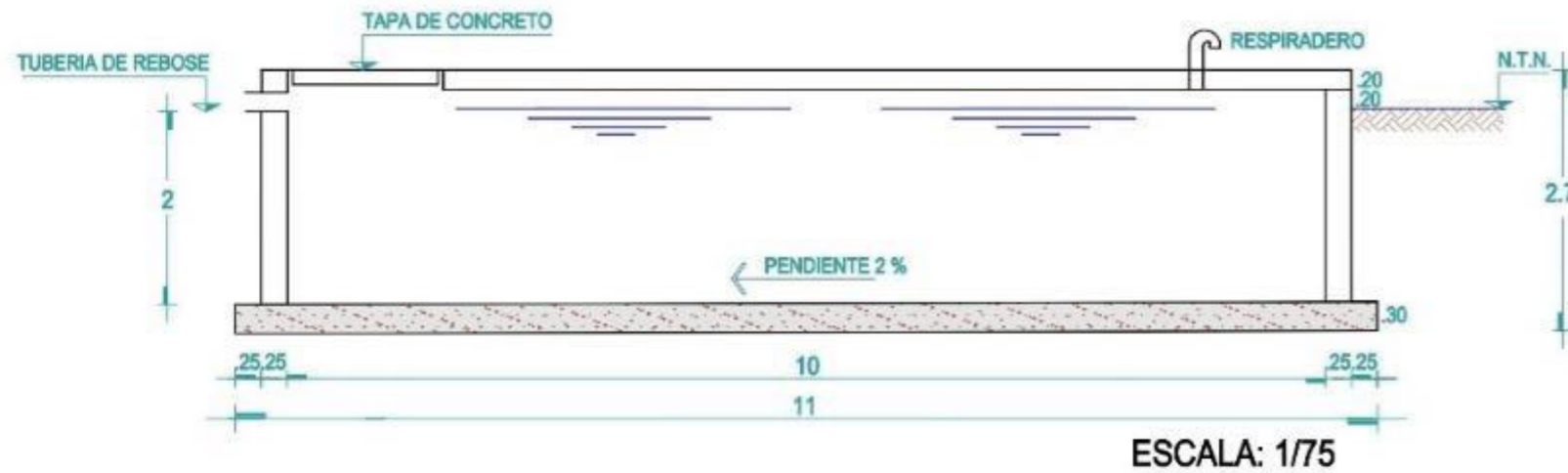
E-1



ESCALA: 1/150

SECCION TÍPICA PABELLON "J" & "K"

