

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**“INUNDACIONES EN PERIODO DE PRECIPITACIONES PLUVIALES  
POR EFECTO DEL RELLENO RESIDUAL SOBRE LA TOPOGRAFIA  
NATURAL DEL TERRENO EN LA CIUDAD DE JULIACA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**YURY ABARCA HANCCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PROMOCIÓN: 2010 - 2015**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA

INUNDACIONES EN PERIODO DE PRECIPITACIONES PLUVIALES POR  
EFECTO DEL RELLENO RESIDUAL SOBRE LA TOPOGRAFIA NATURAL  
DEL TERRENO EN LA CIUDAD DE JULIACA

TESIS

PRESENTADA POR:

YURY ABARCA HANCCO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR

FECHA DE SUSTENTACION: 16 DE NOVIEMBRE DE 2017

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

M.Sc. VICTOR MANUEL ESPINOZA PINEDO

PRIMER MIEMBRO:

M.Sc. ALBERTO RAMOS VILCA

SEGUNDO MIEMBRO:

M.Sc. JORGE LUIS AROSTE VILLA

DIRECTOR / ASESOR:

Dr. NESTOR QUISPE CONDORI

PUNO – PERU

2017

Área : Ciencias naturales

Tema : Aplicación de los métodos geoestadísticos al tratamiento  
de información medioambiental y topocartográficos



## DEDICATORIA

Dedicado a mi familia:

A mis queridos padres:  
David Abarca Quispe y Elena  
Hanco Muntiali por su apoyo, su  
desprendimiento incesante hacia sus  
hijos y lograr en mí, otro de los  
peldaños de la vida.

Con aprecio de siempre a mis  
hermanos: Hilda Gisela Abarca Hanco  
y Edwin David Abarca Hanco.

A mi esposa Gliseth Wifalia  
Choque Soria y a mis hijos: Deisy  
Milagros Abarca Choque, Andrei  
Leonardo Abarca Choque e Itzel  
Ariadne Abarca Choque por su  
soporte, su motivación y  
comprensión.

## AGRADECIMIENTOS

- Mi infinito agradecimiento, a la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, porque en sus pabellones, aulas y pasillos, recibí la formación profesional que fortalece la existencia para el resto de mi vida, en especial a la Escuela de Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura.
- Mi agradecimiento a todos mis Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, a todos los Docentes de servicios de las distintas Escuelas Profesionales, por apoyo incondicional en mi formación profesional y en la realización del presente trabajo.
- A mi director de tesis Ing. Néstor Quispe Condori, que no dudo en apoyarme y asesorarme en el presente proyecto de investigación.
- A todos mis compañeros de estudio, con quienes compartimos y nos dimos momentos de apoyo en los estudios, en las practicas, durante nuestra formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
1.2. OBJETIVOS .....	13
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	27
3.2. MATERIALES .....	27
3.3. EQUIPOS.....	28
3.4. EQUIPOS INFORMÁTICOS.....	29
3.5. MÉTODOS .....	30
3.5.1. MÉTODO DEL CILINDRO INFILTROMETRO SIMPLE .....	30
3.5.2. PLANIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN DE INFILTROMETROS .....	30
3.5.2.1. PROBLEMAS SOCIALES EN LA TOMA DE MUESTRAS .....	31
3.5.2.2. ANTECEDENTES DEL SUELO RESIDUAL.....	31
3.5.2.3. ASENTAMIENTO DE INFILTROMETROS DE ANILLO SIMPLE .....	34
3.5.2.4. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS .....	35
3.5.2.5. GEOREFERENCIACION EN LA TOMA DE DATOS.....	37
3.5.2.6. DESCRIPCIÓN DEL SUELO NATURAL .....	37
3.5.2.7. DESCRIPCIÓN DEL SUELO RESIDUAL.....	37
3.5.2.8. COMPLEMENTO DE MATERIALES AL MÉTODO .....	39
3.5.2.9. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.5.2.10. PERIODO DE TOMA DE DATOS. ....	40
3.5.2.11. PRESENTACIÓN DEL RESUMEN DE DATOS .....	40
3.5.3. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	41
3.5.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA .....	41
3.5.3.2. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	41
3.5.3.3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA.....	41
3.5.3.4. SELECCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA .....	42
3.5.3.5. ESTIMACIÓN DE p VALOR.....	45
3.5.3.6. HIPÓTESIS .....	45
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
4.1. RESULTADOS .....	46
4.1.1. PUNTO DE SATURACIÓN PARA LOS DOS TIPOS DE SUELOS .....	46
4.2. DISCUSIÓN .....	48
CONCLUSIONES .....	50
RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	52
ANEXOS .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Curva de infiltración.....	26
Figura N° 2. Lastrado de aproximadamente 60 cm.....	32
Figura N° 3. Diferencia de nivel entre suelo residual y natural. ....	33
Figura N° 4. Tratamiento de lastrado sobre el nivel de viviendas. ....	33
Figura N° 5. Distancia relativa entre dos infiltrometros. ....	34
Figura N° 6. Anclado de infiltrometro. ....	35
Figura N° 7. Infiltrómetro con agua. ....	35
Figura N° 8. Medida de la infiltración del agua.....	36
Figura N° 9. Terreno superficial natural. ....	37
Figura N° 10. Bloques de piedra de material residual. ....	38
Figura N° 11. Muestra de brechas menores a 5 cm.....	38
Figura N° 12. Lastrado reciente de arteria vial. ....	39
Figura N° 13. Camioneta rural de transporte. ....	40
Figura N° 14. Vista de variables en SPSS.....	42
Figura N° 15. Vista de datos en SPSS.....	43
Figura N° 16. Secuencia de ejecución en SPSS.....	43
Figura N° 17. Variable de grupo y variable de agrupación en SPSS.....	44
Figura N° 18. Material residual produciendo inundación y lodos. ....	47
Figura N° 19. Color rojizo a marrón del material residual. ....	48

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla N° 1: Promedio de infiltración .....	26
Tabla N° 2: Estadísticos .....	44
Tabla N° 3: Prueba de “t” de student .....	45
Tabla N° 4: Punto de saturación en suelo natural .....	46
Tabla N° 5: Punto de saturación en suelo residual .....	47
Tabla N° 6: Velocidad de infiltración en suelo natural .....	54
Tabla N° 7: Velocidad de infiltración en terreno residual .....	54

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- Hp: Altura de precipitación en exceso
- Cc: Capacidad de campo
- Pm: Punto de marchitez permanente
- MMC: Millones de metros cubicos
- LCD: Pantalla de cristal liquido
- SPSS: Paquete estadistico para ciencias sociales.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Inundaciones en periodo de precipitaciones pluviales por efecto del relleno residual sobre la topografía natural del terreno en la ciudad de Juliaca”, se realizó en la ciudad de Juliaca ubicada en las coordenadas UTM: N8285752 m., E378436 m., y a una altitud media 3824 m.s.n.m., de características como la escasa pendiente, donde las precipitaciones pluviales se acrecientan entre los meses de diciembre a marzo; el objetivo principal fue evaluar la velocidad de infiltración en dos tipos de suelos en época de estiaje o seco, utilizando el método del cilindro infiltrómetro simple, con sucesivas pruebas alrededor de la periferia del mismo, y comparar cuál de los dos tipos de suelos tiene mayor conductibilidad hidráulica, el primero es un suelo de tipo natural y el segundo es un suelo “afirmado”, de tipo residual, que es “lastrado” por efectos antrópicos, y siendo esta última que tapiza arterias viales, parques, plazas, áreas libres, predios periféricos, etc., donde en épocas de precipitaciones pluviales el aniego, el fango, el barro y otros han sido mitigados, por el “lastrado” periódico cada cierto tiempo. Con los datos procesados, se realizó la prueba estadística t de student para comparar muestras independientes, obteniendo la estimación del p valor-igual a 0.867 y este valor es mayor al nivel de significación de 0.05, aceptando la hipótesis nula, que indica que la velocidad de infiltración en terreno natural y el terreno afirmado, responden de igual manera al fenómeno físico de velocidad de infiltración.

**Palabras clave:** Velocidad, infiltración, Conductividad, hidráulica

## ABSTRACT

The present work of investigation titled "Floods in period of rain precipitations by effect of the residual filling on the natural topography of the land in the city of Juliaca", was realized in the city of Juliaca located in the coordinates UTM: N8285752 m., E378436 m ., and at an average altitude of 3824 meters above sea level, with characteristics such as the low slope, where rainfall increases between the months of December and March; the main objective was to evaluate the infiltration rate in two types of soils during the dry or dry season, using the simple infiltrometer cylinder method, with successive tests around the periphery of the same, and to compare which of the two types of soils has greater hydraulic conductivity, the first is a natural type soil and the second is a "reclaimed" soil, of a residual type, which is "weighted down" by anthropic effects, and the latter being upholstered by road arteries, parks, squares, free areas, Peripheral premises, etc., where in times of rainfall the water, mud, mud and others have been mitigated, by the periodic "ballasting" every so often. With the processed data, the student's t-test was performed to compare independent samples, obtaining the p-value estimate equal to 0.867 and this value is greater than the 0.05 significance level, accepting the null hypothesis, which indicates that the velocity of infiltration in natural terrain and the affirmed terrain, respond in the same way to the physical phenomenon of infiltration velocity.

