

"AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL - AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



*J. B. Al.*

## TESIS

**"ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA  
VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI  
DISTRITO DE ASCENSIÓN HUANCABELICA - 2014"**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**CIMENTACIONES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael.**

**Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy**

**ASESOR:**

**Arq. SALAS TOCASCA, Hugo**

**LIRCAY - HUANCABELICA - 2015**



de Sustentación de Tesis

En la Facultad de Ingeniería de Minas, Civil, Ambiental en el paraje de la FIMCA, Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Urcay, a los nueve días del año 2015, siendo las 12:00 pm, se instaló los miembros del Jurado en base a la Resolución de Consejo de Facultad N° 047-2015-FIMCA-UNH de fecha 08 de Julio de 2015 en la cual se resuelve:

Artículo Primero: Aprobar la hora y fecha para la sustentación de Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Civil cuyo título "Estudio y diseño de Cimentaciones para Viviendas en el Sector de Pucalluma, Distrito de Ascensión Huancavelica-2014" siendo los responsables del Proyecto los bachilleres Ayacopoma Toralva Omar Rafael y Huamán Alanya Jimmy y miembros del Jurado: Ing. Uriel Neira Calsin como Presidente, Ing. Enrique Gamae Ojeda como Secretario y Lic. Franklin Surichogqui Gutierrez como fiscal, con la finalidad de evaluar la sustentación referida, inmediatamente despues se procedió con la sustentación y la intervención del Presidente dando las indicaciones correspondientes para dar inicio a la sustentación, seguidamente terminando la sustentación, se procedió a las preguntas pertinentes, las cuales fueron absueltas por los testistas.

Los miembros del Jurado despues de un intenso debate se resuelve aprobar la Sustentación por mayoría siendo las 2:00 p.m del día nueve de Julio del 2015.

En señal de conformidad firmar al pie del presente.

ING. URIEL NEIRA CALSIN  
PRESIDENTE.

Mtro. VICTOR ROBERTO MAMANI MACHACA  
Secretario General

19 AGO. 2015

ING. ENRIQUE GAMA OJEDA  
SECRETARIO

## **DEDICATORIA**

*A nuestros padres y hermanos por su aliento constante y apoyo incondicional aun en momentos de irreparable dolor y profundo desconsuelo.*

*Y a todos nuestros seres queridos que nos guían, cuidan y protegen desde el cielo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios quien nos brindó una nueva oportunidad para demostrar que podemos seguir adelante y a todos aquellos que nos apoyaron en los momentos más difíciles de nuestra vida, compañeros de clases de la Facultad de Ciencias de Ingeniería Civil, compañeros del Colegio de Ciencias y Artes "La Victoria de Ayacucho" y por supuesto a nuestros padres que nunca dejaron de creer en nosotros.*

*A todos los Docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica por impartir sus conocimientos y experiencias, durante nuestra permanencia en esta casa superior de estudios.*

*Aprovechamos también a todas las personas que hemos venido conociendo en nuestro corto camino profesional desde que egresamos de la Universidad Nacional de Huancavelica.*

**Omar A. y Jimmy H.**

# INDICE

PORTADA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

## CAPITULO I:PROBLEMA

- 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 1
- 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ..... 2
- 1.3. OBJETO DE INVESTIGACIÓN..... 2
  - 1.3.1. Objetivo General..... 2
  - 1.3.2. Objetivo Específico ..... 2
- 1.4. JUSTIFICACIÓN ..... 2

## CAPITULO II:MARCO TEÓRICO

- 2.1. ANTECEDENTES ..... 4
  - 2.1.1. EVOLUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN: ..... 4
- 2.2. BASES TEÓRICAS..... 5
  - 2.2.1. El Suelo: ..... 5
  - 2.2.2. Tipos de suelos..... 6

2.2.3.	Suelos Cohesivos y Suelos no Cohesivos.....	7
<b>2.2.3.1.</b>	<b>Suelos Cohesivos.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3.2.</b>	<b>Suelos no Cohesivos.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3.3.</b>	<b>Suelos orgánicos.....</b>	<b>8</b>
2.2.4.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S).....	8
2.2.5.	Clasificación de la AASHTO .....	13
2.2.6.	Comportamiento de los suelos granulares.....	15
<b>2.2.6.1.</b>	<b>Tensión efectiva.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.6.2.</b>	<b>Relaciones tensión-deformación de suelos granulares.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.6.3.</b>	<b>Resistencia a cortante.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.6.4.</b>	<b>Dilatancia.....</b>	<b>18</b>
2.2.7.	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO .....	19
2.2.8.	PLASTICIDAD DE SUELOS.....	22
<b>2.2.8.1.</b>	<b>Plasticidad.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.8.2.</b>	<b>Limite Líquido .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.8.3.</b>	<b>Limite Plástico .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.8.4.</b>	<b>Índice de Plasticidad .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.8.5.</b>	<b>Consistencia Relativa.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.8.6.</b>	<b>Índice de Liquidez.....</b>	<b>30</b>
2.2.9.	CIMENTACIONES SUPERFICIALES.....	31
<b>2.2.9.1.</b>	<b>Las cimentaciones Directa o Superficial .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.9.2.</b>	<b>ZAPATAS.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.9.3.</b>	<b>Zapatas aisladas .....</b>	<b>33</b>

**2.2.9.4. Zapatas corridas ..... 36**

**2.2.9.5. Zapatas combinadas ..... 37**

**2.2.9.6. Las losas de cimentación ..... 38**

**2.2.9.7. Pozos de cimentación o caissons..... 40**

**2.2.9.8. Otras cimentaciones semiprofundas Arcos de ladrillo ..... 41**

    2.2.10. Cimentaciones profundas ..... 42

    2.2.11. Problemas generales de las cimentaciones..... 43

**2.2.11.1. Problemas especiales de las cimentaciones ..... 44**

**2.2.11.2. Ataque químico a las cimentaciones ..... 46**

    2.2.12. Parámetros necesarios en la proyección de cimentaciones ..... 47

    2.2.13. Factores determinantes para el tipo de cimentación ..... 52

**2.2.13.1. Cargas y características de la estructura ..... 52**

**2.2.13.2. Respuesta del sistema fundación - suelo..... 52**

**2.2.13.3. Características del suelo de fundación ..... 53**

**2.2.13.4. Presencia de aguas subterráneas ..... 53**

**2.2.13.5. Localización del sitio..... 54**

**2.2.13.6. Profundidad y ubicación de las fundaciones ..... 54**

**2.2.13.7. Factores económicos ..... 55**

**2.2.13.8. Características del suelo..... 55**

    2.2.14. TÉCNICAS DE INFORMACION UTILIZADA ..... 56

**2.2.14.1. TÉCNICAS DE INVESTIGACION DE CAMPO ..... 56**

**2.3. HIPÓTESIS ..... 65**

    2.3.1. Hipótesis Principal (H1) ..... 65

2.3.2.	Hipótesis Alternativa (H <sub>0</sub> ).....	65
<b>2.4.</b>	<b>VARIABLES DE ESTUDIO .....</b>	<b>65</b>
2.4.1.	Variable Independiente (X).....	65
2.4.2.	Variable Dependiente (Y).....	66
<b>2.5.</b>	<b>DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES .....</b>	<b>66</b>
<b>CAPITULO III:METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		
<b>3.1.</b>	<b>AMBITO DE ESTUDIO.....</b>	<b>67</b>
3.1.1.	LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN: .....	67
<b>3.2.</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACION .....</b>	<b>69</b>
<b>3.3.</b>	<b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>69</b>
<b>3.4.</b>	<b>METODO DE INVESTIGACION.....</b>	<b>69</b>
<b>3.5.</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACION.....</b>	<b>69</b>
<b>3.6.</b>	<b>POBLACION, MUESTRA, MUESTREO .....</b>	<b>70</b>
<b>3.7.</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>70</b>
3.7.1.	REVISIÓN DE DOCUMENTOS.....	70
3.7.2.	ANÁLISIS DE DATOS .....	70
<b>3.8.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS.....</b>	<b>70</b>
<b>3.9.</b>	<b>TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS .....</b>	<b>70</b>
3.9.1.	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216).....	71
3.9.2.	DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG .....	72
<b>3.9.2.1.</b>	<b>Limite Líquido (ASTM D4318) .....</b>	<b>72</b>
<b>3.9.2.2.</b>	<b>Limite Plástico (ASTM D4318) .....</b>	<b>77</b>

3.9.3. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)..... 78

3.9.4. Determinación del peso específico ..... 79

**CAPITULO IV:RESULTADOS**

**4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS..... 82**

4.1.1. DESARROLLO DE PROCESAMIENTO DE DATOS EN LABORATORIO 82

4.1.1.1. Contenido de Humedad ASTM D2216:..... 82

4.1.1.2. Limite Líquido ASTM D4318: ..... 83

4.1.1.3. Limite Plástico ASTM D4318:..... 86

4.1.1.4. Índice Plástico: ..... 87

4.1.1.5. Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422: ..... 87

4.1.1.6. Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487:..... 91

4.1.1.7. Calculo del peso específico:..... 91

4.1.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE LOS EN SUELOS ..... 92

4.1.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS: ..... 95

4.1.3.1. Resumen de Ensayos de Laboratorio..... 95

4.1.4. Diseño del modelo de la vivienda estándar ..... 99

4.1.5. DESARROLLO DEL DISEÑO DE ZAPATAS. .... 105

**4.2.DISCUSION: ..... 113**

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

**ARTICULO CIENTÍFICO**

**ANEXOS**

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Escala de tamaños de partículas de suelos.....	6
<b>Tabla 2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) .....</b>	<b>10</b>
Tabla 3. Límites de Atterberg .....	12
Tabla 4. Carta de Plasticidad.....	15
<b>Tabla 5. Índice de Plasticidad.....</b>	<b>15</b>
Tabla 6. Factor de corrección .....	27
Tabla 7 Relación entre el Grado de Expansión y el Límite Líquido .....	28
Tabla 8. Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad .....	29
Tabla 9. Índice de liquidez y la sensibilidad de la arcilla.....	31
Tabla 10. Relación entre el potencial de cambio volumétrico límites de potencial de cambio.....	45
Tabla 11. Colapsabilidad de los suelos según el peso específico seco.....	46
Tabla 12. Grado de corrosión según resistividad del suelo .....	47
Tabla 13. Tipos de muestra .....	57
Tabla 14. Número de puntos de investigación.....	58
Tabla 15, Análisis Granulométrico .....	87
Tabla 16. Resultados de Ensayo de Laboratorio.....	96
Tabla 17. Resumen de Dimensiones de las zapatas.....	111
Tabla 18. Resumen de Cantidad y tipo de acero de las Zapatas .....	112

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Tensión Efectiva ..... 16

Figura 2. Tension total y efectiva en suelos saturados ..... 16

Figura 3 Respuesta de suelos sueltos para distintas presiones de confinamiento: (a) tensiones bajo condiciones no drenadas (b) tensiones bajo condiciones drenadas (c) respuesta volumétrica bajo condiciones no drenadas (d) respuesta volumétrica bajo condiciones drenadas. Por conveniencia, la línea de estados críticos (CSL) se ha dibujado junto a la línea de consolidación isotrópica (ICL)..... 18

Figura 4. Modelo que ilustra la dilatancia en suelos granulares ..... 19

Figura 5. Numeración y abertura de tamices ..... 20

Figura 6. Granulometría de un suelo de grano grueso obtenido por un análisis granulométrico por mallas ..... 21

Figura 7, Plasticidad de los suelos ..... 23

Figura 8. Limite liquido (casa grande)..... 24

Figura 9. Comparación del Límite liquido ..... 25

Figura 10 Zapata rígida y flexible..... 33

Figura 11 losas de cimentación ..... 38

Figura 12. Cimentaciones Profundas..... 43

Figura 13. Falla por corte general..... 49

Figura 14. Falla por punzonamiento ..... 50

Figura 15. Falla Por corte local ..... 51

Figura 16. Simbología de Suelos ..... 59

Figura 17 Sector de Pucarumi ..... 69

Figura 18 Análisis Granulométrico ..... 89

Figura 19. Ubicación de las Calicatas realizadas ..... 95

Figura 20 Microzonificación de Pucarumi ..... 97

## RESUMEN

La presente investigación está orientada al diseño de cimentaciones para viviendas u otros proyectos por realizar en el sector de Pucarumi, para lo cual se realizó el estudio de las mecánicas de las propiedades de suelo de este sector, con el propósito de micro zonificar y tener una referencia a la capacidad portante que esta presenta.

Durante la investigación, se recolecto y analizo las muestras de las diferentes calicatas realizadas siendo tratadas en un laboratorio de mecánica de suelo (laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad nacional de Huancavelica) se pudo determinar y microzonificar tres zonas con características propias

Se modelo una vivienda estándar con las dimensiones de 7 por 15 metros de 4 niveles, a la cual se realizó su redimensionamiento así como el análisis y metrado de cargas, que se presenta en el trabajo

Una vez teniendo la capacidad portante del terreno por micro zonas, así como las fuerzas del edificio que serán transmitidas al terreno a través de las zapatas, se prosiguió con el diseño de estas, logrando obtener u tipo determinado de zapatas para cada zona y cada columna, siendo esta zapatas centrales, esquineras y centrales, logrando consolidar en una transmitirá las columnas.

Finalmente esta investigación muestra información será de gran utilidad en la planificación del crecimiento Urbano del Sector de Pucarumi, ya que realizar estos estudios es un poco costoso para la población del sector y al no contar con esto se construyen viviendas con déficit en cuanto a su diseño y tipo de cimentación que es necesario según cada micro-zona determinada.

## ABSTRACT

This research is aimed at the design of foundations for houses or other projects to be implemented in the field of Pucarumi, for which the study of the mechanical properties of soil of this area was carried out with the purpose of micro zoning and have a Referring to this presents bearing capacity.

During the investigation, I was collected and analyzed samples from the different pits made being treated in soil mechanics laboratory (soil mechanics laboratory of the National University of Huancavelica) could be determined and microzonificar three zones with specific characteristics

A standard housing with the dimensions of 15 meters 7 of 4 levels, at which the sizing and analysis was performed and metrado model of loads, which occurs at work

After taking the soil bearing capacity for micro areas and the forces of the building to be transmitted to the ground through the shoes, he continued with the design of these, obtaining or certain type of shoe for each zone and each column , this being central, corner and central footings, managing to consolidate a transmit columns.

Finally, this research shows information will be useful in planning the Urban Sector Pucarumi growth because these studies is a bit expensive for the population of the sector and by not having this deficit homes are built in their design and type of foundation that is necessary according to each micro-area determined.

## INTRODUCCIÓN

Prácticamente todas las estructuras de ingeniería civil, edificios, puentes, carreteras, túneles, muros, torres, canales o presas deben cimentarse sobre la superficie del terreno o dentro de él. Las cargas de estas estructuras se transmiten al terreno a través de una cimentación adecuada; dependiendo de la naturaleza del terreno, se construyen cimentaciones superficiales como las zapatas y cimentaciones profundas como los pilotes.

Huancavelica no es ajena al desarrollo y crecimiento constructivo que presenta el país, en este caso, el sector de Pucarumi está inmersa a ella, ya que la población viene creciendo demográficamente y se necesita más área para que la población pueda construir sus viviendas, en busca de una mejor calidad de vida, así como la construcciones infraestructuras nuevas

En este trabajo de investigación se pretende realizar el diseño de cimentaciones para una edificación de una vivienda en el sector de Pucarumi, para lo cual será necesario conocer las características del terreno, en especial la capacidad portante de acuerdo a estas características micro zonificar y hacer diseño de cimiento que necesitara cada zona identificada, ya que la población no realiza estos estudios lo cual trae como consecuencia viviendas mal diseñadas y que presentan fallas a muy temprano tiempo, esto a desconocimiento del tipo de cimiento usar según las características que presente el suelo, lo que no conlleva a que si es muy importante que la población de este sector tenga al alcance esta información detallada, y así pueda hacer uso de esta para mejorar las construcciones futuras, en especial las viviendas.

**Los autores**

## **CAPITULO I: PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La ciudad de Huancavelica actualmente no cuenta con estudios en cuanto a Microzonificación de suelos se refiere, esto con la finalidad de mitigar problemas de cimentación de acuerdo a zonas de condición vulnerables o críticas por el tipo o consolidación de los suelos, como lo cuentan otras ciudades de las cuales podemos mencionar y en la cual se han realizado estudios como: "Características Geotécnicas del Suelo de Iquitos", "Microzonificación Geotécnica del Distrito de Trujillo", "Microzonificación Geotécnica de Pisco", entre otras.

Actualmente el Distrito de Ascensión viene creciendo demográfica, económica y socialmente, muestra de ello es el sector de Pucarumi un barrio joven que a la fecha cuenta con pocas viviendas construidas de material noble, y estas a su vez son edificaciones autoconstruidas, principalmente por carencia económica que conlleva a no poder contratar los servicios de un profesional, así como también poder realizar un diseño de cimentación acuerdo a las características del suelo presente en este sector.

Al no contar con un buen diseño del tipo de cimentación que requiera la edificación, según el terreno donde se va a construir, esta conlleva a que con el tiempo, la estructura presente fallas como asentamientos, fisuras, etc. Por tal causa la edificación pasaría a ser inhabitable lo que representaría una pérdida económica para los propietarios y población aledaña

Para poder determinar el tipo de cimentación, es fundamental conocer las características físico-mecánicas del suelo y según ellos poder establecer zonas dentro del sector de Pucarumi.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo realizar un buen estudio y diseño de cimentaciones para viviendas en el sector de Pucarumi distrito de Ascensión Huancavelica – 2014?

## **1.3. OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar el tipo de cimentación por zonas para viviendas que requiere el sector de Pucarumi distrito de Ascensión Huancavelica – 2014

### **1.3.2. Objetivo Específico**

- Analizar y clasificar los suelos según sus propiedades físicas mecánicas para el sector de Pucarumi.
- Diseñar el cimientto conveniente para el sector de Pucarumi.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

El motivo por el cual el presente trabajo se desarrollo es la inadecuada construcción de viviendas en el sector de Pucarumi Huancavelica, la cual se dio por un proceso acelerado e incorrecto de un plan de desarrollo urbano, falta de estudio de las condiciones urbanísticas del lugar.

En la actualidad las viviendas de la ciudad de Huancavelica carecen de un adecuado diseño del tipo de cimentación en función a las características fisico-mecánicas que presentan los suelos, debido a la carencia economía y no poder contar con los servicios de un profesional a todo esto se suma los antecedentes de un suelo inestable en este sector.

Huancavelica, como otras ciudades viene creciendo demográficamente lo que conlleva a una acelerada e inconveniente urbanización con nuevas construcciones tanto en vivienda, salud, educación, transporte y defensa ribereña, es así que en la actualidad se puede observar deficiencias en la construcción en viviendas estándar en el sector de Pucarumi, Para las construcciones posteriores que se darán en este sector, se debe tener consideraciones especiales en los diseños de cimentación.

Es por ello que se determinó las propiedades y características físico mecánicas de los suelos como son: El contenido de humedad, Límites de Consistencia, Granulometría, Clasificación de Suelos (SUCS) y Esfuerzo Cortante de Suelos. Lo que permitirá Micro Zonificar el sector de Pucarumi de acuerdo a sus propiedades y características físico mecánicas resultantes.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

#### 2.1.1. EVOLUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN:

El hecho de que muchos edificios construidos en otras épocas hayan permanecido en pie hasta nuestros días demuestra que, a lo largo de la Historia, ha existido algún modo de "Ciencia de las cimentaciones", cuyo desarrollo ha culminado en las técnicas de cimentación actualmente en uso. Sin embargo, los antecedentes de nuestras cimentaciones son poco conocidos porque, hasta bien entrado el siglo XVIII, hay una casi absoluta ausencia de doctrina acerca de las teorías y de los métodos constructivos aplicados al dimensionado y a la ejecución de los cimientos.

Durante la edad media, los artesanos portaban sus obras maestras en bóvedas invertidas de piedra, emparrillado de madera o pilotes de madera, según las costumbres legadas por constructores romanos. Hasta mediados del siglo diecinueve, la mayor parte de zapatas eran de mampostería, ya sea de piedra labrada o pedazos de piedra de todos los tamaños. Esta fue adecuada hasta que aparecieron los edificios altos con gran carga en columnas. Estas cargas requerían zapatas muy grandes y pesadas que además del valioso espacio que ocupaban, el costo se incrementaba de gran manera.

Fue entonces que se realizaron los primeros intentos de aumentar el área de la zapata sin aumentar su peso, se construían emparrillados de madera y sobre ellos las zapata tradicional en 1881, se utilizó un emparrillado de rieles de ferrocarril ahogados en concreto como un adelanto sobre el emparrillado de madera. Poco después se construyeron emparrillados con vigas de acero las que ayudaran a la construcción de zapata en

cantiléver. Fue hasta después de 1900 cuando se empezó a utilizar el concreto armado, que se dejaron usar las zapatas con emparrillado.

La cimentación puede definirse en general como el conjunto de elementos de cualquier edificación cuya misión es transmitir al terreno que la soportan las acciones procedentes de la estructura. Su diseño dependerá por tanto no solo de las características del edificio sino también de la naturaleza del terreno. La importancia del conocimiento de los caracteres propios del suelo se pone de manifiesto desde el momento de la propia ejecución de la obra por su influencia sobre la seguridad de los trabajadores en la realización de excavaciones y movimientos de tierras así como en la de los elementos auxiliares de la construcción: cimbras, encofrados, pozos y zanjas de cimentación líneas enterradas, etc. Una cimentación inadecuada para el tipo de terreno, mal diseñada o calculada se traduce en la posibilidad de que tanto el propio edificio como las fincas colindantes sufran asientos diferenciales con el consiguiente deterioro de los mismos pudiendo llegar incluso al colapso.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. El Suelo:

Suele considerarse que los suelos están constituidos por partículas sueltas, mientras que en las rocas los granos están cementados o soldados. Sin embargo, esta separación no es tan clara: existen, por una parte, suelos con algún grado de cementación entre sus partículas y, por otro, rocas en las que la cementación es relativamente ligera. En algunos textos se considera la resistencia a compresión simple de  $103 \text{ kN/m}^2$  (1 MPa) como el límite de separación entre suelo y roca. Esto es muy común en zonas pantanosas, en las cuales los restos de vegetación acuática llegan a formar verdaderos depósitos de gran espesor, conocidos con el nombre genérico de Turbas. Se caracteriza por su color negro o café oscuro, por su poco peso cuando están secos y su gran compresibilidad y porosidad. La turba es el primer paso de la materia vegetal en carbón.

Desde el punto de vista práctico, en construcción es habitual considerar como suelos aquellos terrenos que pueden excavarse sin necesidad de recurrir a explosivos, y así se define en algunos textos. Sin embargo, en las últimas décadas la evolución de las técnicas de excavación (martillos picadores, rozadoras) permite la excavación mecánica de rocas de resistencia media, lo que ha hecho más difuso este límite.

### 2.2.2. Tipos de suelos

El tamaño de las partículas es el primer criterio de clasificación de los suelos. La denominación más extendida para las partículas es en una escala basada en los dígitos 2 y 6 (es decir, con un factor de 3 entre ellos) (Tabla 1). De la Tabla anterior es importante destacar:

- Las gravas, arenas, limos y arcillas se designan con los símbolos G, S, M y C, respectivamente.
- El límite entre gravas y arenas es de 2 mm
- Para el límite entre arenas y limos hay ligeras variaciones: algunas normas lo sitúan en 0,06 mm, pero otras toman 0,08 mm, y otras 0,074 mm (tamiz 200 de la serie ASTM)

Denominación	Tamaño (mm)	
	60	
Grava (G)	Gruesa	20
	Media	6
	Fina	2
Arena (S)	Gruesa	0,6
	Media	0,2
	Fina	0,06
Limo (M)	Grueso	0,02
	Medio	0,006
	Fino	0,002
Arcilla (C)		

Tabla 1. Escala de tamaños de partículas de suelos

A menudo proporciones relativamente grandes de gravas y arcillas. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho

menos comprensibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea.

### 2.2.3. Suelos Cohesivos y Suelos no Cohesivos

#### 2.2.3.1. Suelos Cohesivos

Vamos a analizar ahora, la influencia de la forma y de las características mineralógicas en los suelos cohesivos (exclusivamente partículas menores del tamiz N° 200). Para ello, consideramos la posibilidad de disponer de dos suelos de origen distinto: uno de origen granítico (producto de la descomposición química de una roca granítica) y otro de origen basáltico (producto de la descomposición química de una roca basáltica). Supongamos que ambos tienen la misma granulometría (igual curva granulométrica) y la misma relación de vacíos (igual cantidad de huecos). Ambos suelos se diferencian entonces en su forma y composición mineralógica. La experiencia muestra que solamente por casualidad estos dos suelos pueden tener propiedades mecánicas iguales, es decir que en este caso, la granulometría y la densidad de los suelos son factores no determinantes de las propiedades o de la diferencia de propiedades entre esos suelos. Desde luego, que la densidad siempre es factor de interés en la determinación de las propiedades de un suelo dado. Si un determinado tipo de suelo tiene una gran cantidad de huecos, es más deformable que ese mismo suelo con menor cantidad de vacíos. Los dos suelos iniciales, de igual granulometría, de igual porosidad y de distinto origen, se comportaban de manera distinta a pesar de todas esas identidades: si pudiésemos analizar en esos suelos la forma y la composición mineralógica de las partículas, éstos nos indicarían una disparidad semejante a la disparidad de sus propiedades.

### **2.2.3.2. Suelos no Cohesivos**

La forma de los granos como vimos, tiene una importancia secundaria en la determinación de las propiedades de los suelos ya que, en la mayoría de los casos, los granos son redondeados. Solamente la presencia de mica dentro de los suelos, tiene una importancia significativa para sus propiedades. Si se determina la deformabilidad de una arena formada por granos de cuarzo más bien redondeados, o de forma cercana a la cúbica, y se le agrega un 10 % de mica del mismo tamaño, el conjunto sigue siendo una arena y aunque no se altere su granulometría, la deformabilidad del suelo aumenta de manera notable. La deformación de la mica tiene por lo tanto mucha influencia en la deformación.

### **2.2.3.3. Suelos orgánicos**

Incluyendo a los suelos pantanosos y a los suelos con alto contenido de turba y materia vegetal en descomposición, los suelos orgánicos generalmente no son recomendables para la construcción. Los suelos orgánicos tienden a absorber y retener el exceso de humedad y exhiben una consistencia como de esponja. Por esta razón, los estudios geológicos generalmente te llevarán a no construir edificaciones en esos lugares.

### **2.2.4. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)**

Es el de mayor uso en la práctica geotécnica. Fue inicialmente propuesto por Arthur Casagrande en 1932, adoptado por el Departamento de ingeniería de los EEUU en 1948. Está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico).

Este sistema clasifica los suelos en dos amplias categorías: "suelos de grano grueso que son de naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando la malla No. 200

Los suelos de grano fino con 50% o más pasando la malla No. 200" (Das, 2001, p. 39). Según Das (2001), para clasificar apropiadamente un suelo utilizando este sistema, deben conocerse el porcentaje de grava, el porcentaje de arena, el porcentaje de limo y arcilla, los coeficientes de uniformidad y curvatura y el límite líquido e índice de plasticidad. Los primeros cinco datos se obtienen a partir de un análisis granulométrico.

El método SUCS presenta diversa nomenclatura; para suelos granulares, las siglas son G (grava), S (arena), W (bien graduada) y P (mal graduada). Para suelos finos la nomenclatura es M (limo), C (arcilla), H (alta compresibilidad) y L (baja compresibilidad). Y para los suelos orgánicos la sigla es Pt (turba). El procedimiento para la clasificación de suelos viene descrito de la siguiente forma:

1. Descartar que el suelo sea un Pt.
2. Determinar si el suelo es fino o granular: - Granular..... % pasando # 200 < 50%. - Fino..... % pasando # 200 ≥ 50%.
3. Si el suelo es granular, seguir los siguientes pasos:  
Determinar si es grava o arena: - Si Ret. #4 > 50% Ret. #200, hay más grava que arena, por lo que es un suelo tipo grava.

212

Tabla 2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)

DIVISION MAYOR		SIMBOLO	COMERES TIPOOS	CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO	
<b>SUELOS DE PARTICULAS GRANESAS</b> Más de la mitad del material que pasa por la malla número 200 @	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad del material que pasa por la malla número 4	GV	Gravas bien graduadas, arenas de gruesa y arena con poco o nada de finos	<b>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD</b> que mayores de 4. <b>COEFICIENTE DE CURVATURA</b> De entre 1 y 3 $C_u = D_{60}/D_{10}$ , $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$  <b>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA GV.</b>  <b>LIMITES DE ATTERBERG DEBAJO DE LA LINEA A' O 1 P. MENOR QUE 4.</b>  <b>LIMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA LINEA A' CON 1 P. MAYOR QUE 7.</b>  $C_u = U_a / U_s$ mayor de 0; $C_c = (D_{20})^2 / (D_{10} D_{60})$ entre 1 y 3  <b>No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW</b>  <b>LIMITES DE ATTERBERG DEBAJO DE LA LINEA A' O 1 P. MENOR QUE 4.</b>  <b>LIMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA LINEA A' CON 1 P. MAYOR QUE 7.</b>	
			GP		Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		
			GC		Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
		<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla número 40	SW		Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
					SP
	SM		Arenas limosas, mezclas de arena y limo		
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	
	<b>ARENAS CON FINOS</b> Cantidad restringida		<b>ARENAS LIMPAS</b> Poca o nada de partículas finas	<b>ARENAS CON FINOS</b> Cantidad restringida	<b>ARENAS LIMPAS</b> Poca o nada de partículas finas
	<b>SUELOS DE PARTICULAS FINAS</b> Más de la mitad del material que pasa por la malla número 200 @	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Líquidos Líquidos Menor de 50	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Líquidos Líquidos Mayor de 50	ML	Limos no orgánicos, solo o poca limos arcillosos o arcillosos ligeramente plásticos
				ML	Arcillos no orgánicos de baja o media plasticidad, arcillos con grava, arcillos arenosos, arcillos limosos, arcillos pobres
OL				Limos orgánicos y arcillos limosos orgánicos de baja plasticidad	
MH				Limos no orgánicos, limos micáceos o calcáreos, más arcillosos	
CH				Arcillos orgánicos de alta plasticidad, arcillos francos	
OH				Arcillos orgánicos de media o alta plasticidad, limos orgánicos de alta plasticidad.	
<b>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</b>	P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

DETERMINENSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LAS CURVAS GRANULOMÉTRICA, CEFERENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUPOS DE CLASIFICACION COMO SIGUE: Grava: GV, GP, SW, SP, más de 12%; GM, GC, SM, SC; Limo: ML, MH, OL, OH; Arcilla: CL, CH, MH, SH; Líquido: LL, HL, PL, PH; Líquido orgánico: OL, OH; Líquido orgánico de alta plasticidad: OCH, OCH.

**CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)**

Fuente: Mecánica de Suelos – Crespo Villalaz (89p).

## SUELOS DE CIMENTACION

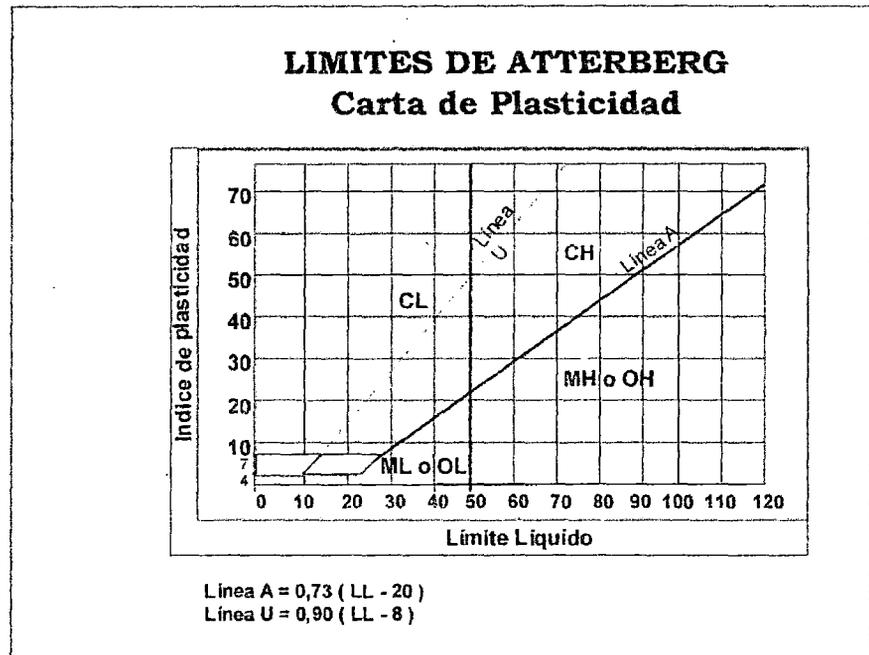
CLASES DE SUELOS	SUELOS GRUESOS LIMPIOS (GW,GP,SW,SP)	SUELOS GRUESOS CON FINOS (GM, GC,SM,SC)	SUELOS FINOS (MH,ML,CH,CL,OL)
Permeabilidad	Permeables. Las pruebas de permeabilidad en el campo son las únicas representativas	Semipermeables a impermeables. Las pruebas de permeabilidad de campo son las más adecuadas para un contenido de finos menor del 25 por ciento.	Suelos impermeables en caso de no ser fisurados. La determinación del coeficiente de permeabilidad durante una prueba de consolidación es adecuada
Compresibilidad y expansibilidad	Los asentamientos son pequeños cuando los materiales son compactos, y la magnitud de los esfuerzos reducida. Si los depósitos son heterogéneos pueden dar lugar a irregularidades importantes en la compresibilidad.	La compresibilidad varía considerablemente según la compacidad del depósito, las arenas finas limosas pueden presentar asentamientos bruscos en caso de saturarse bajo carga.	Es indispensable efectuar pruebas de consolidación en el laboratorio. Los suelos limosos no saturados pueden presentar asentamientos bruscos al saturarse bajo carga. Los suelos arcillosos en estado seco pueden presentar expansión al aumentar su contenido de agua.
Resistencia al corte	Muy variable dependiendo de la compacidad de los depósitos y su homogeneidad. Se relaciona salvo en el caso de arenas sueltas saturadas, con el número de golpes en una prueba de penetración estándar.	Es indispensable estudiar en laboratorio efectuando pruebas triaxiales con especímenes inalterados. Se han de tomar en consideración las posibles variaciones del contenido de agua y la heterogeneidad del manto al definir las condiciones de las pruebas.	Es indispensable estudiarla en laboratorio efectuando pruebas triaxiales con especímenes inalterados, puede ser útil en ciertos casos efectuar una prueba de veleta.
Tubificación	Salvo los materiales de lo SW y SP, presentan buena resistencia a la tubificación. Es muy importante en este aspecto la heterogeneidad de los depósitos.	Las arenas limosas presentan una resistencia a la tubificación media a baja mientras los otros materiales de este grupo tienen una resistencia a la tubificación de alta a media. Es muy importante en este aspecto la heterogeneidad de los depósitos.	Los limos presentan baja resistencia a la tubificación y las arcillas de media a alta. Es muy importante en este aspecto la heterogeneidad de los depósitos.
Licuefacción	Las arenas sueltas finas y saturadas son muy susceptibles a la licuefacción. Los otros materiales de este grupo son por lo general poco sensibles a la licuefacción.	Las arenas finas, limosas, uniformes y en estado suelto son muy sensibles.	Susceptibilidad prácticamente nula.