TANQUE 180.00 M3



ESCALA: 1/75

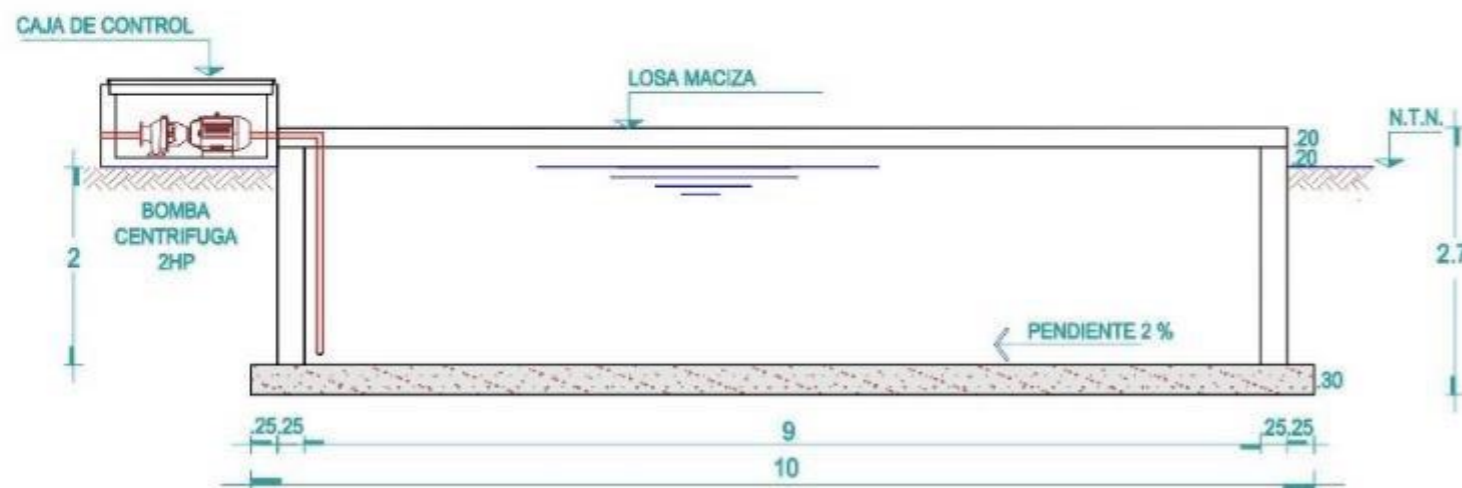


1100 Litros

INTERCEPTOR DE LAS PRIMERAS AGUAS
ESCALA: 1/100

LA FUNCION DEL TANQUE INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS, ES LA DE RECOLECTAR EL AGUA DE LLUVIA QUE LIMPIA EL TECHO EN LOS PRIMEROS MINUTOS DE LLUVIA.

CUANDO EL TANQUE INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS SE LLENE, EL AGUA REGRESA HACIENDO QUE LA BOLA DE JEBE O TECNOPOR SUBA Y TAPE LA ENTRADA, PERMITIENDO QUE EL AGUA CAMBIE DE DIRECCION Y SE DIRIJA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.



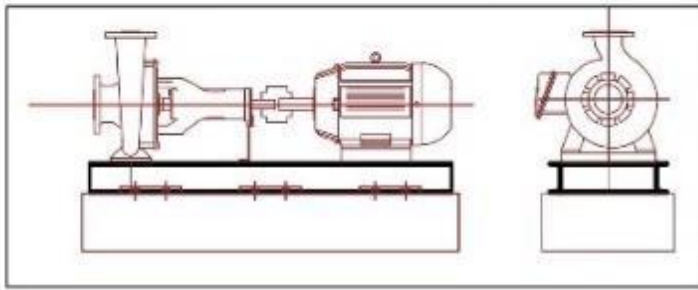
ESCALA: 1/75

	DIRECCION CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA - UPLA	Bach. Ruiz Mendoza Alfred Russel Elevacion-Tanque de Almacenamiento de 180 m3
	DISTRITO : HUANCAYO	Asesor: Mg. Pautrat Egoavil Henry
	PROVINCIA : HUANCAYO	Fecha :27/09/2019
	DEPARTAMENTO : JUNIN	Escala: Indicada