**Keywords:** Speed, infiltration, Conductivity, hydraulics

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudad de Juliaca por sus características altitudinales, presenta con normalidad precipitaciones pluviales entre los meses de diciembre a marzo, sin embargo, no existe un sistema de evacuación natural por gravedad de las aguas, lo cual causa una evidente problemática ambiental y social, cuando causa aniegos e inundaciones en medios urbanos y rurales.

Así mismo la expansión urbana de la ciudad de Juliaca, es evidente, debido a la dinámica demográfica, por el incremento de la población, especialmente por la migración del poblador rural que abandona su medio de hábitat, por mejores escenarios que ofrece el medio urbano, tal efecto resulta un cambio de residencia, y el cambio de residencia genera una serie de cambios en la ocupación del territorio, y estos últimos origina el problema de ocupación de unidades de predio, con fines de ocupación para vivienda, sobre todo que Juliaca es una ciudad altiplánica y que constituye la ciudad más importante en población dentro de la región Puno, por tales motivos se produce la expansión urbana, con nuevas urbanizaciones y otros que requieren la atención del gobierno regional, gobierno municipal y simultáneamente las nuevas urbanizaciones, los nuevos predios, los nuevos equipamientos sociales y otros, son afirmados por un estrato de suelo residual con el objetivo de eliminar el lodo.

El agua precipitada en épocas lluviosas, sobre la superficie, queda detenida, se evapora, discurre por ella o penetra hacia el interior, lo cual se define como infiltración, este paso del agua de la superficie hacia el interior del suelo, es un proceso que depende fundamentalmente del agua disponible a infiltrar, la naturaleza del suelo, el estado de la superficie y las cantidades de agua y aire inicialmente presentes en su interior.

Por el desconocimiento actual del comportamiento del relleno de material de tipo residual proveniente de las canteras del cerro Espinar, es que nace la necesidad de aclarar, de qué manera influye en la percolación del agua en el suelo, ya que dicho material es comúnmente usado por la población para contrarrestar los aniegos.

El problema planteado nos lleva a formular las siguientes interrogantes.

¿Es posible determinar las pruebas de velocidad de infiltración sobre el tipo natural y suelo afirmado de tipo residual en la ciudad de Juliaca?

¿Existe diferencia de la velocidad de infiltración entre el tipo de suelos naturales y suelos afirmados de tipo residual?

¿El método del cilindro infiltrómetro determina la diferencia entre el tipo de suelos naturales y suelos afirmados de tipo residual?

### **JUSTIFICACIÓN**

El problema de inundaciones en épocas de avenidas en la ciudad de Juliaca Puno Perú, ha sido motivo de preocupación de muchas entidades públicas y privadas promotoras del desarrollo local, como es el caso de la Municipalidad provincial de San Román mediante Plan Director (Plan de Desarrollo Urbano), SEDA Juliaca y otros, quienes plantearon propuestas orientadas a solucionar de manera integral el drenaje de aguas pluviales.

Considerando que Juliaca es una ciudad con una superficie llana con pendientes mínimas (acuerdo a los trabajos topográficos se ha determinado que la pendiente media de la superficie es de 0.001.), no garantiza el flujo del agua o evacuación natural de precipitaciones fuera de la ciudad, y según el SENAMHI, en ocasiones la precipitación pluvial puede alcanzar aproximadamente hasta ocho horas continuas de lluvias en el primer día, con variantes en un segundo día, tercer día, en otras ocasiones está presente las nevadas, las granizadas, etc., de intensidades variables durante el periodo de los cuatro meses, que ocasiona anegamientos e inundaciones al interior de las casas, colapso de viviendas de material rustico, perdidas económicas en bienes, en lo material, declaratoria de emergencia por exceso de precipitaciones pluviales, injerencia de defensa civil, intervención de la compañía de bomberos, etc.

Las habilitaciones urbanas que incluyen vías públicas en forma desordenada y esencialmente la zona periférica, zonas anexas y conexos de la ciudad de Juliaca, contribuyen a los efectos del cambio de morfología terrestre suman al problema de inundaciones en épocas lluviosas, teniendo en cuenta las características físicas de un

suelo natural, es diferente a las características físicas de suelo residual, por lo que se deduce que la velocidad de infiltración del agua tendrá comportamientos diferentes, así como se presume, que paulatinamente se esté reduciendo el área de infiltración, que ocasiona problemas ambientales de anegamiento.

Por otro lado, se tiene conocimiento que se ha elaborado un expediente técnico denominado «DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA» para su posterior ejecución. Sin embargo, la obra en ejecución ha sido paralizada al haberse encontrado irregularidades en el aspecto técnico. El expediente técnico muestra incompatibilidad con los datos topográficos (coordenadas UTM de los puntos de captación, cambio de sección y pendiente) calibrados mediante el sistema WGS-84 en el replanteo del proyecto. También se ha podido observar que las coordenadas de los puntos de desemboque son discordantes con las coordenadas reales en campo, igualmente de acuerdo a reportes en el aspecto hidrológico se han asumido criterios no sustentados los cuales implican asumir e interpretar los datos pluviométricos para determinar el periodo de retorno.

La determinación de la velocidad de infiltración, la puesta en prueba del método simple del infiltrometro, como un aporte permitirá tomar criterios técnicos en el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca, diseño estructural; sin embargo cabe mencionar que se hace necesario compatibilizar con el estudio de topografía detallado, conductividad hidráulica, freaticimetría, estudio de textura de suelos, y otros conexos.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la causa de las inundaciones superficiales, por los efectos entre el suelo de tipo natural y el suelo de tipo residual, que se presenta en forma de afirmado en la ciudad de Juliaca.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las pruebas de velocidad de infiltración sobre el tipo de suelo natural, proveniente de suelos aluviales y eólicos en diferentes áreas.

- Determinar las pruebas de velocidad de infiltración sobre el suelo de tipo residual, en forma de afirmado sobre las diferentes áreas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES

- PRORRIDRE. Indica que planeamiento hidráulico diseño de sistema de riego “instalación del servicio de agua del sistema de riego Huenque - Ilave”

Todos saben de la importancia del recurso hídrico, que es un elemento insustituible para desarrollar la frontera agrícola, y con un manejo adecuado se podrá lograr un desarrollo adecuado para la economía de la región y del país.

Sin embargo, aún no se valora y la falta de cultura de eficiencia y eficacia del agua para riego, produce su desperdicio, a su vez tienen elevados costos de producción y deterioro del suelo. Considerar todos los aspectos con el uso del agua de riego y sus interdependencias que permita incrementar la producción y productividad para una agricultura sostenible y reducir la vulnerabilidad por los escasos o abundancia de los recursos hídrico.

Aun mas, el recurso agua es muy escaso en tiempos de estiaje y caro cuando es conducido por canales y represado, lo cual constituye un factor determinante del éxito o fracaso de la agricultura, que es una actividad principal y en épocas pasadas, el manejo del agua ha sido planificada por los antiguos peruanos, cuyas civilizaciones han enfrentado el tema del agua de forma óptima, y a todas las instituciones del presente en Puno, les toca enfrentar con responsabilidad organizacional, como el estudios de planeamiento hidráulico y diseño de sistema de riego Huenque – Ilave, teniendo la recopilación de la información hidrológica disponible, agrologico, topográfico, etc. [WWW.\(s.scribd.com/Estudio-Hidrológico-Sistema\)](http://www.scribd.com/Estudio-Hidrológico-Sistema).

- Estudio hidrológico, “Sistema Integral Lagunillas”

El análisis hidrológico nos determina que con los aportes actuales de las precipitaciones que cae en el espejo y en la cuenca de la presa lagunillas con el cauce natural del río Ichocollo considerando el volumen de evaporado, se determina que el volumen de almacenamiento neto para una probabilidad del 75 % de la presa Lagunillas en situación actual es de 246.02 MMC.

Se realiza el análisis del caudal del río verde en las partes altas de su cuenca con el objetivo de ser trasvasados al embalse Lagunillas y tendría un aporte al 75 % de probabilidad de ocurrencia de 188.61 MMC y se llega a determinar que el volumen de almacenamiento con trasvase del río Verde es de 434.63 MMC en un año hidrológico, lo que podemos deducir que es necesario realizar este trasvase para poder cubrir las demandas hídricas del todo el Sistema Integral lagunillas.

El Sistema Integral Lagunillas tiene como aporte principal el embalse Lagunillas y el cauce natural del río Cabanillas y nos da la disponibilidad hídrica en forma proporcional para cada módulo de riego, lo que se tiene para el mes de Noviembre que es el más crítico para los cultivos donde se tiene la distribución de la siguiente manera en situación actual para el módulo de Santa Lucia – Cabanilla – Lampa un caudal de 3.13 m<sup>3</sup>/s, Cabana – Mañazo un caudal de 7.29 m<sup>3</sup>/s, Cabanilla 2.29 m<sup>3</sup>/s, Yanarico 1.46 m<sup>3</sup>/s, Yocara 2.32 m<sup>3</sup>/s y Cantería 1.65 m<sup>3</sup>/s. Con trasvase del río Verde: se tiene para el módulo Hidrología Evaluación de Recursos Hídricos Sistema Integral de Santa Lucia – Cabanilla – Lampa un caudal de 5.00 m<sup>3</sup>/s, Cabana – Mañazo un caudal de 11.44 m<sup>3</sup>/s, Cabanilla 3.59 m<sup>3</sup>/s, Yanarico 2.27 m<sup>3</sup>/s, Yocara 3.59 m<sup>3</sup>/s y Cantería 2.58 m<sup>3</sup>/s. WWW.(s.scribd.com/Estudio-Hidrológico-Sistema).