Fuente: Mecánica de Suelos – Crespo Villalaz (91p)

266

Respecto del suelo en estado inalterado, deberá agregarse información relativa a su estructura, estratificación, consistencia en los estados inalterada y re moldeado, condiciones de humedad y características de drenaje.

Tabla 3. Límites de Atterberg



**GRUPO      NOMBRES TÍPICOS DEL MATERIAL**

GW : Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino.

GP : Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino.

GM : Grava limosa, mezclas grava, arena, limo.

GC : Grava arcillosa, mezclas gravo – arena arcillosas.

SW : Arena bien gradada.

SP : Arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino.

SM : Arenas limosas, mezclas arena – limo.

SC : Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla.

ML : Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas.

CL : Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa)

OL : Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.

MH : Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos (ambiente marino, naturaleza orgánica silíceo), suelos elásticos.

CH : Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas.

OH : Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.

Pt : Turba (carbón en formación) y otros suelos altamente orgánicos.

### 2.2.5. Clasificación de la AASHTO

Este es el sistema del Departamento de Caminos de U.S.A., introducido en 1929 y adoptado por la "American Association of State Highway Officials" entre otras. Es de uso especial para la construcción de vías, en especial para manejo de subrasantes y terraplenes.

Los grupos de suelos son 7, subdivididos en otros más (para llegar a 12)

a) Grueso granulares: 35% o menos pasa el T-200 comprende

- A-1, si menos del 20% pasa el T-200 y menos del 50% pasa el T-40, pero en el P40 el IP<6%.

- A-2, si menos del 35% pasa el T-200, (limoso o arcilloso), y el material no cumple con A-1 ni A3.
- A-3 si menos del 10% pasa el T-200 y 51% o más pasa el T-40, pero si el P40 no es plástico.

b) Suelos fino granulares (grupo limo arcilla): más del 35% pasa el T-200

- A-4 si  $IP \leq 10$  (limo) y  $LL \leq 40\%$
- A-5 si  $IP \leq 10$  (limo) y  $LL \geq 41\%$
- A-6 si  $IP \geq 11$  (arcilla) y  $LL \leq 40\%$
- A-7 si  $IP \geq 11$  (arcilla) y  $LL \geq 41\%$

En consecuencia: A-1 = cascajo y arena; A-3 = arena fina; A-2 = cascajos y arenas limosas o arcillosas;

- A-4 y A-5 suelos limosos, y A-6 y A-7 suelos arcillosos
- A-1 y A-3 son suelos excelentes y buenos, A-2 buenos y moderados, y A-6 y A-7 son suelos de moderados a pobres.
- Pero estos suelos tienen subclases así:
- A-1-a: si  $IP$  del P40  $< 6\%$  Además el  $P200=15\%$ ,  $P40=30\%$  y  $P10=50\%$
- A -1-b: si es del grupo A1 y no cumple con A-1-a
- A-2-4 ; A-2-5, A-2-6, y A-2-7: según la fracción fina se encuentre en las zonas 4, 5, 6 o 7 de la Carta de Plasticidad AASHTO (tabla 4)
- A-3 no tiene subclases

Tabla 4. Carta de Plasticidad

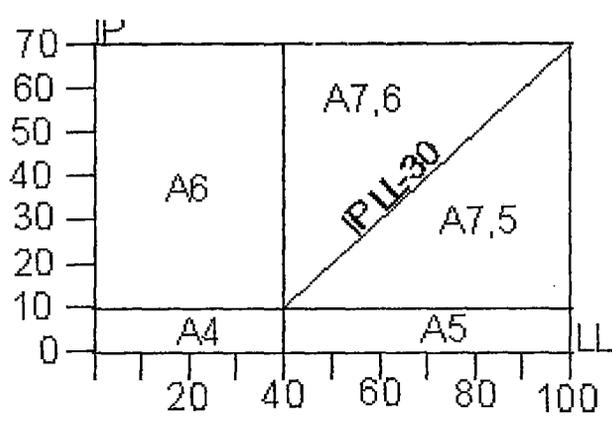


Tabla 5. Índice de Plasticidad

Clasif. General	Materiales Granulares ( 35% o menos pasa la malla nº 200)						Limos y Arcillas ( 35% pasa malla nº 200)				
	A - 1		A - 3	A - 2			A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Subgrupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5/A - 7 - 6
% que pasa tamiz :											
Nº 10	50 máx										
Nº 40	30 máx	50 máx	51 mín								
Nº 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	38 mín	38 mín	38 mín	
Caract. Bajo Nº 40											
LL				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
IG	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipo de material	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas			Suelos Limosos		Suelos arcillosos		
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno			Regular a malo				

El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 5 es menor o igual a ( LL - 30 )  
 El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 6 es mayor a ( LL - 30 )

## 2.2.6. Comportamiento de los suelos granulares

### 2.2.6.1. Tensión efectiva

Los suelos son, en general, materiales trifásicos constituidos por: el esqueleto de partículas sólidas, rodeado de huecos interconectados que pueden estar ocupados por aire y agua (Figura 1). Un suelo con los huecos completamente ocupados por agua se denomina suelo saturado.

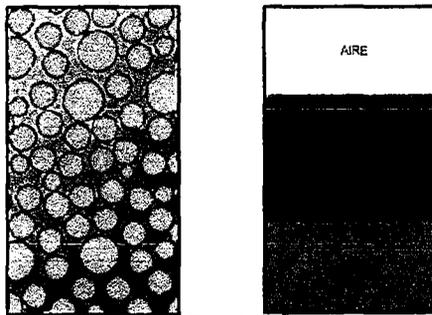


Figura 1. Tensión Efectiva

Sin embargo, es posible que los huecos estén llenos de aire, sin nada de agua, entonces se define como suelo seco. La Mecánica de medios continuos define que el estado total de tensiones está formado por dos componentes: la tensión intergranular y la presión intersticial (Fig. 2.). La tensión intergranular se denomina como la tensión efectiva. Si un suelo está totalmente saturado, la relación entre la tensión total, la tensión efectiva y la presión intersticial viene dada por:

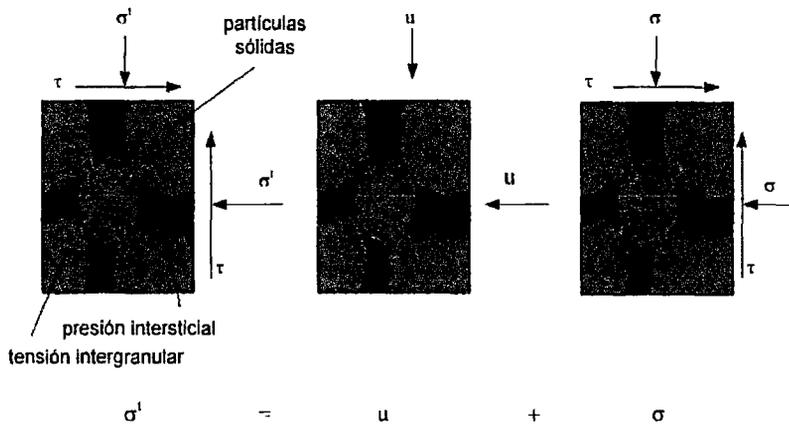


Figura 2. Tension total y efectiva en suelos saturados

$$\sigma = \sigma' - u$$

Donde:

$\sigma_t$  = tensor de tensiones totales,  $\sigma$  = tensor de tensiones efectivas ,  $u$  = presión intersticial , y  $I$  es tensor de segundo orden simétrico. El concepto de tensión efectiva es importante, ya que controla la respuesta mecánica del suelo.

### 2.2.6.2. Relaciones tensión-deformación de suelos granulares

La respuesta tensión-deformación de suelos a los que se les aplica cargas es compleja. Esta complejidad se debe a que tanto la deformabilidad como la resistencia de los suelos, se ven afectadas por factores muy diversos. Entre estos factores se encuentran la estructura del suelo (por ejemplo, el tamaño de grano, la forma del grano, la superficie granular o los huecos), la densidad, el contenido de agua, la condición de drenaje, el grado de saturación, la presión intersticial, el historial de carga y el estado actual de tensiones. En la mayoría de los materiales ingenieriles, esto no ocurre y es más sencillo caracterizar su comportamiento. En lo que sigue, trataremos de describir el comportamiento de los suelos a través estos elementos para conseguir una mejor caracterización del suelo.

### 2.2.6.3. Resistencia a cortante

La resistencia a cortante de los suelos sueltos depende de la presión de confinamiento. La Figura 3. Nos muestra la trayectoria seguida por la tensión para un espécimen bajo compresión triaxial. Como se observa en la la figura, la resistencia a cortante aumenta con las presiones de confinamiento de la muestra, tanto para condiciones drenadas como no drenadas. Además, la figura nos permite comprobar que existe una relación única entre la máxima tensión de cortante en la rotura  $q_f$  y la

tensión principal efectiva  $p$ . Así,  $qf = M_c p$ , donde  $M_c$  es la pendiente de la línea de estados críticos en el espacio  $q - p$  (el subíndice  $c$  indica compresión). El estado crítico también puede definirse en el espacio  $e - p$  (Figuras 3 (c) y (d)). La CSL representa los estados para los cuales la deformación irreversible continúa indefinidamente sin cambios de volumen o de tensiones efectivas (Schofield and Wroth, 1964).

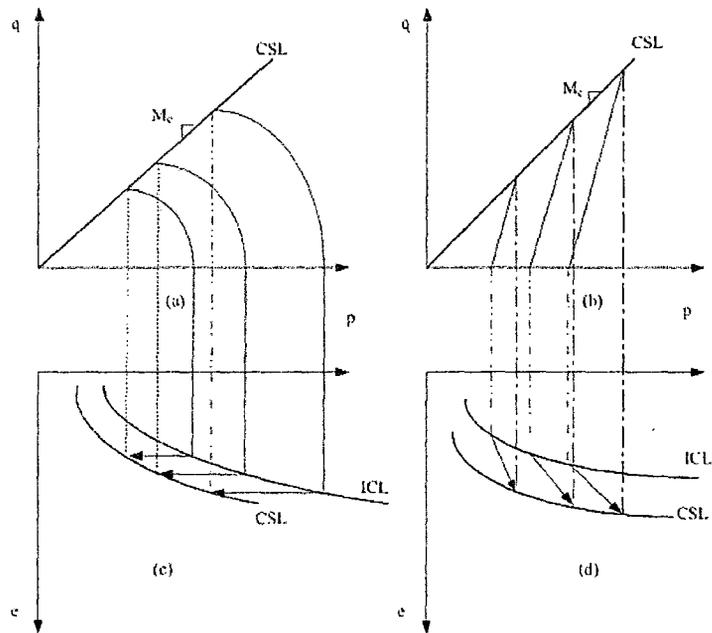


Figura 3 Respuesta de suelos sueltos para distintas presiones de confinamiento: (a) tensiones bajo condiciones no drenadas (b) tensiones bajo condiciones drenadas (c) respuesta volumétrica bajo condiciones no drenadas (d) respuesta volumétrica bajo condiciones drenadas. Por conveniencia, la línea de estados críticos (CSL) se ha dibujado junto a la línea de consolidación isotrópica (ICL).

### 2.2.6.4. Dilatancia

La dilatancia tiene una influencia significativa en la respuesta volumétrica de suelos granulares y ha sido estudiada por muchos científicos (por ejemplo, Rowe, 1962[23] y Wood, 1990[27]). La dilatancia es una variación del volumen cuando se aplican tensiones tangenciales. Un

modelo simple, que ilustra claramente la relación entre la tensión tangencial y la dilatación, es el que podemos ver en la Fig. 4.

La interpretación es la siguiente: cuando aplico una fuerza tangencial S, el bloque superior desliza y tiende a moverse verticalmente, provocando un cambio de volumen  $\Delta V$ .

El suelo se expande cuando se carga tangencialmente, produciendo un deslizamiento en el interior del suelo. La dirección de este deslizamiento es en un plano inclinado un ángulo  $\omega$  con la horizontal (Fig. 4 (b)). Este ángulo  $\omega$  se denomina ángulo de dilatación. La resistencia total tangencial puede ser obtenida evaluando la fuerza en este plano. Así,  $S = \tan(\phi + \omega)P$  donde,  $\phi$  es el ángulo de rozamiento interno entre las partículas sólidas del suelo. El movimiento horizontal del plano tangencial provoca un incremento de volumen como se ve en la figura. 4 (b).

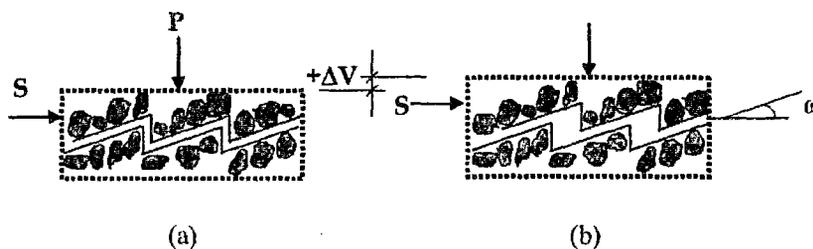


Figura 4. Modelo que ilustra la dilatación en suelos granulares

### 2.2.7. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o USCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases

202

o sub bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente. Para suelos con tamaño de partículas mayor a 0,074 mm. (74 micrones) se utiliza el método de análisis mecánico mediante tamices de abertura y numeración indicado en la figura 5. Para suelos de tamaño inferior, se utiliza el método del hidrómetro, basado en la ley de Stokes.

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Neb) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3 "	80	76,12	GRAVA
2 "	50	50,80	
1 1/2 "	40	38,10	
1 "	25	25,40	
3/4 "	20	19,05	
3/8 "	10	9,52	ARENA GRUESA
Nº 4	5	4,76	
Nº 10	2	2,00	ARENA MEDIA
Nº 20	0,90	0,84	
Nº 40	0,50	0,42	
Nº 60	0,30	0,25	ARENA FINA
Nº 140	0,10	0,105	
Nº 200	0,08	0,074	

Figura 1.5. Tabla de numeración y abertura de tamices.  
Fuente: Espinace R., 1979

Figura 5. Numeración y abertura de tamices

El porcentaje que pasa por cada malla, determinado por un análisis granulométrico por mallas, se grafica sobre papel semilogarítmico, como muestra la figura N° 03. Note que el diámetro del grano D se grafica sobre la escala logarítmica y el porcentaje que pasa se grafica sobre la escala aritmética.

201

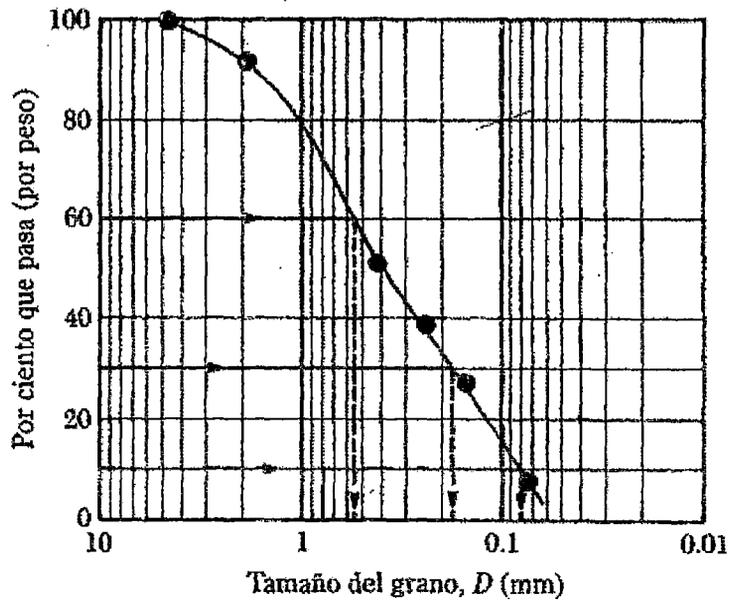


Figura 6. Granulometría de un suelo de grano grueso obtenido por un análisis granulométrico por mallas

La forma de la curva da inmediatamente idea de la distribución granulométrica del suelo; un suelos constituido por partículas de un solo tamaño, estará representado por una línea vertical pues el 100% de sus partículas, en peso, es de menor tamaño que cualquiera mayor que el suelo posea una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños (suelo bien graduado).

Como una medida simple de la uniformidad de un suelo, Allen Hazen propuso el coeficiente de uniformidad.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

En donde:

D60: Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo, sea igual o menor.

2006

D10: Llamado por Hazen diámetro efectivo; es el tamaño tal que sea igual o mayor que el 10%, en peso, del suelo.

En realidad, Cu es un Coeficiente de no uniformidad, pues su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta. Los suelos con  $C_u < 3$  se considera muy uniformes; aun las arenas naturales muy uniformes rara vez presentan  $C_u < 2$ .

Como dato complementario, necesario para definir la graduación, se define el coeficiente de curvatura del suelo:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10}) * (D_{60})}$$

D30 se define análogamente que los D10 y D60 anteriores. Esta relación tiene un valor entre 1 y 3 en suelos bien graduados, con amplio margen de tamaños de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño intermedio.

## 2.2.8. PLASTICIDAD DE SUELOS

### 2.2.8.1. Plasticidad

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos. Las arcillas presentan esta propiedad en grado variable. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los Límites de Atterberg, quién por medio de ellos separo los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes (Figura N° 7).

Los mencionados límites son: Límite Líquido (L.L.), Límite Plástico (L.P.) y Límite de Contracción (L.C.), y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio. Todos los límites de consistencia se



definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25 gr/cm2.

El contenido de humedad indicado por la intersección de esta línea con la de los 25 golpes es el Límite líquido del suelo.

La ecuación de la Curva de fluidez es la siguiente:

La ecuación de la Curva de fluidez es la siguiente:

$$LL = F_w \text{Log}N + C \quad (\text{Formula General})$$

W = Contenido de Humedad, como porcentaje del peso seco.

F<sub>w</sub> = Índice de fluidez, pendiente de la curva de fluidez, igual a la variación del contenido de agua correspondiente a un ciclo de la escala logarítmica.

N = Numero de golpes.

C = Valor que representa la ordenada de la abscisa de un golpe. Se calcula prologando el trazo de la curva de fluidez.

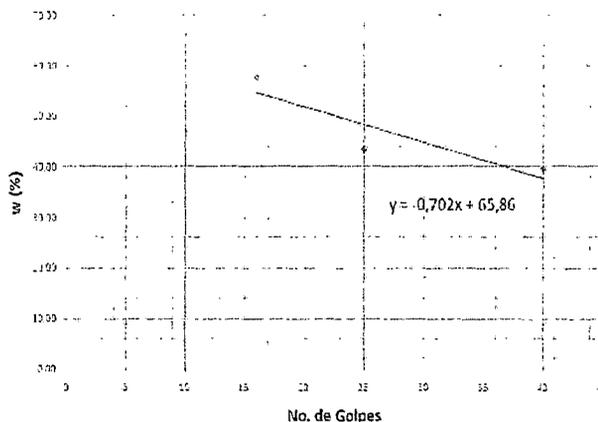


Figura 8. Limite liquido (casa grande)

Casagrande explica la naturaleza de la prueba del Límite Líquido y el significado físico de la curva de fluidez así:

La resistencia del suelo a la deformación de los lados de la ranura hecha es la resistencia al corte del mismo, por lo tanto, el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es una medida de la resistencia al corte del suelo a ese contenido de humedad.

Supóngase que dos diferentes suelos presentan el mismo valor del Índice Plástico, pero muy diferentes curva de fluidez puedes observarse que para un idéntico cambio ( $\Delta w$ ) en la humedad el suelo con curva más plana necesita más número de golpes que el que tiene la curva más parada, o sea que  $N_b$  es mayor que  $N_a$ . (Figura 9) De lo anterior se desprende que los suelos con curvas de fluidez planas poseen una mayor resistencia al corte que aquellos que tienen curvas más pronunciadas, ya que el número de golpes en la prueba del límite líquido es una medida de dicha resistencia a ese contenido de humedad.

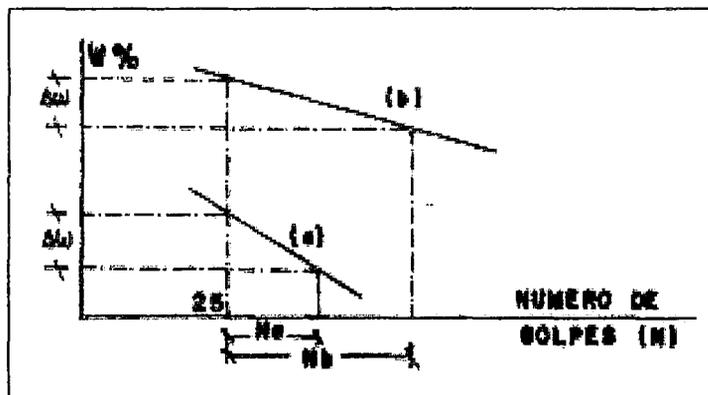


Figura 9. Comparación del Límite líquido

Lambe ha sugerido el empleo de la siguiente expresión:

$$L.L. = W \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

En la que:

L.L.= Límite Líquido calculado del suelo.

W = Porcentaje de humedad arbitraria del suelo con respecto al peso seco.

N = Número de golpes necesario para cerrar la ranura en la copa de Casagrande, correspondiente a W.

Como puede observarse, la ecuación de Lambe permite calcular el límite líquido de un suelo con base en un solo punto del método mecánico. Esto elimina tiempo y, además, el variable operador.

La fórmula de Lambe puede ser usada con suficiente grado de precisión en el cálculo del límite líquido de un suelo, siempre y cuando se amase la pasta de suelo con un contenido de humedad tal que se cumpla con la condición, imprescindible, de que N (número de golpes) esté comprendido entre 20 y 30.

En ensayos de investigación conviene más hacer uso del método mecánico normalizado.

Para facilitar el empleo de la fórmula, esta se puede simplificar así:

$$L.L. = W * F$$

F = Factor de corrección =  $\left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$ , y que puede simplificar así:

Tabla 6. Factor de corrección

<u>N</u>	<u>F</u>
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

Otro procedimiento muy usado para determinar el límite líquido en los laboratorios de campo consiste en que, estando el material en la copa de Casagrande con la ranura hecha como ya se ha indicado en el procedimiento normalizado, dar 25 golpes y ver si la ranura se cierra los 12.7mm. En caso contrario, se recoge el material de la copa, se agrega agua a la pasta o se seca, según el caso y se repite el proceso hasta conseguir que con los 25 golpes la ranura se cierre en su base los 12.7mm especificados. Cuando esto suceda se extrae de la muestra una determinada cantidad, se coloca en un recipiente adecuado, se pesa, se seca en un horno a temperatura constante y se vuelve a pesar una vez seca. El límite líquido se calcula así:

$$L.L = (P_h - P_s) / P_s * 100 = P_w / P_s * 100$$

En la que:

L.L= Límite Líquido en %.

P\_(h) = Peso de la muestra húmeda en gramos.

$P_s$  = Peso de la muestra seca en gramos.

$P_w$  = Contenido de agua en la muestra en gramos.

Relación entre el Grado de Expansión y el Límite Líquido según Dakshanamurthy y Raman (1973), Tabla 7

Tabla 7 Relación entre el Grado de Expansión y el Límite Líquido

LÍMITE LÍQUIDO (%)	GRADO DE EXPANSION
0 - 20	No hay hinchamiento
20 - 35	Bajo hinchamiento
35 - 50	Hinchamiento medio
50 - 70	Alto hinchamiento
70 - 90	Hinchamiento muy alto
Mayor de 90	Hinchamiento extra alto

### 2.2.8.3. Límite Plástico

El límite plástico (L.P.) se define como el contenido de humedad expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.

$$L.L = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100 = \frac{P_w}{P_s} * 100$$

En la que:

$L.P.$  = Humedad correspondiente al Límite Plástico %.

$P_h$  = Peso de los trocitos de filamentos húmedo en gramos.

$P_s$  = Peso de los trocitos de filamentos secos en gramos.

$P_w$  = Peso del agua contenida en los filamentos pesados en gramos.

El límite plástico es muy afectado por el contenido orgánico del suelo, ya que eleva su valor sin aumentar simultáneamente el límite líquido. Por tal razón los suelos con contenido orgánico tienen bajo índice plástico y límites líquidos altos.

### 2.2.8.4. Índice de Plasticidad

Se denomina Índice de Plasticidad o Índice Plástico (I.P.) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos.

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo; sin embargo, el límite plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad según Seed, Woodward y Luddgren, 1962. Tabla 8

Tabla 8. Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad

<b>INDICE PLASTICO</b>	<b>POTENCIAL DE HINCHAMIENTO</b>
0 - 15	BAJO
10 - 35	MEDIO
20 - 55	ALTO
35 Ó MÁS	MUY ALTO

### 2.2.8.5. Consistencia Relativa

Se había indicado con anterioridad que, en función de los límites de consistencia, se iba a obtener la llamada consistencia relativa (C.R.) de los suelos cohesivos;

$$C.R. = \frac{L.L. - W}{I.P.}$$

Siendo W la humedad del suelo en su estado natural.

Si la consistencia relativa resulta negativa, o sea cuando la humedad del suelo sea mayor que la de su límite líquido. El amasado del suelo lo transforma en un barro viscoso. Consistencias relativas muy cercanas a cero indican un suelo con esfuerzo a ruptura ( $q_n$ ) a compresión axial no confinada comprendido entre 0.25 y 1.0Kg/cm<sup>2</sup>. Si la consistencia relativa es aproximadamente igual a uno, ello indica que su  $q_n$  puede estar comprendida entre 1.0 y 5.0Kg/cm<sup>2</sup>.

En general, el esfuerzo de corte de un suelo crece a medida que C.R. varía de 0 a 1. Un valor de C.R. de 0.0 a 0.25 indica un suelo muy suave; de 0.25 a 0.50 suave; de .50 a 0.75, consistencia media. Y de 0.75 a 1.0, consistencia rígida.

### 2.2.8.6. Índice de Liquidez

En los suelos plásticos, el Índice de liquidez es indicativo de la historia de los esfuerzos a que ha estado sometido el suelo. Si el valor del índice de liquidez es cercano a cero, se considera que el suelo está pre consolidado, y si es cercano a uno entonces se le considera como normalmente consolidado. La expresión para obtener el índice de liquidez es:

$$I_L = \frac{W - L.P.}{I.P.}$$

Si la humedad inicial de un suelo corresponde a un índice de liquidez igual a 0.20 o más, el suelo, aun siendo altamente plástico, tendrá poca o nula expansión.

Una relación aproximada entre el índice de liquidez y la sensibilidad de la arcilla puede obtenerse de la Tabla 9

Tabla 9. Índice de liquidez y la sensibilidad de la arcilla

$I_L$	Sensibilidad
0.0	1.0
0.2	1.0
0.4	2.0
0.7	4.0
0.8	5.0
0.85	6.0
0.9	7.0
0.95	8.0
1.00	9.0
1.05	10.0
1.30	20.0
1.50	45.0
2.00	200.0

Los suelos normalmente consolidados se identifican fácilmente por tener una humedad cercana al límite líquido.

## 2.2.9. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

### 2.2.9.1. Las cimentaciones Directa o Superficial

Son aquellas reparten la fuerza que le transmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas. Las cimentaciones superficiales se emplearan para transmitir al terreno las cargas de uno o varios pilares de la

10

estructura se considera cimentación superficial, cuando tienen entre 0,50 m. y 4 m. de profundidad, y cuando las tensiones admisibles de las diferentes capas del terreno que se hallan hasta esa cota permiten apoyar el edificio en forma directa sin provocar asentos excesivos de la estructura que puedan afectar la funcionalidad de la estructura; de no ser así, se harán Cimentaciones Profundas. Debe considerarse como posible que en un mismo solar se encuentren distintos tipos de terreno para una misma edificación; esto puede provocar asentos diferenciales peligrosos aunque los valores de los asentos totales den como admisibles.

### 2.2.9.2. ZAPATAS

Las zapatas son cimentaciones superficiales o directas, como toda cimentación ha de garantizar, de forma permanente, la estabilidad de la obra que soporta.

#### Los tipos de zapatas pueden ser:

##### Por su forma de trabajar:

Aisladas, combinadas, continuas bajo pilares, continuas bajo muros., arriostradas.

##### Por su morfología:

Macizas, Que a su vez pueden ser rectas, escalonadas, piramidales y Aligeradas.

##### Por la relación entre sus dimensiones (lo que condiciona su forma de trabajo)

- a. Rígidas. En las que el vuelo es menor o igual a dos veces el canto

b. Flexibles. En las que el vuelo es mayor a dos veces el canto.

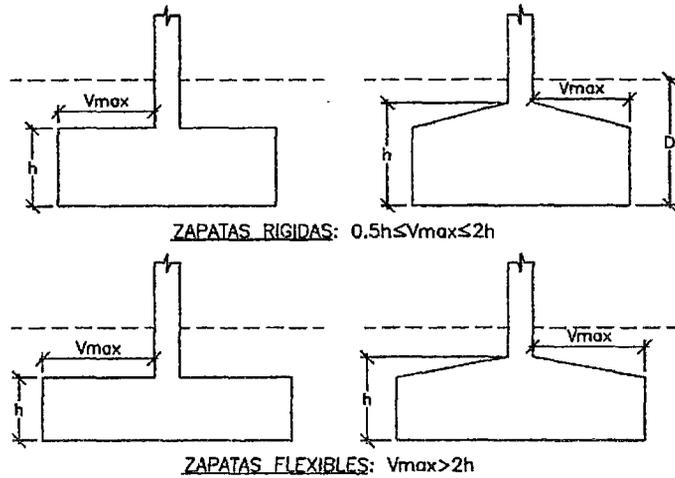


Figura 10 Zapata rígida y flexible

Por la forma:

Rectangulares, cuadradas, circulares y poligonales.

### 2.2.9.3. Zapatas aisladas

Es aquella zapata en la que descansa o recae un solo pilar. Encargada de transmitir a través de su superficie de cimentación las cargas al terreno. La zapata aislada no necesita junta pues al estar empotrada en el terreno no se ve afectada por los cambios. Importante es saber que además del peso del edificio y las sobre cargas, hay que tener también en cuenta el peso de las tierras que descansan sobre sus vuelos.

Las zapatas aisladas para la cimentación de cada soporte en general serán centradas con el mismo, salvo las situadas en linderos y medianeras, serán de hormigón armado para firmes superficiales o en masa para firmes algo más profundos. De planta cuadrada como opción general. De planta rectangular, cuando las cuerdas equivalentes queden

muy próximas, o para regularizar los vuelos en los casos de soportes muy alargados o de pantallas.

Como nota importante: hay que decir que se independizaran las cimentaciones y las estructuras que estén situados en terrenos que presenten discontinuidades o cambios sustanciales de su naturaleza, de forma que las distintas partes de edificio queden cimentadas en terrenos homogéneos. Por lo que el plano de apoyo de la cimentación será horizontal o ligeramente escalonado suavizando los desniveles bruscos de la edificación.

La profundidad del plano de apoyo o elección del firme, se fijara en función de las determinaciones del informe geotécnico, teniendo en cuenta que el terreno que queda por debajo de la cimentación no quede alterado, como ya he dicho antes, para la cimentación, o mejor dicho, para saber qué tipo de cimentación hemos de utilizar, tenemos que saber el tipo de terreno con el que nos vamos a encontrar (informe geotécnico)

Zapata Aislada propiamente dicha pueden ser:

Centrada – Combinada – Medianería – Esquina

**Tipo 1. Rígida**

El vuelo es igual a: la variación que hay de 0.5 veces la altura a la de 2 veces esta solo se calculan a flexión. La zapata rígida suele armarse con una carga de hierro de alrededor de 25 a 40kg/m3. En la armadura se utilizan barras de un diámetro mínimo del orden de 12mm para evitar corrosiones. Su recubrimiento mínimo es de 7 cm.