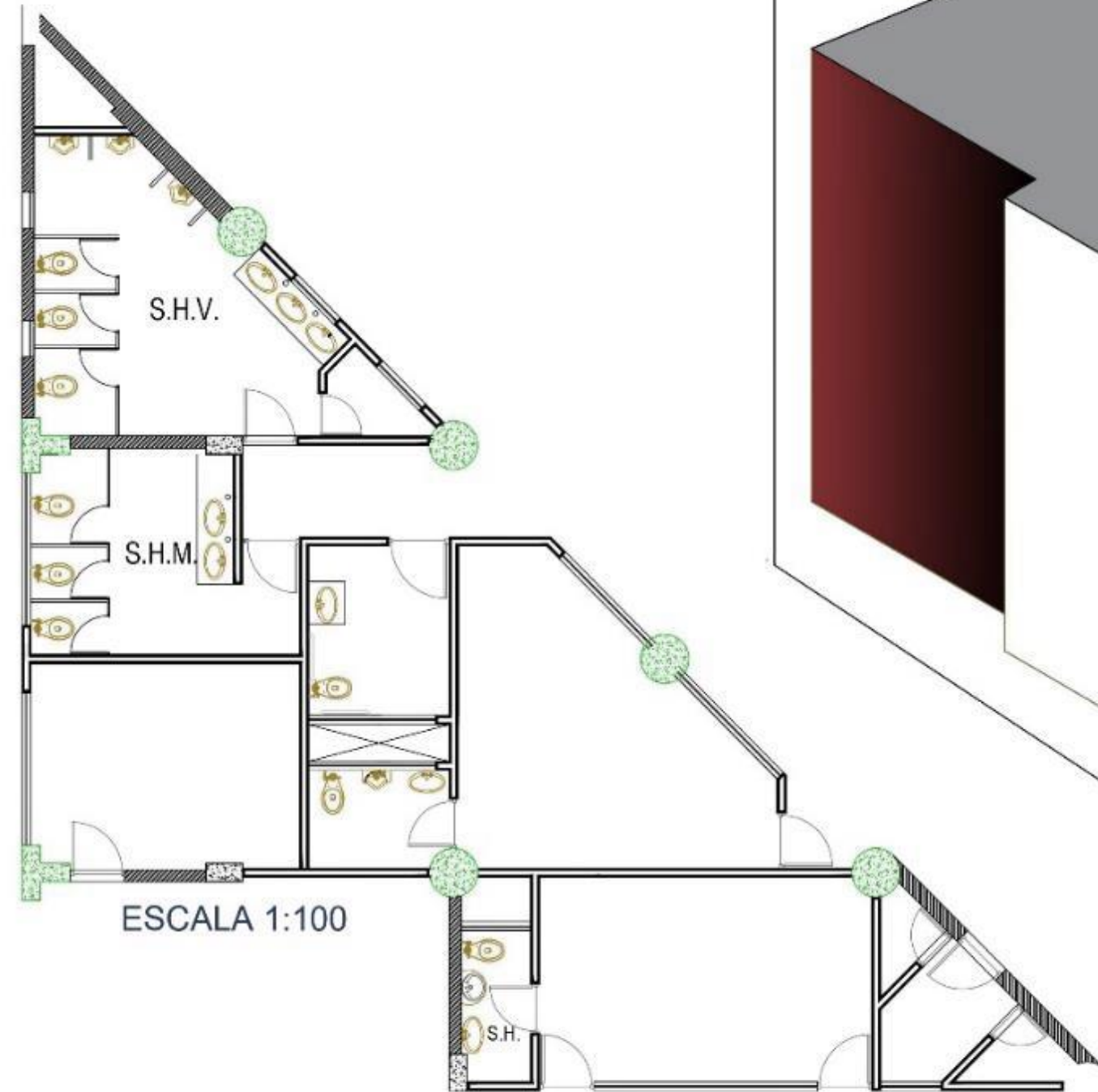
E-2

TABLA DE DETALLES DE BOMBA CENTRÍFUGA

HP (Horse Power)	2
Alcance máximo	42.5 m
Alcance mínimo	23 m
Caudal	130 L/min
Velocidad de motor	3450 RPM
Tipo de conexión	Monofásico
Diámetro de succión	1 1/4"
Diámetro de descarga	1"