- Cárdenas, (2006) indica que, para efectos de diseño de un sistema de recolección de aguas de lluvia, sugiere que deben tomarse en cuenta todas las variables que pueden intervenir, en la determinación de un gasto de aguas de lluvia acumulándose, y que puede crear inconvenientes a la comunidad, en general se pueden considerar factores para la recolección del agua:
  - Características de la zona
  - Curvas de pavimento
  - Tiempo de concentración
  - Estimación de caudal
- Vásquez A y Navarro L. (1992). Aclara que simplemente velocidad de infiltración, puede ser definida como la velocidad de entrada vertical del agua en el perfil del suelo. Cuando la superficie del terreno se cubre con una lámina



delgada de agua. La función que describe la velocidad de infiltración en un punto cualquiera, es un modelo exponencial de la forma:  $I = a * t^{b_0}$

Donde:

I : Velocidad de infiltración Instantánea (cm/seg).

a : Es un parámetro que depende de las características intrínsecas del suelo tales como la textura, estructura, porosidad.

b : Es un parámetro que depende de las características intrínsecas del suelo tales como: la carga hidráulica aplicada, la pendiente la rugosidad, etc. Este parámetro describe la pendiente de la curva, la misma que varía entre 0 y -1 por que la velocidad disminuye conforme pasa el tiempo al descender la curva de infiltración su valor es siempre negativo.

$t_0$  : tiempo de oportunidad que tiene el suelo de estar en contacto con el agua (min)

- Choque, O. (2013). Sugiere que los estudios hidrológicos es importante el conocimiento de las características del caudal que drena una cuenca determinada, así como conocer el valor máximo o caudal pico, que se espera para un periodo de retorno dado o el caudal mínimo para ciertas condiciones meteorológicas presentes. Otras veces se requiere del conocimiento del rendimiento anual, mensual o medio a largo plazo, es decir del volumen del agua que se puede extraer de la cuenca para satisfacer algún requerimiento o demanda necesaria.

El agua proveniente de la precipitación que excede a la capacidad de retención superficial fluye por diversos caminos hacia la red de drenaje, se mide y evalúa en algún lugar de interés del cauce de un río como escorrentía o escurrimiento. Este sitio constituye como la estación hidrométrica de salida y es el punto más bajo de la cuenca.

Los ámbitos geográficos donde se desarrollan las cuencas hidrográficas afluentes al lago Titicaca se presentan muchas veces desastres naturales, como las inundaciones principalmente, en donde se perjudica los campos de cultivo, viviendas, carreteras, centros educativos, etc. Sin embargo, en cuencas con información hidrométrica de

caudales máximos medidos, como son las cuencas del río Huancane; Ramis, Coata e Ilave, de alguna manera se puede prevenir estos desastres, mientras en cuencas sin información no es posible esta prevención.

- Ibañez, W. (2012). Sugiere una definición sobre escurrimiento: Es otra componente del ciclo hidrológico y se define como el agua proveniente de la precipitación, que circula bajo o sobre la superficie terrestre, y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (estación de aforo).

Si se analiza un corte esquemático de la superficie terrestre, se tiene que la precipitación cuando llega a la superficie, se comporta de la siguiente manera:

1. Una parte de la precipitación se infiltra.
    - Una parte de esta, satisface la humedad del suelo, de las capas que se encuentran sobre el nivel freático del agua.
    - Una vez que estas capas se han saturado, el agua subterránea es recargada, por la parte restante del agua que se infiltra.
  2. Otra parte de la precipitación, tiende a escurrir sobre la superficie terrestre; a la precipitación que ocasiona este escurrimiento, se llama altura de precipitación en exceso (hp)
  3. Una pequeña proporción se pierde.
- Ibañez, W. (2012). Indica que el estudio de suelos, objetivos, es realizar trabajos de campo y gabinete, que permitan evaluar y establecer las características físicas – mecánicas del terreno natural donde se va desarrollar la obra.

El estudio de suelos permitirá determinar la agresividad de estos, a elementos como el concreto, fierro, etc. deberá de incluir el análisis de la calidad físico química del suelo donde se ubicarán las instalaciones proyectadas.

Las investigaciones geotécnicas y su interpretación tienen por objeto determinar las características del suelo en el área del proyecto donde se ejecutarán las obras y las áreas de material de préstamo de manera que se suministre los subsidios necesarios de capacidad de soporte, estabilidad, impermeabilidad, y agresividad del suelo.

Por otro lado, Los estudios de hidrología e hidráulica, tiene por objetivo los estudios de establecer las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas y extraordinarias y los factores hidráulicos que conllevan a una real apreciación del comportamiento hidráulico de las cuencas de interés. Así como la geología y geotecnia, tiene el objetivo de los estudios, que son establecer las características geológicas, tanto local como general de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

Instituto de Construcción y Gerencia. (2012). El Drenaje superficial: menciona que el estudio de hidráulica y drenaje se recomienda iniciarse después de aprobado el proyecto de diseño geométrico, y es de actividad obligatoria la inspección in situ del drenaje natural.

El drenaje transversal tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia.

El elemento básico del drenaje transversal se denomina alcantarilla, considerada como una estructura menor, su densidad a lo largo de la carretera resulta importante e incide en los costos, por ello se debe dar especial atención a su diseño.

Las otras estructuras que forman parte del drenaje transversal son el badén y el puente, siendo este último de gran importancia, cuyo estudio hidrológico e hidráulico que permite concebir su diseño, tiene características particulares.

Lambe, T. (2010). Menciona que la morfología de una partícula del suelo, dice que el tamaño de una partícula que no tenga forma esférica o cubica, no puede definirse unívocamente por una simple dimensión lineal. El significado del tamaño depende, por tanto, de la dimensión medida y de la forma de medición. Métodos habituales

para la determinación de los tamaños de partículas del suelo son el análisis granulométrico por tamizado para partículas de tamaño superior a aproximadamente 0.06 mm y el análisis hidrométrico o por sedimentación para partículas más pequeñas. Además, indica que el grado de redondez hace referencia a la agudeza de los bordes y cantos de una partícula, las características secundarias de la superficie de una partícula independiente del tamaño, forma o grado de redondez, se denomina textura superficial de la partícula. Para describir esta textura se utiliza términos como pulimentados, lisos, rugosos, estriados, etc.

- Gómez, D. (2001), Define: la Ordenación Territorial como la proyección espacial de las políticas social, cultural, ambiental y económica de una sociedad.

Básicamente, ordenar un territorio significa identificar, distribuir, organizar y regular las actividades humanas en ese territorio de acuerdo con ciertos criterios y prioridades; cabría hablar, por tanto, de ordenación de actividades humanas en un territorio organizado para acogerlas, expresión que daría una idea más precisa de tal significado, y es equivalente a ordenación de los usos del suelo que se usa en sentido similar, en cuanto estos y aquellas están biunívocamente correlacionados.

En este sentido son ilustrativas las dos citas que se exponen a continuación.

La ordenación del territorio tiene por objeto la delimitación de los diversos usos a que puede destinarse el suelo o espacio físico territorial.

- Guía para la Elaboración de Esquemas de Organización del Territorio a Nivel Regional y Provincial (1996). El país ha iniciado un proceso de ordenamiento en asuntos de demarcación y ordenamiento territorial, entendiéndose por ordenamiento, al conjunto de acciones para orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos, políticos y culturales de la población, así como las potencialidades y limitaciones naturales del espacio considerado, con la finalidad de armonizar y optimizar su aprovechamiento por la sociedad humana que lo ocupa.
- Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972)

El uso de la propiedad en armonía con el bien común.

Corresponde a las municipalidades provinciales y distritales dentro del territorio de su jurisdicción, velar por el uso de la propiedad inmueble en armonía con el bien común.

Las tierras que son susceptibles de convertirse en urbanas solamente pueden destinarse a los fines previstos en la zonificación aprobada por la municipalidad provincial, los planes reguladores y el Reglamento Nacional de Construcciones. Todo proyecto de urbanización, transferencia o cesión de uso, para cualquier fin, de terrenos urbanos y suburbanos, se someterá necesariamente a la aprobación municipal.

La construcción, reconstrucción, ampliación, modificación o reforma de cualquier inmueble, se sujeta al cumplimiento de los requisitos que establezcan la Ley, el Reglamento Nacional de Construcciones y las ordenanzas o reglamentos sobre seguridad de Defensa Civil, y otros organismos que correspondan, para garantizar la salubridad y estética de la edificación; asimismo deben tenerse en cuenta los estudios de impacto ambiental, conforme a ley.

- Mendoza, S. (2007). Indica que el sistema urbano, desde sus orígenes, evoluciono desde una estructura elemental, con muy pocas funciones, hasta la formación de grandes metrópolis de funcionamiento múltiple o de complejas urbanizaciones. Estos gigantescos asentamientos urbanos en la mayoría de los casos crecieron y crecen fundamentalmente por el aporte de los movimientos migratorios a los que lógicamente se suma el crecimiento natural de la población. Este fenómeno se manifiesta a escala planetaria y en diferentes magnitudes. Indudablemente se ha producido cambios conceptuales basados en la realidad objetiva.
- Mitacc M. (1996). Menciona en su texto: Tópicos de Estadística: Estadística es la ciencia que nos proporciona un conjunto de métodos y procedimientos para recolección, clasificación, análisis e interpretación de datos en forma adecuada para tomar decisiones cuando prevalecen condiciones de incertidumbre.