**Tipo 2: Maciza de cimentación o súper rígida**

El vuelo es menor a 1/2 de la altura Hay veces que en este tipo de zapata no son necesarios los armados, todo depende de la resistencia del terreno es una zapata que no necesita ir armada, aunque puede colocarse una pequeña armadura si la carga lo requiere, y de esa manera se evita que el cimientto se abra (armadura de reparto).

**Tipo 3: Denominadas flexible**

Son las más económicas, pero su cálculo también es el más complicado, pues hade realizarse a flexión, a cortante, a punzonamiento, y hay que tener en cuenta la adherencia entre el acero y el hormigón. El vuelo es mayor de 2 veces la altura. La zapata flexible, por sus dimensiones, está sometida tanto a esfuerzos de compresión como de tracción. La armadura reparte los esfuerzos de tracción producidos en la zona inferior de la zapata. Aunque la cantidad de armadura depende del terreno y de la carga que soporta el cimientto, suele oscilar entre 50y 100 kg/m3.

**Diseño de zapatas aisladas.**

Para el diseño de una zapata suponemos que la fundación es totalmente rígida y que por lo tanto ella no se deforma al transmitir las cargas al suelo. Esta suposición nos lleva a considerar que el esquema de presiones que se transmite sobre el suelo es uniforme sin importar el tipo de suelo sobre el cual se funda lo cual no es del todo cierto. Se sabe que la forma de presiones depende del tipo de suelo (ver figura) pero estas variaciones se pueden ignorar considerando que a cuantificación numérica de ellas es incierta y porque su influencia en las fuerzas y momentos de diseño de la zapata son mínimas:

#### 2.2.9.4. Zapatas corridas

Las zapatas corridas se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de pilares. Estructuralmente funcionan como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas. Son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal. Las zapatas corridas están indicadas como cimentación de un elemento estructural longitudinalmente continuo, como un muro, en el que pretendemos los asientos en el terreno. También este tipo de cimentación hace de arriostamiento, puede reducir la presión sobre el terreno y puede puentear defectos y heterogeneidades en el terreno. Otro caso en el que resultan útiles es cuando se requerirían muchas zapatas aisladas próximas, resultando más sencillo realizar una zapata corrida. Las zapatas corridas se aplican normalmente a muros. Pueden tener sección rectangular, escalonada o estrechada cónicamente. Sus dimensiones están en relación con la carga que han de soportar, la resistencia a la compresión del material y la presión admisible sobre el terreno. Por practicidad se adopta una altura mínima para los cimientos de hormigón de 3 dm aproximadamente. Si las alturas son mayores se les da una forma escalonada teniendo en cuenta el ángulo de reparto de las presiones

En el caso de que la tierra tendiese a desmoronarse o el cimiento deba escalonarse, se utilizarán encofrados. Si los cimientos se realizan en hormigón apisonado, pueden hormigonarse sin necesidad de los mismos. Si los trabajos de cimentación debieran interrumpirse, se recomienda cortar en escalones la junta vertical para lograr una correcta unión con el tramo siguiente. Asimismo colocar unos hierros de armadura reforzará esta unión.

### 2.2.9.5. Zapatas combinadas

Una zapata combinada es un elemento que sirve de cimentación para dos o más pilares. En principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes pilares tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante.

**Consideraciones generales** En las zonas frías, las zapatas se desplantan comúnmente a una profundidad no menor que la penetración normal de la congelación. En los climas más calientes, y especialmente en las regiones semiáridas, la profundidad mínima de las zapatas puede depender de la mayor profundidad a que los cambios estacionales de humedad produzcan una contracción y expansión apreciable del suelo. La elevación a la que se desplanta una zapata, depende del carácter del subsuelo, de la carga que debe soportar, y del costo del cimientto.

Ordinariamente, la zapata se desplanta a la altura máxima en que pueda encontrarse en material que tenga la capacidad de carga adecuada. La excavación para una zapata de concreto reforzado debe mantenerse seca, para poder colocar el refuerzo y sostenerlo en su posición correcta mientras se cuele el concreto. Para hacer esto en los suelos que contienen agua puede ser necesario bombear, ya sea de cárcamos o de un sistema de drenes instalado previamente.

**Losas de cimentación** Una losa de cimentación es una zapata combinada que cubre toda el área que queda debajo de una estructura y que soporta todos los muros y columnas. Cuando las cargas del edificio son tan pesadas o la presión admisible en el suelo es tan pequeña que las zapatas individuales van a cubrir más de la mitad del área del edificio, es probable que la losa corrida sea más económica que las zapatas.

### 2.2.9.6. Las losas de cimentación

Estas se proyectan como losas de concreto planas y sin nervaduras. Las cargas que obran hacia abajo sobre la losa son las de las columnas individuales o las de los muros. Si no hay una distribución uniforme de las cargas de las columnas o bien el suelo es tal que pueden producirse grandes asentamientos diferenciales, las losas deben reforzarse para evitar deformaciones excesivas. La forma de refuerzo es simplemente utilizando muros divisorios como nervaduras de vigas T conectadas a la cimentación, o bien usando marcos rígidos o haciendo celdas con trabes y contra trabes, es entonces cuando se forman los llamados cajones de cimentación figura 11.

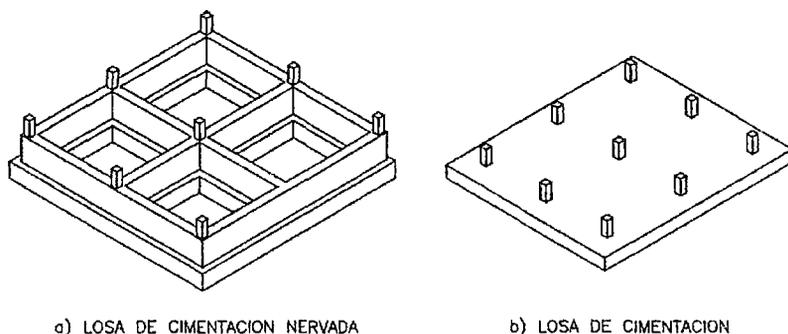


Figura 11 losas de cimentación

### Consideraciones generales

Desventajas. Cabe mencionar que entre más grande sea la losa más costosos resultan los procedimientos constructivos, en estos casos pudiera ser preferente una cimentación a base de pilas o pilotes. El costo de construcción no es la única desventaja de este tipo de cimientos, al estar en contacto con el suelo una gran área de la losa, es necesario

protegerla contra la acción de la humedad, la acción de los álcalis y la lixiviación entre otros fenómenos indeseables para el buen funcionamiento de la cimentación. El drenaje, impermeabilización y protección contra la humedad es casi inevitable que ocurran filtraciones de agua en los sótanos de los edificios, ya que es precisamente esta parte de la construcción la que está en contacto directo con el suelo, más aún si consideramos los posibles defectos de la construcción.

También es importante el considerar las condiciones de aguas freáticas del suelo al proyectar la profundidad de la excavación necesaria para desplantar la losa o cajón de cimentación. Si debe desplantarse por debajo del nivel freático, deben tomarse precauciones especiales para evitar filtraciones importantes dentro de la estructura. En general se utilizan dos métodos: la utilización de drenajes y la impermeabilización.

**1. Drenajes:** Los drenajes son bastante útiles cuando las filtraciones son pequeñas ya que es fácil evacuar el agua acumulada a bajo costo, frecuentemente por gravedad, por medio de albañales o zanjas. Entre los drenes más comunes están los en zapatas y los de piso, los drenes en zapata se fabrican con tramos cortos de PVC con pequeñas perforaciones que se tienden en zanjas cavadas a un lado de la base de la zapata para ser rellenadas posteriormente con material de filtro; los últimos 30 cm de relleno se hacen con material menos permeable para evitar que se filtre el agua de la superficie. Los drenes de piso no son muy comunes sin embargo, es posible que hayan flujos de agua por debajo de la losa por lo que se aconseja el uso de drenaje. Estos drenes no deberán conectarse a tubos de bajadas pluviales ni a drenes superficiales.

**2. Impermeabilización:** Si la cantidad de agua que se colecta en los drenes es muy grande, es recomendable el uso de impermeabilizantes en el sótano y permitir que la losa quede sujeta a la presión del agua freática. Uno de los métodos más eficientes es el de membrana, que consiste en colocar una membrana de material asfáltico cerca del exterior del edificio. El material asfáltico se aplica en caliente y es bastante flexible y lo suficientemente dúctil como para mantener su integridad en caso de que se presenten pequeños agrietamientos en la estructura. Para que la membrana sea totalmente efectiva debe cubrir en su totalidad la superficie de la estructura que esté en contacto con el agua, para ello se requiere la construcción de un sub-piso sobre el cual se coloca la membrana antes de construir la losa como tal. Los muros y pisos que quedan dentro de la membrana están sometidos a la acción de la presión del agua, por lo que deben diseñarse para soportar dichas acciones. Actualmente pueden utilizarse otros tipos de impermeabilizantes especiales o bien pueden usarse aditivos para disminuir la permeabilidad del concreto como el humo de sílice y/o escorias de silicio. Cimentaciones semiprofundas "Pozos de cimentación o caissons" Otras cimentaciones semiprofundas:  $\frac{3}{4}$  Arcos de ladrillo sobre machones de hormigón o mampostería.  $\frac{3}{4}$  Muros de contención bajo rasante.  $\frac{3}{4}$  Micro pilotes.

#### **2.2.9.7. Pozos de cimentación o caissons.**

Los pozos de cimentación se plantean como solución entre las cimentaciones superficiales, (zapatas, losas, etc.) y las cimentaciones profundas, por lo que en ocasiones se catalogan como semiprofundas. La elección de pozos de cimentación aparece como consecuencia de resolver de forma económica, la cimentación de un edificio cuando el firme se encuentra a una profundidad de 4 a 6 mts.

181

Algunas veces estos deben hacerse bajo agua, cuando no puede desviarse el río, en ese caso se trabaja en cámaras presurizadas. Como soluciones constructivas para la ejecución de pozos de cimentación se puede indicar que los pozos rectangulares o circulares están condicionados por los medios manuales de excavación, pudiendo alcanzar profundidades de 30 mts con medios mecánicos. Se puede observar cierta analogía, con los pilotes de gran diámetro. Las formas geométricas adoptadas, según la capacidad portante del terreno y su situación respecto a la edificación pueden ser:

Los pozos circulares suelen variar desde los 0.60 m (dimensión mínima para permitir el acceso de un operario) hasta los 2 m de diámetro.

Generalmente, al producirse la acción lateral de las tierras sobre el pozo, impide el pandeo de este, por lo que se calcula como un soporte corto. Según las solicitaciones, los pozos se pueden ejecutar de hormigón armado, o de hormigón en masa. 9 De forma análoga a las zapatas, se deben disponer vigas de atado entre los pozos, para arriostramiento de los mismos, siendo criterio del proyectista cómo y cuándo deben disponerse.

#### **2.2.9.8. Otras cimentaciones semiprofundas Arcos de ladrillo**

Por lo general se realizan sobre machones de hormigón o mampostería. En zonas donde la piedra es abundante suele aprovecharse esta como material de cimentación de mampostería. Para grandes construcciones es necesario efectuar en un laboratorio de ensayo pruebas sobre la resistencia de la piedra de que se dispone. Tratándose de construcciones sencillas, en la mayoría de casos resulta suficiente efectuar la prueba

golpeando simplemente la piedra con una maceta y observando el ruido que se produce. Si este es hueco y sordo, la piedra es blanda, mientras que si es aguda y metálico, la piedra es dura. Muros de contención bajo rasante Se realizan cuando no se considera necesario anclar el muro al terreno, para el sostén de la edificación, debiendo tenerse en cuenta para la ejecución de los elementos de contención, las cargas que les puedan afectar. Micro pilotes Son una variante basada en la misma idea del pilotaje, que frecuentemente constituyen una cimentación semiprofunda.

### 2.2.10. Cimentaciones profundas

Se basan en el esfuerzo cortante entre el terreno y la cimentación para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el terreno. Por eso deben ser más profundas, para poder proveer sobre una gran área sobre la que distribuir un esfuerzo suficientemente grande para soportar la carga. Este tipo de cimentación se utiliza cuando se tienen circunstancias especiales:

Una construcción determinada extensa en el área de austerar. Una obra con una carga demasiado grande no pudiendo utilizar ningún sistema de cimentación especial. Que terreno al ocupar no tenga resistencia o características necesarias para soportar construcciones muy extensas o pesadas. Algunos métodos utilizados en cimentaciones profundas son: Pilas y Cilindros. Pilotes. Pantallas:  $\frac{3}{4}$  pantallas isostáticas.  $\frac{3}{4}$  pantallas hiperestáticas. Pilas y cilindros En la ingeniería de cimentaciones el termino pila tiene dos significados diferentes. De acuerdo con uno de sus usos la pila es un miembro estructural subterráneo que tiene la función que cumple una zapata, es decir transmitir las cargas que soporta al suelo. Sin embargo, en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación con respecto a la base de las pilas es por lo general mayor que cuatro, mientras que para las zapatas, esta relación es menor que la unidad. De acuerdo con su segundo

uso, una pila es el apoyo, ya sea de concreto o de mampostería para la superestructura de un puente.

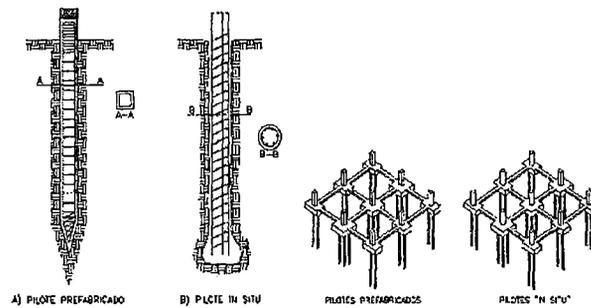


Figura 12. Cimentaciones Profundas

**Función de los pilotes** Cuando el suelo situado al nivel en que se desplantaría normalmente una zapata o una losa de cimentación, es demasiado débil o compresible para proporcionar un soporte adecuado, las cargas se transmiten al material más adecuado a profundidad por medio de pilotes o pilas. La diferencia entre estos elementos es algo arbitraria. Evidentemente los pilotes se utilizan cuando las condiciones del suelo no son adecuadas para el empleo de zapatas o losas de cimentación o cuando la construcción de estas en los lugares dispuestos para su emplazamiento es inadecuadas, antieconómicas o bien no viables. Por consiguiente los pilotes van generalmente asociados con problemas difíciles de cimentación y con las condiciones peligrosas del suelo.

### 2.2.11. Problemas generales de las cimentaciones

El comportamiento del suelo soporte frecuentemente controla el de la fundación.

Los suelos soportes de una cimentación que no son duros o compactos, son compresibles y susceptibles a sufrir, bajo las cargas que se le aplican deformaciones apreciables. Estas deformaciones deben ser tales que durante la

construcción de una obra, o al producirse la aplicación de las sobrecargas de servicio, los asentamientos o desnivelaciones del soporte que se produzcan no sean de magnitud nociva a la estabilidad de la obra ni puedan deteriorar su utilidad.

Los suelos de fundación se componen a veces de capas heterogéneas que pueden estar inclinadas, circunstancia que puede originar deslizamiento del terreno bajo la acción de las cargas impuestas por la obra.

El agua del terreno incide muchas veces en el comportamiento de las cimentaciones, la acción erosiva de corrientes de agua puede desestabilizar los estratos portantes.

El estudio de los procedimientos de construcción en cada caso requiere buscar una solución satisfactoria desde el punto de vista técnico pero también de costo admisible lo que puede llegar a ser complejo y delicado.

### 2.2.11.1. Problemas especiales de las cimentaciones

Se presenta problemas en los suelos de cimentación principalmente si los tipos de suelos encontrados en la investigación del terreno, se encuentran con suelos propensos a expandirse, también que sean susceptibles a la licuefacción, suelos propensos al colapso y al ataque de químicos.

**Suelos expansivos:** Los suelos que presentan un potencial de cambio de volumen, pueden transferir esfuerzos inadmisibles para los cimientos, si la cimentación no está diseñada para controlar las presiones que se generan. La expansión de los suelos depende entre otros factores, de la composición mineralógica, variación del nivel freático y clima.

El potencial de expansión se puede calificar dependiendo de los límites de consistencia del suelo, como se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 10. Relación entre el potencial de cambio volumétrico límites de potencial de cambio

Potencial cambio volumétrico	Índice de plasticidad	Límite líquido
Bajo	< 18	20 - 35
Medio	15 - 28	35 - 50
Alto	25 - 41	50 - 70
Muy alto	> 35	> 70

**Susceptibilidad de licuefacción:** La licuefacción se produce cuando determinados tipos de suelos afectados por terremotos desarrollan elevadas presiones intersticiales de forma rápida (sin drenaje), dando lugar a una pérdida de la resistencia al cortante y a la rotura del suelo que se comporta como si fuera un líquido. Este fenómeno provoca el fallo de cimentaciones, roturas de taludes y deslizamiento. Los suelos susceptibles a perder gran parte de su resistencia ante sollicitaciones dinámicas son las arenas finas y flojas y las arenas y limos mal graduados. Otra de las condiciones necesarias para que tenga lugar la licuefacción es que el nivel freático esté cerca de la superficie, y que el grado de compactación sea bajo equivalente a valores de N golpes del SPT inferiores a 20. Las propiedades que caracterizan a los suelos susceptibles a la licuefacción son las siguientes:

- Grado de saturación del 100%
- Coeficiente de uniformidad  $C_u = D_{60}/D_{10} < 15$ .
- Contenido en finos inferior al 10%
- Bajo grado de compactación, es decir  $N < 10$  para profundidades  $< 10m$  y  $N < 20$  para profundidades  $> 10m$ .

**Suelos colapsables:** Estos suelos tienen un comportamiento que varía según el contenido de humedad. Al aumentar esta puede producirse una considerable disminución de volumen y por consiguiente se produce asentamiento en la aplicación de cargas sobre estos suelos. Los suelos colapsables pueden ser identificados con pruebas de consolidación y prueba de placa de cargas, también otro indicador es el peso específico seco de estos suelos como muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11. Colapsabilidad de los suelos según el peso específico seco

Grado de colapso	Peso específico seco (kg/m <sup>3</sup> )
Bajo	> 1427
Bajo a medio	1223 - 1427
Medio a alto	1019 - 1223
Alto a muy alto	< 1019

### 2.2.11.2. Ataque químico a las cimentaciones

**Acidez de los Suelos:** Es de pleno conocimiento la acción destructiva de los suelos ácidos sobre elementos metálicos embebidos en ellos; por este motivo es de particular importancia el análisis de las fundaciones en este tipo de suelos.

A continuación se muestra como determinar la acidez de los suelos apoyados en la resistividad del suelo.

Tabla 12. Grado de corrosión según resistividad del suelo

Grado de corrosión	Resistividad $\Omega \cdot m$
Muy corrosivo	< 7
Corrosivo	7 - 20
Moderadamente corrosivo	20 - 50
No corrosivo	> 50

### 2.2.12. Parámetros necesarios en la proyección de cimentaciones

Se requiere que las cimentaciones se diseñen para resistir las cargas mayoradas aplicadas y las reacciones inducidas, las que incluyen cargas axiales, momentos y cortantes que tienen que ser soportados en la base de la zapata, conforme lo dispuesto en el reglamento ACI 318-05.

Por tanto el tipo de fundación que deberá ser diseñado, se rige principalmente por el momento de volteo y la capacidad de carga del suelo.

Para la determinación de presión admisible en las cimentaciones es necesario tener en cuenta el criterio de estabilidad (seguridad contra la falla del suelo) y el criterio de deformación (asentamientos permisibles).

El criterio de estabilidad se basa en la condición de que la estructura nunca transmita al suelo esfuerzos tales que sobrepasen la capacidad de carga de este. Mientras que el criterio de deformación se basa en la condición de que las cargas de la estructura no deformen el suelo de cimentación, más allá de un valor tolerable, fuera del cual resultarían daños leves, graves o incluso el colapso de la estructura, según la magnitud del asiento fuera "n" cantidad de veces mayor que el permisible.

Para el análisis de carga admisible se debe contar con datos exactos del suelo debajo de la cimentación y de la estructura que se construirá sobre la cimentación.

Los datos del suelo incluyen la profundidad y el espesor de los estratos de suelo y roca, el nivel del agua subterránea y las propiedades físicas de cada suelo, entre ellas su resistencia y su compresibilidad. Si el depósito de suelo es uniforme, los análisis se basaran en las propiedades promedio de cada material; si el suelo es variable los análisis se basaran en la peor combinación de las propiedades del suelo que se determinaron en los ensayos.

**Factor de seguridad:** Este factor se usa para determinar la carga admisible del suelo de cimentación, para que esta sea siempre menor que la carga de falla y esté lo suficientemente lejos de ésta, como para dar los márgenes de seguridad necesarios para cubrir todas las incertidumbres referentes a las propiedades del suelo, a la teoría específica de carga que se use y otros aspectos que intervengan de acuerdo al criterio del ingeniero estructural.

Los valores a usar en un caso dado en la práctica varían según la importancia de la obra y como se dijo antes del orden de las incertidumbres que se manejen, se aconseja usar factores de seguridad en un rango de 3 hasta 5, pero siempre queda la posibilidad de usar otros valores de acuerdo al criterio del ingeniero geotécnico. La variabilidad de las características del suelo constituye la principal razón para adoptar un factor de seguridad.

**Capacidad de carga:** La capacidad de carga es la predisposición del suelo de soportar una carga sin que se produzcan fallas en su masa.

La capacidad de carga de un suelo se puede obtener por medio de los resultados que proporciona el SPT (Standard Penetration Test) relacionándolo con la compacidad relativa en suelos granulares y con la compresión simple en suelos finos.

Se ha visto que la falla por capacidad de carga ocurre como producto de una rotura por corte del suelo de desplante de la cimentación.

**Los tres tipos de falla bajo la cimentación son:**

1. falla por corte general
2. falla por punzonamiento
3. falla por corte local

**1. Falla por corte general**

Se caracteriza por la presencia de una superficie de deslizamiento continua dentro del terreno que se inicia en el borde de la cimentación y que avanza hasta la superficie del terreno. Es usualmente súbita y catastrófica y a menos que la estructura misma no permita la rotación de la zapata ocurre con cierta visibilidad de inclinación un hinchamiento del suelo a los lados.

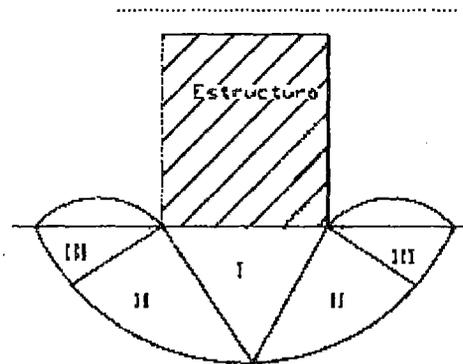


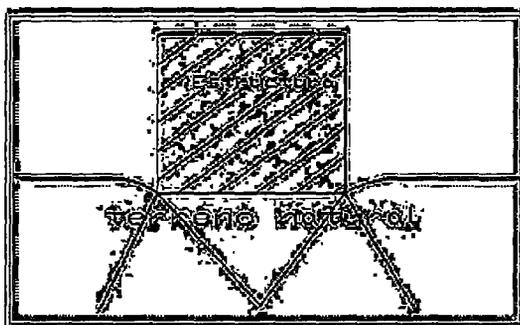
Figura 13. Falla por corte general

La falla por corte general es la más común. Esta ocurre en suelos relativamente incompresibles y razonablemente densos o compactos o en arcillas saturadas normalmente consolidadas que son rápidamente cargadas prevaleciendo la resistencia no drenada. La superficie de falla está bien definida y la falla ocurre

repentinamente. Unos abultamientos aparecen sobre la superficie del terreno adyacente a la cimentación; aunque estos aparecen en ambos lados de la zapata, la falla última ocurre a un sólo lado, acompañada por la inclinación de la zapata.

**2. Falla por punzonamiento**

Se caracteriza por el asentamiento vertical de la cimentación mediante la compresión del suelo inmediatamente debajo de ella. La rotura del suelo se presenta por corte alrededor de la cimentación y casi no se observa movimiento de este junto a la cimentación manteniéndose el equilibrio tanto vertical como horizontal.



*Figura 14. Falla por punzonamiento*

La falla por punzonamiento es el extremo opuesto de la falla por corte general, esta ocurre en arenas muy sueltas, en delgadas capas de suelo compacto que sobreyace a suelos muy blandos o en arcillas blandas cargadas lentamente y en condiciones drenadas. La alta compresibilidad de tales perfiles de suelo causa grandes asentamientos y superficies de corte verticales pobremente definidas.

No ocurren abultamientos significativos en la superficie del terreno y la falla se desarrolla gradualmente.

### 3. Falla por corte local

Representa una transición entre las dos anteriores pues tiene características tanto del tipo de falla por corte general como de punzonamiento. En este tipo de falla existe una marcada tendencia al abultamiento del suelo a los lados de la cimentación y además la compresión vertical debajo de ella es fuerte y la superficie de deslizamiento termina en algún punto dentro de la masa misma del suelo.

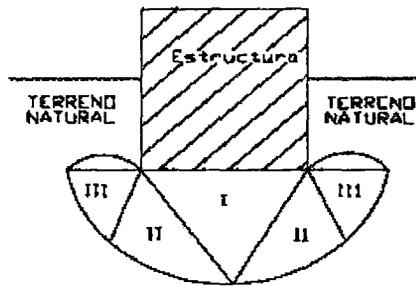


Figura 15. Falla Por corte local

La zona III es una forma de corte lineal en la cual el suelo se corta a lo largo de superficies planas, la resistencia de la zona III variará de acuerdo a su tamaño, con el peso volumétrico del material y con la resistencia al deslizamiento a lo largo de la parte inferior de dicha zona, resistencia que es una función del ángulo de fricción interno, de la cohesión y del peso del suelo.

Aún no se ha desarrollado un criterio cuantitativo general para determinar cuál de estos tres modos de falla gobernará en cualquier circunstancia; sin embargo, los siguientes lineamientos pueden ser muy útiles:

Las zapatas sobre arcillas están gobernadas por el caso de corte general.

Las zapatas sobre arenas densas están gobernadas por el caso de corte general. (Una arena densa tiene una densidad relativa,  $D_r$ , mayor que

aproximadamente 67%). Las zapatas sobre arenas sueltas a medianamente densas (30%, Dr, 67%) probablemente están gobernadas por el corte local.

Las zapatas sobre arenas muy sueltas (Dr < 30%) probablemente están gobernadas por la falla de corte por punzonamiento.

Para la mayoría de problemas prácticos, sólo es necesario chequear el caso de corte general y luego realizar los análisis por asentamiento para verificar que la zapata no se asentará excesivamente. Los análisis por asentamiento implícitamente protegen contra las fallas por corte local y por punzonamiento.

**2.2.13. Factores determinantes para el tipo de cimentación**

En el estudio completo de una fundación se deben recopilar y analizar antecedentes referentes al proyecto tales como localización, necesidades funcionales, y carga. Referente al entorno, geotecnia y estabilidad relativa de los estratos portantes tales como estratigrafía, características de las capas del suelo, posición del nivel freático.

A continuación se dará una breve descripción de los factores influyentes en la selección del tipo de fundación:

**2.2.13.1. Cargas y características de la estructura**

Se refiere a las condiciones de la superestructura y en general al carácter, la función y destino de la obra. Para fines de proyecciones es usual que el factor más importante lo constituyen la magnitud, las combinaciones críticas y la variabilidad de las diferentes cargas implicadas.

**2.2.13.2. Respuesta del sistema fundación - suelo**

Se trata de como la fundación responda a la carga, la cual determina el método de análisis. Lo primero que se debe de considerar es la superficie

potencial de falla que va a exhibir el sistema fundación suelo y como esta puede variar con la profundidad.

La distribución real de la carga también determina la respuesta como deformación que será una función de las propiedades del suelo y del material estructural de la fundación.

### **2.2.13.3. Características del suelo de fundación**

Son las relativas al suelo de fundación, referente en especial a la naturaleza, propiedades físicas y químicas, estructura, composición, disposición y profundidad de los estratos del suelo.

La resistencia al corte, la compresibilidad, las condiciones hidráulicas, deben determinarse en la investigación del suelo y constituyen factores primarios en la proyección y selección de fundaciones. Algunos suelos pueden presentar algunos problemas tales como expansión en suelos arcillosos y licuefacción en suelos arenosos.

### **2.2.13.4. Presencia de aguas subterráneas**

La presencia de agua en un suelo o las variaciones de humedad pueden tener consecuencias tanto en la capacidad de carga de los suelos, los costos, la metodología empleada en la construcción como en el diseño del proyecto de fundación.

Los terrenos de arena gruesa tienen prácticamente las mismas características secos que saturados, de modo que el agua subterránea no afecta sus propiedades. En arenas finas o arenas arcillosas la humedad capilar actúa como un agente cementador, y tiene el efecto de aumentar la adherencia y volumen del suelo. Si un terreno de esta especie está sometido a ciclos alternados de humedad y sequedad, es

aconsejable construir un sistema de zanjas de drenaje para evitar los cambios de volumen, iguales medidas deben tomarse en terrenos principalmente arcillosos, en los cuales los cambios de volumen son aún más acentuados.

**2.2.13.5. Localización del sitio**

Las condiciones climáticas dominantes en un sitio en relación con el medio geológico y las características físicas del suelo hacen significativas ciertas influencias ambientales sobre el suelo portante tales como: expansiones, socavaciones, derrumbes y movimientos sísmicos, la disposición topográfica también es importante respecto a los espacios adecuados para emplazar la fundación, los desniveles en los elementos de soporte, distancia segura a las pendientes de las laderas, sitio de erosión y condiciones de drenaje.

**2.2.13.6. Profundidad y ubicación de las fundaciones**

La profundidad de la base de los cimientos superficiales esta regida por factores que requieren una consideración particular para cada situación. No existen criterios precisos y de aplicación general para su determinación, la búsqueda de soluciones efectivas hace necesario emplear la experiencia y el buen juicio para aplicar una combinación de las reglas empíricas, criterios generales, antecedentes, experiencias locales y resultados de la investigación del subsuelo.

En forma general la profundidad de fundación depende en primer lugar de la profundidad del estrato o los estratos competentes para soportar cargas transmitidas por la fundación desde este punto de vista pueden definirse los siguientes criterios:

La fundación debe establecerse sobre o entre un estrato portante de resistencia y de compresibilidad adecuada para soportar las cargas aplicadas sin falla en la masa del suelo y sin asentamientos excesivos.

Los estratos subyacentes al estrato portante deben igualmente tener la suficiente resistencia y compresibilidad para resistir los esfuerzos transmitidos en niveles donde sea significativo el efecto de este.

En segundo lugar la profundidad depende de los potenciales efectos de factores externos del tipo ambiental, relacionados con la ubicación del sitio, la función de la obra las condiciones del suelo, pero esencialmente independiente de las cargas.

### **2.2.13.7. Factores económicos**

Debe considerarse el costo de la fundación en relación de la importancia, el riesgo y el valor de la superestructura. Por medio de las investigaciones del suelo se reducen las incertidumbres en los diseños. Pueden ajustarse los factores de seguridad y en consecuencia es posible optimizar las dimensiones de la fundación sacando el mejor provecho del suelo del sitio.

En el presente estudio para la selección del tipo de cimentación adecuada está propuesta en base a los a los incisos 2.2.19.3 hasta el 2.2.19.6

### **2.2.13.8. Características del suelo**

#### **Módulo de elasticidad**

Factor de elasticidad de un material que representa la relación entre el esfuerzo cortante y la correspondiente deformación producida por este.

#### **Esfuerzo cortante**

169

Fuerza interna que desarrolla un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.

### **Forma de las partículas**

La forma de las partículas tienen tanta importancia como su tamaño en lo que respecta al comportamiento del suelo; sin embargo a menudo no se considera, pues es difícil medirla y describirla cuantitativamente, la forma de los granos puede ser de tres clases: granos redondeados, granos laminares y granos aciculares.

### **Color**

El color es la propiedad del suelo que más fácilmente emplea el que no tiene experiencia en mecánica de suelos, para identificar los suelos, sin embargo es un método práctico para enseñarles a los trabajadores como distinguir ciertos suelos.

### **Humedad**

Es la cantidad de agua que posee un suelo, se expresa por la relación entre el peso del agua  $W_w$  existente en el suelo y el peso seco  $W_s$  de este.

## **2.2.14. TECNICAS DE INFORMACION UTILIZADA**

### **2.2.14.1. TECNICAS DE INVESTIGACION DE CAMPO**

#### **a. CALICATAS**

Es una técnica común y la más empleada para la recolección de muestras de un determinado terreno, que consiste en hacer excavaciones superficiales con una profundidad mínima de 0.8 mts.

De profundidad por medio de palas o maquinaria, para facilitar el reconocimiento geotécnico, a través de diferentes estudios que se les realizan a las muestras extraídas de este teniendo las consideraciones y el cuidado de no alterar sus propiedades físicas y químicas. Las calicatas se realizaran de acuerdo a la NTP 339.162 (ASTM D 420).

**b. TIPOS DE MUESTRAS**

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la tabla N° 13, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto al terreno que presentan.

Tabla 13. Tipos de muestra

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER	ESTADO DE MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151:2001 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169:2002 SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151:2001 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151:2001 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

164

**c. NUMERO "n" DE PUNTOS DE INVESTIGACION**

El número de puntos de investigación se determina en la tabla N° 14, en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por este.