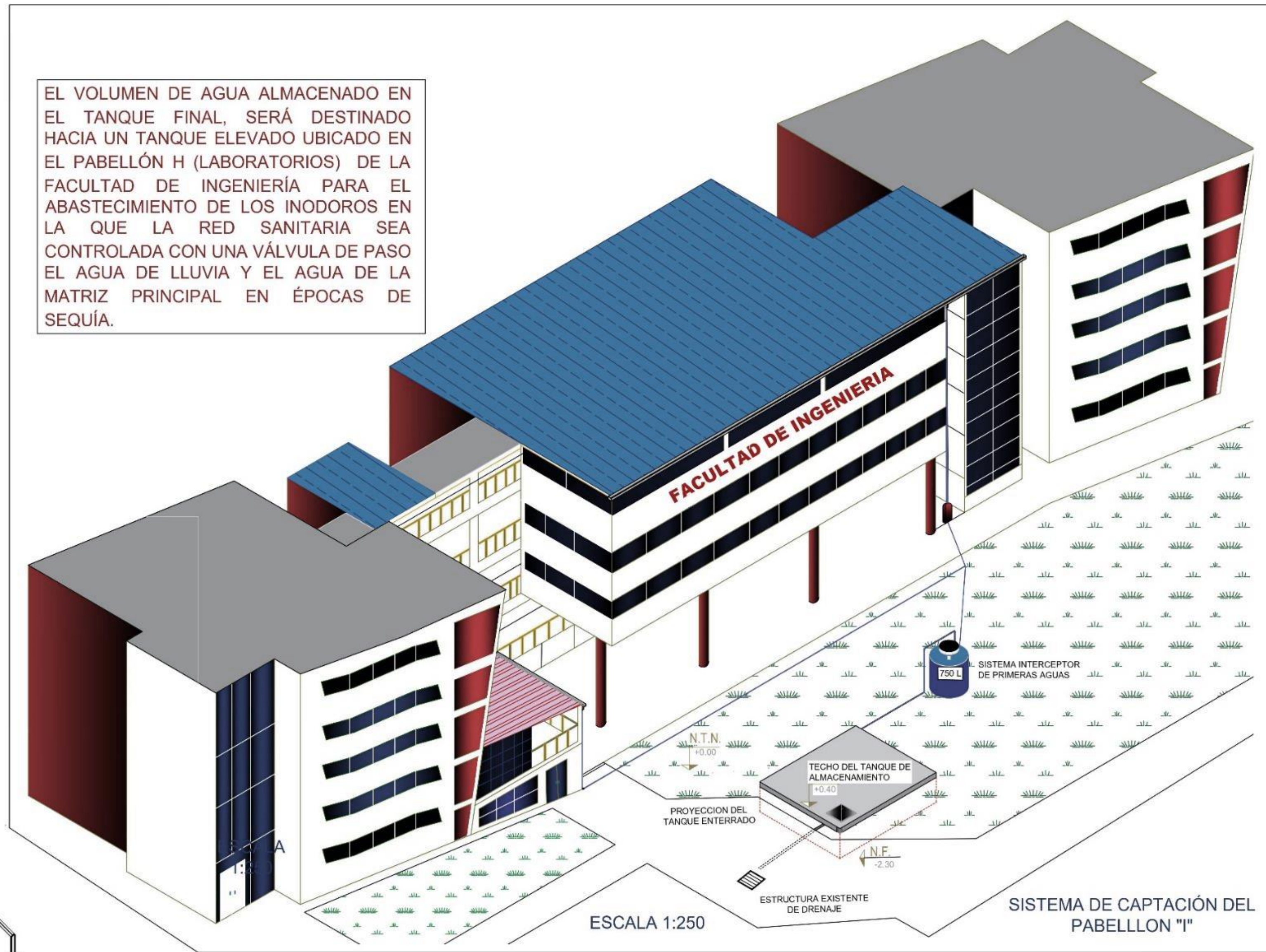


EL VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO EN EL TANQUE FINAL, SERÁ DESTINADO HACIA UN TANQUE ELEVADO UBICADO EN EL PABELLÓN H (LABORATORIOS) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LOS INODOROS EN LA QUE LA RED SANITARIA SEA CONTROLADA CON UNA VÁLVULA DE PASO EL AGUA DE LLUVIA Y EL AGUA DE LA MATRIZ PRINCIPAL EN ÉPOCAS DE SEQUÍA.



ESCALA 1:100

PLANTA TÍPICA SERVICIOS HIGIÉNICOS
PABELLÓN "H"