- Peter, L. y Reid, (1993). Indica que los objetivos principales en la investigación del sub suelo son:
  - a) Establecer el perfil del sub suelo en el sitio, determinando la secuencia de los estratos en función de la profundidad, su espesor y la continuidad lateral de cada estrato y, si es necesario, la profundidad del lecho rocoso.
  - b) Obtener información con respecto a las características del nivel freático en el sitio.
  - c) Determinar las propiedades necesarias para la identificación, descripción y clasificación de los diferentes estratos y obtener los parámetros necesarios para el diseño, cuando sea posible.
  
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2009). Señala en su art. 56 que para la habilitación urbana se debe considerar el plano de localización con coordenadas UTM, el planeamiento integral, el plano de trazado y lotización con indicación de lotes, aportes, vías y secciones de vías y ejes de trazo, con indicaciones de curvas de nivel cada metro, habilitaciones colindantes, plano de ornamentación de parques.
  
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), Para las habilitaciones residenciales menciona lo siguiente: Constituye habilitaciones residenciales aquellos procesos de habilitación urbana que están destinados predominantemente a la edificación de viviendas y que se realizan sobre terrenos calificados con una zonificación afín. Además, las habilitaciones residenciales deberán cumplir con efectuar aportes, en áreas de terreno habilitado, para los siguientes fines específicos de recreación pública, para servicios públicos complementarios y para parques zonales.

Las urbanizaciones y así se denominan urbanizaciones a aquellas habilitaciones residenciales conformadas por lotes para fines de edificación de viviendas unifamiliares y multifamiliares, así como de sus servicios públicos complementarios y su comercio local.

Las urbanizaciones pueden ser de diferentes tipos, los cuáles se establecen en función a tres factores concurrentes: densidad máxima permisible, calidad mínima de obras y modalidad de ejecución.

La densidad máxima permisible se establece en la zonificación y como consecuencia de ella se establecen las dimensiones mínimas de los lotes a habilitar, de conformidad con el Plan de Desarrollo Urbano.

- Reglamento Nacional de Edificaciones (2009) La lotización: Las manzanas estarán conformadas por uno o más lotes y estarán delimitadas por vías públicas, pasajes peatonales, o parques públicos.

De acuerdo a las normas de acondicionamiento y desarrollo urbano, menciona que la ocupación de territorio es racional y sostenible al territorio, el derecho de los ciudadanos a la propiedad de un inmueble, así como la distribución equitativa de los beneficios y cargas que deriven del uso del suelo, así mismo cita las funciones de los asentamientos poblacionales que forman el sistema urbano, con una seguridad y estabilidad jurídica para la inversión inmobiliaria.

Las habilitaciones urbanas, deben estar organizadas para las actividades económicas, sociales, político administrativas, infraestructura de transportes, energía, saneamiento, equipamiento en servicios de salud, educación, esparcimiento, seguridad, protección ecológica, áreas de riesgo por la geodinámica externa e interna.

El desarrollo urbano contempla la zonificación de los suelos, los requerimientos para vivienda en congruencia a las áreas de expansión urbana, el saneamiento ambiental e infraestructura de servicios, conservando el valor histórico de inmuebles, que pueden ser precolombinos, las inversiones en los nuevos centros poblacionales, con el fin de incrementar el valor de la propiedad predial, dotación de áreas para estacionamientos, áreas públicas, cambios de zonificación, entre otros.

- Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano

(D.S. N° 007-85-VC, derogada por D.S. N° 027-2003-Vivienda)

Artículo 1°.- El presente Reglamento constituye el marco normativo nacional para los procedimientos que deben seguir las municipalidades en el ejercicio de sus competencias en materia de planeamiento y gestión de acondicionamiento territorial y desarrollo urbano; a fin de garantizar:

La ocupación racional y sostenible del territorio.

La armonía entre el ejercicio del derecho de propiedad y el interés social.

La coordinación de los diferentes niveles de gobierno nacional, regional y local para facilitar la participación del sector privado.

La distribución equitativa de los beneficios y cargas que se deriven del uso del suelo.

- Zuleta, H. (1988). Relleno es el Material como grava o escombros usados para nivelar superficies.

Operaciones que consiste en nivelar las superficies tapando los agujeros con yeso, pasta de madera, etc.

- Zuleta, H. (1988). Menciona sobre las Inundaciones, es el efecto de fenómenos meteorológicos, tales como lluvias, ciclones y deshielos, que ocasiona inundaciones temporales de agua en terrenos que se caracterizan por deficiencias de drenaje que impiden el desalojo acelerado de dichos volúmenes.
- Zuleta, H. (1988). Señala que la Topografía Social, es la distribución de la población en relación a las actividades económicas sectoriales, en un área o territorio determinado, generalmente urbano, se la representa gráficamente sobre mapas o planos, relacionando cantidades de población con actividades económicas específicas.



- Pizarro et al. (2005). Para medir la velocidad de infiltración, existen varios métodos, entre ellos:

- Cilindros infiltrometros
- Surcos infiltrometros
- Método de represa o poceta

Independiente de la utilidad práctica de cada uno de ellos, los infiltrometros han sido más recurrentemente utilizados, ya que requieren de menos equipos y materiales, y son más fáciles de instalar y operar.

#### Método del cilindro

Este método se utiliza para determinar la velocidad de infiltración en suelos en los que se establecerán métodos de riego, tales como acequias en contorno, bordes, tazas, aspersion y goteo.

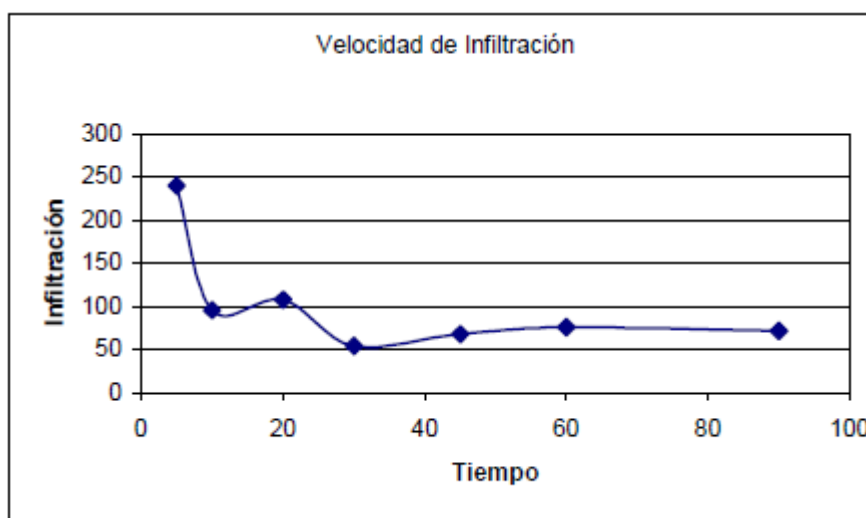
- Según Gurovich, los materiales necesarios para la ejecución adecuada de éste, son, cm de grosor.
  - a. Martillo (pesado para labores de penetración en el suelo)
  - b. Estanque de agua de 10 a 15 litros.
  - c. Agua de igual calidad.
  - d. Regla milimétrica.
  - e. Protector de erosión (plástico, madera en el fondo del cilindro)
  - f. Cronómetro o reloj.

El registro de las mediciones, se realiza en base a una tabla con distintas alturas de agua en el cilindro, a intervalos periódicos, de modo de registrar intervalos a los 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90 en la tabla siguiente se aprecia.

**Tabla N° 1: Promedio de infiltración**

Tiempo (mn)	Altura (cm)	Altura (cm)	Diferencial (cm)	Infiltración (mm/hr)
0	18		0	
5	16		2	240
10	15.2		0.8	96
20	13.4		1.8	108
30	12.5		0.9	54
45	10.8	18	1.7	68
60		16.1	1.9	76
90		12.5	3.6	72
Promedio				65 mm/hr

Fuente: Sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda.



**Figura N° 01: Curva de infiltración.**

Fuente: Sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El ámbito de estudio corresponde al medio urbano y periférico de la ciudad de Juliaca, con las ubicaciones siguientes:

Ubicación política:

Distrito: Juliaca

Provincia: San Román

Región: Puno

Ubicación geográfica:

Latitud sur: 15° 30' 09"

Longitud: 70° 08' 00"

Altitud 3824 msnm

Ubicación por coordenadas UTM:

Norte: 8 285 752 m

Este: 378 436 m

#### 3.2. MATERIALES

- Envases plastisur

Así como los botes y otros envases en general, se fabrica por lo métodos básicos de inyección soplado e inyección soplado estirad.

- Papel bond y otros imprevistos

El papel multiuso de HP es versátil, eficiente y resistente a borrones, fabricado para uso en fotocopiadoras, impresoras y dispositivos de fax, dimensión A4, peso 80 gr/m<sup>2</sup>, acabado mate.