*Tabla 14. Número de puntos de investigación*

TABLA 6 NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	
Tipo de edificación (Tabla 1)	Número de puntos de investigación (n)
A	uno por cada 225 m <sup>2</sup> de área techada
B	uno por cada 450 m <sup>2</sup> de área techada
C	uno por cada 800 m <sup>2</sup> de área techada
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

**d. PERFIL ESTRATIGRAFICO POR PUNTO INVESTIGADO**

Se incluirá la información del perfil del suelo, así como las muestras obtenidas y los resultados de los ensayos "in situ" incluyendo los símbolos gráficos en la figura 16.

**e. CLASIFICACION DE SUELOS**

Las técnicas de investigación de campo aplicables en los EMS son las indicadas.

Método para la Clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS). Norma aplicable NTP 339.134 (ASTM D 2487).

Simbología de Suelos (Referencial)

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PI		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Figura 16. Simbología de Suelos

**f. CARGAS A UTILIZAR**

En cuanto a la consolidación de resultados de los estudios de mecánicas de suelos, y si se tiene con la información de las cargas de la edificación o estructura a construir, se deberán considerar:

- 163
1. Para poder obtener el factor de seguridad de cimentaciones: utilizaremos como cargas aplicadas a la cimentación, las Cargas de Servicio las cuales se utilizan para el diseño estructural de columnas del nivel inferior de la edificación.
  2. Referente al asentamiento de cimentaciones apoyadas sobre suelos granulares y cohesivos: se tomará la Carga obtenida de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E .020 Cargas.
  3. Para el cálculo de asentamientos, en el caso de edificaciones con sótanos en las cuales se emplee plateas o losas de cimentación, se podrá descontar de la carga total de la estructura (carga muerta más sobrecarga más el peso de losa de cimentación) el peso del suelo excavado para la construcción de los sótanos

#### **g. CAPACIDAD DE CARGA**

La capacidad de carga es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcillosa), se debe emplear un ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) igual a cero.

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se debe emplear una cohesión ( $c$ ) igual a cero

#### **h. FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE**

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

1. Para cargas estáticas: 3,0
2. Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

**i. PRESIÓN ADMISIBLE**

La determinación de la Presión Admisible, se efectuará tomando en cuenta los siguientes factores:

1. Profundidad de cimentación.
2. Dimensión de los elementos de la cimentación.
3. Características físico – mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
4. Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la estructura.
5. Probable modificación de las características físico – mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
6. Asentamiento tolerable de la estructura.

**j. CIMENTACIONES SUPERFICIALES**

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho ( $D_f / B$ ) es menor o igual a cinco (5), siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma. Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

**k. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN**

Es aquella distancia desde el nivel de la superficie del terreno al fondo de la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación estará referida al nivel del piso terminado del sótano.

En el caso de plateas o losas, la profundidad de cimentación será la distancia del fondo de la losa a la superficie del terreno natural. La profundidad de cimentación quedará definida por el PR y estará condicionada a cambios de volumen por humedecimiento-secado, hielo-deshielo o condiciones particulares de uso de la estructura, no debiendo ser menor de 0,80 metros en cualquier tipo de cimentación de elementos portantes o no portantes no arriostrados lateralmente.

En el caso de cimentación sobre roca, el PR definirá la profundidad de cimentación, pudiendo en este caso ser menor a 0,80 metros.

Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado con acero en dos direcciones, apoyadas en toda su extensión sobre un Relleno Controlado con una viga perimetral confinante de concreto armado. El fondo de la viga deberá llegar hasta el nivel de la sub-rasante, con un peralte mínimo de 0,40 metros.

En el caso que el Relleno Controlado tuviera un espesor mayor de 0,80 metros la viga deberá tener un peralte mínimo de 0,80 metros. La necesidad de incluir vigas interiores rigidizantes adicionales a las perimetrales, el espesor de la losa y el peralte de las vigas, serán determinados por el PR del diseño estructural, para garantizar la rigidez de la cimentación.

Si para una estructura se plantean varias profundidades de cimentación, deben determinarse la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada caso. Deben evitarse la interacción entre las zonas de influencia de los cimientos adyacentes, de lo contrario será necesario tenerla en cuenta en el dimensionamiento de los nuevos cimientos. Cuando una cimentación

quede por debajo de una cimentación vecina existente, el PR deberá analizar el requerimiento de calzar la cimentación vecina.

No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitario o industrial, ni rellenos No Controlados. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales que cumplan según lo siguiente (m. rellenos controlados)

#### **I. CIMENTACIÓN SOBRE RELLENOS**

Los rellenos son depósitos artificiales que se diferencian por su naturaleza y por las condiciones bajo las que son colocados.

Por su naturaleza pueden ser:

1. Materiales seleccionados: todo tipo de suelo compactable, con partículas no mayores de 7,5 cm (3"), con 30% o menos de material retenido en la malla  $\frac{3}{4}$ " y sin elementos distintos de los suelos naturales. b) Materiales no seleccionados: todo aquél que no cumpla con la condición anterior.
2. Por las condiciones bajo las que son colocados:
  - Controlados.
  - No Controlados.

#### **m. RELLENOS CONTROLADOS O DE INGENIERÍA**

Los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales.

Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material.

El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

1. Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141:1999, en todo su espesor.
2. Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141:1999, en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor, excepto en el caso de arenas finas del tipo SP o SW, donde el PR propondrá el procedimiento a seguir.

Cuando se requiera verificar la compactación de un Relleno Controlado ya construido, este trabajo deberá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

1. Un ensayo de Penetración Estándar NTP 339.133:1999 por cada metro de espesor de Relleno Controlado o auscultaciones dinámicas con el Cono Dinámico Tipo Peck (CTP) o con el

Penetrómetro Dinámico Ligero (DPL), estos dos últimos deberán correlacionarse con el SPT según se indica en los numerales 2.2.2. (f) y 2.2.2 (g) respectivamente. El resultado de cualquiera de estos ensayos debe ser mayor a 25 golpes por cada 0,30 metros en el Ensayo de Penetración Estándar (N).

2. Un ensayo con Cono de Arena, NTP 339.143:1999 ó por medio de métodos nucleares, NTP 339.144:1999, por cada 0,50 metros de espesor. Los resultados deberán ser: mayores a 90% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado, si tiene más de 12% de finos; o mayores al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado si tiene igual o menos de 12% de finos.

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis Principal (H1)**

El estudio y diseño de cimientos influye significativamente en la construcción correcta de viviendas en el sector de Pucarumi distrito de Ascensión Huancavelica - 2015.

### **2.3.2. Hipótesis Alterna (H0)**

El estudio y diseño de cimientos no influye significativamente en la construcción correcta de viviendas en el sector de Pucarumi distrito de Ascensión Huancavelica - 2015.

## **2.4. VARIABLES DE ESTUDIO**

### **2.4.1. Variable Independiente (X).**

Propiedades físico mecánico de los suelos.

### 2.4.2. Variable Dependiente (Y).

Diseño de cimentación

## 2.5. DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES

OBJETIVO	VARIABLES	INDICADOR
Determinar el tipo de cimentación por zonas para viviendas que requiere el sector de Pucarumi Distrito de Ascensión Huancavelica – 2014	<b>Dependiente:</b>	
	Diseño de Cimentación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de portante</li> <li>- Asentamiento.</li> <li>- Angulo de fricción</li> </ul>
	<b>Independiente:</b>	
	Propiedades Físico Mecánicas del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis Granulométrico.</li> <li>- Límites de consistencia (Límite Líquido, Límite Plástico, Contenido de Humedad)</li> <li>- Densidad In situ</li> <li>- Nivel Freático</li> </ul>

155

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. AMBITO DE ESTUDIO**

#### **3.1.1. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN:**

El departamento de Huancavelica se encuentra ubicado en la región andina (parte centro – sur del país), a 3982 msnm

El Sector Pucarumi se ubica en:

Departamento : Huancavelica

Provincia : Huancavelica

Distrito : Ascensión

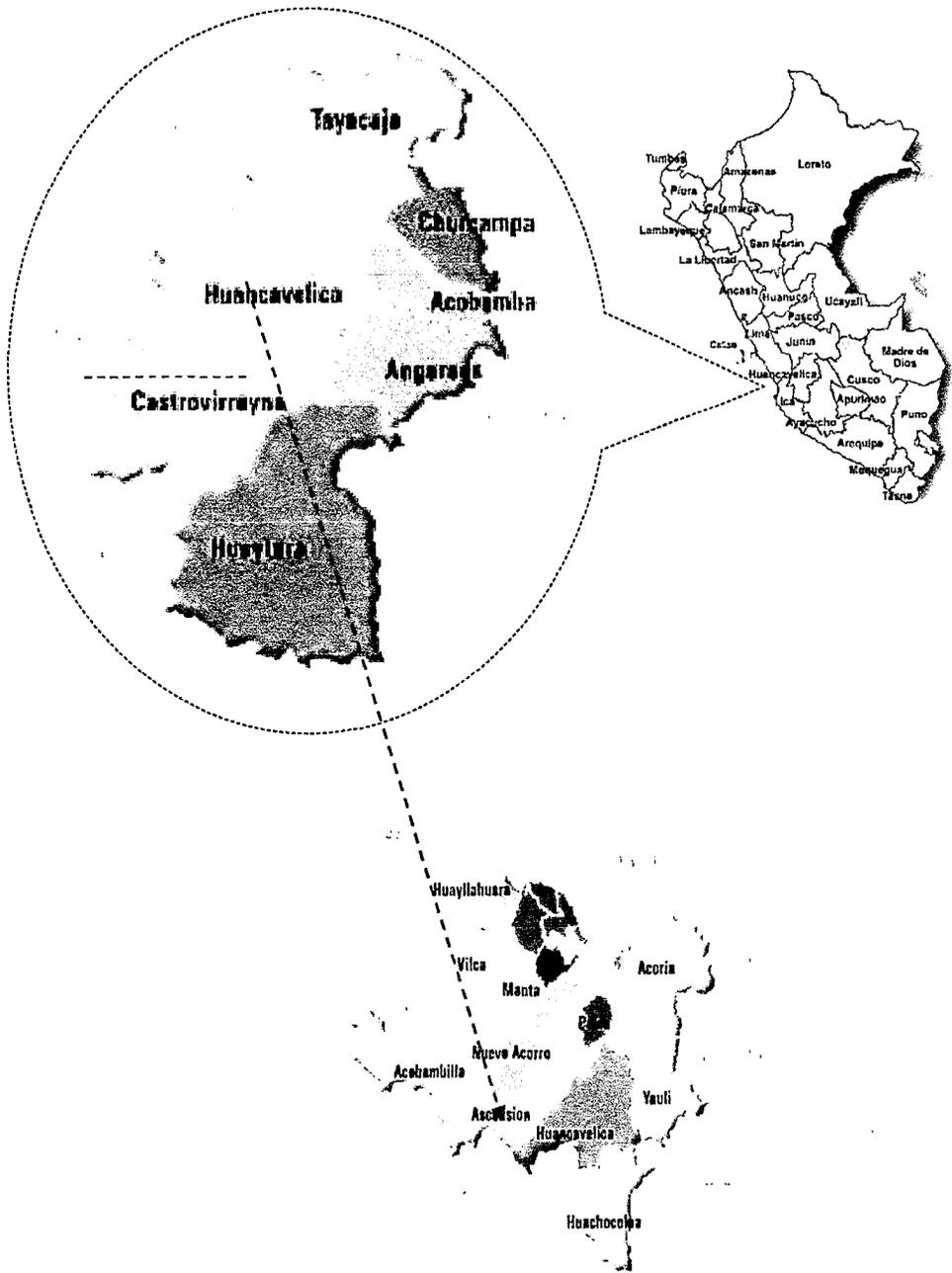
El departamento de Huancavelica limita con:

Por el Norte : Departamento de Junín.

Por el Sur : Departamento de Ayacucho.

Por el Este : Departamento de Ayacucho.

Por el Oeste : Departamentos de Lima, Ica y Junín.



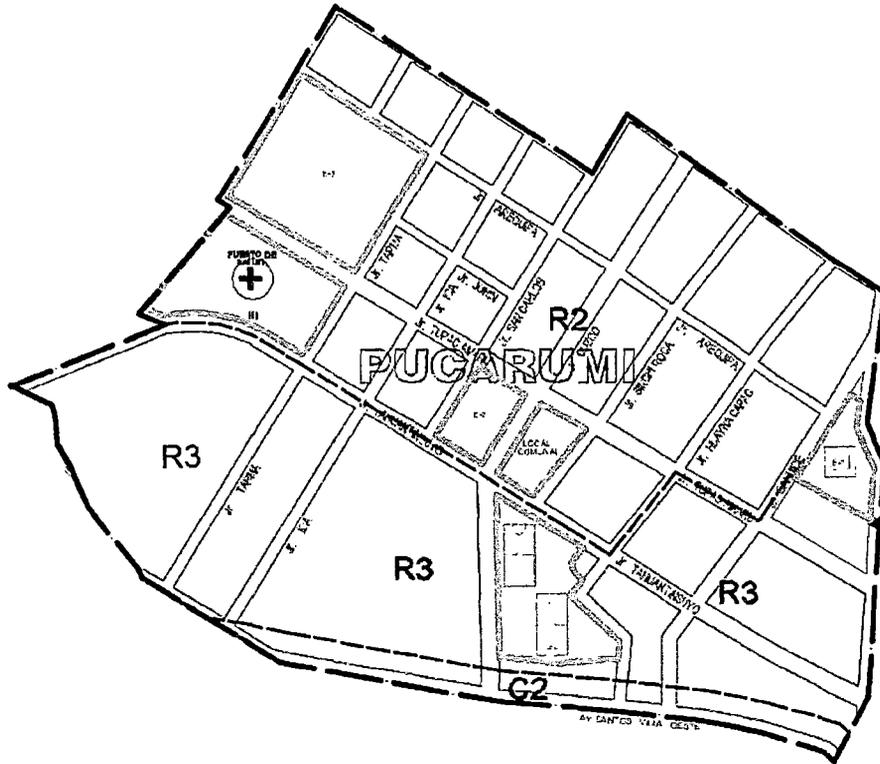


Figura 17 Sector de Pucarumi

**3.2. TIPO DE INVESTIGACION**

Aplicada.

**3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Descriptivo – Explicativo.

**3.4. METODO DE INVESTIGACION**

Descriptivo.

**3.5. DISEÑO DE INVESTIGACION**

No Experimental

### **3.6. POBLACION, MUESTRA, MUESTREO**

**POBLACION:** Sector Pucarumi, Distrito de Ascensión localidad de Huancavelica

**MUESTRA:** Una vivienda con dimensiones promedio a las existentes en la zona de estudio

**MUESTREO:** Intencional en base a la experiencia visual sobre características de los suelos y edificaciones ya existentes

### **3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.7.1. REVISIÓN DE DOCUMENTOS**

Se realizó la revisión de información de proyectos similares y de libros que involucren temas relacionados con la investigación con el fin de obtener datos confiables y absolutamente necesarios.

#### **3.7.2. ANÁLISIS DE DATOS**

Se procedió al análisis de los datos de campo, tratando de que estos sean los ciertos, depurando los datos que de alguna manera podrían ser irreales.

### **3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Realización de calicatas en los diferentes puntos de la zona en estudio.

### **3.9. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS**

En esta etapa realizamos todos los ensayos necesarios para obtener las características físicas - mecánicas de los suelos dentro del área en estudio.

Con toda la información recopilada se realiza un primer avance sobre la solución del problema planteado.

En él se deben recoger todos los aspectos observados y necesarios así justificar la necesidad de las actuaciones realizadas.

### 3.9.1. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

#### Equipos:

- Horno para el secado de muestras
- Taras y vasijas (diseñadas para soportar altas temperaturas y la corrosión)
- Espátulas y/o tenazas
- Balanza digital

#### Procedimiento:

1. Verificar y obtener el peso de la tara (recipiente) limpio de material extraño y seco

$$W_{tara}$$

2. Se coloca una muestra de suelo húmedo en la tara y se anota el peso en gr.:

$$W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}$$

3. Se introduce la tara con la muestra del suelo húmedo al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas.

4. Una vez pasada las 24 horas se extra la muestra de la tara respectiva y se anota el peso obtenido.

$$W_{tara} + W_{suelo\ seco}$$

5. Datos de ensayo:

$$W_{tara}$$

$$W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}$$

$$W_{tara} + W_{suelo\ seco}$$

Obtenemos:

$$W_{suelo\ seco} = (W_{tara} + W_{suelo\ seco}) - (W_{tara})$$

$$W_{suelo\ húmedo} = (W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}) - (W_{tara})$$

$$W_{agua} = W_{suelo\ húmedo} - W_{suelo\ seco}$$

Contenido de Humedad del suelo

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

### 3.9.2. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG

#### 3.9.2.1. Limite Líquido (ASTM D4318)

**Equipos:**

- Copa de Casagrande,
- espátula, acanalador.
- Taras.
- Balanza digital con sensibilidad de 0.01gr
- Horno para secado de muestras

- **Copa De Casagrande:**

Dispositivo mecánico que puede ser operado manual o con un motor eléctrico.

- **Base:**

149

Es una plataforma de caucho duro que permite el rebote de la copa de bronce. La parte inferior está conformada de un caucho que aísla la plataforma de base y la superficie de trabajo.

- **Copa de bronce:**

Su peso incluido el manubrio debe estar entre 185 y 215g.

- **Leva:**

Diseñada para levantar la copa suave y continuamente hasta su máxima altura, sobre una distancia de por lo menos 180° de rotación de leva, sin desarrollar velocidad en la copa en el momento de la caída.

**Procedimientos:**

1. Obtener una muestra seca, disgregándola con el mortero y pasarlos por la malla N° 40 para obtener una muestra considerada de unos 250 gr. Aproximadamente.
2. Colocar el suelo pasante por la malla N° 40 en una vasija y añadir una pequeña cantidad de agua de preferencia agua destilada
3. Mezclar con ayuda de la espátula hasta que la humedad sea uniforme y le dé a la mezcla una consistencia moldeable
4. Se traslada un porcentaje de masa húmeda llenándola aproximadamente un tercio del total.
5. Con la espátula se empareja el material, dándole la forma de un círculo que tiene la profundidad máxima de 1cm.
6. Con el acanalador se hace una hendidura que pasa por el centro de la copa para cortar en dos la pasta de suelo.
7. La ranura debe apreciarse claramente y que separe completamente la masa del suelo en dos partes.
8. La mayor profundidad del suelo en la copa debe ser igual a la altura de la cabeza del acanalador ASTM.

- 9. Si se utiliza la herramienta Casagrande se debe mantener firmemente perpendicular a la superficie de la copa, de forma que la profundidad de la ranura sea homogénea.
- 10. Poner en movimiento la cazuela con ayuda de la manivela y suministrar los golpes que sean necesarios para cerrar la ranura en 12.7mm (1/2").
- 11. Cuando se cierra la ranura en 1/2", registrar la cantidad de golpes y tomar una muestra de la parte central para la determinación del contenido de humedad.
- 12. Este proceso se repite nuevamente con tres muestras más para lograr cuatro puntos a diferentes contenidos de humedad. Los siguientes rangos de golpes son los recomendados:  
40 a 35 golpes / 25 a 35 golpes / 20 a 15 golpes
- 13. Llevar al horno la muestra, para luego hallar el contenido de humedad y el límite líquido.
- 14. Calculo del límite líquido:

➤ Calculo del contenido de humedad

$$W_{tara}$$

$$W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}$$

$$W_{tara} + W_{suelo\ seco}$$

Obtenemos:

$$W_{suelo\ seco} = (W_{tara} + W_{suelo\ seco}) - (W_{tara})$$

$$W_{suelo\ húmedo} = (W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}) - (W_{tara})$$

$$W_{agua} = W_{suelo\ húmedo} - W_{suelo\ seco}$$

**Contenido de Humedad del suelo:**

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

➤ Cálculo del límite líquido

$$LL = F_w \text{Log}N + C \quad (\text{Formula General})$$

Tres datos Obtenidos:

$$W_1 = F_w \text{Log}N_1 + C$$

$$W_2 = F_w \text{Log}N_2 + C$$

$$W_3 = F_w \text{Log}N_3 + C$$

$$W_1 + W_2 + W_3 = F_w (\text{Log}N_1 + \text{Log}N_2 + \text{Log}N_3) + 3C$$

$$\sum W = F_w \sum \text{Log}N + 3C$$

$$\frac{\sum W - F_w \sum \text{Log}N}{3} = C \quad (\text{Ecuación 01})$$

$$W_1 = F_w \text{Log}N_1 + C \dots\dots\dots (1)$$

$$W_2 = F_w \text{Log}N_2 + C \dots\dots\dots (2)$$

$$W_3 = F_w \text{Log}N_3 + C \dots\dots\dots (3)$$

$$W_1 - W_2 = F_w \text{Log}N_1 - F_w \text{Log}N_2$$

$$W_1 - W_3 = F_w \text{Log}N_1 - F_w \text{Log}N_3$$

$$W_2 - W_3 = F_w \text{Log}N_2 - F_w \text{Log}N_3$$

$$F_w = \frac{W_1 - W_3}{\text{Log}N_1 - \text{Log}N_3} \quad (\text{Ecuación 02})$$

Remplazando la Ecuación 01 y Ecuación 02 en la formula general para N = 25 golpes.

$$LL = F_w \text{Log}N + C \quad (\text{Formula General})$$

W = Contenido de Humedad, como porcentaje del peso seco.

F<sub>w</sub> = Índice de fluidez, pendiente de la curva de fluidez, igual a la variación del contenido de agua correspondiente a un ciclo de la escala logarítmica.

N = número de golpes.

C = Valor que representa la ordenada de la abscisa de un golpe. Se calcula prologando el trazo de la curva de fluidez.

**Variables:**

- Cantidad de suelo utilizado.
- Velocidad a la cual se dan los golpes, son 02 golpes por segundo
- Tiempo de reposo del suelo en la copa antes de comenzar la cuenta de golpes.
- Limpieza de la copa antes de colocar la masa de suelo para el ensayo.
- Humedad del laboratorio y rapidez con la que se hace el ensayo.
- Tipo de material utilizado como base del aparato o sea superficie contra la cual se debe golpear la cazuela, debe ser caucho duro o similar.
- Calibración de la altura de caída de la copa, debe ser 1cm.
- Tipo de acanalador utilizado para hacer la ranura.
- Condición general del aparato del límite líquido: pasadores desgastados, conexiones que no estén firmemente apretadas, etc.

### 3.9.2.2. Limite Plástico (ASTM D4318)

#### Equipos:

- Balanza, con sensibilidad a 0.01gr.
- Placa de vidrio esmerilado u otra superficie lisa no absorbente
- Horno capaz de mantener la temperatura a 110°C
- Espátula de acero inoxidable.
- Capsula de evaporación para el mezclado, puede ser de porcelana vidrio o plástico
- Taras para determinad el contenido de humedad

#### Procedimiento

1. Se emplea el mismo material preparado para el limite líquido, si contiene demasiada humedad se agrega un poco de material seco sobrante del ensayo hasta conseguir que la muestra tenga consistencia se ser enrollado entre los dedos y la placa de vidrio u otro
2. Luego se amasa el suelo y se deja que pierda humedad hasta una consistencia a la cual pueda enrollarse sin que se pegue a las manos esparciéndolo y mezclándolo continuamente sobre la placa de vidrio.
3. El rollito debe ser adelgazado en cada movimiento hasta que su diámetro sea de 3.2 mm (1/8pulg)
4. La prueba continua hasta que el rollito empieza a rajarse y tiene de a desmoronarse.
5. Una vez que se ha producido el límite plástico se debe colocar el rollito en un recipiente de peso conocido y se pesa para determinar el contenido de humedad.

- 14
6. Seguidamente se vuelve a repetir la operación tomando otra porción de suelo.
  7. El límite plástico es el contenido de humedad de los rollitos.

$$W_{tara}$$

$$W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}$$

$$W_{tara} + W_{suelo\ seco}$$

Obtenemos:

$$W_{suelo\ seco} = (W_{tara} + W_{suelo\ seco}) - (W_{tara})$$

$$W_{suelo\ húmedo} = (W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}) - (W_{tara})$$

$$W_{agua} = W_{suelo\ húmedo} - W_{suelo\ seco}$$

8. Contenido de Humedad del suelo:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

### 3.9.3. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

#### Equipos:

- Tamices de malla cuadrada.
- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Horno de secado
- Bandejas, cepillos y brochas.
- Muestras representativas del suelo.

#### Procedimiento:

1. Cuarteo de la muestra
  - Mezclar la muestra
  - Obtener una muestra uniforme
  - Dividir la muestra uniforme en cuatro partes iguales

- Tomar solo dos de las cuatro partes
2. Secado en el horno
    - Pesar la muestra seleccionada y llevarla al horno por 24 horas.
  3. Lavado por la malla N° 200
    - Después de secar la muestra en el horno se enfría la muestra. Generalmente se usa un ventilador para acelerar el enfriado.
    - Una vez seca y fría la muestra en el horno. Esta se debe pesar. Se anota el peso de la muestra seca al horno.
    - Para el lavado de la muestra se usa los siguientes equipos: el tamiz de malla N° 200, pipeta y vasijas.
    - Se echa la muestra en porciones, de forma que no se pierda partículas mayores a 0.074mm (diámetro de la malla N°200).
  4. Secado en el horno de la muestra lavada
    - Una vez lavada la muestra por la malla N° 200, el material retenido debe secarse en el horno por 24 horas. Luego de esa etapa, se enfría la muestra y se pesa. Así se obtiene el peso lavado y secado al horno.
  5. Tamizado de la muestra
    - La muestra se echa por la parte superior de la serie de tamices y luego se sacude por espacio de diez a quince minutos. Se debe tener cuidado de no perder material durante el zarandeo.
  6. Pesado del material retenido en cada tamiz
    - Luego de tamizado se procede a pesar el material retenido en cada malla. Correcciones y cálculo.

#### 3.9.4. Determinación del peso específico

##### Equipos:

- Horno para el secado de muestras
- Muestras

- Picnómetro o fiola
- Tela absorbente
- Balanza digital
- Tela absorbente

**PROCEDIMIENTO:**

**Agregado grueso**

1. Lavar la muestra hasta eliminar completamente el polvo, luego se seca en el horno. Esperar que enfríe hasta una temperatura cómoda al tacto y que la muestra tenga un peso constante.
2. Se deja a la muestra en agua por un lapso de 24 horas. Luego de ellos se seca partículas sobre una tela. Hasta eliminar el agua superficial.
3. Colocar la muestra en el interior de la canastilla metálica y determinar su peso sumergido en agua.
4. Después de ello se coloca la muestra en el horno y se deja reposar por 24 horas, se retira y se deja enfriar.

**Agregado fino**

1. Seleccionar por cuarteo 1 kg. De muestra y secarla en el horno. Luego dejarla enfriar a una temperatura cómoda al tacto, una vez seca se repite el proceso hasta tener uno constante. Se cubre a la muestra completamente con agua por 24 horas
2. Terminado se decanta la muestra evitando pérdida de finos, luego de ellos secar su superficie con una moderada corriente de aire caliente, para asegurarnos de ello, se hace la prueba del como llenándolo y dándole 25 golpes.
3. luego se introduce la muestra en el picnómetro una cantidad moderada del agregado fino y se añade agua hasta los 500cm<sup>3</sup>, determinado el agua

127

introducida, luego se saca el material del recipiente y se seca  
determinando su peso.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS

Los resultados están basados según los procedimientos de cada uno de los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la E.A.P. de Civil (Huancavelica) de la Universidad Nacional de Huancavelica.

#### 4.1.1. DESARROLLO DE PROCESAMIENTO DE DATOS EN LABORATORIO

Se demostrara el procedimiento de cálculo para la calicata C-3, M-1 ya que el procedimiento realizado es igual para todas las muestras de cada calicata.

##### 4.1.1.1. Contenido de Humedad ASTM D2216:

Para la Calicata C-3 y Muestra M-1

$$w_{tara} = 7.640gr.$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ humedo} = 11.735gr.$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ seco} = 11.545gr.$$

Obtenemos:

$$\begin{aligned}w_{suelo\ seco} &= (w_{tara} + w_{suelo\ seco}) - (w_{tara}) \\ &= 11.545gr. - 7.640gr. = 3.385gr.\end{aligned}$$

$$w_{\text{suelo humedo}} = (w_{\text{tara}} + w_{\text{suelo humedo}}) - (w_{\text{tara}})$$

$$= 11.735 - 7.64 \text{ gr.} = 4.095 \text{ gr.}$$

$$w_{\text{agua}} = (w_{\text{suelo humedo}}) - (w_{\text{suelo seco}}) = 4.095 \text{ gr.} - 3.385 \text{ gr.}$$

$$w_{\text{agua}} = 0.71 \text{ gr.}$$

Contenido de Humedad del suelo:

$$W\% = \frac{W_{\text{agua}}}{W_{\text{suelo seco}}} * 100$$

$$W\% = \frac{0.71}{3.385} * 100 = 20.975\%$$

#### 4.1.1.2. Limite Líquido ASTM D4318:

➤ Cálculo del contenido de humedad en 14 golpes.

$$w_{\text{tara}} = 19.50 \text{ gr.}$$

$$w_{\text{tara}} + w_{\text{suelo humedo}} = 25.80 \text{ gr.}$$

$$w_{\text{tara}} + w_{\text{suelo seco}} = 14.10 \text{ gr.}$$

Obtenemos:

$$w_{\text{suelo seco}} = (w_{\text{tara}} + w_{\text{suelo seco}}) - (w_{\text{tara}})$$

$$= 14.10 \text{ gr.} - 19.50 \text{ gr.} = 4.60 \text{ gr.}$$

$$w_{\text{suelo humedo}} = (w_{\text{tara}} + w_{\text{suelo humedo}}) - (w_{\text{suelo tara}})$$

$$= 25.80 \text{ gr.} - 19.50 \text{ gr.} = 6.30 \text{ gr.}$$

$$w_{\text{agua}} = (w_{\text{suelo humedo}}) - (w_{\text{suelo seco}})$$

$$w_{\text{agua}} = 6.30 \text{ gr.} - 4.60 \text{ gr.} = 1.70 \text{ gr.}$$

Contenido de Humedad del suelo:

$$W\% = \frac{W_{\text{agua}}}{W_{\text{suelo seco}}} * 100$$

$$W\% = \frac{1.70}{4.60} * 100 = 36.96\%$$

➤ Cálculo del contenido de humedad en 28 golpes.

$$w_{tara} = 20.10gr.$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ humedo} = 25.36gr.$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ seco} = 24.18gr.$$

Obtenemos:

$$\begin{aligned} w_{suelo\ seco} &= (w_{tara} + w_{suelo\ seco}) - (w_{tara}) \\ &= 24.18gr. - 20.10gr. = 4.08gr. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_{suelo\ humedo} &= (w_{tara} + w_{suelo\ humedo}) - (w_{tara}) \\ &= 25.36gr. - 20.10gr. = 5.26gr. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_{agua} &= (w_{suelo\ humedo}) - (w_{suelo\ seco}) \\ &= 5.26gr. - 4.08gr. = 1.18gr. \end{aligned}$$

Contenido de Humedad del suelo:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

$$W\% = \frac{1.10}{4.08} * 100 = 28.92\%$$

➤ Cálculo del contenido de humedad en 40 golpes.

$$w_{tara} = 20.70gr.$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ humedo} = 25.10gr.$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ seco} = 24.20gr.$$

Obtenemos:

$$\begin{aligned} w_{suelo\ seco} &= (w_{tara} + w_{suelo\ seco}) - (w_{tara}) \\ &= 24.20gr. - 20.70gr. = 3.50gr. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_{suelo\ humedo} &= (w_{tara} + w_{suelo\ humedo}) - (w_{tara}) \\ &= 25.1gr. - 20.70gr. = 4.40gr. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_{agua} &= (w_{suelo\ humedo}) - (w_{suelo\ seco}) \\ &= 4.40gr. - 3.50gr. = 0.90gr. \end{aligned}$$

Contenido de Humedad del suelo:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{\bar{W}_{suelo\ seco}} * 100$$

$$W\% = \frac{0.9}{3.50} * 100 = 25.71\%$$

➤ Calculo del límite líquido.

$$LL = F_w \text{Log}N + C \quad (\text{Formula General})$$

Tres datos Obtenidos:

$$W_1 = F_w \text{Log}N_1 + C$$

$$W_2 = F_w \text{Log}N_2 + C$$

$$W_3 = F_w \text{Log}N_3 + C$$

$$W_1 + W_2 + W_3 = F_w(\text{Log}N_1 + \text{Log}N_2 + \text{Log}N_3) + 3C$$

$$36.96 + 28.92 + 25.71 = F_w(\text{Log}14 + \text{Log}28 + \text{Log}40) + 3C$$

$$91.59 = F_w(4.195) + 3C$$

$$\sum W = F_w \sum \text{Log}N + 3C$$

$$\frac{91.59 - F_w * 4.195}{3} = C \quad (\text{Ecuación 01})$$

$$W_1 = F_w \text{Log}N_1 + C \dots\dots\dots (1)$$

$$W_2 = F_w \text{Log}N_2 + C \dots\dots\dots (2)$$

$$W_3 = F_w \text{Log}N_3 + C \dots\dots\dots (3)$$

Tenemos también:

$$W_1 - W_2 = F_w \text{Log}N_1 - F_w \text{Log}N_2$$

$$W_1 - W_3 = F_w \text{Log}N_1 - F_w \text{Log}N_3$$

$$W_2 - W_3 = F_w \text{Log} N_2 - F_w \text{Log} N_3$$

---

$$F_w = \frac{36.96 - 25.71}{\text{Log}(14) - \text{Log}(40)} \quad (\text{Ecuación 02})$$

$$F_w = \frac{11.25}{-0.4559} = -24.658$$

Reemplazando en Ecuación 01

$$\frac{91.59 - F_w * 4.195}{3} = C$$

$$\frac{91.59 - (-24.658) * 4.195}{3} = C$$

$$65.013 = C$$

Hallando el LÍMITE LÍQUIDO, Reemplazando la Ecuación 01 y Ecuación 02 en la formula general para N = 25 golpes.