ESCALA 1:250



DIRECCION
CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA - UPLA

DISTRITO : HUANCAYO

PROVINCIA : HUANCAYO

DEPARTAMENTO : JUNIN

Bach. Ruiz Mendoza Alfred Russel

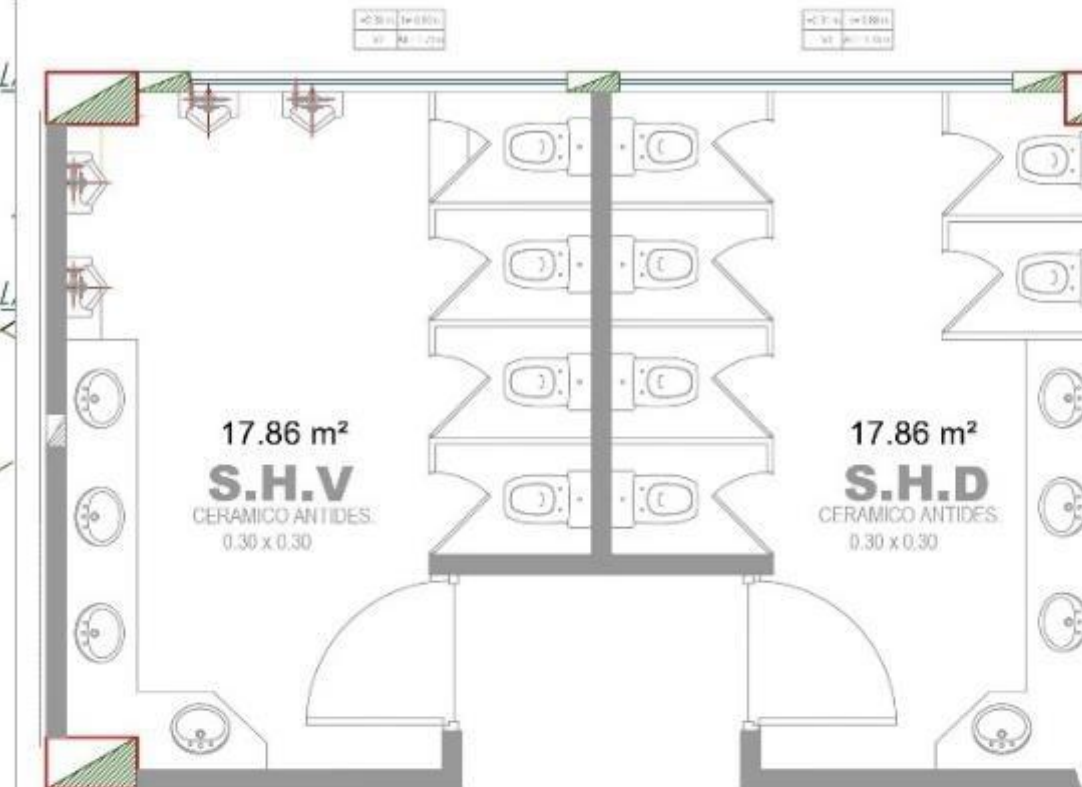
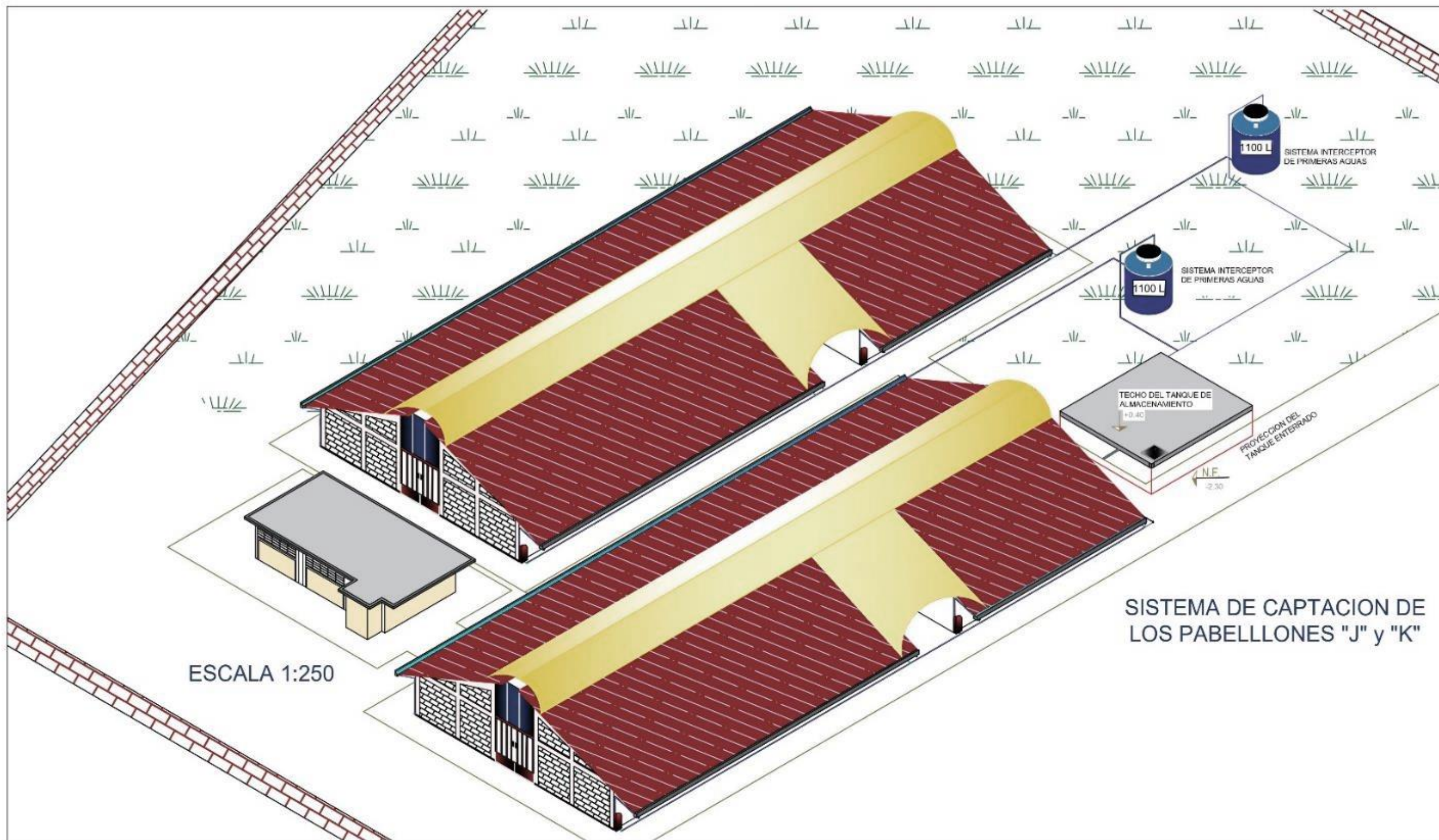
Planteamiento del sistema Pab. I