### 3.3. EQUIPOS

- Dos infiltrómetros de inundación simple

Es un cilindro de acero de 10 mm de espesor, de altura 36 cm, un diámetro de 35.69 cm, producido para un área de 1000 cm<sup>2</sup>, y un peso de 35 Kg, fabricación casera.

- Un pico Tramontina

Material acero al carbono, son forjados, alta resistencia y menor desgaste, largo 90 cm, color naranja, usos diversos,

- Una pala Tramontina

Pala cuchara de material metálico, de 70 cm de largo, mango de madera 100 reforzada, color negro, de procedencia brasileña.

- Una comba Tramontina

La comba tiene la cabeza octavada forjada en acero especial y templado, máximo resistencia al desgaste, impacto y rotura, mango de madera, peso 2000 gr, color gris.

- Un nivel de albañil Stakley

Material de aluminio, nivel con cubierta de burbujas en color amarillo, para mayor visibilidad en vertical y horizontal, agujero para colgar,

- Un flexómetro Stanley

El flexómetro tiene 5 m, ancho de cinta  $\frac{3}{4}$ ", acabado en plástico, resorte reforzado con tratamiento térmico, cinta reforzada con película de poliéster, caja diseño cromado, clip para cinturón al reverso.

➤ Cilindro metálico

Los cilindros son envases de acero de calidad especial, fabricada sin uniones soldadas y tratados térmicamente para optimizar sus propiedades de resistencia y elasticidad.

➤ Un cronometro Casio

Tiene una capacidad de medición de 23:59'59,99", con alarma de tiempo multifunción, con señal horaria, horas, minutos y segundos, con un auto calendario y formato de hora 12/24

### 3.4. EQUIPOS INFORMÁTICOS

Computadora Laptop Toshiba Satélite, memoria de 4 GB, procesador 2.2 GHz, Sistema operativo de 64 bits, disco duro de 250 GB, Pantalla LCD de 15.6", Windows 8.1 pro, red inalámbrica.

➤ GPS Navegador Garmin

Es un aparato electrónico, la unidad etrex permite cargar todo tipo de mapas y ponerte en marcha, obtener giros, pantalla monocroma, lectura en cualquier inclinación, precisión plano horizontal 9,8 m, precisión de la altitud 14,4 m

➤ Una impresora kyocera

Consumo de energía (en espera), tiempo de calentamiento, consumo de energía (en calentamiento), peso 10 kg. Nivel de ruido 53 db, tecnología de impresión láser.

➤ Una cámara fotográfica Canon

Cámara digital que genera y almacenas imágenes, tienen funciones y dispositivos capaces de grabar sonido y/o video además de fotografía, funciones de vista avanzada, pantalla de área amplia, conectividad a computadora, secuencia de tres a mas aperturas del obturador, resoluciones CCD o un sensor CMOS.

- Una calculadora electrónica Casio

Gran pantalla de dos líneas, función de repetición, memoria variable, desconexión automática, peso 115 gr, suministro de energía batería, tipo de pantalla LCD.

### **3.5. MÉTODOS**

#### **3.5.1. MÉTODO DEL CILINDRO INFILTROMETRO SIMPLE**

El método del cilindro infiltrometro, es un proceso a través del cual el agua suministrada ingresa al suelo a través de la superficie, hacia las capas inferiores en forma vertical y horizontal.

La importancia es conocer la velocidad de infiltración y la cantidad de agua se sumerge por unidad de superficie y de tiempo.

Al suministrar agua, el suelo seco absorbe agua, sin embargo, a medida que transcurre el tiempo, el suelo se va saturando gradualmente y la velocidad de infiltración disminuye paulatinamente hasta alcanzar un valor prácticamente estabilizado. Además, influye la humedad del suelo al momento de administrar agua y la textura del suelo.

#### **3.5.2. PLANIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN DE INFILTROMETROS**

La planificación de la ubicación y asiento de infiltrometros de anillo simple, se inicia por la salida a la provincia de Huancané, que es aproximadamente la dirección al norte geográfico; continua con la salida a la región Cusco, que es aproximadamente con la dirección Nor-Oeste, continua con la salida a la provincia de Lampa, que es aproximadamente la dirección Oeste; seguidamente con la salida a la región

Arequipa, que es aproximadamente la dirección Sur-Oeste, seguidamente con la salida a la provincia de Puno, que es aproximadamente la dirección Sur-Este.

De esta forma se planifica la ubicación e implantación de infiltrómetros, cuya intención es cubrir alrededor de la periferia de la ciudad de Juliaca, de forma aleatoria, formando un sentido anti horario, a partir de la salida a la provincia de Huancané.

Por la facilidad y la comodidad de ubicar los dos infiltrómetros, estas se ubican en las vías de tránsito vehicular, preferentemente en parques o áreas libres, donde es más oportuno encontrar simultáneamente un suelo natural y otro con suelo afirmado, con tratamiento de material residual.

### **3.5.2.1. PROBLEMAS SOCIALES EN LA TOMA DE MUESTRAS**

El hostigamiento de algunos pobladores de la periferia de Juliaca se manifiesta principalmente entre la salida a Huancané y la salida a Cusco, muestra un grado de desconfianza por la presencia y visita eventual para la toma de datos, inclusive se muestran reacios e incomprensibles, tratando imponer una conducta de autoridad, acreditando que se le debe autorizaciones, por ser dueños de las áreas libres, en otros argumentos, especulan que la visita eventual se trata para futuras e inmediatas invasiones de terrenos, otros piden abastecimiento de agua potable y servicios de alcantarillado-desagüe, para otros es una oportunidad para dialogar sobre el asfaltado, entre diversos casos.

A todos ellos se les explica de forma sutil, que la visita se debe para saber la velocidad de infiltración entre un suelo natural y un suelo que tiene tratamiento de lastrado residual; de los resultados conduce a los objetivos de los pros y contra del proyecto de tesis, que comúnmente se realiza en las Universidades.

### **3.5.2.2. ANTECEDENTES DEL SUELO RESIDUAL**

Al indagar in situ con la misma población residente sobre el afirmado del suelo con relleno residual y el suelo natural, refieren que las vías terrestres tienen diferentes niveles de afirmado, algunas fueron afirmados una sola vez, otras vías el afirmado

fue en dos oportunidades, otros alcanzan de tres veces a cuatro veces el lastrado afirmado con material residual.

La descripción del porque existe varios lastrados afirmados, en primera instancia, el terreno natural es lastrado con una capa de material residual sobre el suelo natural, entendiéndose que gana altura sobre el suelo natural.

Con el transcurso del tiempo y al constante movimiento y peso bruto del tránsito de vehículos, se estabiliza o compacta y luego se asienta continuamente hasta que se igualan ambos suelos en el perfil horizontal e inclusive el suelo afirmado con suelo residual, pierde altura y vuelve con los anegos e inundaciones con láminas de agua, esto en las zonas lastradas con material residual, entonces se renueva la idea y materializar una segunda capa con material residual y así sucesivamente se puede llegar a un tercer afirmado, cuarto afirmado y se estima que al futuro habrá enésimas tratamientos de afirmado, con la correspondiente subducción del terreno natural y el material residual en algunos casos, como se puede apreciar en la siguiente imagen fotográfica un afirmado de más de 60 cm de altura.



**Figura N° 2. Lastrado de aproximadamente 60 cm.**

Fuente: Elaboración propia



Los continuos afirmados con material residual sobre el terreno natural, modela nuevas y diferentes geoformas, de diferentes alturas, variando de zona en zona, tal como se puede apreciar que la altura de lastrados está muy por encima del suelo natural, como muestra en la siguiente imagen.



**Figura N° 3. Diferencia de nivel entre suelo residual y natural.**

Fuente: Elaboración propia

Al principio del presente estudio, se presume que las arterias viales y áreas libres de las diferentes zonas de la ciudad de Juliaca, tiene un solo tratamiento de afirmado, siendo esta hipótesis contraria a encontrar en la realidad afirmados de uno, dos, tres y hasta cuatro tratamientos, por lo que los niveles de las viviendas quedan debajo del nivel de la arteria vial, como se puede apreciar en la imagen siguiente.



**Figura N° 4. Tratamiento de lastrado sobre el nivel de viviendas.**

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2.3. ASENTAMIENTO DE INFILTROMETROS DE ANILLO SIMPLE

En el presente trabajo de investigación se ha anclado dos infiltrómetros de anillo simple, semi enterrados por el extremo inferior biselado en las dos presentaciones de suelo, con una distancia relativa entre los dos infiltrómetros, que están ubicados aproximadamente a 5 m a 15 m, según las presentaciones de ambos terrenos.



**Figura N° 5. Distancia relativa entre dos infiltrómetros.**

Fuente: Elaboración propia

Luego de anclar los dos infiltrómetros en suelos horizontales y sobre todo cuidar, evitar los flujos de agua por los lados inferiores y laterales del infiltrómetro de anillo, con una excavación circular exterior de aproximadamente cinco a diez centímetros de profundidad, tratando en lo posible de no remover, dañar el suelo al interior del anillo y para no dañar los dos tipos de suelos, la excavación se realiza por el exterior del infiltrómetro, que es un material de acero con un espesor de diez milímetros, resistente al impacto del pico y luego compactar con una comba el perímetro exterior del suelo removido principalmente por la parte exterior, así mismo se debe implantar el anillo sobre superficies libre de malezas, yerbas, pasto o gras, tal como se muestra en la fotografía siguiente.