$$LL = (-24.658) * \text{Log}(25) + 65.013 = 30.54\%$$

#### 4.1.1.3. Limite Plástico ASTM D4318:

➤ Cálculo del contenido de humedad de los rollitos

$$w_{tara} = 20.80 \text{gr.}$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ humedo} = 25.70 \text{gr.}$$

$$w_{tara} + w_{suelo\ seco} = 24.60 \text{gr.}$$

Obtenemos:

$$\begin{aligned} w_{suelo\ seco} &= (w_{tara} + w_{suelo\ seco}) - (w_{tara}) \\ &= 24.60 \text{gr.} - 20.80 \text{gr.} = 3.80 \text{gr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_{suelo\ humedo} &= (w_{tara} + w_{suelo\ humedo}) - (w_{tara}) \\ &= 25.70 \text{gr.} - 20.80 \text{gr.} = 4.90 \text{gr.} \end{aligned}$$

$$w_{agua} = (w_{suelo\ humedo}) - (w_{suelo\ seco})$$

$$= 4.90\text{gr.} - 3.80\text{gr.} = 1.10\text{gr.}$$

Límite Plástico:

$$LP\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

$$LP\% = \frac{1.10}{3.80} * 100 = 28.95\%$$

#### 4.1.1.4. Índice Plástico:

$$IP = LL - LP$$

De los resultados obtenidos el límite líquido y plástico es:

$$LL = 30.54 \%$$

$$LP = 28.95 \%$$

$$IP = 30.54 - 28.95$$

$$IP = 1.6 \%$$

#### 4.1.1.5. Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422:

Tabla 15, Análisis Granulométrico

Peso Inicial de la Muestra Seca		4127	Gr	
Peso seco de la Muestra Después del Lavado		4116	Gr	
Tamiz	Abertura	Retenido		% Q' Pasa
	(mm)	(gr.)	(%)	
3"	76.2			
2"	50.8			

Tamiz	Abertura	Retenido		% Q' Pasa
1 1/2"	38.1			
1 1/2"	38.1			
1"	25.4	276.4	6.7	93.3
3/4"	19.05	367.1	8.9	84.41
1/2"	12.7	314.4	7.62	76.79
3/8"	9.525	235.3	5.7	71.09
1/4"	6.35	244.8	5.93	65.16
4	4.76	296.4	7.18	57.97
10	2	356.8	8.65	49.33
20	0.84	328	7.95	41.38
30	0.59	381.6	9.25	32.13
40	0.426	365	8.84	23.29
60	0.25	323.4	7.84	15.45
100	0.149	389	9.43	6.03
200	0.074	154	3.73	2.3
<200		84	2.04	0.26
<b>Total Retenido</b>		<b>4116</b>	<b>100</b>	

Ejemplo para la malla N° 40

$$\%RETENIDO = \frac{W_{\text{malla}} * 100}{W_1}$$

$$\%RETENIDO = \frac{365.0 * 100}{4127} = 8.84 \%$$

Q' Pasa = % Q' Pasa la malla anterior N°30

- % Retenido malla N°40

$$\% Q' Pasa = 32.13 - 8.84 = 23.29\%$$

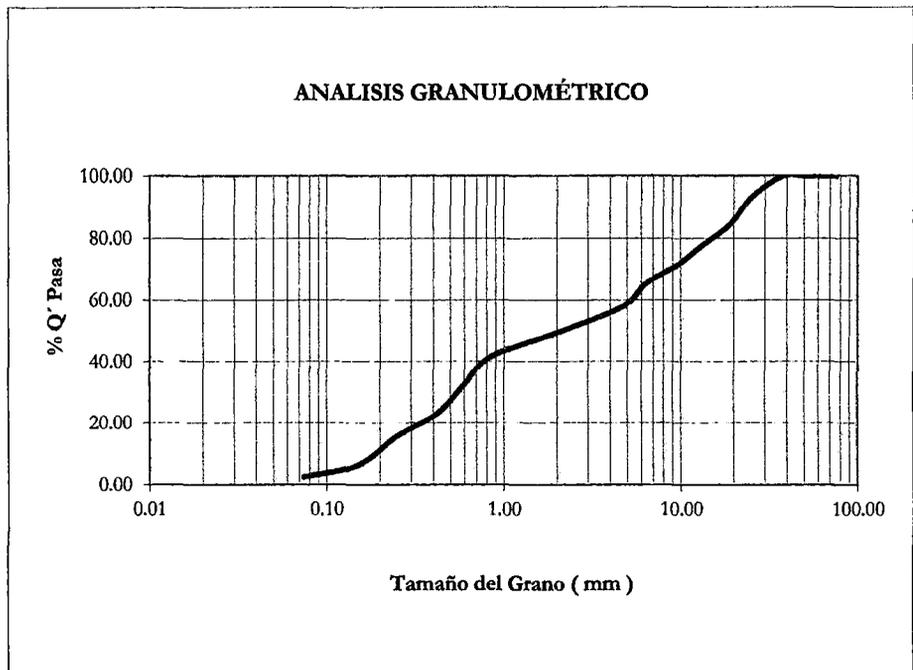


Figura 18 Análisis Granulométrico

### Cálculo del Coeficiente de Uniformidad y Curvatura

Formula logarítmica

$$D_x = \left[ \frac{D2 - D1}{\text{Log}(\%2) - \text{Log}(\%1)} \cdot \text{Log}(x) - \text{Log}(\%1) \right] + D1$$

Dónde:

$D_x$  : Diámetro Incógnita (10, 30, 60)

$D1$  : Abertura de las mallas en milímetros superior

$D2$  : Abertura de las mallas en milímetros inferior

$\%1$  : Porcentaje que pasa por la malla superior

$\%2$  : Porcentaje que pasa por la malla inferior

$$D_{60} = \left[ \frac{04.760 - 6.350}{\text{Log}(57.97) - \text{Log}(65.16)} \cdot \text{Log}(60) - \text{Log}(65.16) \right] + 6.350$$

$$D_{60} = 1.829$$

$$D_{30} = \left[ \frac{0.426 - 0.590}{\text{Log}(23.29) - \text{Log}(32.13)} \cdot \text{Log}(30) - \text{Log}(32.13) \right] + 0.590$$

$$D_{30} = 0.641$$

$$D_{10} = \left[ \frac{0.149 - 0.250}{\text{Log}(6.03) - \text{Log}(15.45)} \cdot \text{Log}(10) - \text{Log}(15.45) \right] + 0.250$$

$$D_{10} = 0.256$$

Coefficiente de Uniformidad

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{3.29}{0.20} = 16.198$$

Coefficiente de Curvatura

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10}) * (D_{60})}$$

$$C_c = \frac{(0.641)^2}{(0.256) * (1.829)} = 0.460$$

#### 4.1.1.6. Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487:

$$\% \text{ Retenido en la malla N}^\circ 200 = \frac{154 * 100}{4127} = 3.73\%$$

$$\% \text{ Retenido en la malla N}^\circ 4 = \frac{296.4 * 100}{4127} = 7.18\%$$

$$\% \text{ Que pasa la malla N}^\circ 200 = 2.3\%$$

El porcentaje que retiene la malla N°200 es 97.73% por lo tanto se trata de una grava (G) o arena (S)

El porcentaje que pasa la malla N°4 es 57.97% por lo tanto se trata de una arena (S)

Según el Índice de Plasticidad del suelo

$$I.P. > 0.73 * (L.L. - 20.00)$$

$$I.P. > 0.73 * (30.54 - 20.00) = 10.54$$

Del resultado obtenido IP=1.60

Entonces comparamos y obtenemos

$$1.60 < 10.54$$

La intersección del Índice de plasticidad y el límite líquido resulta fuera de parámetros en la carta de Plasticidad dando lugar a un suelo **SP** (arenas mal gradadas, con promedio de un tamaño o un tipo de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios).

#### 4.1.1.7. Calculo del peso específico:

Peso de la Muestra = 274 gr.

Peso del Balón Seco (Picnómetro) =142.9 gr.

Peso del Balón Seco =416.9 gr

Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua =553 gr

Peso del Agua = 553 - 416.9 =122.1 gr.

Peso de la Tara =95 gr.

Peso de la Tara + suelo seco = 242 gr.

Peso del suelo seco = 242 - 95 = 147 gr.

Volumen del Balón = 250 cc.

Peso Específico de la Muestra:

$$\frac{\text{Peso del suelo seco}}{\text{Volumen del balón} - \text{Peso del agua}}$$

$$\frac{147}{250 - 122.1} = 1.15 \text{ gr/cc}$$

### 4.1.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE LOS EN SUELOS

Se demostrara el procedimiento de cálculo para la C 03 M-1 a manera de ejemplo:

**DATOS:**

Profundidad de desplante, Df;	1.3 mts
Peso Volumétrico del suelo; Gm (Ton/m3):	0.115 (ton/m3)
Cohesión del suelo, c;	0.05 (ton/m2)

Ángulo de fricción interna del suelo, $\phi$ (grados):	22.5 (grados)
Ancho o Radio del cimiento; B ó R	1 mts
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	2.5
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	1

$$N_c = \cot \phi \left[ e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) - 1 \right]$$

$$N_c = 17.403$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_q = 8.208$$

$$N_y = 1.5 [N_q - 1] \cdot \tan \phi$$

$$N_y = 4.479$$

#### **FACTOR FORMA**

$$F_{cs} = 1.472$$

$$F_{qs} = 1.414$$

$$F_{ys} = 0.600$$

#### **FACTOR PROFUNDIDAD**

$$F_{cd} = 1.111$$

$$F_{qd} = 1.088$$

12

$$F_{yd} = 1.000$$

**FACTOR INCLINACION**

$$F_{ci} = 0$$

$$F_{qi} = 0$$

$$F_{yi} = 0$$

**a) Para cimiento continuo:**

$$q_c = C.N_c + \gamma.Df.N_q + \frac{1}{2}.\gamma.B.N_\gamma$$

$$q_c = 2.35 \text{ tn/m}^2$$

$$q_{adm.} = \frac{q_c}{F.S}$$

$$q_{adm} = 0.94 \text{ tn/m}^2$$

**b) Para cimiento cuadrado:**

$$q_c = 1,3.C.N_c + \gamma.Df.N_q + 0,4.\gamma.B.N_\gamma$$

$$q_c = 2.56 \text{ tn/m}^2$$

$$q_{adm.} = \frac{q_c}{F.S}$$



Tabla 16. Resultados de Ensayo de Laboratorio

Proyecto : "MICROZONIFICACION DE SUELOS EN EL SECTOR QUINTANILLA PAMPA - DISTRITO DE ASCENSIÓN DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA"													
Tesisistas : Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy													
Calicata	Estrato	Procedencia	Prof. (m)	Contenido de Humedad W (%)	Límites de Consistencia		Índice de Plasticidad IP (%)	Grado de Consistencia Kw	% Q' pasa N° 4	% Q' pasa N° 200	Clasificación SUCS	peso específico	capacidad admisible
					Líquido LL (%)	Plástico LP (%)							
C-1	MI	Jr. Sínchi Koca - Jr. Tupac	1.30	9.40	19.61	0.00	19.61	0.52	52.20	1.40	SP	1.88	1.39
C-2	MI	Jr. Cahuide - Jr. Tahuantinsuyo	1.30	16.50	24.69	0.09	24.59	0.09	56.50	5.04	SP - SC	1.29	1.10
C-3	MI	Jr. Arequipa	1.30	21.30	30.54	28.95	1.60	8.80	57.97	2.30	SP	1.15	1.03
C-4	MI	Jr. Tahuantinsuyo	1.30	17.20	27.57	0.24	27.33	1.61	68.21	6.20	SP - SC	1.34	1.12
C-5	MI	Jr. Arequipa - Jr. Cahuide	1.30	15.10	0.26	0.24	0.02	5.28	52.92	0.20	SP	1.70	1.30
C-6	MI	Jr. Tupac Amaru - Jr. Ica	1.30	7.30	28.45	18.82	9.63	2.20	67.24	0.63	SP	1.51	1.21
C-7	MI	Jr. Tupac Amaru Este	1.30	16.90	19.80	17.31	2.49	1.17	82.17	0.30	SW	1.15	1.88
C-8	MI	Av. Santos Villa - Jr. Tarma	1.30	17.30	33.82	32.89	0.92	17.59	64.26	3.91	SP - SC	1.13	1.02
C-9	MI	Jr. Arequipa - Jr. Cuzco	1.30	19.90	28.01	25.00	3.01	2.69	86.59	0.49	SP	1.15	1.03
C-10	MI	Jr. Huayna Capac Norte	1.30	49.73	61.35	16.33	45.03	0.26	78.64	5.23	SP - SC	1.24	1.07
C-11	MI	Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica	0.20	23.11	54.59	40.79	13.80	2.28	52.25	1.09	SP	1.06	0.98
	M2		1.00				Pt	Pt			Pt		
C-12	MI	Av. Santos Villa - Jr. Cuzco	0.50	18.22	36.63	22.35	14.28	1.29	66.88	3.14	SP	1.10	1.00
	M2		0.80	20.40	37.93	22.35	15.38	2.43	58.81	0.91	SP		

181

#### 4.1.3.3 Descripción de Resultados:

Como primer resultado del proyecto se logró la microzonificación de suelos, se propone tres zonas para el Sector de Pucarumi, encontrándose una mutua relación de la mecánica de suelos que conforman cada zona geomorfológica, las cuales se describen a continuación.

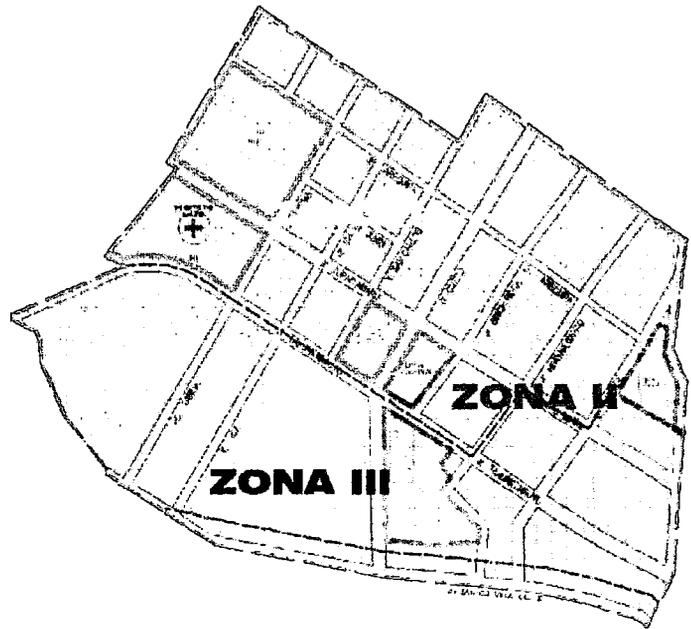


Figura 20 Microzonificación de Pucarumi

Las microzonificación se dio de acuerdo a los trabajos realizados en diversos puntos del área en estudio mediante el estudio de mecánica de suelos, adicionalmente a la recopilación de datos obtenidas de proyectos que se realizaron en el sector de Pucarumi, dando una característica que la hace propia, las cuales se presentan a continuación.

12

a. **ZONA 1.**

Delimitado por el Este con el Jr. Cuzco y Jr. Tarma, al Oeste con el sector Ccachuana Millpo, al Sur con Av. Santos Villa Oeste.

Está determinada por las Calicatas **C-3, C-4, C-6, C-9 y C-10**, con una profundidad promedio de exploración de **H=1.30 m**. Presenta un área de **94,098.70 m<sup>2</sup>**. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendida por: Posta médica e I.E. Inicial  
Zona cuyo perfil estratigráfico presenta un estrato homogéneo sin presencia de nivel freática, cuyas características se muestra en la **Tabla 16**

b. **ZONA 2.**

Delimitado por el Sur con el Jr. Tahuantinsuyo, por el Este con el Instituto Superior tecnológico Público Huancavelica, por el Oeste con la Zona I

Está determinada por las Calicatas **C-1, C-5 y C-7**, con una profundidad promedio de exploración de **H=1.30 m**. Presenta un área de **50,343.15 m<sup>2</sup>**. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendido por: Local comunal, Área Recreacional, cuyas características se muestran en la **Tabla 16**

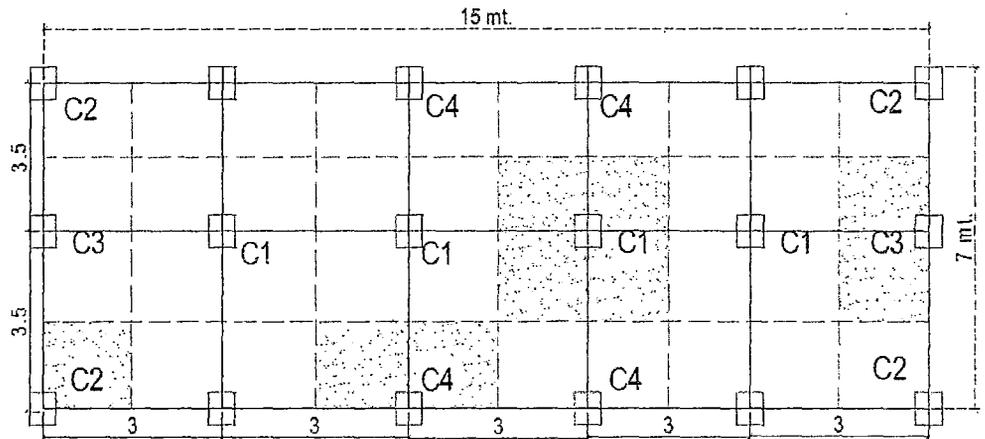
c. **ZONA 3.**

Delimitado por el Norte con la Zona I y Zona II, por el sur con la Av Santos Villa Oeste, por el este con la Zona II y por el Oeste con la Zona I

Está determinada por Calicatas **C-2, C-8, C-11 y C-12**, con una Profundidad Promedio de Exploración de **H=1.30 m**. Presenta un área de **35,745.60 m<sup>2</sup>**. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendido por: Complejo deportivo. Cuyas características se muestran en la **Tabla 16**.

#### 4.1.4. Diseño del modelo de la vivienda estándar

La vivienda estándar contara con las siguientes dimensiones 7 x 15



#### Consideraciones de diseño

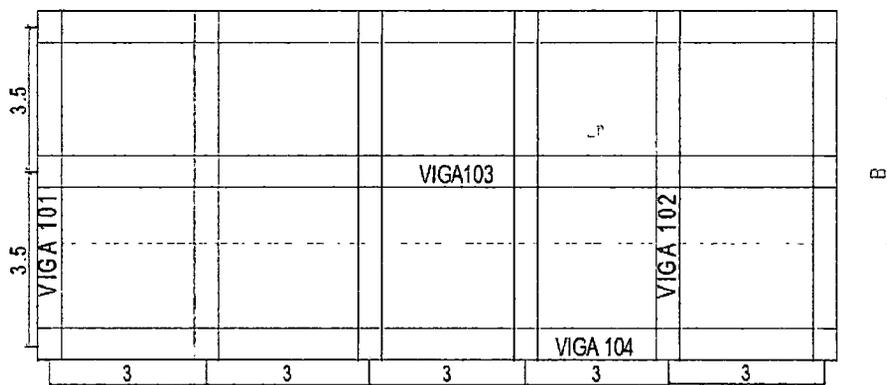
Calidad del concreto: $f'_c$	210Kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero: $f'_y$	4200Kg/cm <sup>2</sup>

p. aligerado	360 Kg/m <sup>2</sup>
p. acabado	120 Kg/m <sup>2</sup>
P.vigas	100 Kg/m <sup>2</sup>
P.columnas	60 Kg/m <sup>2</sup>
p.tabiqueria	100 Kg/m <sup>2</sup>
S/C	200 Kg/m <sup>2</sup>
P.Total	940 Kg/m <sup>2</sup>

### Calculo de dimensiones de columna

COLUMNA	Nº PISOS	P <sub>g</sub>	a	n	f <sub>c</sub>	b × T = P <sub>g</sub> × a / n × f <sub>c</sub>	b = cm	d = cm
C1	4	9870	1.1	0.25	210	827.20 cm <sup>2</sup>	30	30
C2	4	2467.5	1.5	0.2	210	352.50 cm <sup>2</sup>	25	25
C3	4	4935	1.25	0.25	210	470.00 cm <sup>2</sup>	25	25
C4	4	4935	1.25	0.25	210	470.00 cm <sup>2</sup>	25	25

### Calculo de dimensiones de vigas



o se uso un ancho de columna  $b \geq 0$  POR CRITERIO DE RIGIDEZES, SI "b" SE  $b \times h^3 = b_0 \times$

V-101	b =	0.18	; bo =	0.2	h =	0.25
V-102	b =	0.18	; bo =	0.2	h =	0.25
V-103	b =	0.15	; bo =	0.2	h =	0.31
V-104	b =	0.15	; bo =	0.2	h =	0.31

VIGA	redondeado)	(redondeado)(m)
V-101	0.20	0.25
V-102	0.20	0.25
V-103	0.20	0.35
V-104	0.20	0.35

## Calculo de los pesos Unitarios

### PESO UNITARIO DE LAS VIGA (EJE X)

DIMENSIONES                      0.20 X    0.25  
 P.E.C                                    2400 Kg/m<sup>2</sup>  
 TOTAL =(0,20X0.25).(2400).(1m)                      120 Kg.

### PESO UNITARIO DE LAS VIGA (EJE Y)

DIMENSIONES                      0.20 X    0.35  
 P.E.C                                    2400 Kg/m<sup>2</sup>  
 TOTAL =(0,20X0.35).(2400).(1m)                      168 Kg.

### PESO UNITARIO DE LAS COLUMNAS (C-1)

DIMENSIONES 0.30 X 0.30  
P.E.C 2400 Kg/m<sup>2</sup>  
TOTAL =(0,30X0.30).(2400).(1m) 216 Kg.

### PESO UNITARIO DE LAS COLUMNAS (C2,C3,C4)

DIMENSIONES 0.25 X 0.25  
P.E.C 2400 Kg/m<sup>2</sup>  
TOTAL =(0,25X0.25).(2400).(1m) 150 Kg.

## Determinación de la carga por unidad de longitud eje "x" primer nivel

Se demostrara el procedimiento de cálculo para el eje 1 tramo A-Bya que el procedimiento realizado es igual para todas los demás diseños.

EJE 1 TRAMO A-B

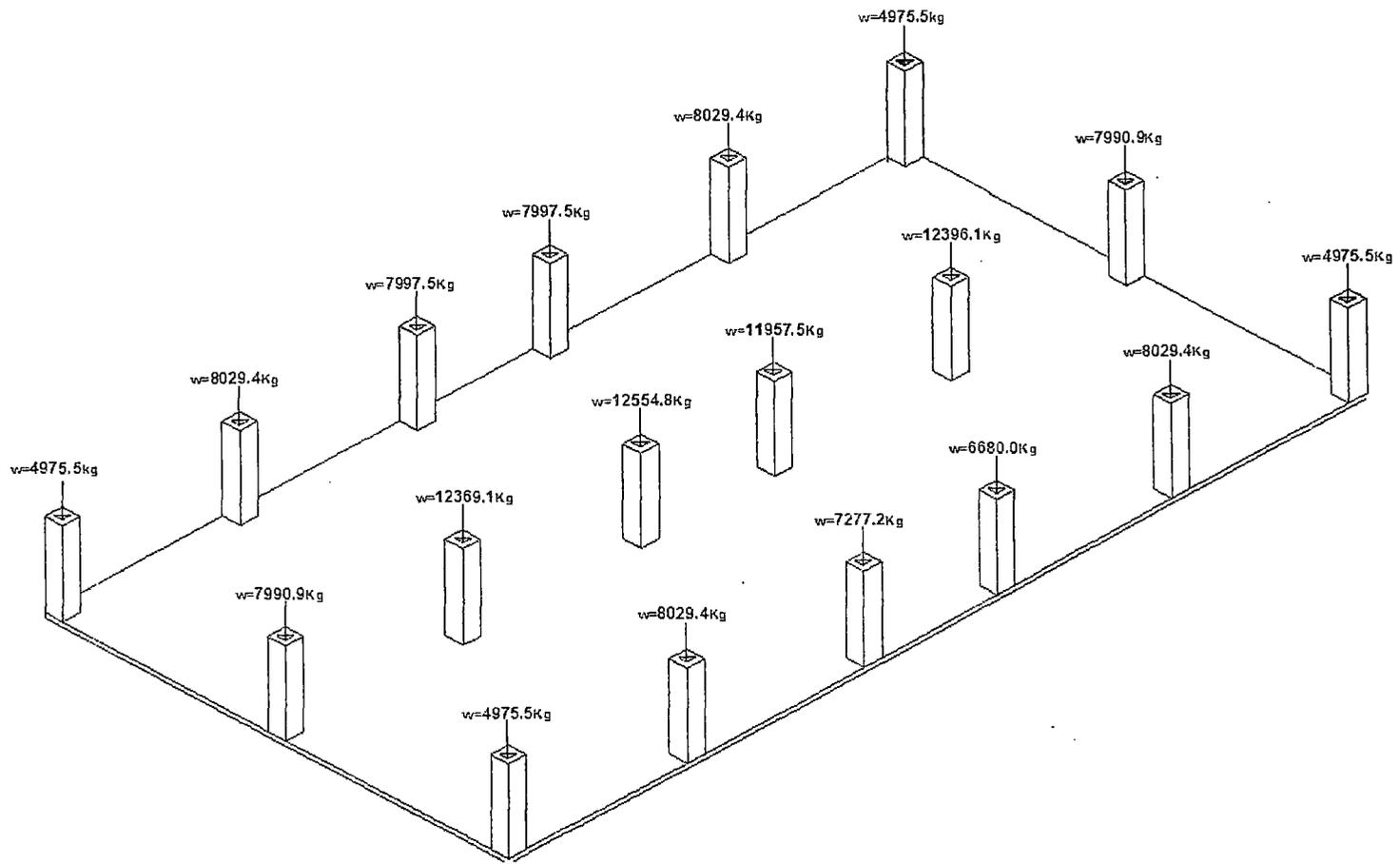
CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	7.65	918
tabiqueria	100	7.65	765
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sub>2</sub> )	360	2.71	975.6
		PT=	3414.6
Longitud (m)=		2.55	
W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO		w= 1339.058824	

## Descarga de cargas del 1 al 4 piso hacia la columna 1

Descarga sobre C1 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	<b>669.5294118</b>
Peso Transversal Primer Nivel	<b>656.557377</b>
Peso Longitudinal Segundo Nivel	<b>613.7647059</b>
Peso Transversal Segundo Nivel	<b>602.7213115</b>
Peso Longitudinal Tercer Nivel	<b>613.7647059</b>
Peso Transversal Tercer Nivel	<b>602.7213115</b>
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	<b>613.7647059</b>
Peso Transversal Cuarto Nivel	<b>602.7213115</b>
Peso total (kg)	<b>4975.544841</b>

### Resumen de cargas por columna

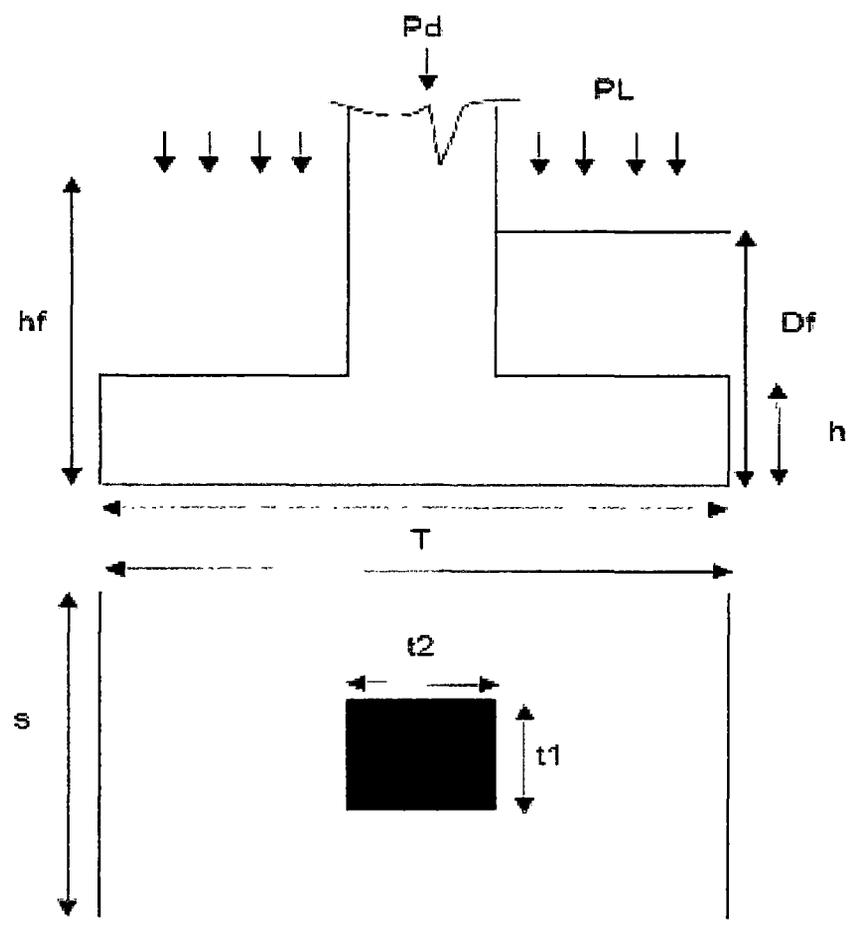
COLUMNAS	PESO	COLUMNAS	PESO
C1	4975.5 Kg	C10	11957.5 Kg
C2	8029.4 Kg	C11	12369.1 Kg
C3	7997.5 Kg	C12	7990.9 Kg
C4	7997.5 Kg	C13	4975.5 Kg
C5	8029.4 Kg	C14	8029.4 Kg
C6	4975.5 Kg	C15	7277.2 Kg
C7	7990.9 Kg	C16	6680.0 Kg
C8	12369.1 Kg	C17	8029.4 Kg
C9	12554.8 Kg	C18	4975.5 Kg



### 4.1.5. DESARROLLO DEL DISEÑO DE ZAPATAS.

Se demostrara el procedimiento de cálculo de zapata para la calicata Columna I y Zona I ya que el procedimiento realizado es igual para todas los demás diseños.

#### DISEÑO DE ZAPATA AISLADA



**DATOS GENERALES:**

SECCION DE COLUMNA	t1 =	0.30	mts.
	t2 =	0.30	mts.
CARGA MUERTA:	PD =	12.37	Tn.
CARGA VIVA:	PL =	0.20	Tn.
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:	$\sigma_t$ =	1.03	kg/cm2.
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	Df =	1.30	mts.
PESO ESPECIFICO DEL TERRENO:	$\gamma_t$ =	1.15	Tn/m3.
RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LA ZAPATA:	f <sub>c</sub> =	210.00	kg/cm2.
SOBRECARGA DEL PISO:	s/c =	200.00	kg/m2.
RESISTENCIA DEL ACERO:	F <sub>y</sub> =	4200.00	kg/cm2.
RECUBRIMIENTO	R =	7.50	cmt
DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE REFUERZO:	$\emptyset_v$ =	1.27	cm.
ALTURA A NIVEL DE PISO TERMINADO	h <sub>f</sub> =	<b>1.60</b>	mts.