Asesor: Mg. Pautrat Egoavil Henry

Fecha :27/09/2019

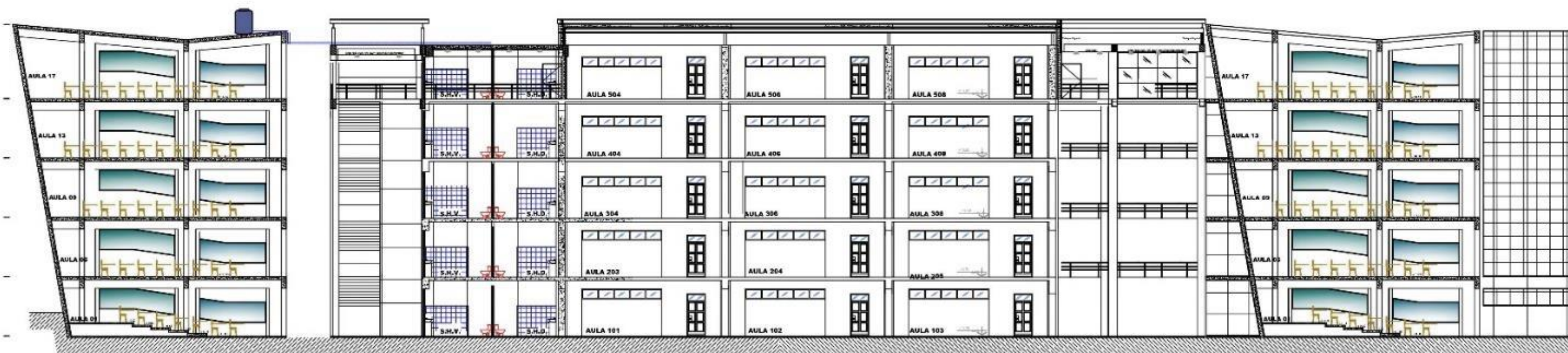
Escala : INDICADA

PS-1



PLANTA TÍPICA SERVICIOS HIGIÉNICOS PABELLÓN "I"

EL VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO EN EL TANQUE FINAL, SERÁ DESTINADO HACIA UN TANQUE ELEVADO UBICADO EN EL PABELLÓN I DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LOS INODOROS EN LA QUE LA RED SANITARIA SEA CONTROLADA CON UNA VÁLVULA DE PASO EL AGUA DE LLUVIA Y EL AGUA DE LA MATRIZ PRINCIPAL EN ÉPOCAS DE SEQUÍA.



SECCIÓN DE ELEVACIÓN PABELLÓN "I"

ESCALA 1:250

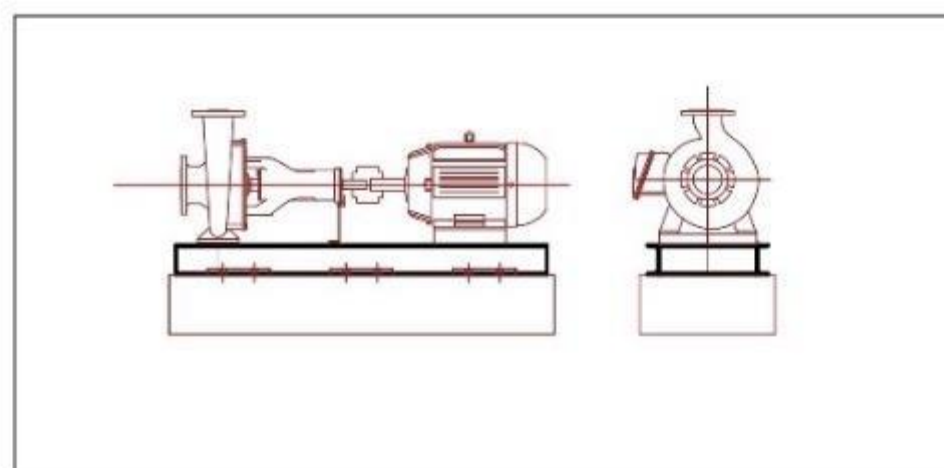


TABLA DE DETALLES DE BOMBA CENTRÍFUGA

HP (Horse Power)	2
Alcance máximo	42.5 m
Alcance mínimo	23 m
Caudal	130 L/min
Velocidad de motor	3450 RPM
Tipo de conexión	Monofásico
Diámetro de succión	1 1/4"
Diámetro de descarga	1"



DIRECCION

CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA - UPLA

DISTRITO

: HUANCAYO

PROVINCIA

: HUANCAYO

DEPARTAMENTO

: JUNIN

Bach. Ruiz Mendoza Alfred Russel

Planteamiento del sistema Pab. J , K

Asesor: Mg. Pautrat Egoavil Henry

Fecha :27/09/2019

Escala INDICADA

PS-2

Anexo 11: Panel Fotográfico

El panel fotográfico presentado a continuación registra los momentos concernientes a la elaboración y presentación de proyectos en relación con la variable de estudio “Aprovechamiento Hídrico” que fueron realizados durante la permanencia como estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes con las cuales se obtuvo la oportunidad mediante esta casa superior de estudios brindar información hacia la población acerca de las diversas formas de aprovechar el agua, las cuales significaron un incentivo desde el 2017 hasta el 2019 para la realización de la presente tesis **“APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO 2019”**.