**Figura N° 6. Anclado de infiltrmetro.**

Fuente: Elaboración propia

#### **3.5.2.4. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS**

Pasado la estación de precipitaciones pluviales del mes de Diciembre al mes de Marzo y considerando que los suelos muestran sus dos estados, su condición libre de humedad natural, por estar en otra estación sin precipitaciones, por lo que se procede en agregar agua a los dos prototipos de Infiltrmetro, dicho ensayo aparenta al periodo de precipitaciones.



**Figura N° 7. Infiltrmetro con agua.**

Fuente: Elaboración propia

Luego con la ayuda de un flexómetro y un punto marca fijo en la corona del anillo, medimos la altura vertical inicial de la película de agua, dicho dato se apunta de forma inmediata en el registro de notas, luego esperamos que se produzca la velocidad de infiltración durante cinco minutos, medidos con un cronometro de

alarma y a los cinco minutos nuevamente se procede con la medición vertical final, siempre con el uso del flexómetro, con las dos mediciones verticales y por una operación aritmética, obtenemos la diferencia de altura vertical de la película superficial del agua, que en conclusión muestra la diferencia de infiltración in situ.

Las pruebas se realizaron, primero en terreno natural y luego en terreno residual, tratando de optimizar tiempo, por lo que los procedimientos de infiltración son a veces casi paralelos o simultaneo.

La lectura de los datos de la diferencia de altura de agua, también se puede realizar fijando verticalmente una regla de plástico al interior del anillo simple de Infiltrómetro y hacer los dos aforos de diferencia de nivel, a manera de un limnimetro y otros métodos.



**Figura N° 8. Medida de la infiltración del agua.**

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2.5. GEOREFERENCIACION EN LA TOMA DE DATOS

Uno de los instrumentos de georeferenciación para la toma de datos, es el GPS navegador, con la finalidad de georeferenciar a los dos puntos, para la toma de datos, aclarando que es una sola coordenada entre los dos puntos del infiltrometro de anillo simple, en vista que se encuentran cercanos, según las condiciones en que se presentan los suelos.

### 3.5.2.6. DESCRIPCIÓN DEL SUELO NATURAL

El terreno natural característico de la ciudad Juliaca, es un material terroso, con capacidad de levantar masas polvorientas cuando está completamente libre de humedad, además posee aptitud de una capa arable, de granulometría fina y que puede formar fisuras en su superficie y llegar en algunas ocasiones a formar bucles, como se puede observar en la imagen siguiente.



**Figura N° 9. Terreno superficial natural.**

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2.7. DESCRIPCIÓN DEL SUELO RESIDUAL

El terreno con material residual, proviene principalmente le cerro espinar, dicho cerro está emplazada en la parte Sur-Oeste de la ciudad de Juliaca, que tiene coloración entre rojiza y marrón, con bloques de piedra, brechas y material de granulometría fina, con poca capacidad de levantar masas polvorientas en su estado

libre de humedad, tal como podemos apreciar en las siguientes imágenes fotográficas.



**Figura N° 10. Bloques de piedra de material residual.**

Fuente: Elaboración propia

El material de afirmado, tipo brecha, que ha sido fracturado o triturado al momento de su explotación a cielo abierto, y que no tiene ningún tratamiento en la reducción de su tamaño, que oscila entre un centímetro a unos quince centímetros aproximadamente, con variantes de zona en zona.



**Figura N° 11. Muestra de brechas menores a 5 cm.**

Fuente: Elaboración Propia

Un lastrado reciente de una arteria vial, muestra características de coloración entre rojo a pardo, mientras un lastrado más antiguo muestra una coloración pigmentado con tierra natural, que arrastran vehículos y peatones durante su sistema de locomoción.



**Figura N° 12. Lastrado reciente de arteria vial.**

Fuente: Elaboración Propia.

#### **3.5.2.8. COMPLEMENTO DE MATERIALES AL MÉTODO**

Además, se agrega al rubro de materiales y equipos, no previstos en el perfil de proyecto, una camioneta rural para transportar todo el material necesario y así como desplazarse hacia los diferentes puntos de toma de datos, incluyendo cilindro y recipientes con agua, tal como podemos apreciar en la siguiente imagen.



**Figura N° 13. Camioneta rural de transporte.**

Fuente: Elaboración propia

### **3.5.2.9. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Luego de cumplir con el punto descrito de la planificación de puesta de infiltrómetros, los datos logrados es en número de 21, el cual constituye para la muestra representativa de la población, dichas datos se obtiene sobre terrenos que afloran a la superficie de forma natural, que no ha tenido efectos por la participación del hombre y de forma opuesta, aquellos suelos que fueron afectados por efectos por la participación del hombre, es decir, afirmados con una capa de material residual, son los dos ejemplares de suelos, fueron experimentados para la presente investigación.

### **3.5.2.10. PERIODO DE TOMA DE DATOS.**

La toma de datos para la muestra representativa fue realizada en dos fechas, que corresponde al día miércoles 30 de Agosto y el día 03 de Setiembre del 2017 respectivamente.

### **3.5.2.11. PRESENTACIÓN DEL RESUMEN DE DATOS**

El resumen de datos contiene diferentes atributos, como el número de datos, medida inicial y medida final, infiltración en mm de altura, tiempo de infiltración, capacidad



o cantidad de agua añadida, las coordenadas de los diferentes puntos de toma de muestras en sus valores nominales de Norte y Este, las dos fechas de toma de muestras, y el método de medición, que es con un flexómetro.

### **3.5.3. MÉTODO ESTADÍSTICO**

#### **3.5.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

El tipo de investigación científica, corresponde al tipo descriptivo, registro, análisis e interpretación de la velocidad de infiltración, las variables estadísticas de los datos corresponden a las variables cuantitativas, numéricas, que son los tipos de suelo con su velocidad de infiltración descrito, asociado en dos grupos.

#### **3.5.3.2. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La formulación de la hipótesis, fueron planteados de la forma siguiente:

-  $H_i$ : Las pruebas de velocidad de infiltración no presenta igual velocidad de infiltración en suelos heterogéneos durante los periodos de precipitación.

-  $H_o$ : Las pruebas de velocidad de infiltración presenta igual velocidad de infiltración en suelos heterogéneos durante los periodos de precipitación.

De forma simbólica

$$H_o: X_1 = X_2$$

$$H_a: X_1 \neq X_2$$

#### **3.5.3.3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

Para el presente trabajo de investigación se opta por un valor porcentual de 5%

Nivel de significación:  $\alpha = 0.05$

### 3.5.3.4. SELECCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA

El método estadístico que se elige, es la prueba de “t” de student para muestras independientes, en la cual comparamos dos grupos de suelos, y los datos obtenidos, que son variables numéricas.

Para ejecutar la prueba estadística, usamos el programa SPSS, y se define en la primera fila, las dos variables de terreno y en la segunda fila, la velocidad de infiltración, todo en la pestaña vista de variables, como se muestra en la figura siguiente.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimal	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	NUMERO	Numérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	SUELO	Numérico	5	1	SUELO NATURAL Y RESIDUAL (1,0, SUELO NATURAL...)	Ninguna	Ninguna	19	Derecha	Escala	Entrada
3	VELOCIDAD	Numérico	5	1	VELOCIDAD DE INFILTRACION	Ninguna	Ninguna	20	Derecha	Escala	Entrada

**Figura N° 14. Vista de variables en SPSS**

Fuente: Elaboración Propia

Luego procedemos con el ingreso de los datos en la pestaña vista de datos, de acuerdo a los dos tratamientos definidos, que son en suelo natural y luego en suelo residual, demostradas en las tablas denominadas N° 1 y N° 2, respectivamente.

NUMERO	SUELO	VELOCIDAD	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
10	10	SUELO NATURAL	.6										
11	11	SUELO NATURAL	1.2										
12	12	SUELO NATURAL	.8										
13	13	SUELO NATURAL	1.2										
14	14	SUELO NATURAL	.8										
15	15	SUELO NATURAL	1.2										
16	16	SUELO NATURAL	.8										
17	17	SUELO NATURAL	1.0										
18	18	SUELO NATURAL	.8										
19	19	SUELO NATURAL	.6										
20	20	SUELO NATURAL	.6										
21	21	SUELO NATURAL	2.6										
22	22	SUELO RESIDUAL	1.4										
23	23	SUELO RESIDUAL	2.6										
24	24	SUELO RESIDUAL	3.2										
25	25	SUELO RESIDUAL	.6										
26	26	SUELO RESIDUAL	1.0										
27	27	SUELO RESIDUAL	1.6										
28	28	SUELO RESIDUAL	1.0										
29	29	SUELO RESIDUAL	1.0										
30	30	SUELO RESIDUAL	.6										
31	31	SUELO RESIDUAL	.6										
32	32	SUELO RESIDUAL	1.6										