**ESFUERZO NETO DEL TERRENO "  $\sigma_n$  ":**

$\sigma_n = 8.26 \text{ Tn/m}^2$

**AREA DE LA ZAPATA " Azap ":**

Azap = 1.52 m<sup>2</sup>

S' x T' = 1.240 x 1.240 m<sup>2</sup>

**PARA CUMPLIR Lv1 = Lv2**

T = 1.240 mts. Utilizar T = **1.250 mt**

S = 1.240 mts. Utilizar S = **1.250 mt**

**USAR S x T 1.250 x 1.250**

Lv1 = Lv2 = **0.475**  
0.475

**REACCION NETA DEL TERRENO " Wnu ":**

**Pu = 15.1628 Tn**

**Az = 1.5625 m2**

Wnu = **9.70 Tn/m2**

113

**DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " h " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:  
CONDICION DE DISEÑO:**

$$V_c = V_u / \phi = (P_u - W_u \cdot m \cdot n) / \phi \dots (I)$$

TAMBIEN:  $\phi = 0.85$   
 $V_c = 1.06 \sqrt{f_c} \cdot x \cdot b \cdot d \dots (II)$

I = II  
Formando una ecuacion de segundo Grado  
Entonces d = **0.0713 mt**

h = 15.90 cm      **usar h = 40.000 cm**  
**d<sub>prom</sub> = 0.310 m**

**VERIFICACION DE CORTANTE:**

L<sub>v</sub> = **0.475** mts.  
V<sub>du</sub> = **2.00** Tn.  
V<sub>n</sub> = **2.35** Tn.  
V<sub>c</sub> = **29.76** Tn > V<sub>n</sub>      **CONFORME**

**SENTIDO LONGITUDINAL:**

**DISEÑO POR FLEXION:**

M<sub>u</sub> = **1.37** Tn-m  
d = **31.00** cm.  
F'<sub>c</sub> = **210.00** kg/cm<sup>2</sup>  
F<sub>y</sub> = **4200.00** kg/cm<sup>2</sup>  
b = **125.00** cm

ITERANDO:

$\phi_d =$  FACTOR DE REDUCCION DE DISEÑO IGUAL A 0.9<sup>oo</sup>       $\phi_d = 0.90$   
Asumiendo a = 6.2 cm

As = 1.30 cm<sup>2</sup>      a = 0.244 cm  
As = 1.17 cm<sup>2</sup>      a = 0.221 cm  
As = 1.17 cm<sup>2</sup>      a = 0.221  
As = 1.17 cm<sup>2</sup>

**Usar As = 1.17 cm<sup>2</sup>      a = 0.221**

**VERIFICACION DE ACERO MINIMO:**

$As_{min} = (p_{temp})(b).(d)$

**As<sub>min</sub> = 6.98 cm<sup>2</sup> < 1.17 cm<sup>2</sup> USAR As<sub>min</sub>**

**As = 6.98 cm<sup>2</sup>.**

**CALCULO DE VARILLAS:**

**AØ = AREA DE LA VARILLA A USAR EN cm<sup>2</sup>.**

AØ = 1/2" ▼ cm<sup>2</sup>.

n = As/AØ = 5.49 VARILLAS

**usar n = 5 VARILLAS**

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m

Øv = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

Øv = 1/2" ▼

**Separacion = ( S - 2r - Øv ) / ( n - 1 )**

Separacion = 27.180 cm

Usar Separacion = 27 cm

**USAR: 5 VARILLAS 1/2" @ 27 cm**

**SENTIDO TRANSVERSAL:**

Asl = 6.98 cm<sup>2</sup>

**As<sub>t</sub> = 6.98 cm<sup>2</sup>**

AØ = 3/8" ▼ cm<sup>2</sup>.

n = As/AØ = 9.82 VARILLAS

2 0.71

**usar n = 10 VARILLAS**

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m

$\emptyset_v$  = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

$\emptyset_v$  =  ▼

Separacion =  $(S - 2r - \emptyset_v) / (n - 1)$

Separacion = 12.140 mts.

Usar Separacion = 12 mts.

USAR: 10 VARILLAS  ▼ @ 12 cm

### LONGITUD DE DESARROLLO DEL REFUERZO

#### Longitud disponible para cada barra

Ld = 40.00 cm

#### Para barras en Traccion :

Ab = 0.71 cm<sup>2</sup>

Fc = 210.00 Kg/cm<sup>2</sup>

Fy = 4200.00 Kg/cm<sup>2</sup>

db = 0.951 cm

Ld1 = 12.35 cm

Ld2 = 22.76 cm

Ld3 = 30.00 cm

**Ld = 30.000 cm**

Usar Ld = 24.000 cm < Ldisp = 40.000 cm conforme

## Transferencia de fuerza en la interfase de columna y cimentacion

a.- Transferencia al Aplastamiento sobre la columna

$$P_u = 15.1628 \text{ Tn}$$

$$P_n = 23.33 \text{ Tn}$$

Resistencia al Aplastamiento de la columna  $P_{nb}$

$$P_{nb} = 160.65 \text{ Tn}$$

$$P_n < P_{nb} \quad \text{conforme}$$

b.- Resistencia al Aplastamiento en el concreto de la Cimentacion

$$P_n = 23.33$$

$$X_o = 1.25 \text{ mt}$$

$$A_2 = 1.5625 \text{ mt}$$

$$A_1 = 0.09 \text{ mt}$$

$$(A_2/A_1)^{0,5} = 4.17 \quad \text{usar} \quad 2.00$$

$$A_o = 0.18$$

$$P_{nb} = 321.3 \text{ Tn}$$

$$P_n < P_{nb} \quad \text{conforme}$$

TENIENDO COMO RESULTADO LA SIGUIENTE TABLA

ll

Tabla 17. Resumen de Dimensiones de las zapatas

ZONA	P.E	C.P.A	ZAPATA	S (m)	T (m)	t1(m)	t2(m)	h(m)	hf(m)	Df(m)
I	1.15	1.03	C1	1.25	1.25	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C2	0.80	0.80	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C3	1.00	1.00	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C4	1.00	1.00	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
II	1.15	1.30	C1	1.10	1.10	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C2	0.70	0.70	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C3	0.90	0.90	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C4	0.90	0.90	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
III	1.06	0.98	C1	1.30	1.30	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C2	0.85	0.85	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C3	1.05	1.05	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C4	1.05	1.05	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3

Tabla 18. Resumen de Cantidad y tipo de acero de las Zapatas

ZONA	ZAPATA	S (m)	T (m)	ACERO EN SENTIDO LONGITUDINAL	ACERO EN SENTIDO TRANSVERSAL
I	C1	1.25	1.25	5 varillas de 1/2' @ 27 cm	10 varillas de 3/8' @ 12 cm
	C2	0.80	0.80	4 varillas de 1/2' @ 21 cm	6 varillas de 3/8' @ 13 cm
	C3	1.00	1.00	4 varillas de 1/2' @ 28 cm	8 varillas de 3/8' @ 12 cm
	C4	1.00	1.00	4 varillas de 1/2' @ 28 cm	8 varillas de 3/8' @ 12 cm
II	C1	1.10	1.10	5 varillas de 1/2' @ 23 cm	9 varillas de 3/8' @ 12 cm
	C2	0.70	0.70	4 varillas de 1/2' @ 18 cm	6 varillas de 3/8' @ 11 cm
	C3	0.90	0.90	4 varillas de 1/2' @ 25 cm	7 varillas de 3/8' @ 12 cm
	C4	0.90	0.90	4 varillas de 1/2' @ 25 cm	7 varillas de 3/8' @ 12 cm
III	C1	1.30	1.30	6 varillas de 1/2' @ 23 cm	10 varillas de 3/8' @ 13 cm
	C2	0.85	0.85	4 varillas de 1/2' @ 23 cm	7 varillas de 3/8' @ 12 cm
	C3	1.05	1.05	5 varillas de 1/2' @ 22 cm	8 varillas de 3/8' @ 13 cm
	C4	1.05	1.05	5 varillas de 1/2' @ 22 cm	8 varillas de 3/8' @ 13 cm

## 4.2. DISCUSION:

- A pesar de contar con algunos estudios de suelos en este sector, se pudo observar que estos estudios de mecánica de suelos que se realizan en Huancavelica, tienen bastante deficiencias, como la falencia en cuanto al desarrollo y análisis de las muestras, obteniendo datos que no se reflejan con la realidad
  
- Se pudo observar que las edificaciones existentes en la zona carecen de un estudio en cuanto al análisis de suelos así como el de un diseño de cimiento adecuado según sus viviendas.
  
- En algunas construcciones nuevas se observó el sobredimensionamiento de zapatas, ya que son hechas sin conocimiento previo más que la experiencia propia, pero sin un previo análisis estructural por parte de especialistas
  
- Para la microzonificación se tomo como base la capacidad portante de este y la granulometría que se presenta en cada zona.

## CONCLUSIONES

- Se ha logrado definir la estratigrafía del suelo, con sus respectivas propiedades básicas, describiendo las características y propiedades de los suelos, con el objetivo de contar con información para una adecuada gestión territorial que tienda a mitigar problemas presentes en el Sector de Pucarumi – Ascensión Huancavelica.
  
- Para este sector se logró diseñar las zapatas aisladas, las cuales son cimentaciones superficiales frecuentemente usadas en las construcciones, si estas no tienen un buen diseño sufren un conjunto de daños generados por diferentes factores. Estos factores modifican la geomorfología de los suelos ocasionando fisuras, grietas, rajaduras, oxidaciones, desprendimientos, degradaciones, etc. debilitando poco a poco los elementos del edificio en contacto con el terreno como son las cimentaciones.
  
- Algunas áreas de zona I del sector de Pucarumi podrían estar sujetas a densificación e inclusive a licuación, como se ha podido detectar visualmente por las faldas del cerro adyacentes, así como deslizamientos de roca y tierra suelta existentes.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio integral de sub drenaje y drenaje de las aguas fluviales y pluviales del Sector estudiado ya que presenta ojos de agua los cuales han sido canalizados artesanalmente, lo cual podría traer consigo filtraciones si no se canaliza debidamente.
  
- Recomendar a los pobladores del Sector de Pucarumi tener en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio así como las conclusiones y recomendaciones establecidas válidas para el área del Sector estudiado.
  
- Ampliar el presente trabajo de investigación tomando un análisis químico para ver la agresividad de los suelos puedan causar a las cimentaciones, ya que se encontró ojos de agua que emanan durante todo el año los dos diferentes puntos que son controlados a través de canales artesanales.
  
- Hacer de conocimiento y concientizar a la población de este sector para que tomen las consideraciones, que se menciona en el presente estudio para que no tengan problemas más adelante con la estructura de sus viviendas así como poder economizar a la hora de hacer el diseño de sus viviendas al no sobredimensionar algunas estructuras.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA:

- Bustamante .A. (1993), "*Características Geotécnicas del Suelo de Iquitos, Perú*". Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Civil Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Lujan E., Landeras J. y Alva J. (2010), "*Microzonificación Geotécnica del Distrito de Trujillo*". Trabajo de Investigación – Ponencia presentada en el V Congreso Internacional de la Construcción, Lima Perú.
- Rubina A, Barrera J. Atlas Del Departamento De Huancavelica Perú. 30pp
- Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento. Lineamientos Básicos Orientadores para el Acondicionamiento Territorial - *Caracterización del Departamento de Huancavelica. Perú.* 13, 47:48pp.
- Edmundo David Pajares C. y Jorge Víctor León V.(2010) "Diseño De Un Edificio De Concreto Armado De 6 Niveles"- Tesis de grado Facultad de Ingeniería Civil Pontificia Universidad Católica Del Perú
- Karelía María Martínez Z. y Verania Itzmara L.C .(2010) "Diseño y Análisis de Cimentaciones para Torre de Telefonía Celular" - Tesina
- Crespo C. *Mecánica De Suelos y Cimentaciones*. Noriega Ed. LIMUSA, México. 18,21:27,82:92,69:78pp
- Juárez E., Rico A. *Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos*, Noriega Ed. LIMUSA 149:163pp.
- Braja M., *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*, 4ta Ed., Noriega Editores LIMUSA. México. 2:4pp.
- Huanca A. *Mecánica de Suelos*, 2da Edición 1996. 82:83pp.
- Plan de Desarrollo Urbano y Regional del Distrito de Ascensión (2006-2011), Volumen I Cap. III - "*Diagnostico Urbano de Ascensión - Aspectos Físicos*".
- Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones
- Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas

10

## “ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI DISTRITO DE ASCENSIÓN HUANCVELICA - 2014”

Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael.

Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Resumen:** La presente investigación está orientada al diseño de cimentaciones para viviendas por realizar en el sector de Pucarumi, para lo cual se realizó el estudio de las mecánicas de suelos de este sector, con el propósito de microzonificar. Se recolecto y analizo las muestras de las diferentes calicatas realizadas, se pudo determinar y microzonificar tres zonas con características propias. Se modelo una vivienda estándar con las dimensiones de 7 por 15 metros de 4 niveles, a la cual se realizó su dimensionamiento así como el análisis de cargas y diseñar el tipo de cimentación que es necesario según cada micro-zona determinada.

**Abstract:** This research is aimed at the design of foundations for houses to be done in the field of Pucarumi, for which the study of soil mechanics of this sector was held with the purpose of microzonificar. I was collected and analyzed samples from the different pits made , it was determined and microzonificar three zones with specific characteristics. A standard housing with dimensions of 15 meters by 7 of 4 levels , which dimensioning and load analysis was carried out and design the type of foundation that is necessary according to each micro - zone is determined model.

### **I.-INTRODUCCION**

Prácticamente todas las estructuras de ingeniería civil, edificios, puentes, carreteras, túneles, muros, torres, canales o presas deben cimentarse sobre la superficie del terreno o dentro de él. Las cargas de estas estructuras se transmiten al terreno a través de una cimentación adecuada; dependiendo de la naturaleza del terreno.

Huancavelica no es ajena al desarrollo y crecimiento constructivo que presenta el país, en este caso, el sector de Pucarumi está inmersa a ella, ya que la población viene creciendo demográficamente y se necesita más área para que la población pueda

construir sus viviendas, en busca de una mejor calidad de vida, así como la construcciones infraestructuras nuevas. En esta Investigación se pretende realizar el diseño de cimentaciones para una edificación de una vivienda en el sector de Pucarumi, para lo cual será necesario conocer las características del terreno, en especial la capacidad portante de acuerdo a estas características micro zonificar y hacer diseño de cimiento que necesitara cada zona identificada.

**II.-MÉTODO DE DESARROLLO  
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE  
HUMEDAD (ASTM D2216)**

Datos de ensayo:

- W tara
- W tara + W suelo húmedo
- W tara + W suelo seco

Obtenemos:

W suelo seco = (W tara + W suelo seco) – (W tara)

W suelo húmedo = (W tara + W suelo húmedo) – (W tara)

W agua = W suelo húmedo - W suelo seco

Contenido de Humedad del suelo

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE  
ATTERBERG**

Limite Líquido (ASTM D4318)

W suelo seco = (W tara + W suelo seco) – (W tara)

W suelo húmedo = (W tara + W suelo húmedo) – (W tara)

W agua = W suelo húmedo - W suelo seco

Contenido de Humedad del suelo:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

Calculo del limite liquido

$LL = F_w \text{Log}N + C$  (Formula General)

Tres datos Obtenidos:

$W_1 = F_w \text{Log}N_1 + C$

$W_2 = F_w \text{Log}N_2 + C$

$W_3 = F_w \text{Log}N_3 + C$

$W_1 + W_2 + W_3 = F_w(\text{Log}N_1 + \text{Log}N_2 + \text{Log}N_3) + 3C$

$\frac{\sum W - F_w \sum \text{Log}N}{3} = C$  (Ecuación 01)

$W_1 = F_w \text{Log}N_1 + C$  ..... (1)

$W_2 = F_w \text{Log}N_2 + C$ ..... (2)

$W_3 = F_w \text{Log}N_3 + C$ ..... (3)

$W_1 - W_2 = F_w \text{Log}N_1 - F_w \text{Log}N_2$

$W_1 - W_3 = F_w \text{Log}N_1 - F_w \text{Log}N_3$

$W_2 - W_3 = F_w \text{Log}N_2 - F_w \text{Log}N_3$

---

$F_w = \frac{W_1 - W_3}{\text{Log}N_1 - \text{Log}N_3}$  (Ecuación 02)

Remplazando la Ecuación 01 y Ecuación 02 en la formula general para N = 25 golpes.

$LL = F_w \text{Log}N + C$  (Formula General)

W = Contenido de Humedad, como porcentaje del peso seco.

FW = Índice de fluidez, pendiente de la curva de fluidez, igual a la variación del contenido de agua correspondiente a un ciclo de la escala logarítmica.

N = número de golpes.

C = Valor que representa la ordenada de la abscisa de un golpe. Se calcula prologando el trazo de la curva de fluidez.

Limite Plástico (ASTM D4318)

W suelo seco = (W tara + W suelo seco) – (W tara)

W suelo húmedo = (W tara + W suelo húmedo) – (W tara)

W agua = W suelo húmedo - W suelo seco

Contenido de Humedad del suelo:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

**DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

Equipos:

- Tamices de malla cuadrada.
- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Horno de secado
- Bandejas, cepillos y brochas.
- Muestras representativas del suelo.

Procedimiento:

- Cuarteo de la muestra

- Mezclar la muestra
- Obtener una muestra uniforme
- Dividir la muestra uniforme en cuatro partes iguales
- Tomar solo dos de las cuatro partes
- Secado en el horno
- Pesar la muestra seleccionada y llevarla al horno por 24 horas.
- Lavado por la malla N° 200
- Después de secar la muestra en el horno se enfría la muestra. Generalmente se usa un ventilador para acelerar el enfriado.
- Una vez seca y fría la muestra en el horno. Esta se debe pesar. Se anota el peso de la muestra seca al horno.
- Para el lavado de la muestra se usa los siguientes equipos: el tamiz de malla N° 200, pipeta y vasijas.
- Se echa la muestra en porciones, de forma que no se pierda partículas mayores a 0.074mm (diámetro de la malla N°200).
- Secado en el horno de la muestra lavada
- Una vez lavada la muestra por la malla N° 200, el material retenido debe secarse en el horno por 24 horas. Luego de esa etapa, se enfría la muestra y se pesa. Así se obtiene el peso lavado y secado al horno.
- Tamizado de la muestra
- La muestra se echa por la parte superior de la serie de tamices y luego se sacude por espacio de diez a quince minutos. Se debe tener cuidado de no perder material durante el zarandeo.
- Pesado del material retenido en cada tamiz

- Luego de tamizado se procede a pesar el material retenido en cada malla. Correcciones y cálculo.

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO**

Equipos:  
 Horno para el secado de muestras  
 Muestras  
 Picnómetro o fiola  
 Tela absorbente  
 Balanza digital

**PROCEDIMIENTO:**

**Agregado grueso**

- Lavar la muestra hasta eliminar completamente el polvo, luego se seca en el horno. Esperar que enfríe hasta una temperatura cómoda al tacto y que la muestra tenga un peso constante.
- Se deja a la muestra en agua por un lapso de 24 horas. Luego de ellos se seca partículas sobre una tela. Hasta eliminar el agua superficial.
- Colocar la muestra en el interior de la canastilla metálica y determinar su peso sumergido en agua.
- Después de ello se coloca la muestra en el horno y se deja reposar por 24 horas, se retira y se deja enfriar.

**Agregado fino**

- Seleccionar por cuarteo 1 kg. De muestra y secarla en el horno. Luego dejarla enfriar a una temperatura cómoda al tacto, una vez seca se repite el proceso hasta tener uno constante. Se cubre a la muestra completamente con agua por 24 horas
- Terminado se decanta la muestra evitando pérdida de finos, luego de ellos secar su superficie con una moderada corriente de aire caliente,

para asegurarnos de ello, se hace la prueba del como llenándolo y dándole 25 golpes.

- luego se introduce la muestra en el picnómetro una cantidad moderada del agregado fino y se añade agua hasta los 500cm<sup>3</sup>, determinado el agua introducida, luego se saca el material del recipiente y se seca determinando su peso.

Calicata	Cercas	Procedencia	Prof. (m)	Contenido de Humedad W (%)	Índice de Consistencia Líquido LL (%)	Índice de Plasticidad PI (%)	Grado de Consistencia Au	w <sub>L</sub> (%)	w <sub>p</sub> (%)	Clasificación SUCS	pres. específica	capacidad admisible
C-1	MI	Jr. Simón Bolívar	1.50	9.47	19.61	0.59	19.61	0.12	12.23	SP	1.85	1.19
C-2	MI	Jr. Caballero Jr. Tabacaleros	1.50	16.87	2.49	0.59	24.19	0.59	16.82	SP-SC	1.29	1.10
C-3	MI	Jr. Amargura	1.50	21.32	35.24	21.51	1.93	9.80	17.97	SP	1.15	1.05
C-4	MI	Jr. Tabacaleros	1.50	17.22	27.37	0.24	27.37	1.81	45.11	SP-SC	1.34	1.12
C-5	MI	Jr. Arcebuta Jr. Caballo	1.50	15.10	0.28	3.24	0.22	2.23	22.52	SP	1.70	1.50
C-6	MI	Jr. Tapac Amara Jr. Sur	1.50	7.52	28.43	18.82	9.63	2.20	67.24	SP	1.21	1.21
C-7	MI	Jr. Tapac Aguirre Jr.	1.50	16.80	18.80	17.31	2.48	1.17	52.17	SP	1.11	1.53
C-8	MI	Jr. Santos Villa Jr. Yerna	1.50	17.33	33.82	12.80	0.62	17.50	64.29	SP-SC	1.12	1.42
C-9	MI	Jr. Arcebuta Jr. Caballo	1.50	18.62	23.21	23.60	3.21	2.49	59.49	SP	1.17	1.23
C-10	MI	Jr. Huancabamba Capuc. Norte	1.50	49.73	61.38	18.33	41.23	6.24	73.64	SP-SC	1.24	1.07
C-11	MI	Jr. Tabacaleros	1.50	23.11	34.15	45.79	13.82	2.23	32.23	SP	1.58	0.85
C-12	MI	Jr. Santos Villa Jr. Sur	1.50	18.22	36.63	22.13	14.25	1.29	49.18	SP	1.10	1.20
	MI	Jr. Sur	1.50	22.00	37.83	12.23	32.18	2.23	33.81	SP		

### III.-RESULTADOS

Los resultados están basados según los procedimientos de cada uno de los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la E.A.P. de Civil (Huancavelica) de la Universidad Nacional de Huancavelica

#### Calicatas realizadas:

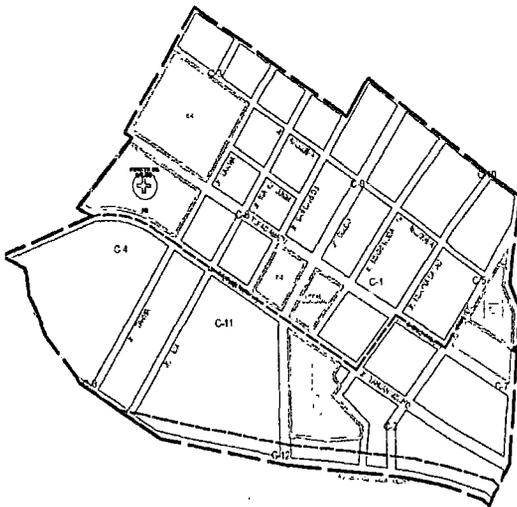


Figura 21. Ubicación de las Calicatas realizadas

#### Resumen de estudios de suelos

#### Descripción de Resultados:

Como primer resultado del proyecto se logró la microzonificación de suelos, se propone tres zonas para el Sector de Pucarumi, encontrándose una mutua relación de la mecánica de suelos que conforman cada zona geomorfológica, las cuales se describen a continuación.

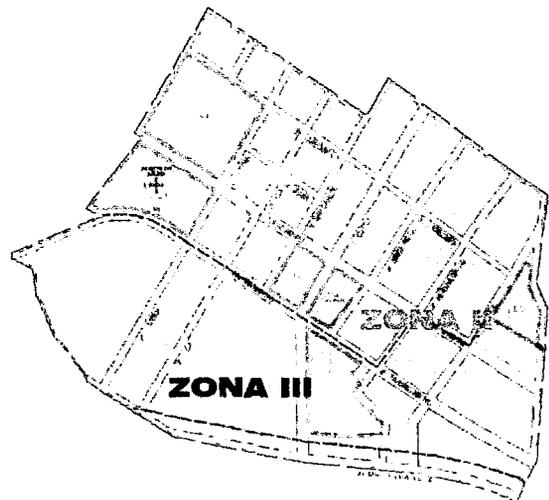


Figura 22 Microzonificación de Pucarumi

Las microzonificación se dio de acuerdo a los trabajos realizados en diversos puntos del área en estudio mediante el estudio de mecánica de suelos, adicionalmente a la recopilación de datos obtenidas de proyectos que se realizaron en el sector de Pucarumi, dando una característica que la hace propia, las cuales se presentan a continuación.

### ZONA 1.

Delimitado por el Este con el Jr. Cuzco y Jr. Tarma, al Oeste con el sector Ccachuana Millpo, al Sur con Av. Santos Villa Oeste.

Está determinada por las Calicatas C-3, C-4, C-6, C-9 y C-10, con una profundidad promedio de exploración de  $H=1.30$  m. Presenta un área de  $94,098.70$  m<sup>2</sup>. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendida por: Posta médica e I.E. Inicial

Zona cuyo perfil estratigráfico presenta un estrato homogéneo sin presencia de nivel freática, cuyas características se muestra en la Tabla 16

### ZONA 2.

Delimitado por el Sur con el Jr. Tahuantinsuyo, por el Este con el Instituto Superior tecnológico Publico Huancavelica, por el Oeste con la Zona I

Está determinada por las Calicatas C-1, C-5 y C-7, con una profundidad promedio de exploración de  $H=1.30$  m. Presenta un área de  $50,343.15$  m<sup>2</sup>. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendido por: Local comunal, Área Recreacional, cuyas características se muestran en la Tabla 16

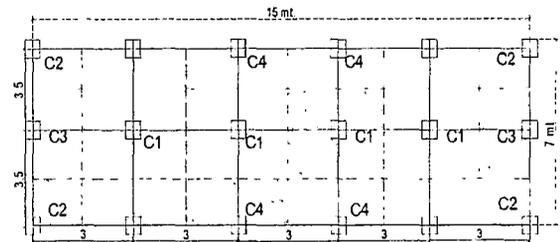
### ZONA 3.

Delimitado por el Norte con la Zona I y Zona II, por el sur con la Av Santos Villa Oeste, por el este con la Zona II y por el Oeste con la Zona I

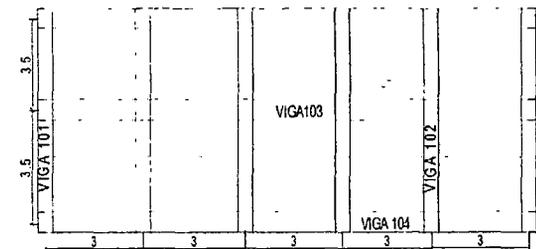
Está determinada por Calicatas C-2, C-8, C-11 y C-12, con una Profundidad Promedio de Exploración de  $H=1.30$  m. Presenta un área de  $35,745.60$  m<sup>2</sup>. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendido por: Complejo deportivo. Cuyas características se muestran en la Tabla 16.

## Diseño del modelo de la vivienda estándar

### Columnas:



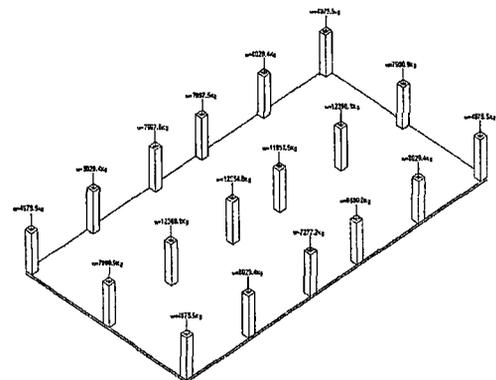
### Vigas:



### Resultado del metrados de carga

COLUMNAS	PESO	COLUMNAS	PESO
C1	4975.5 Kg	C10	11957.5 Kg
C2	8029.4 Kg	C11	12369.1 Kg
C3	7997.5 Kg	C12	7990.9 Kg
C4	7997.5 Kg	C13	4975.5 Kg
C5	8029.4 Kg	C14	8029.4 Kg
C6	4975.5 Kg	C15	7277.2 Kg
C7	7990.9 Kg	C16	6680.0 Kg
C8	12369.1 Kg	C17	8029.4 Kg
C9	12554.8 Kg	C18	4975.5 Kg

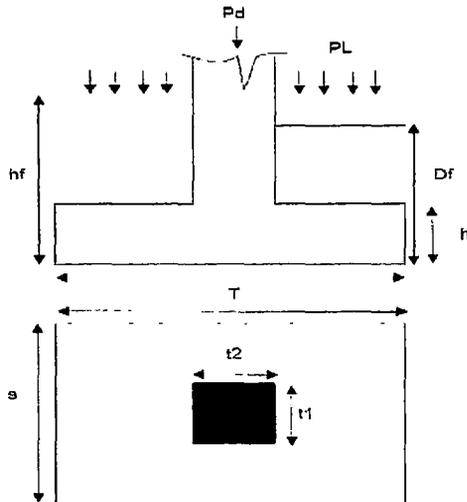
### Resumen de cargas



# DESARROLLO DEL DISEÑO DE ZAPATAS.

Se demostrara el procedimiento de cálculo de zapata para la calicata Columna I y Zona I ya que el procedimiento realizado es igual para todas los demás diseños.

## DISEÑO DE ZAPATA AISLADA



### DATOS GENERALES:

SECCION DE COLUMNA	t1 = 0.30 mts.	t2 = 0.30 mts.
CARGA MUERTA:	PD = 12.37 Tn.	
CARGA VIVA:	PL = 0.20 Tn.	
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:	qt = 1.03 kg/cm2.	
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	Df = 1.30 mts.	
PESO ESPECIFICO DEL TERRENO:	yt = 1.15 Tn/m3.	
RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LA ZAPATA:	fc = 210.00 kg/cm2.	
SOBRECARGA DEL PISO:	s/c = 200.00 kg/m2.	
RESISTENCIA DEL ACERO:	Fy = 4200.00 kg/cm2.	
RECUBRIMIENTO	R = 7.50 cm.	
DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE REFUERZO:	Øv = 1.27 cm.	
ALTURA A NIVEL DE PISO TERMINADO	hf = 1.60 mts.	

ESFUERZO NETO DEL TERRENO "σn":  
σn = 8.26 Tn/m2

AREA DE LA ZAPATA "Azap":  
Azap = 1.52 m2      S x T = 1.240 x 1.240 m2

PARA CUMPLIR Lv1 = Lv2

T = 1.240 mts. Utilizar	T = 1.250 mt
S = 1.240 mts. Utilizar	S = 1.250 mt
<b>USAR S x T</b>	<b>1.250 x 1.250</b>

Lv1 = Lv2 = 0.475  
0.475

### REACCION NETA DEL TERRENO "Wnu":

Pu = 15.1628 Tn  
Az = 1.5625 m2

Wnu = 9.70 Tn/m2

### DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA "h" DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO: CONDICION DE DISEÑO:

Vc = Vu/Ø = (Pu - Wu.m.n)/Ø.... (I)

TAMBIEN:      Ø = 0.85  
Vc = 1.06√(fc)xbxd.... (II)

l = ll  
Formando una ecuacion de segundo Grado  
Entonces d = 0.0713 mt

h = 15.80 cm      usar h = 40.000 cm  
d<sub>prom</sub> = 0.310 m

### VERIFICACION DE CORTANTE:

Lv = 0.475 mts.  
Vdu = 2.00 Tn.  
Vn = 2.35 Tn.  
Vc = 29.76 Tn > Vn      **CONFORME**

### SENTIDO LONGITUDINAL:

#### DISEÑO POR FLESION:

Mu = 1.37 Tn-m  
d = 31.00 cm2.  
Fc = 210.00 kg/cm2  
Fy = 4200.00 kg/cm2  
b = 125.00 cm

#### ITERANDO:

Ød = FACTOR DE REDUCCION DE DISEÑO IGUAL A 0.90      Ød = 0.90  
Asumiendo a = 6.2 cm

As = 1.30 cm2      a = 0.244 cm  
As = 1.17 cm2      a = 0.221 cm  
As = 1.17 cm2      a = 0.221

Usar As = 1.17 cm2      a = 0.221

#### VERIFICACION DE ACERO MINIMO:

As<sub>min</sub> = (ρ<sub>min</sub>) (b) (d)  
As<sub>min</sub> = 6.98 cm2. < 1.17 cm2.      USAR As<sub>min</sub>  
As = 6.98 cm2.

#### CALCULO DE VARILLAS:

Asd = AREA DE LA VARILLA A USAR EN cm2.

AØ = 1/2 cm2.  
n = As/AØ = 5.49 VARILLAS  
usar n = 5 VARILLAS

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m  
Øv = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

Separacion = (S - 2r - Øv) / (n - 1)  
Separacion = 27.180 cm

Usar Separacion = 27 cm

USAR: 5 VARILLAS 1/2" @ 27 cm

**SENTIDO TRANSVERSAL:**

Asl = 6.98 cm<sup>2</sup>  
**Ast = 6.98 cm<sup>2</sup>**  
 AØ = 1.8 cm<sup>2</sup>      2      0.71  
 n = As/AØ = 9.82 VARILLAS  
**usar n = 10 VARILLAS**  
 r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m  
 Øv = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.      Øv = 3/8  
 Separacion = (S - 2r - Øv) / (n - 1)  
 Separacion = 12.140 mts  
 Usar Separacion = 12 mts.  
**USAR: 10 VARILLAS**      12 cm

**LONGITUD DE DESARROLLO DEL REFUERZO**

**Longitud disponible para cada barra**

Ld = 40.00 cm

**Para barras en Traccion :**

Ab = 0.71 cm<sup>2</sup>  
 Fc = 210.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Fy = 4200.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 db = 0.951 cm

Ld1 = 12.35 cm  
 Ld2 = 22.76 cm  
 Ld3 = 30.00 cm  
**Ld = 30.000 cm**

Usar Ld = 24.000 cm < Ldisp = 40.000 cm conforme

**Transferencia de fuerza en la interfase de columna y cimentacion**

a - Transferencia al Aplastamiento sobre la columna

Pu = 15.1628 Tn  
 Pn = 23.33 Tn

Resistencia al Aplastamiento de la columna Pnb

Pnb = 160.65 Tn  
 Pn < Pnb      conforme

b.- Resistencia al Aplastamiento en el concreto de la Cimentacion

Pn = 23.33  
 Xo = 1.25 mt  
 A2 = 1.5625 mt  
 A1 = 0.09 mt

(A2/A1)\*0.5 = 4.17      usar      2.00

Ao = 0.18  
 Pnb = 321.3 Tn  
 Pn < Pnb      conforme

**Resumen de Dimensiones de las zapatas**

ZONA	P.E	C.P.A	ZAPATA	S (m)	T (m)	t1(m)	t2(m)	h(m)	hf(m)	Df(m)
I	1.15	1.03	C1	1.25	1.25	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C2	0.80	0.80	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C3	1.00	1.00	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C4	1.00	1.00	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
II	1.15	1.30	C1	1.10	1.10	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C2	0.70	0.70	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C3	0.90	0.90	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C4	0.90	0.90	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
III	1.06	0.98	C1	1.30	1.30	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C2	0.85	0.85	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C3	1.05	1.05	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C4	1.05	1.05	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3

**Resumen de Cantidad y tipo de acero de las Zapatas**

ZONA	P.E	C.P.A	ZAPATA	S (m)	T (m)	t1(m)	t2(m)	h(m)	hf(m)	Df(m)
I	1.15	1.03	C1	1.25	1.25	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C2	0.80	0.80	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C3	1.00	1.00	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.03	C4	1.00	1.00	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
II	1.15	1.30	C1	1.10	1.10	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C2	0.70	0.70	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C3	0.90	0.90	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.15	1.30	C4	0.90	0.90	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
III	1.06	0.98	C1	1.30	1.30	0.3	0.3	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C2	0.85	0.85	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C3	1.05	1.05	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3
	1.06	0.98	C4	1.05	1.05	0.25	0.25	0.4	1.6	1.3

**IV.-DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

- A pesar de contar con algunos estudios de suelos en este sector, se pudo observar que estos estudios de mecánica de suelos que se realizan en Huancavelica, tienen bastante deficiencias, como la falencia en cuanto al desarrollo y análisis de las muestras, obteniendo datos que no se reflejan con la realidad
- 
- Se pudo observar que las edificaciones existentes en la zona carecen de un estudio en cuanto al análisis de suelos así como el de un diseño de cimiento adecuado según sus viviendas.
- 
- En algunas construcciones nuevas se observó el sobredimensionamiento de zapatas, ya que son hechas sin conocimiento previo más que la experiencia propia, pero sin un previo análisis estructural por parte de especialistas

- Para la microzonificación se tomo como base la capacidad portante de este y la granulometría que se presenta en cada zona.