Bach. Ruiz Mendoza, Alfred Russel

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 1: Título del Proyecto para la Feria Tecnológica de Talleres Técnicos FI-UPLA 2017-II con el Tema de “Captación de aguas meteorológicas Huancayo – 2017”



Fotografía N.º 2: Modelo Referencial Interceptor de Primeras Aguas denominado “Traloque”

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 3: Primer Modelo Realizado como Interceptor de Primeras Aguas elaborado para la presentación en la Feria de Talleres Técnico FI-UPLA 2017.



Fotografía N.º 4: Primer Modelo de Sistema de Captación de Agua de Lluvia Diseñado de forma Interactiva en una Maqueta, 2017

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 5: Ganadores del Concurso de la Feria de Talleres Técnico FI-UPLA 2017- II



Fotografía N.º 6: Colaboradores para la realización del proyecto “Captación de Aguas Meteorológicas Huancayo -2017”

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”

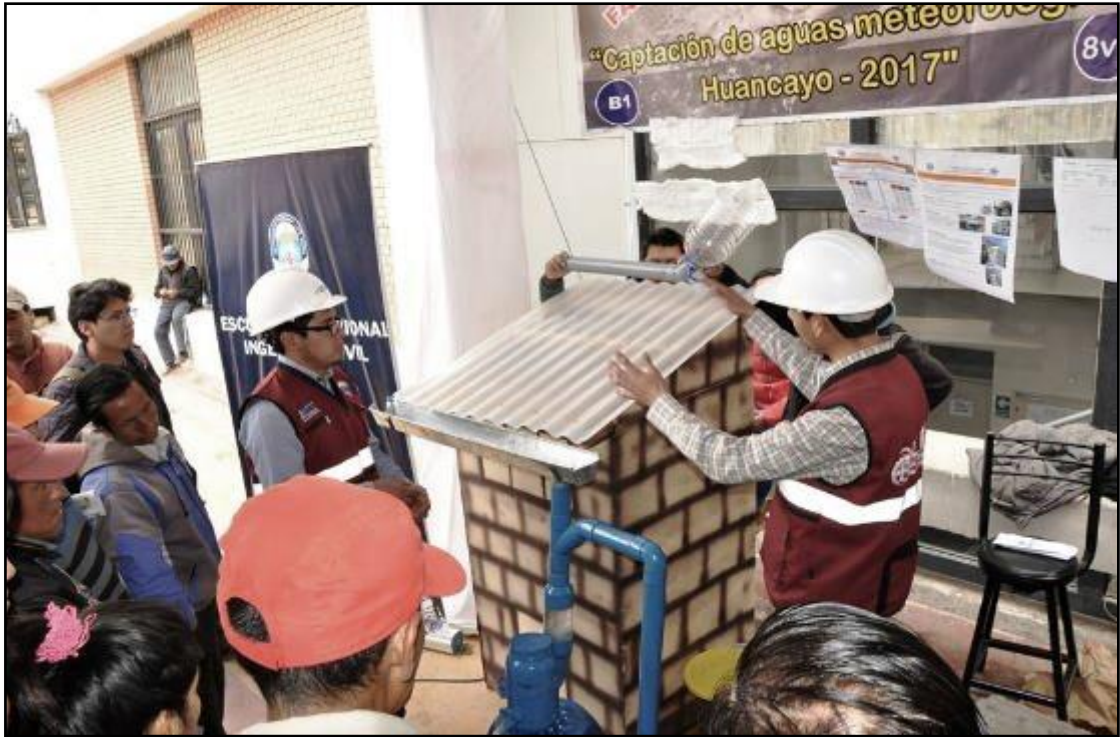


Fotografía N.º 6: Maqueta Final del Sistema de Captación de Agua de Lluvia
2017-II FI-UPLA



Fotografía N.º 7: Exposición al Público en la Feria “Creativa y Competitiva”
organizada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes
en la Plaza Principal de Huamanmarca – Huancayo 2017

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 8: Exposición del Funcionamiento del Sistema Interceptor de Primeras Aguas, despertando el Interés de los presentes sobre el tema.