Figura N° 15. Vista de datos en SPSS

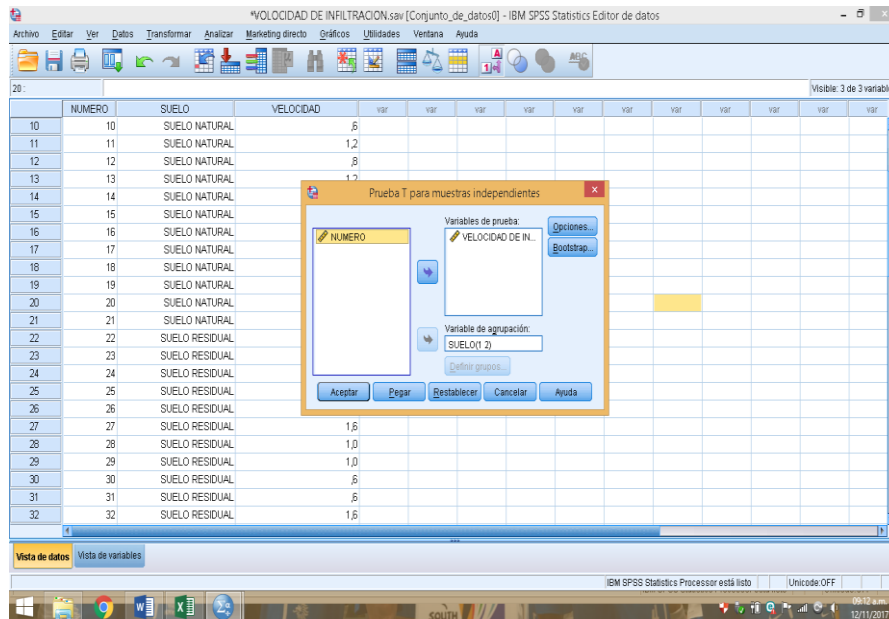
Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se procede con la ejecución del programa SPSS, con la secuencia de analizar, comparar medias, prueba de t para muestras independientes y otros, tal como se aprecia en la siguiente figura.

Figura N° 16. Secuencia de ejecución en SPSS

Fuente: Elaboración Propia

Luego se define la variable de prueba, que corresponde a la velocidad de infiltración y la correspondiente variable de agrupación como se muestra en la imagen siguiente.



**Figura N° 17. Variable de grupo y variable de agrupación en SPSS**

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente el programa nos muestra el primer resultado denominados estadísticos de grupo, con dos clasificaciones, numero de datos, la media, la desviación estandar y finalmente la media de error estandar, en el cual se comprueba que todos los datos fueron correctamente ingresados, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla N° 2: ESTADÍSTICOS**

➔ **Prueba T**

**Estadísticas de grupo**

	SUELO NATURAL Y RESIDUAL	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
VELOCIDAD DE INFILTRACION	SUELO NATURAL	21	1,352	,6720	,1466
	SUELO RESIDUAL	21	1,390	,7835	,1710

Fuente: Elaboración propia

Simultáneamente por defecto se obtiene la tabla N° 2, con la prueba de “t” de student para muestras independientes, donde se aprecia 21 datos para suelo natural y 21 datos para suelo residual, así mismo tenemos una media de 1,352 y 1,90 en la media de infiltración, así como una desviación estándar de 0,6720 y 0,7832 respectivamente, como se puede apreciar en el título del programa SPSS.

**Tabla N° 3: PRUEBA DE “t” DE STUDENT**

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
VELOCIDAD DE INFILTRACION	Se asumen varianzas iguales	,109	,743	-,169	40	,867	-,0381	,2253	-,4933	,4172
	No se asumen varianzas iguales			-,169	39,093	,867	-,0381	,2253	-,4937	,4175

Fuente: Elaboración propia

Por defecto se asume varianzas iguales, además con dicho indicador se conduce a la estimación del p valor, para muestras independientes y representado en la sexta columna, Sig. (bilateral), tal como se muestra en la tabla siguiente.

### 3.5.3.5. ESTIMACIÓN DE p VALOR

La estimación del p valor es igual a 0.867 y este valor es mayor al nivel de significación de 5% ó 0.05.

### 3.5.3.6. HIPÓTESIS

#### HIPÓTESIS GENERAL

Es la causa de las inundaciones superficiales, por los efectos entre el suelo de tipo natural y el suelo de tipo residual, que se presenta en forma de afirmado en la ciudad de Juliaca.

#### HIPÓTESIS ESPECÍFICO

- Las pruebas de velocidad de infiltración sobre el tipo de suelo natural que es proveniente de suelos aluviales y eólicos en diferentes áreas.
- Las pruebas de velocidad de infiltración es probable realizar sobre el suelo de tipo residual, en forma de afirmado en las diferentes áreas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

El resultado se expresa en la toma de decisión de la velocidad de infiltración momentánea, consiste en rechazar la hipótesis alterna o del investigador y aceptamos la hipótesis nula, que indica que la velocidad de infiltración en suelo natural y en suelo con tratamiento de lastrado afirmado, responden de igual manera al fenómeno físico de velocidad de infiltración del agua en los suelos heterogéneos.

#### 4.1.1. PUNTO DE SATURACIÓN PARA LOS DOS TIPOS DE SUELOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba estadística, con la velocidad de infiltración, es necesario realizar la prueba del punto de saturación del agua en los dos tipos de suelo, en el estado inalterado como se encuentra y se presenta los dos ejemplares de suelo.

**Tabla N° 4: PUNTO DE SATURACIÓN EN SUELO NATURAL**

TIEMPO min	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN mm/min	PUNTO DE SATURACIÓN
5	1.8	A los 20 minutos alcanza el punto de saturación con un valor estable de 2.8 mm/min.
10	2.4	
15	2.6	
<b>20</b>	<b>2.8</b>	
25	2.8	
30	2.8	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 5: PUNTO DE SATURACIÓN EN SUELO RESIDUAL**

TIEMPO min	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN mm/min	PUNTO DE SATURACIÓN
5	1.0	A los 20 minutos alcanza el punto de saturación con un valor estable de 2.6 mm/min.
10	1.4	
15	2.4	
<b>20</b>	<b>2.6</b>	
25	2.6	
30	2.6	

Fuente: Elaboración propia

Según las tablas, los puntos de saturación del agua responden para el tiempo de 20 minutos, por lo que se presume que los anegamientos o inundaciones son efecto de ambos tipos de suelos, y que en nada contribuye el tipo de suelos residuales en la percolación, por lo que la inundación y los lodos en el periodo de precipitaciones pluviales permanecerá en la ciudad de Juliaca, tal como se puede apreciar incluso las brechas pequeñas o piedras sepultadas y entreveradas con el agua y lodo, en las imágenes siguientes.



**Figura N° 18. Material residual produciendo inundación y lodos.**

Fuente: Elaboración Propia

Suelo con tratamiento de material residual de la cantera del cerro espinar de color rojizo a marrón, luego de un periodo de uso, adquiere la misma respuesta al suelo

natural, que forma charcos de agua, con lodos en las diferentes arterias de la ciudad de Juliaca.



**Figura N° 19. Color rojizo a marrón del material residual.**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. DISCUSIÓN

- a) Choque, O. (2013). El agua proveniente de la precipitación que excede a la capacidad de retención superficial fluye por diversos caminos hacia la red de drenaje, se mide y evalúa en algún lugar de interés del cauce de un río como escorrentía o escurrimiento.

Al respecto se acepta que el agua proveniente de las precipitaciones pluviales fluye por los diversos caminos hacia la red de drenaje de alcantarillado y desagües de la ciudad de Juliaca, además de una retención y percolación en igual magnitud al final del ciclo hidrológico.

- b) Ibañez, W. (2012). Define como escurrimiento: es otra componente del ciclo hidrológico y se define como el agua proveniente de la precipitación, que circula bajo o sobre la superficie terrestre, y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (estación de aforo).

Al respecto podemos mencionar que siendo los resultados de percolación son en igual magnitud de infiltración, entonces las aguas subterráneas no serán



afectadas en un ciclo anual y periodos consecuentes, con la variante que una parte de la precipitación se infiltra, satisfaciendo la humedad, otra parte se escurre y finalmente otra parte se pierde.

- c) Lambe. (2010). La morfología de una partícula del suelo, dice que el tamaño de una partícula que no tenga forma esférica o cubica, no puede definirse unívocamente por una simple dimensión lineal.

Al respecto el material residual proveniente del cerro espinar, este compuesto en primer lugar por bloques de piedras en menor proporción y en segundo lugar por brechas de tamaños regulares entre uno a quince centímetros, y finalmente un material residual con tendencia a tierra pulverizada, algo viscoso cuando está húmedo; el segundo de ellos predomina la composición total. Por lo que se presume que la población acepta el lastrado de las arterias viales, por la segunda composición, porque no forma lodos en periodos pluviales.

- d) Zuleta, H. (1988). Topografía Social es la distribución de la población en relación a las actividades económicas sectoriales, en un área o territorio determinado, generalmente urbano, se la representa gráficamente sobre mapas o planos, relacionando cantidades de población con actividades económicas específicas.

Al respecto podemos mencionar que la distribución de la población en la ciudad de Juliaca, en concordancia al plano urbano, en la periferia urbana existe viviendas de material noble, de uno, de dos, de tres a más pisos, instalaciones recreativas multideportivas, bodegas, negocios de diversos rubros, restaurantes-quintas, y en algunos casos con buenos acabados; pero contradictoriamente sus arterias viales en su mayoría no tiene el asfaltado respectivo, carecen de instalaciones sanitarias básicas, como agua, desagüe.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación responden a los objetivos, que mencionan los siguientes.

Objetivo general: Determinar el efecto de las inundaciones superficiales en periodo de precipitaciones pluviales por impermeabilización del estrato relleno residual sobre la topografía natural del terreno en la ciudad de Juliaca.