## V.-CONCLUSIONES

- Se ha logrado definir la estratigrafía del suelo, con sus respectivas propiedades básicas, describiendo las características y propiedades de los suelos, con el objetivo de contar con información para una adecuada gestión territorial que tienda a mitigar problemas presentes en el Sector de Pucarumi – Ascensión Huancavelica.
- Para este sector se logró diseñar las zapatas aisladas, las cuales son cimentaciones superficiales frecuentemente usadas en las construcciones, si estas no tienen un buen diseño sufren un conjunto de daños generados por diferentes factores. Estos factores modifican la geomorfología de los suelos ocasionando fisuras, grietas, rajaduras, oxidaciones, desprendimientos, degradaciones, etc. debilitando poco a poco los elementos del edificio en contacto con el terreno como son las cimentaciones.
- Algunas áreas de zona I del sector de Pucarumi podrían estar sujetas a densificación e inclusive a licuación, como se ha podido detectar visualmente por las faldas del cerro adyacentes, así como deslizamientos de roca y tierra suelta existentes.

## VI.-RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio integral de sub drenaje y drenaje de las

aguas fluviales y pluviales del Sector estudiado ya que presenta ojos de agua los cuales han sido canalizados artesanalmente, lo cual podría traer consigo filtraciones si no se canaliza debidamente.

- Recomendar a los pobladores del Sector de Pucarumi tener en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio así como las conclusiones y recomendaciones establecidas válidas para el área del Sector estudiado.
- Ampliar el presente trabajo de investigación tomando un análisis químico para ver la agresividad de los suelos puedan causar a las cimentaciones, ya que se encontró ojos de agua que emanan durante todo el año en dos diferentes puntos que son controlados a través de canales artesanales.
- Hacer de conocimiento y concientizar a la población de este sector para que tomen las consideraciones, que se menciona en el presente estudio para que no tengan problemas más adelante con la estructura de sus viviendas así como poder economizar a la hora de hacer el diseño de sus viviendas al no sobredimensionar algunas estructuras.

## VII.-REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

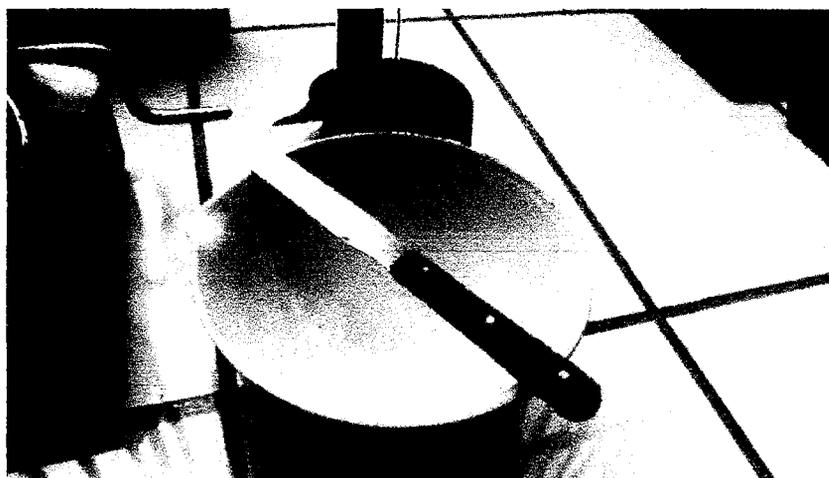
- Bustamante .A. (1993), "Características Geotécnicas del Suelo de Iquitos, Perú". Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Civil Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

- Lujan E., Landeras J. y Alva J. (2010), "Microzonificación Geotécnica del Distrito de Trujillo". Trabajo de Investigación – Ponencia presentada en el V Congreso Internacional de la Construcción, Lima Perú.
- Rubina A, Barrera J. Atlas Del Departamento De Huancavelica Perú. 30pp
- Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento. Lineamientos Básicos Orientadores para el Acondicionamiento Territorial - Caracterización del Departamento de Huancavelica. Perú. 13, 47:48pp.
- Edmundo David Pajares C. y Jorge Víctor León V.(2010) "Diseño De Un Edificio De Concreto Armado De 6 Niveles"- Tesis de grado Facultad de Ingeniería Civil Pontificia Universidad Católica Del Perú
- Karelía María Martínez Z. y Verania Itzmara L.C.(2010) "Diseño y Análisis de Cimentaciones para Torre de Telefonía Celular" - Tesina
- Crespo C. Mecánica De Suelos y Cimentaciones. Noriega Ed. LIMUSA, México. 18,21:27,82:92,69:78pp
- Juárez E., Rico A. Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos, Noriega Ed. LIMUSA 149:163pp.
- Braja M., Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 4ta Ed., Noriega Editores LIMUSA. México. 2:4pp.
- Huanca A. Mecánica de Suelos, 2da Edición 1996. 82:83pp.
- Plan de Desarrollo Urbano y Regional del Distrito de Ascensión (2006-2011), Volumen I Cap. III - "Diagnostico Urbano de Ascensión - Aspectos Físicos".
- Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones
- Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas

# ANEXOS



Se muestra la copa casa grande el cual se utilizó para realizar los límites de consistencia



Plato y cuchara para realizar los ensayos de límites de consistencia



El Bach./Ing. Omar Realizando la prueba de los 25 golpes en la Copa Casagrande.



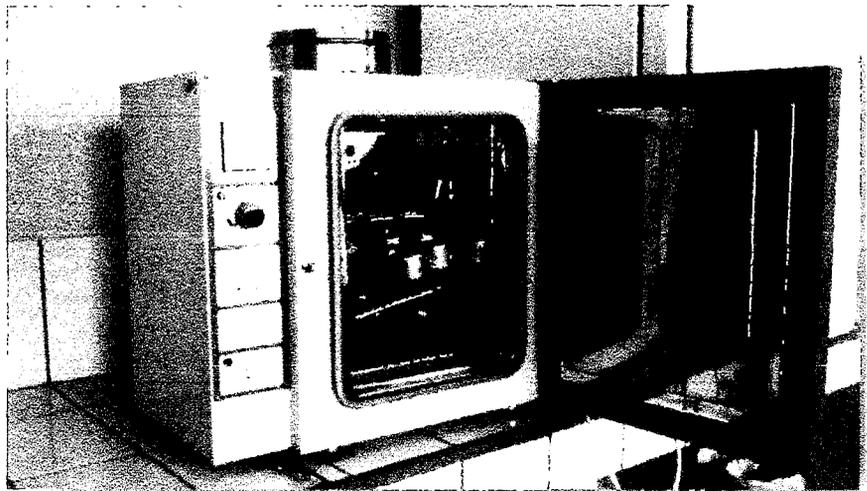
Tamices utilizados para realizar el tamizado de las muestras de suelos.



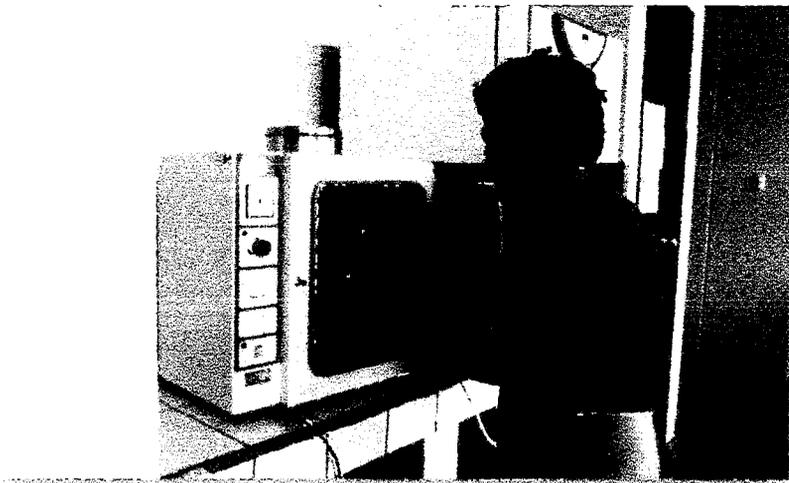
El Bach./Ing. Jimmy realizando el tamizado con la maquina tamizadora por gravedad.

El Bach./Ing. Jimmy utilizando el horno para secar las muestras de suelos.





El horno con las muestras utilizadas de la prueba de suelos.



El Bach./Ing. Omar sacando las muestras utilizadas el secado de las mismas.



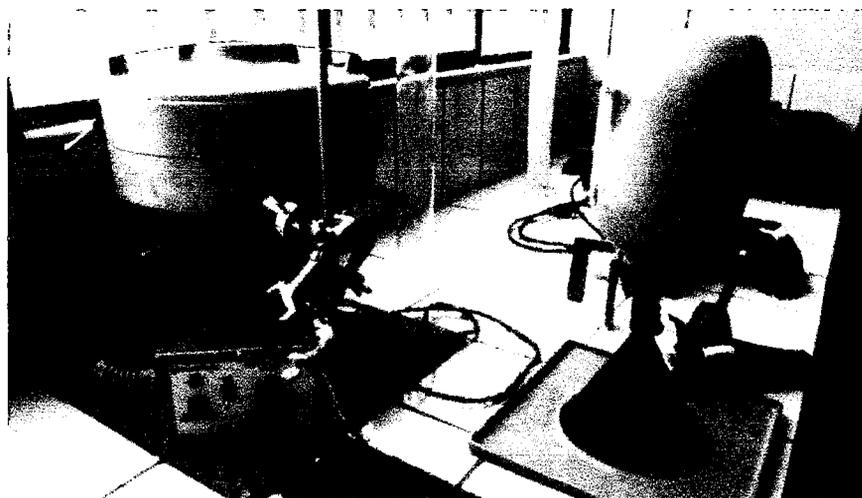
El Bach./Ing. Jimmy realizando el tamizado con la maquina tamizadora por gravedad.

El Bach./Ing. Jimmy realizando la pruebas en las diferentes muestras.





El Bach./Ing. Jimmy realizando la prueba de los 25 golpes en la copa Casagrande.



Instrumentos utilizados para las pruebas de mecánica de suelos.

9

**ESTUDIO DE SUELOS:  
CONTENIDO NATURAL  
DE HUMEDAD**

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANGAVELICA, REGION HUANGAVELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANVA, Jimmy

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD</b>		Ubicación: <b>C-1</b>		
		Estrato: <b>MI</b>		
		Potencia: 1.30 m		
	<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Tara Número</b>		<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	12.505	13.354	12.102
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	12.087	12.939	11.767
Peso de la Tara	Gr	7.675	8.600	8.105
Peso de la Muestra Seca	Gr	4.412	4.339	3.662
Peso del Agua	Gr	0.418	0.415	0.335
Contenido de Humedad	%	9.474	9.56	9.15
<b>Promedio</b>	%	<b>9.40</b>		

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANGAVELICA, REGION HUANGAVELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANVA, Jimmy

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD</b>		Ubicación: <b>C-2</b>		
		Estrato: <b>MI</b>		
		Potencia: 1.30 m		
	<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Tara Número</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	12.105	11.925	12.420
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	11.512	11.324	11.744
Peso de la Tara	Gr	7.675	7.810	7.755
Peso de la Muestra Seca	Gr	3.837	3.514	3.989
Peso del Agua	Gr	0.593	0.601	0.676
Contenido de Humedad	%	15.455	17.103	16.947
<b>Promedio</b>		<b>16.50</b>		

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANGAVELICA, REGION HUANGAVELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANVA, Jimmy

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD</b>		Ubicación: <b>C-3</b>			Ubicación:
		Estrato: <b>MI</b>			Estrato:
		Potencia: 1.30 m			Potencia:
	<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Tara Número</b>		<b>1E</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	11.735	12.354	12.266	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	11.025	11.545	11.487	
Peso de la Tara	Gr	7.640	7.856	7.776	
Peso de la Muestra Seca	Gr	3.385	3.689	3.711	
Peso del Agua	Gr	0.710	0.809	0.779	
Contenido de Humedad	%	20.975	21.930	20.992	
<b>Promedio</b>		<b>21.30</b>			

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Testistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANZA, Jimmy*

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD		Ubicación : C-4			Estrato :			Estrato :		
		Estrato : MI			Potencia :			Potencia :		
		Potencia : 1.30 m								
		Unidades								
		1	2	3						
Tara Número		1E	2B	4C						
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	12.240	12.354	12.128						
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	11.575	11.710	11.487						
Peso de la Tara	Gr	7.675	8.100	7.650						
Peso de la Muestra Seca	Gr	3.900	3.610	3.837						
Peso del Agua	Gr	0.665	0.644	0.641						
Contenido de Humedad	%	17.051	17.839	16.706						
Promedio		17.20								

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Testistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANZA, Jimmy*

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD		Ubicación : C-5			Ubicación :			Ubicación :		
		Estrato : MI			Estrato :			Estrato :		
		Potencia : 1.30 m			Potencia :			Potencia :		
		Unidades								
		1	2	3						
Tara Número		1	4	5						
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	13.484	11.885	12.316						
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	12.710	11.458	11.767						
Peso de la Tara	Gr	7.675	8.600	8.105						
Peso de la Muestra Seca	Gr	5.035	2.858	3.662						
Peso del Agua	Gr	0.774	0.427	0.549						
Contenido de Humedad	%	15.372	14.94	14.99						
Promedio		15.10								

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Testistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANZA, Jimmy*

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD		Ubicación : C-6			Ubicación :			Ubicación :		
		Estrato : MI			Estrato :			Estrato :		
		Potencia : 1.30 m			Potencia :			Potencia :		
		Unidades								
		1	2	3						
Tara Número		1B	9	3B						
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	13.618	12.914	13.244						
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	13.215	12.571	12.873						
Peso de la Tara	Gr	7.735	7.856	7.776						
Peso de la Muestra Seca	Gr	5.480	4.715	5.097						
Peso del Agua	Gr	0.403	0.343	0.371						
Contenido de Humedad	%	7.354	7.275	7.279						
Promedio		7.30								

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"						
<b>Testistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy						
<b>Ensayo :</b> CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :						
<b>Norma :</b> ASTM-D422						
<b>Procedencia:</b>						
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011						
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T						
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH						
<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD</b>		Ubicación : <b>C-7</b>		Ubicación :		Ubicación :
		Estrato : <b>M1</b>		Estrato :		Estrato :
		Potencia : 1.30 m		Potencia :		Potencia :
		<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Tara Número</b>		<b>3C</b>	<b>5B</b>	<b>2B</b>		
Peso Tara + Muestra Húmeda		Gr	11.580	13.267	12.567	
Peso Tara + Muestra Seca		Gr	11.018	12.482	11.874	
Peso de la Tara		Gr	7.675	7.856	7.776	
Peso de la Muestra Seca		Gr	3.343	4.626	4.098	
Peso del Agua		Gr	0.562	0.785	0.693	
Contenido de Humedad		%	16.811	16.969	16.911	
<b>Promedio</b>			<b>16.90</b>			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"						
<b>Testistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy						
<b>Ensayo :</b> CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :						
<b>Norma :</b> ASTM-D422						
<b>Procedencia:</b>						
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011						
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T						
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH						
<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD</b>		Ubicación : <b>C-8</b>		Ubicación :		Ubicación :
		Estrato : <b>M1</b>		Estrato :		Estrato :
		Potencia : 1.30 m		Potencia :		Potencia :
		<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Tara Número</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		
Peso Tara + Muestra Húmeda		Gr	11.528	12.245	11.248	
Peso Tara + Muestra Seca		Gr	10.958	11.572	10.700	
Peso de la Tara		Gr	7.675	7.675	7.528	
Peso de la Muestra Seca		Gr	3.283	3.897	3.172	
Peso del Agua		Gr	0.570	0.673	0.548	
Contenido de Humedad		%	17.362	17.270	17.276	
<b>Promedio</b>			<b>17.30</b>			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"						
<b>Testistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy						
<b>Ensayo :</b> CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :						
<b>Norma :</b> ASTM-D422						
<b>Procedencia:</b>						
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011						
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T						
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH						
<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD</b>		Ubicación : <b>C-9</b>		Ubicación :		Ubicación :
		Estrato : <b>M1</b>		Estrato :		Estrato :
		Potencia : 1.30 m		Potencia :		Potencia :
		<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Tara Número</b>		<b>6</b>	<b>4C</b>	<b>5B</b>		
Peso Tara + Muestra Húmeda		Gr	11.707	14.232	13.570	
Peso Tara + Muestra Seca		Gr	11.035	13.240	12.640	
Peso de la Tara		Gr	7.675	8.240	7.955	
Peso de la Muestra Seca		Gr	3.360	5.000	4.685	
Peso del Agua		Gr	0.672	0.992	0.930	
Contenido de Humedad		%	20.000	19.840	19.851	
<b>Promedio</b>			<b>19.90</b>			

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCHARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Testistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANYA, Jimmy*

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD		Ubicación : <b>C - 10</b>		
		Estrato : <b>MI</b>		
		Potencia : 1.30 m		
		1	2	3
Unidades		1	2	3
Tara Número		6	4C	5B
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	156.10	156.80	156.90
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	116.10	116.80	116.50
Peso de la Tara	Gr	35.70	35.90	35.70
Peso de la Muestra Seca	Gr	80.40	80.90	80.80
Peso del Agua	Gr	40.00	40.00	40.40
Contenido de Humedad	%	49.75	49.44	50.00
Promedio		49.73		

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCHARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Testistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANYA, Jimmy*

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD		Ubicación : <b>C - 11</b>			Ubicación : <b>C - 11</b>		
		Estrato : <b>MI</b>			Estrato : <b>M2</b>		
		Potencia : 0.20 m			Potencia : 1.00 m		
		1	2	3	1	2	3
Unidades		1	2	3	1	2	3
Tara Número		6	4C	5B	4	6	1B
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	159.70	159.80	159.40	112.60	112.40	112.90
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	136.40	136.50	136.20	96.50	96.30	96.70
Peso de la Tara	Gr	35.60	35.70	35.80	35.90	35.70	35.80
Peso de la Muestra Seca	Gr	100.80	100.80	100.40	60.60	60.60	60.90
Peso del Agua	Gr	23.30	23.30	23.20	16.10	16.10	16.20
Contenido de Humedad	%	23.12	23.12	23.11	26.57	26.57	26.60
Promedio		23.11			26.58		

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCHARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Testistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANYA, Jimmy*

**Ensayo :** CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :  
**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:**  
**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD		Ubicación : <b>C - 12</b>			Ubicación : <b>C - 12</b>		
		Estrato : <b>MI</b>			Estrato : <b>M2</b>		
		Potencia : 0.50 m			Potencia : 0.80 m		
		1	2	3	1	2	3
Unidades		1	2	3	1	2	3
Tara Número		4	1C	3B	2	2B	2C
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	155.50	155.60	155.90	178.40	178.50	178.60
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	137.10	137.20	137.30	154.20	154.30	154.40
Peso de la Tara	Gr	36.10	35.70	35.80	35.70	35.60	35.80
Peso de la Muestra Seca	Gr	101.00	101.50	101.50	118.50	118.70	118.60
Peso del Agua	Gr	18.40	18.40	18.60	24.20	24.20	24.20
Contenido de Humedad	%	18.22	18.13	18.33	20.42	20.39	20.40
Promedio		18.22			20.40		

**ESTUDIO DE SUELOS:  
LIMITES  
DECONSISTENCIA**

**Proyecto:** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PU CARLMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION TUCUMANA"

**Testistas:** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANYS, Jimmy

**Ensayo:** LÍMITES DE CONSISTENCIA  
**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Jr. Sinchi Roca - Jr. Tupac Amaru  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**LÍMITES DE CONSISTENCIA** Ubicación: Calicata C1 Potencia: 1.30 m  
 Estrato: M1

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
		3	4	7	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	24.10	26.02	28.10				Límite Líquido: LL = 19.61%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	22.30	24.30	26.90				Límite Plástico: LP = 0.00%
Peso de la Tara	Gr	14.40	16.00	20.20	N	P		Índice de Plasticidad: IP = 0.00%
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.90	8.30	6.70				Contenido de Humedad: Wn = 9.40%
Peso del Agua	Gr	1.80	1.72	1.20				Grado de Consistencia: Kw = 0.52
Contenido de Humedad	%	22.78	20.72	17.91				Grado de Consistencia: Suave
Número de Golpes		10	22	36	Promedio:			

Calicata:	C1
Estrato:	M1
Potencia:	1.30 m
Número de Golpes	10
Contenido de Humedad (%)	22.78
22	20.72
36	17.91
25	19.61

**Proyecto:** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PU CARLMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION TUCUMANA"

**Testistas:** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANYS, Jimmy

**Ensayo:** LÍMITES DE CONSISTENCIA  
**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Jr. Cahuide - Jr. Tahuantinsuyo  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**LÍMITES DE CONSISTENCIA** Ubicación: Calicata C2 Potencia: 1.30 m  
 Estrato: M1

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
		2	5	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	22.20	21.60	20.90	33.80			Límite Líquido: LL = 24.69%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	20.50	20.49	19.70	33.10			Límite Plástico: LP = 9.21%
Peso de la Tara	Gr	14.60	16.20	14.40	25.50			Índice de Plasticidad: IP = 15.47%
Peso de la Muestra Seca	Gr	5.90	4.29	5.30	7.60			Contenido de Humedad: Wn = 16.50%
Peso del Agua	Gr	1.70	1.11	1.20	0.70			Grado de Consistencia: Kw = 0.09
Contenido de Humedad	%	28.81	25.87	22.64	9.21			Grado de Consistencia: Muy suave
Número de Golpes		10	22	36	Promedio:			9.21

Calicata:	C2
Estrato:	M1
Potencia:	1.30 m
Número de Golpes	10
Contenido de Humedad (%)	28.81
22	25.87
36	22.64
25	24.69

**Proyecto:** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUGARIN, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYLLICA, REGION HUANCAYLLICA"

**Tesistas:** Bach. AYAPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANVA, Jimmy

**Ensayo:** LÍMITES DE CONSISTENCIA

**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Jr. Arequipa  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>		Ubicación: Calicata C3	Potencia: 1.30 m
		Estrato: MI	
		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
<b>Tara Número</b>	<b>Unidades</b>	9	4
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	25.80	25.36
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	24.10	24.18
Peso de la Tara	Gr	19.50	20.10
Peso de la Muestra Seca	Gr	4.60	4.08
Peso del Agua	Gr	1.70	1.18
Contenido de Humedad	%	36.96	28.92
Número de Golpes		14	28
		40	Promedio: 28.95

Calicata: C3	
Estrato: MI	
Potencia: 1.30 m	
Número de Golpes	
Contenido de Humedad (%)	
14	36.96
28	28.92
40	25.71
25	30.54

**LÍMITE LÍQUIDO**

Número de Golpes

**Proyecto:** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUGARIN, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYLLICA, REGION HUANCAYLLICA"

**Tesistas:** Bach. AYAPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANVA, Jimmy

**Ensayo:** LÍMITES DE CONSISTENCIA

**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

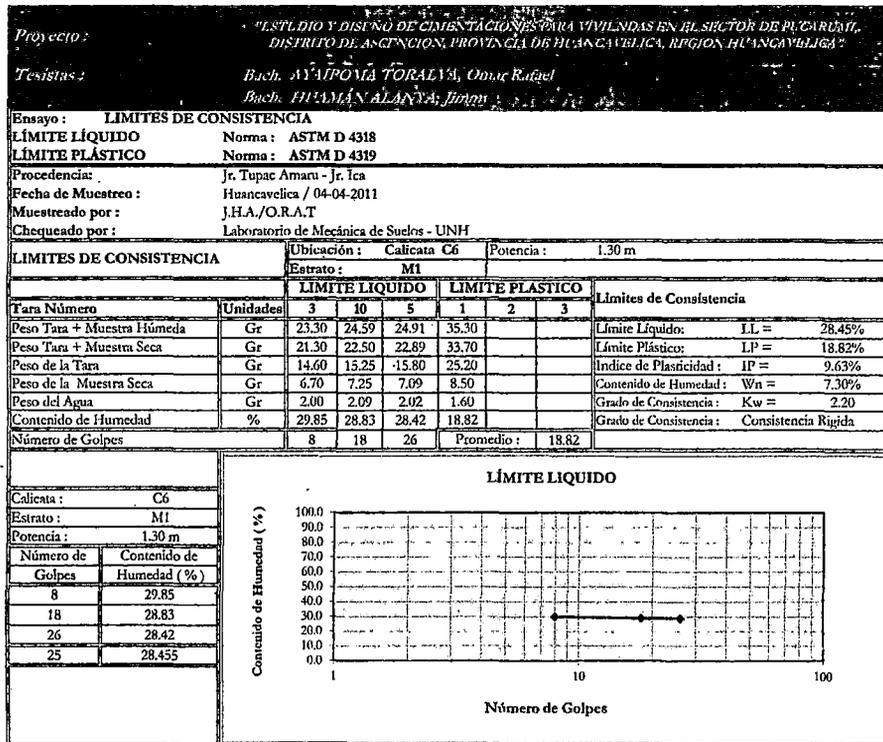
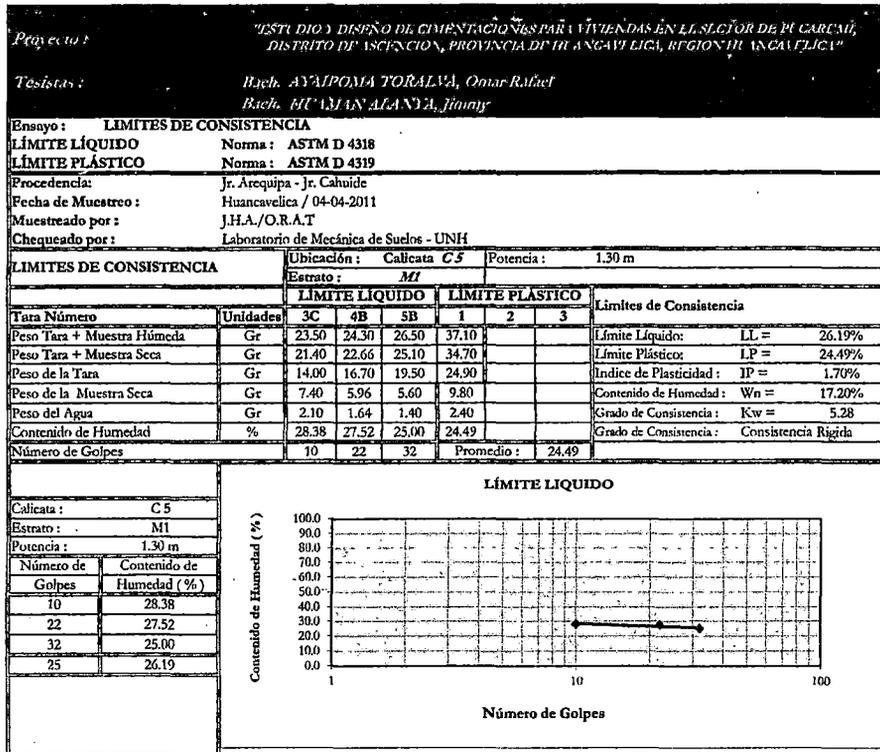
**Procedencia:** Jr. Tahuantinsuyo  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>		Ubicación: Calicata C4	Potencia: 0.10 m
		Estrato: MI	
		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
<b>Tara Número</b>	<b>Unidades</b>	1	5
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	27.00	24.40
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	25.40	23.30
Peso de la Tara	Gr	20.20	19.20
Peso de la Muestra Seca	Gr	5.20	4.10
Peso del Agua	Gr	1.60	1.10
Contenido de Humedad	%	30.77	26.83
Número de Golpes		10	28
		36	Promedio: 23.68

Calicata: C4	
Estrato: MI	
Potencia: 0.10 m	
Número de Golpes	
Contenido de Humedad (%)	
10	30.77
28	26.83
36	26.55
25	27.57

**LÍMITE LÍQUIDO**

Número de Golpes



**Proyecto:** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"

**Testistas:** Bach. AYAPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANZA, Jimmy

**Ensayo:** LÍMITES DE CONSISTENCIA

**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Jr. Tupac Amaru Este  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T.  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**LIMITES DE CONSISTENCIA** Ubicación: Calicata C7 Potencia: 1.30 m  
Estrato: M1

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
		14	15	11	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	23.00	24.86	27.70	20.50			Límite Líquido: LL = 19.80%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	21.40	23.31	26.60	19.60			Límite Plástico: LP = 17.31%
Peso de la Tara	Gr	14.00	15.20	20.70	14.40			Índice de Plasticidad: IP = 2.49%
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.40	8.11	5.90	5.20			Contenido de Humedad: Wn = 16.90%
Peso del Agua	Gr	1.60	1.55	1.10	0.90			Grado de Consistencia: Kw = 1.17
Contenido de Humedad	%	21.62	19.11	18.64	17.31			Grado de Consistencia: Consistencia Rígida
Número de Golpes		14	28	40	Promedio:	17.31		

Calicata:	C7
Estrato:	M1
Potencia:	1.30 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
14	21.62
28	19.11
40	18.64
25	19.80

**Proyecto:** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"

**Testistas:** Bach. AYAPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANZA, Jimmy

**Ensayo:** LÍMITES DE CONSISTENCIA

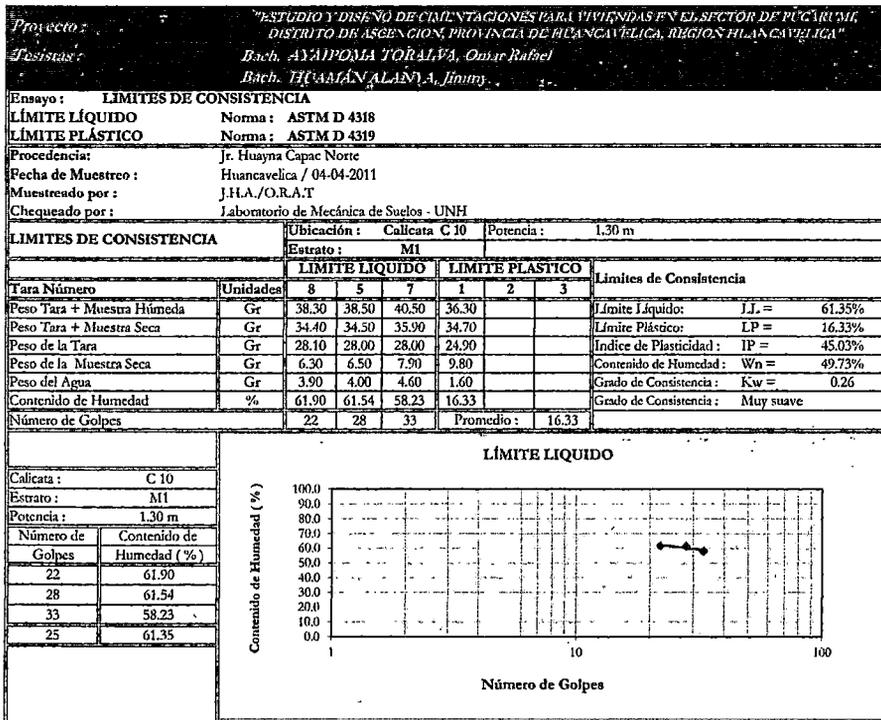
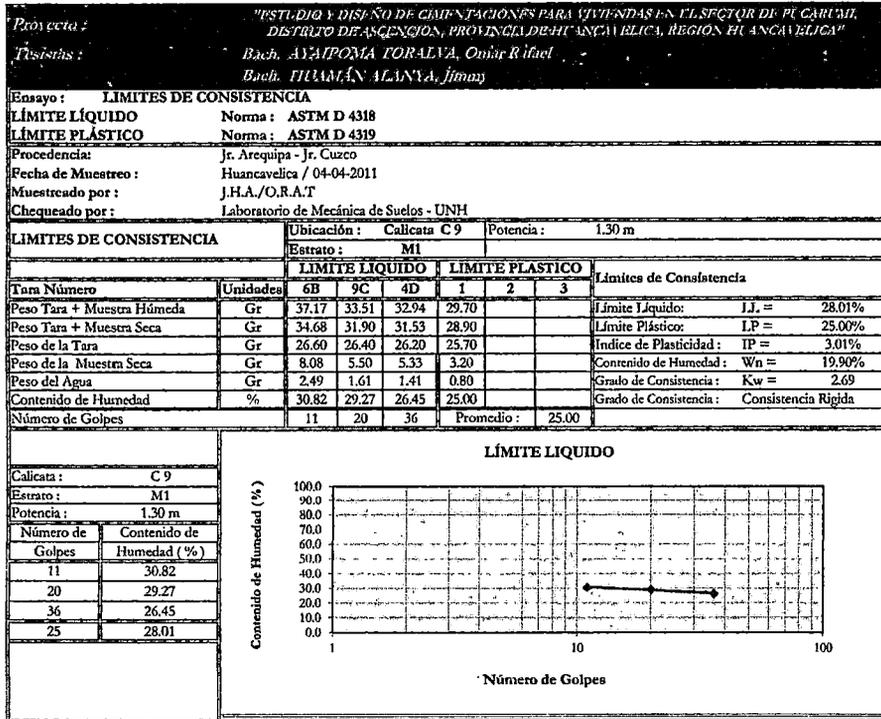
**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Av. Santos Villa - Jr. Tarma  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T.  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**LIMITES DE CONSISTENCIA** Ubicación: Calicata C8 Potencia: 1.30 m  
Estrato: M1