Fotografía N.º 9: Demostración del Sistema de Captación de Agua Pluvial adaptado a viviendas rurales.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 10: Demostración de la acción de la lluvia que tiende a lavar los techos dentro de los 15 – 30 min, siendo almacenados en el Sistema Interceptor de Primeras Aguas



Fotografía N.º 11: Presentación al Público del Sistema de Captación de Agua Pluvial conjuntamente con el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en el año 2017 Ing. Marco A. Salcedo Rodríguez, comprometiéndose a seguir con las investigaciones por intermedio de la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 12: Armado del Sistema Interceptor de Primeras Aguas con capacidad de 3.6 litros para edificación rustica con área de techo de 1.8m de ancho por 2 m de largo, Huancayo 2018.



Fotografía N.º 13: Instalación del Sistema Interceptor de Primeras Aguas con capacidad de 3.6 litros para edificación rustica con área de techo de 1.8m de ancho por 2 m de largo en Huancayo 2018.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 14: Instalación del Sistema Interceptor de Primeras Aguas con capacidad de 3.6 litros en edificación rustica en el distrito de El Tambo - Huancayo 2018.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 15: Instalación del Sistema Interceptor de Primeras Aguas y Tanque de Almacenamiento de 50 litros para uso de riego de jardines en la vivienda.



Fotografía N.º 16: Techo del Pabellón “I” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 17: Techo de la Oficina de Decanatura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.



Fotografía N.º 18: Techo del Pabellón “J” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 19: Techo del Pabellón “J” y “K” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.



Fotografía N.º 20: Sistema de Canaletas de los techos con cubiertas de la Facultad Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 21: Sistema de bajantes de agua pluvial hacia el canal recolector de la Facultad Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.



Fotografía N.º 22: Recolección de muestra del agua de lluvia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Fotografía N.º 23: Envase esterilizado para la recolección de muestra del agua de lluvia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, 2019.

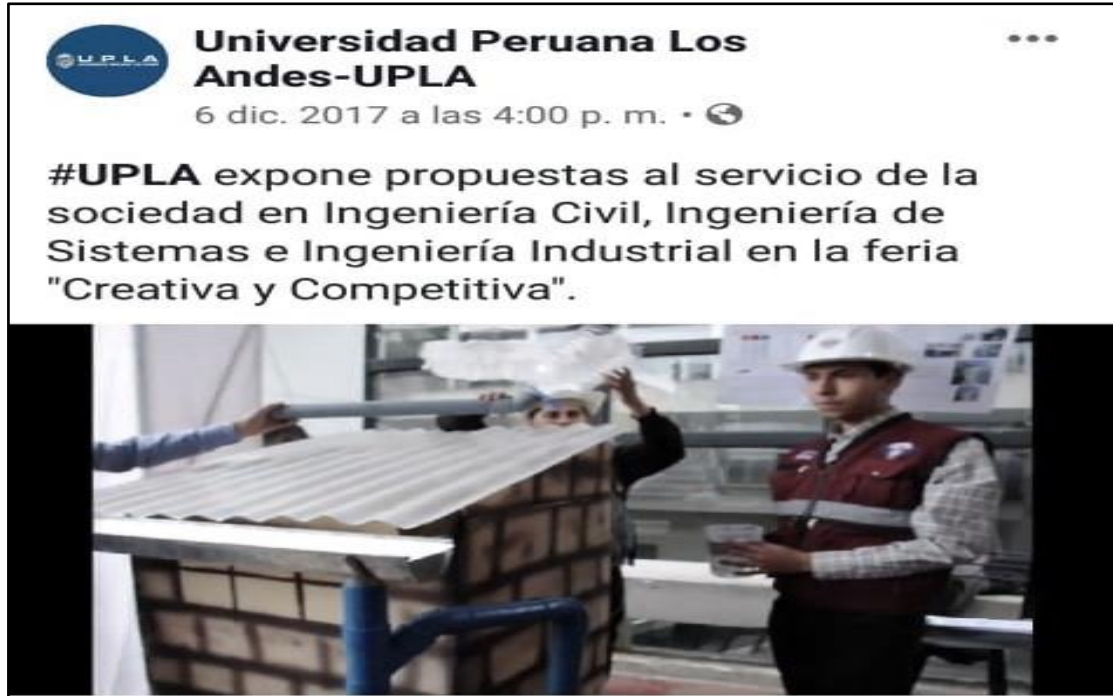


Imagen 01: Presencia en los Medios Oficiales de la Universidad Peruana Los Andes, comprometidos con las investigaciones al servicio de la población, comprometiéndose en seguir con la investigación dando como resultado la presente tesis.

Título: “APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES –HUANCAYO”



Imagen 02: Presencia en los Medios Oficiales de la Universidad Peruana Los Andes, comprometidos con las investigaciones al servicio de la región Junín.