Según los resultados del p valor, con 0.867, el cual significa de forma contundente, que el efecto de las inundaciones permanecerá en la ciudad de Juliaca, debido a que los diferentes tipos de muestras de terreno superficial tienen igual percolación.

### Objetivo específico

- Determinar las pruebas de conductividad hidráulica sobre el horizonte del estrato relleno adicional proveniente del cerro espinar en forma de lastre sobre las diferentes áreas.

Se ha determinado la conductividad hidráulica en terreno residual, donde la media de infiltración es de 1.390 mm, con una desviación estándar de 0.78 en cinco minutos de tiempo, además de un punto de saturación de 26 mm en un tiempo de 20 mn, en la periferia de la ciudad de Juliaca.

- Determinar las pruebas de conductividad hidráulica sobre la topografía natural de terreno, proveniente de suelos aluviales y eólicos.

Se ha determinado la conductividad hidráulica en terreno natural, donde la media de infiltración es de 1.352 mm, con una desviación estándar 0.67 en cinco minutos de tiempo, además con un punto de saturación 28 mm en un tiempo de 20 mn en la periferia de la ciudad de Juliaca.

## RECOMENDACIONES

- Por las referencias de la población in situ, que indica que los lastrados tienen de uno a cuatro tratamientos in situ, entonces si tiene de uno a más tratamientos se presume que el costo adicional se incrementa por cada lastrado, por lo que se deduce que es conveniente una capa de lastrado y luego el asfaltado, lo que justifica que los desembolsos económicos desde el segundo al cuarto lastrado, puede destinarse el dinero directamente para el asfalto.
- Que el lastrado de tipo residual debe tener un tratamiento de zaranda, debido a que las brechas de uno a quince centímetros son los más importantes para evitar el lodo, debido a que se aísla por su tamaño del terreno natural, favoreciendo la percolación y evitar lodos, que incomoda a la población de Juliaca, en periodo de precipitaciones, es decir desde el mes de diciembre al mes de marzo.
- Se recomienda la revisión de otras propuestas metodológicas de pruebas de infiltración empleados para sistemas de drenaje en zonas análogas de altitud, clima, fisiografía y otras características de la ciudad de Juliaca.
- Se recomienda la utilización de software por ejemplo el SWMM que permite seleccionar tres modelos diferentes de infiltración: la Ecuación de Horton, el Método de Green-Ampt y el Método del Número de Curva, el mismo que permite generar modelos de diferentes zonas de infiltración.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA**

- Cárdenas, R. R. (2006). Diseño de un Sistema de Drenaje Pluvial Óptimo y Funcional para el Sector «La Rotaria» de la Parroquia Raúl Leoni de Maracaibo EDO - Zulia. Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta.
- Choque, O. (2013). Tesis: Evaluación de Caudales a Partir de Información Hidrométrica Cuenca del Rio Ilave Puno, UNA, Puno, Perú.
- Gómez, D. (2001). Ordenación Territorial, Ediciones Mandí – Prensa, Editorial Agrícola Española.
- Guía para la Elaboración de Esquemas de Organización del Territorio a Nivel Regional y Provincial (1996) Unidad de Demarcación Territorial, Presidencia del Consejo de Ministros. Lima - Perú.
- Lambe, T. (2010). Mecánica de Suelos, Editorial Limusa s.a. México
- Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N° 27972 (2003). Congreso de la República del Perú. Editorial El peruano. Lima Perú.
- Ibañez W. (2012). Manual de Costos y Presupuestos de Obras Hidráulicas y de Saneamiento Editorial Macro, EIRL. Perú.
- Instituto de Construcción y Gerencia, IGC. (2012). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Editorial Imprenta ICG. Perú.
- Mendoza, S. (2007). Planeamiento Urbano, Programa de Complementación Profesional UJCM. Perú.
- Mitacc, M. (1996). Tópicos de Estadística Descriptiva y Probabilidad, Editorial, Lima – Perú.
- Peter, L. y Reid, D. (1993), Mecánica de Suelos, Editorial McGRAW-HILL, Colombia.

Pizarro R., Flores J., Sanguesa C., Martínez E. (2005). Módulo 3 Curvas de Infiltración. Sociedad Estándares de Ingeniería para Aguas y Suelos Ltda.

PRORRIDRE, Instalación del servicio de agua del sistema de riego Huenque - Ilave  
[WWW.s.scribd.com/Estudio-Hidrológico-Sistema](http://WWW.s.scribd.com/Estudio-Hidrológico-Sistema).

Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano (2003). Editorial El Peruano. Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones, (2009)

Sistema Integral Lagunillas. [WWW.s.scribd.com/Estudio-Hidrológico-Sistema](http://WWW.s.scribd.com/Estudio-Hidrológico-Sistema)

Zuleta, H. (1988). Diccionario de la Construcción, Oasis Editores S.A.

ANEXOS

**Tabla N° 6: VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN EN SUELO NATURAL**

N°	MEDIDA FINAL	MEDIDA INICIAL	INFILTRACION cm	INFILTRACION mm	TIEMPO mn	VEL. INF mm/mn	CAPACIDAD	METODO
1	26.3	25.2	1.1	11.0	5	2.2	5.00	FLEXOMETRO
2	27.1	26.4	0.7	7.0	5	1.4	5.00	FLEXOMETRO
3	28.8	28.4	0.4	4.0	5	0.8	5.00	FLEXOMETRO
4	27.8	26.9	0.9	9.0	5	1.8	5.00	FLEXOMETRO
5	27.5	26.5	1.0	10.0	5	2.0	5.00	FLEXOMETRO
6	27.6	26.4	1.2	12.0	5	2.4	5.00	FLEXOMETRO
7	29.5	28.2	1.3	13.0	5	2.6	5.00	FLEXOMETRO
8	27.4	26.7	0.7	7.0	5	1.4	5.00	FLEXOMETRO
9	30.0	29.2	0.8	8.0	5	1.6	5.00	FLEXOMETRO
10	28.5	28.2	0.3	3.0	5	0.6	5.00	FLEXOMETRO
11	28.7	28.1	0.6	6.0	5	1.2	5.00	FLEXOMETRO
12	27.9	27.5	0.4	4.0	5	0.8	5.00	FLEXOMETRO
13	28.8	28.2	0.6	6.0	5	1.2	5.00	FLEXOMETRO
14	28.6	28.2	0.4	4.0	5	0.8	5.00	FLEXOMETRO
15	28.8	28.2	0.6	6.0	5	1.2	5.00	FLEXOMETRO
16	29.1	28.7	0.4	4.0	5	0.8	5.00	FLEXOMETRO
17	29.9	29.4	0.5	5.0	5	1.0	5.00	FLEXOMETRO
18	29.6	29.2	0.4	4.0	5	0.8	5.00	FLEXOMETRO
19	29.6	29.3	0.3	3.0	5	0.6	5.00	FLEXOMETRO
20	29.6	29.3	0.3	3.0	5	0.6	5.00	FLEXOMETRO
21	29.7	28.4	1.3	13.0	5	2.6	5.00	FLEXOMETRO

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 7: VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN EN TERRENO RESIDUAL**

N°	MEDIDA FINAL	MEDIDA INICIAL	INFILTRACION cm	INFILTRACION mm	TIEMPO mn	VEL. INF mm	CAPACIDAD	METODO
1	26.8	26.1	0.7	7.0	5	1.4	5.00	FLEXOMETRO
2	26.3	25.0	1.3	13.0	5	2.6	5.00	FLEXOMETRO
3	26.5	24.9	1.6	16.0	5	3.2	5.00	FLEXOMETRO
4	26.4	26.1	0.3	3.0	5	0.6	5.00	FLEXOMETRO
5	27.5	27.0	0.5	5.0	5	1.0	5.00	FLEXOMETRO
6	28.2	27.4	0.8	8.0	5	1.6	5.00	FLEXOMETRO
7	29.9	29.4	0.5	5.0	5	1.0	5.00	FLEXOMETRO
8	28.5	28.0	0.5	5.0	5	1.0	5.00	FLEXOMETRO
9	27.7	27.4	0.3	3.0	5	0.6	5.00	FLEXOMETRO
10	27.4	27.1	0.3	3.0	5	0.6	5.00	FLEXOMETRO
11	28.8	28.0	0.8	8.0	5	1.6	5.00	FLEXOMETRO
12	26.4	25.5	0.9	9.0	5	1.8	5.00	FLEXOMETRO
13	29.6	28.0	1.6	16.0	5	3.2	5.00	FLEXOMETRO
14	26.8	26.2	0.6	6.0	5	1.2	5.00	FLEXOMETRO
15	27.1	26.6	0.5	5.0	5	1.0	5.00	FLEXOMETRO
16	27.4	26.9	0.5	5.0	5	1.0	5.00	FLEXOMETRO
17	27.7	27.3	0.4	4.0	5	0.8	5.00	FLEXOMETRO
18	28.9	28.4	0.5	5.0	5	1.0	5.00	FLEXOMETRO
19	27.9	27.1	0.8	8.0	5	1.6	5.00	FLEXOMETRO
20	25.5	25.2	0.3	3.0	5	0.6	5.00	FLEXOMETRO
21	25.0	24.1	0.9	9.0	5	1.8	5.00	FLEXOMETRO

Fuente: Elaboración Propia



PLANO DE UBICACIÓN