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
		16	12	17	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	29.65	38.70	40.80	35.60			Límite Líquido: LL = 33.82%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	26.50	36.20	37.90	33.10			Límite Plástico: LP = 32.89%
Peso de la Tara	Gr	20.20	27.90	28.00	25.50			Índice de Plasticidad: IP = 0.92%
Peso de la Muestra Seca	Gr	6.30	8.30	9.90	7.60			Contenido de Humedad: Wn = 17.30%
Peso del Agua	Gr	3.15	2.50	2.90	2.50			Grado de Consistencia: Kw = 17.89
Contenido de Humedad	%	50.00	30.12	29.29	32.89			Grado de Consistencia: Consistencia Rígida
Número de Golpes		12	22	38	Promedio:	32.89		

Calicata:	C8
Estrato:	M1
Potencia:	1.30 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
12	50.00
22	30.12
38	29.29
25	33.82



**Proyecto:** ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMIENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANGAYELICA, REGION HUANGAYELICA

**Tecnicos:** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANZA, Jimmy

**Ensayo:** LIMITES DE CONSISTENCIA

**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**LIMITES DE CONSISTENCIA** Ubicación: Calicata C 11 Potencia: 1.00 m  
Estrato: M1

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
		1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	38.80	38.40	39.80	36.10			Límite Líquido: LL = 54.59%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	34.90	34.70	35.60	33.00			Límite Plástico: LP = 40.79%
Peso de la Tara	Gr	27.90	27.80	27.80	25.40			Índice de Plasticidad: IP = 13.80%
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.00	6.90	7.80	7.60			Contenido de Humedad: Wn = 23.11%
Peso del Agua	Gr	3.90	3.70	4.20	3.10			Grado de Consistencia: Kw = 2.28
Contenido de Humedad	%	55.71	53.62	53.85	40.79			Grado de Consistencia: Consistencia Rígida
Número de Golpes		19	28	36	Promedio: 40.79			

Calicata: C 11  
Estrato: M1  
Potencia: 1.00 m

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
19	55.71
28	53.62
36	53.85
25	54.59

**LÍMITE LIQUIDO**

**Proyecto:** ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMIENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANGAYELICA, REGION HUANGAYELICA

**Tecnicos:** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANZA, Jimmy

**Ensayo:** LIMITES DE CONSISTENCIA

**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**LIMITES DE CONSISTENCIA** Ubicación: Calicata C 11 Potencia: 0.20 m  
Estrato: M2 TURBA

**Proyecto:** ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMIENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANGAYELICA, REGION HUANGAYELICA

**Tecnicos:** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANZA, Jimmy

**Ensayo:** LIMITES DE CONSISTENCIA

**LÍMITE LÍQUIDO** Norma: ASTM D 4318  
**LÍMITE PLÁSTICO** Norma: ASTM D 4319

**Procedencia:** Av. Santos Villa - Jr. Cuzco  
**Fecha de Muestreo:** Huancavelica / 04-04-2011  
**Muestreado por:** J.H.A./O.R.A.T  
**Chequeado por:** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**LIMITES DE CONSISTENCIA** Ubicación: Calicata C 12 Potencia: 0.50 m  
Estrato: M1

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
		3	10	5	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	40.90	42.10	38.30	35.40			Límite Líquido: LL = 36.63%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	37.30	38.30	35.60	33.50			Límite Plástico: LP = 22.35%
Peso de la Tara	Gr	28.00	27.90	28.10	25.00			Índice de Plasticidad: IP = 14.28%
Peso de la Muestra Seca	Gr	9.30	10.40	7.50	8.50			Contenido de Humedad: Wn = 18.22%
Peso del Agua	Gr	3.60	3.80	2.70	1.90			Grado de Consistencia: Kw = 1.29
Contenido de Humedad	%	38.71	36.54	36.00	22.35			Grado de Consistencia: Consistencia Rígida
Número de Golpes		17	22	31	Promedio: 22.35			

Calicata: C 12  
Estrato: M1  
Potencia: 0.50 m

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
17	38.71
22	36.54
31	36.00
25	36.63

**LÍMITE LIQUIDO**

77

<b>Proyecto :</b>		ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VENTANAS EN EL SECTOR DE PISCARMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA					
<b>Técnicos :</b>		Rueb. AYAPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. FLEAMIN ALANZA, Jimmy					
<b>Ensayo : LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>							
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>		Norma : ASTM D 4318					
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		Norma : ASTM D 4319					
<b>Procedencia :</b>		Av. Santos Villa - Jr. Cuzco					
<b>Fecha de Muestreo :</b>		Huancavelica / 04-04-2011					
<b>Muestreado por :</b>		J.H.A./O.R.A.T					
<b>Chequeado por :</b>		Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>		<b>Ubicación :</b> Calicata C 12			<b>Potencia :</b> 0.80 m		
		<b>Estrato :</b> M2					
		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		
<b>Tara Número</b>	<b>Unidades</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	38.70	39.30	39.40	35.40		
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	35.60	36.20	36.30	33.50		
Peso de la Tara	Gr	27.70	27.90	28.00	25.00		
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.90	8.30	8.30	8.50		
Peso del Agua	Gr	3.10	3.10	3.10	1.90		
Contenido de Humedad	%	39.24	37.35	37.35	22.35		
Número de Golpes		15	28	35	Promedio : 22.35		
<b>Calicata :</b> C 12							
<b>Estrato :</b> M2							
<b>Potencia :</b> 0.80 m							
<b>Número de Golpes</b>	<b>Contenido de Humedad (%)</b>						
15	39.24						
28	37.35						
35	37.35						
25	37.93						

<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Contenido de Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">100.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">90.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">80.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">70.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">60.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">50.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.0</td> <td></td> </tr> </table>	Contenido de Humedad (%)	100.0	90.0		80.0		70.0		60.0		50.0		40.0		30.0		20.0		10.0		0.0		<p style="text-align: center;">Número de Golpes</p>
Contenido de Humedad (%)	100.0																						
90.0																							
80.0																							
70.0																							
60.0																							
50.0																							
40.0																							
30.0																							
20.0																							
10.0																							
0.0																							

**ESTUDIO DE SUELOS:  
ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO**

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy

**Ensayo :** ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia :** Jr. Sinchi Roca - Jr. Tupac Amaru

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	2869	Gr	Ubicación:	C - 1	D60 =	3.870	Cu =	15.302
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	2863	Gr	Estrato :	M - 1	D30 =	-0.213	Cc =	0.046
			Potencia :	1.3	D10 =	0.253		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400	127.50	4.44	95.56
3/4"	19.050	165.60	5.77	89.78
1/2"	12.700	241.00	8.40	81.38
3/8"	9.525	242.40	8.45	72.93
1/4"	6.350	342.00	11.92	61.01
4	4.760	252.90	8.81	52.20
10	2.000	209.30	7.30	44.90
20	0.840	245.50	8.56	36.35
30	0.590	264.40	9.22	27.13
40	0.426	220.40	7.68	19.45
60	0.250	274.30	9.56	9.89
100	0.149	221.10	7.71	2.18
200	0.074	22.40	0.78	1.40
<200		34.00	1.19	0.22
<b>Total Retenido :</b>		<b>2863</b>	<b>100</b>	

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy

**Ensayo :** ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia :** Jr. Cahuide - Jr. Tahuantinsuyo

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	2383	Gr	Ubicación:	C - 2	D60 =	5.14	Cu =	34.848
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	2375	Gr	Estrato :	M - 1	D30 =	0.50	Cc =	0.334
			Potencia :	1.3	D10 =	0.15		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700	173.00	7.3	92.7
3/8"	9.525	143.40	6.0	86.7
1/4"	6.350	336.00	14.1	72.6
4	4.760	384.30	16.1	56.5
10	2.000	129.00	5.4	51.1
20	0.840	186.10	7.8	43.3
30	0.590	187.40	7.9	35.4
40	0.426	227.30	9.5	25.9
60	0.250	187.80	7.9	18.0
100	0.149	187.10	7.9	10.1
200	0.074	121.60	5.1	5.0
<200		112.00	4.7	0.3
<b>Total Retenido :</b>		<b>2375</b>	<b>100</b>	

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Tesistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANYA, Jimmy*

**Ensayo :** ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:** Jr. Arequipa

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	4127	Gr	Ubicación:	C - 3	D60 =	3.29	Cu =	16.198
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	4116	Gr	Estrato :	M - 1	D30 =	0.55	Cc =	0.460
			Potencia :	1.3	D10 =	0.20		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400	276.40	6.70	93.30
3/4"	19.050	367.10	8.90	84.41
1/2"	12.700	314.40	7.62	76.79
3/8"	9.525	235.30	5.70	71.09
1/4"	6.350	244.80	5.93	65.16
4	4.760	296.40	7.18	57.97
10	2.000	356.80	8.65	49.33
20	0.840	328.00	7.95	41.38
30	0.590	381.60	9.25	32.13
40	0.426	365.00	8.84	23.29
60	0.250	323.40	7.84	15.45
100	0.149	389.00	9.43	6.03
200	0.074	154.00	3.73	2.30
<200		84.00	2.04	0.26
<b>Total Retenido :</b>		<b>4116</b>	<b>100</b>	

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Tesistas :** Bach. *AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*  
Bach. *HUAMÁN ALANYA, Jimmy*

**Ensayo :** ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:** Jr. Tahuantinsuyo

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	3902	Gr	Ubicación:	C - 4	D60 =	2.37	Cu =	19.140
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	3892	Gr	Estrato :	M - 1	D30 =	0.43	Cc =	0.618
			Potencia :	1.3	D10 =	0.12		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400		0.00	100.00
3/4"	19.050	297.60	7.63	92.37
1/2"	12.700	245.30	6.29	86.09
3/8"	9.525	267.10	6.85	79.24
1/4"	6.350	173.60	4.45	74.79
4	4.760	256.80	6.58	68.21
10	2.000	366.60	9.40	58.82
20	0.840	338.70	8.68	50.14
30	0.590	361.30	9.26	40.88
40	0.426	385.80	9.89	30.99
60	0.250	334.60	8.58	22.41
100	0.149	378.20	9.69	12.72
200	0.074	254.50	6.52	6.20
<200		231.70	5.94	0.26
<b>Total Retenido :</b>		<b>3892</b>	<b>100</b>	

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"

**Técnicos :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANJA, Jimmy

**Ensayo :** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia :** Jr. Arequipa - Jr. Cahuide

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

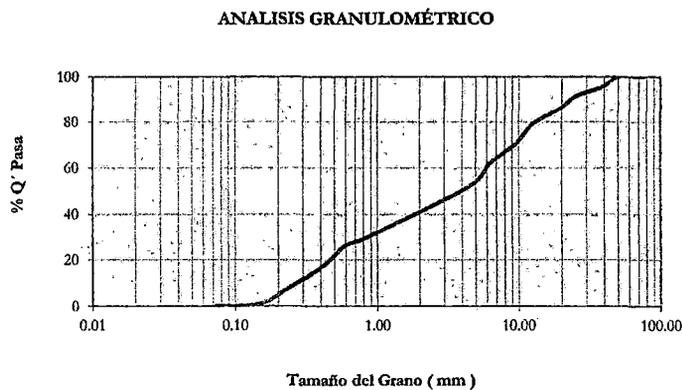
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	3841	Gr	Ubicación:	C - 5	D60 =	5.45	Cu =	19.201
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	3836	Gr	Estrato :	M - 1	D30 =	0.02	Cc =	0.000
			Potencia :	1.3	D10 =	0.28		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200	0.00	0.0	100
2"	50.800	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.100	180.10	4.69	95.31
1"	25.400	145.30	3.78	91.53
3/4"	19.050	227.80	5.93	85.60
1/2"	12.700	245.50	6.39	79.21
3/8"	9.525	345.30	8.99	70.22
1/4"	6.350	311.20	8.10	62.11
4	4.760	353.20	9.20	52.92
10	2.000	463.80	12.07	40.84
20	0.840	420.60	10.95	29.89
30	0.590	141.50	3.68	26.21
40	0.426	320.00	8.33	17.88
60	0.250	352.50	9.18	8.70
100	0.149	289.100	7.53	1.17
200	0.074	37.50	0.98	0.20
<200		2.60	0.07	0.13
<b>Total Retenido :</b>		<b>3836.00</b>	<b>100</b>	



**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"

**Técnicos :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANJA, Jimmy

**Ensayo :** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia :** Jr. Tupac Amaru - Jr. Ica

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

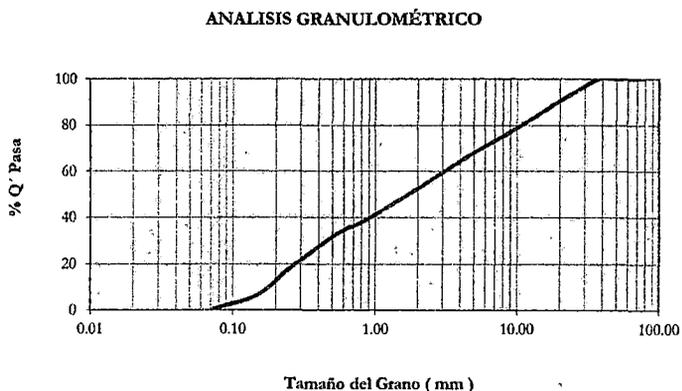
**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	4064	Gr	Ubicación:	C - 6	D60 =	3.49	Cu =	18.160
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	4056	Gr	Estrato :	M - 3	D30 =	0.47	Cc =	0.326
			Potencia :	1.3	D10 =	0.19		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400	235.00	5.78	94.22
3/4"	19.050	183.50	4.52	89.70
1/2"	12.700	290.70	7.15	82.55
3/8"	9.525	193.60	4.76	77.79
1/4"	6.350	257.50	6.34	71.45
4	4.760	171.00	4.21	67.24
10	2.000	599.30	14.75	52.50
20	0.840	563.30	13.86	38.63
30	0.590	171.40	4.22	34.42
40	0.426	234.60	5.77	28.64
60	0.250	435.60	10.72	17.93
100	0.149	465.60	11.46	6.47
200	0.074	237.50	5.84	0.63
<200		17.80	0.44	0.19
<b>Total Retenido :</b>		<b>4056</b>	<b>100</b>	



**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Tesistas :** Bach. AYALPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy

**Ensayo :** ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:** Jr. Tupac Amaru Este

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	3003	Gr	Ubicación:	C - 7	D60 =	3.09	Cu =	6.365
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	3000	Gr	Estrato :	M - 1	D30 =	1.27	Cc =	1.085
			Potencia :	1.3	D10 =	0.48		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	242.80	8.09	91.91
4	4.760	292.60	9.74	82.17
10	2.000	998.30	33.24	48.93
20	0.840	796.80	26.53	22.39
30	0.590	230.40	7.67	14.72
40	0.426	200.20	6.67	8.06
60	0.250	156.00	5.19	2.86
100	0.149	68.60	2.28	0.58
200	0.074	8.30	0.28	0.30
<200		6.00	0.20	0.10
<b>Total Retenido :</b>		<b>3000.00</b>		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Tesistas :** Bach. AYALPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy

**Ensayo :** ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**Norma :** ASTM-D422

**Procedencia:** Av. Santos Villa - Jr. Tarma

**Fecha de Muestreo :** Huancavelica / 04-04-2011

**Muestreado por :** J.H.A./O.R.A.T

**Chequeado por :** Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH

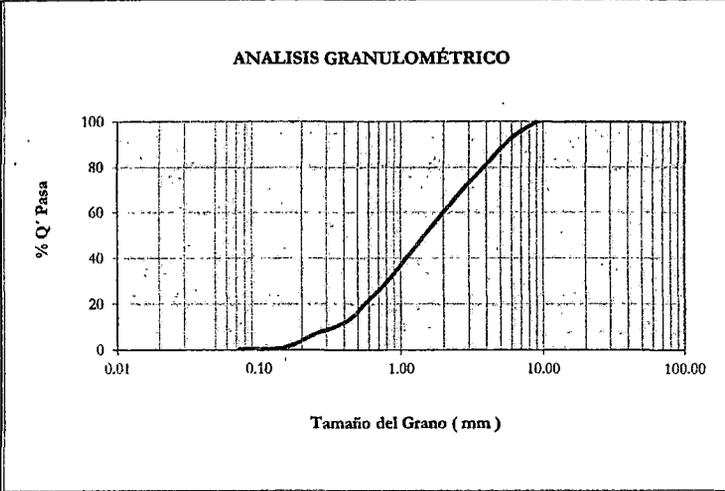
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Peso Inicial de la Muestra Seca	3792	Gr	Ubicación:	C - 8	D60 =	1.21	Cu =	10.372
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	3782	Gr	Estrato :	M - 1	D30 =	0.79	Cc =	4.443
			Potencia :	1.3	D10 =	0.12		

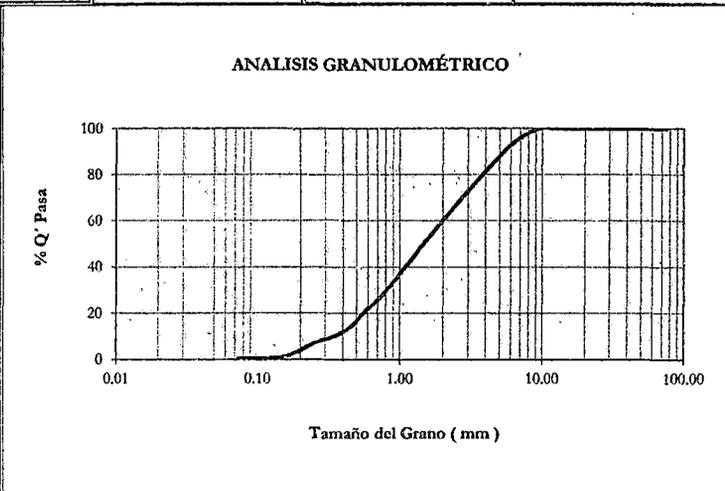
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	245.40	6.47	93.53
1"	25.400	145.00	3.82	89.70
3/4"	19.050	342.00	9.02	80.69
1/2"	12.700	88.40	2.33	78.35
3/8"	9.525	103.30	2.72	75.63
1/4"	6.350	134.00	3.53	72.10
4	4.760	297.30	7.84	64.26
10	2.000	422.30	11.14	53.12
20	0.840	335.60	8.85	44.27
30	0.590	312.40	8.24	36.03
40	0.426	374.30	9.87	26.16
60	0.250	156.00	4.11	22.05
100	0.149	269.80	7.11	14.93
200	0.074	342.20	9.02	5.91
<200		134.70	3.55	2.35
<b>Total Retenido :</b>		<b>3703</b>	<b>98</b>	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"					
<b>Tesistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
<b>Ensayo :</b> ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
<b>Norma :</b> ASTM-D422					
<b>Procedencia :</b> Jr. Arequipa - Jr. Cuzco					
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011					
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T					
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>					
Peso Inicial de la Muestra Seca		2913 Gr	<b>Ubicación:</b> C - 9	<b>D60 =</b> 2.00	<b>Cu =</b> 5.628
Peso seco de la Muestra Después del Lavado		2900 Gr	<b>Estrato :</b> M - 1	<b>D30 =</b> 0.78	<b>Cc =</b> 0.852
			<b>Potencia :</b> 1.3	<b>D10 =</b> 0.36	
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Retenido (gr.) (%)</b>		<b>% Q' Pasa</b>	
3"	76.200	0	0	100	
2"	50.800	0	0	100	
1 1/2"	38.100	0	0	100	
1"	25.400	0	0	100	
3/4"	19.050	0	0	100	
1/2"	12.700	0	0	100	
3/8"	9.525	0	0	100	
1/4"	6.350	172.60	5.93	94.07	
4	4.760	218.10	7.49	86.59	
10	2.000	774.80	26.60	59.99	
20	0.840	842.60	28.93	31.06	
30	0.590	281.10	9.65	21.41	
40	0.426	251.50	8.63	12.78	
60	0.250	170.70	5.86	6.92	
100	0.149	175.00	6.01	0.91	
200	0.074	12.30	0.42	0.49	
<200		1.30	0.04	0.45	
<b>Total Retenido :</b>		2900	100		



<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCABELICA, REGION HUANCABELICA"					
<b>Tesistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
<b>Ensayo :</b> ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
<b>Norma :</b> ASTM-D422					
<b>Procedencia :</b> Jr. Huayna Capac Norte					
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011					
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T					
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>					
Peso Inicial de la Muestra Seca		2761 Gr	<b>Ubicación:</b> C - 10	<b>D60 =</b> 0.94	<b>Cu =</b> 7.819
Peso seco de la Muestra Después del Lavado		2752 Gr	<b>Estrato :</b> M - 1	<b>D30 =</b> 0.31	<b>Cc =</b> 0.866
			<b>Potencia :</b> 1.3	<b>D10 =</b> 0.12	
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Retenido (gr.) (%)</b>		<b>% Q' Pasa</b>	
3"	76.200	0	0	100	
2"	50.800	0	0	100	
1 1/2"	38.100	0	0	100	
1"	25.400	0	0	100	
3/4"	19.050	106.30	4	96	
1/2"	12.700	164.10	6	90	
3/8"	9.525	122.00	4	86	
1/4"	6.350	76.30	3	83.02	
4	4.760	121.00	4	78.64	
10	2.000	112.70	4	74.56	
20	0.840	435.60	16	58.78	
30	0.590	257.00	9	49.47	
40	0.426	335.60	12	37.32	
60	0.250	296.80	11	26.57	
100	0.149	320.30	12	14.97	
200	0.074	268.80	10	5.23	
<200		135.30	5	0.33	
<b>Total Retenido :</b>		2752	100		



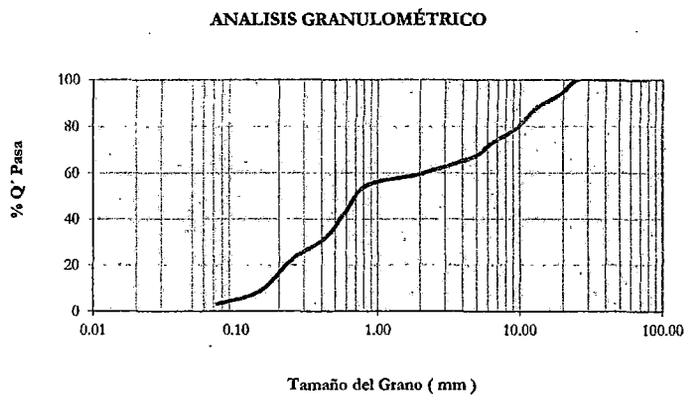
<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"					
<b>Tesistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
<b>Ensayo :</b> ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
<b>Norma :</b> ASTM-D422					
<b>Procedencia:</b> Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica					
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011					
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T					
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>					
Peso Inicial de la Muestra Seca	1556	Gr	<b>Ubicación:</b> C - 11	<b>D60 =</b> 6.24	<b>Cu =</b> 24.044
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	1551	Gr	<b>Estrato :</b> M - 1	<b>D30 =</b> 0.69	<b>Cc =</b> 0.298
			<b>Potencia :</b> 1	<b>D10 =</b> 0.26	
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Retenido (gr.) (%)</b>		<b>% Q' Pasa</b>	
3"	76.200	0	0	100	
2"	50.800	0	0	100	
1 1/2"	38.100	0	0	100	
1"	25.400	0	0	100	
3/4"	19.050	164	11	89	
1/2"	12.700	158	10	79	
3/8"	9.525	151	10	70	
1/4"	6.350	141	9	60.60	
4	4.760	130	8	52.25	
10	2.000	142	9	43.12	
20	0.840	118	8	35.54	
30	0.590	140	9	26.54	
40	0.426	120	8	18.83	
60	0.250	143	9	9.64	
100	0.149	87	6	4.05	
200	0.074	46	3	1.09	
<200		12	1	0.32	
<b>Total Retenido :</b>		<b>1551</b>	<b>100</b>		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"					
<b>Tesistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
<b>Ensayo :</b> ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
<b>Norma :</b> ASTM-D422					
<b>Procedencia:</b> Av. Santos Villa - Jr. Cuzco					
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011					
<b>Muestreado por :</b> J.C.I.C./J.M.Q.					
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>					
Peso Inicial de la Muestra Seca	3008	Gr	<b>Ubicación:</b> C - 12	<b>D60 =</b> 2.21	<b>Cu =</b> 13.536
Peso seco de la Muestra Después del Lavado	3000	Gr	<b>Estrato :</b> M - 1	<b>D30 =</b> 0.39	<b>Cc =</b> 0.428
			<b>Potencia :</b> 0.8	<b>D10 =</b> 0.16	
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Retenido (gr.) (%)</b>		<b>% Q' Pasa</b>	
3"	76.200	0	0	100	
2"	50.800	0	0	100	
1 1/2"	38.100	0	0	100	
1"	25.400	0	0	100	
3/4"	19.050	185.30	6	94	
1/2"	12.700	194.40	6	87	
3/8"	9.525	246.60	8	79	
1/4"	6.350	198.40	7	73	
4	4.760	171.50	6	67	
10	2.000	223.20	7	59	
20	0.840	147.00	5	55	
30	0.590	346.20	12	43	
40	0.426	334.50	11	32	
60	0.250	274.90	9	23	
100	0.149	423.70	14	9	
200	0.074	167.70	6	3	
<200		86.20	3	0	
<b>Total Retenido :</b>		<b>3000</b>	<b>100</b>		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

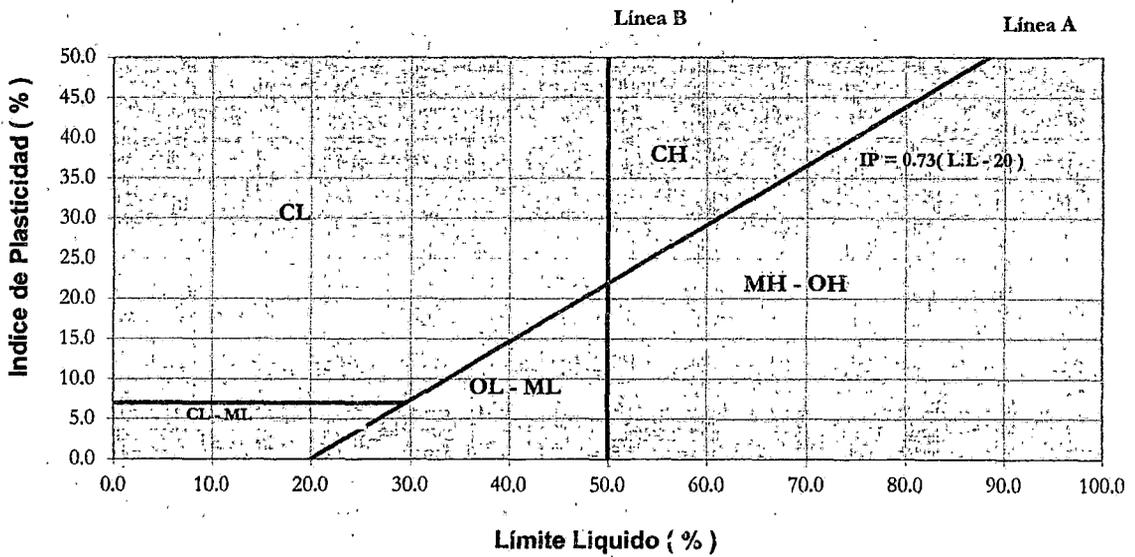
<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUAM, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"				
<b>Tesistas :</b> Bach. <i>AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael</i> Bach. <i>HUAMÁN ALANYA, Jimmy</i>				
<b>Ensayo :</b> ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				
<b>Norma :</b> ASTM-D422				
<b>Procedencia:</b> Av. Santos Villa - Jr. Cuzco				
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / 04-04-2011				
<b>Muestreado por :</b> J.C.I.C./J.M.Q.				
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>				
<b>Peso Inicial de la Muestra Seca</b>		2196	Gr	
<b>Peso seco de la Muestra Después del Lavado</b>		2189	Gr	
<b>Ubicación:</b>		C - 12	<b>D60 =</b> 4.94	<b>Cu =</b> 21.827
<b>Estrato :</b>		M - 2	<b>D30 =</b> 0.62	<b>Cc =</b> 0.348
<b>Potencia :</b>		0.5	<b>D10 =</b> 0.23	
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Retenido (gr.) (%)</b>		<b>% Q' Pasa</b>
3"	76.200		0	100
2"	50.800		0	100
1 1/2"	38.100		0	100
1"	25.400		0	100
3/4"	19.050	176.00	8	92
1/2"	12.700	144.50	7	85
3/8"	9.525	204.00	9	76
1/4"	6.350	137.00	6	70
4"	4.760	243.00	11	59
10"	2.000	272.00	12	46
20"	0.840	235.00	11	36
30"	0.590	144.00	7	29
40"	0.426	172.00	8	21
60"	0.250	195.50	9	12
100"	0.149	166.00	8	5
200"	0.074	87.00	4	1
<200"		13.00	1	0
<b>Total Retenido :</b>		2189	100	



**ESTUDIO DE SUELOS:  
CLASIFICACIÓN S.U.C.S**

SUELOS FINOS						SUELOS GRUESOS							
Suelo que pasa la malla N° 200 es > al 50 %						Suelo que pasa la malla N° 200 es < al 50 %							
BAJA PLASTICIDAD			ALTA PLASTICIDAD			ARENAS		GRAVAS					
Límite Líquido < al 50 %			Límite Líquido > al 50 %			La porción de Fracción Gruesa que pasa malla N° 4 es mayor		La porción de Fracción Gruesa que pasa la malla N° 4 es menor					
OL	ML	CL	OH	MH	CH	De acuerdo al Porcentaje que pasa la malla N° 200 se tiene :							
						<b>% Que Pasa la Malla N° 200</b> Menor o Igual a 5 % Entre el 5% y 12 % Mayor del 12 %		<b>Probable Tipo de Suelo</b> GW , SW , GP o SP Hay que usar Simbología Doble GM , GC , SM , SC					
						SC	SM	SP	SW	GC	GM	GP	GW
						Sobre la Línea "A"	Bajo la Línea "A"	No Cumple Anteriores	Cu > 6 y 1 < Cc < 3	Sobre la Línea "A"	Bajo la Línea "A"	No Cumple Anteriores	Cu > 4 y 1 < Cc < 3

**Carta de Plasticidad de Casagrande**



<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"					
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
Realizado por : J.H.A./O.R.A.T					
Chequeado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>					
<b>NORMA :</b> ASTM D2487					
Ubicación : C - 1	Potencia : 1.30 m				
Estrato : M - 1	Procedencia: Jr. Sinchi Roca - Jr. Tupac Amaru				
% Que Pasa la Malla N° 200	1.40				
% Que Pasa la Malla N° 4	52.20				
Límite Líquido LL =	19.61%	D60 =	3.87	Cu =	15.302
Límite Plástico LP =	0.00%	D30 =	-0.21	Cc =	0.046
Índice de Plasticidad IP =	0.00%	D10 =	0.25	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología : Simbología Normal					
Tipo de Suelo : SW , SP					
Suelo : SP					
<b>Características del Suelo :</b> SP					

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"					
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
Realizado por : J.H.A./O.R.A.T					
Chequeado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>					
<b>NORMA :</b> ASTM D2487					
Ubicación : C - 2	Potencia : 1.30 m				
Estrato : M - 1	Procedencia: Jr. Cahuide - Jr. Tahuantinsuyo				
% Que Pasa la Malla N° 200	5.04				
% Que Pasa la Malla N° 4	56.50				
Límite Líquido LL =	24.69%	D60 =	5.14	Cu =	34.848
Límite Plástico LP =	9.21%	D30 =	0.50	Cc =	0.334
Índice de Plasticidad IP =	15.47%	D10 =	0.15	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología : Simbología Doble					
Tipo de Suelo : SP - SC o SP - SM					
Suelo : SP - SC					
<b>Características del Suelo :</b> SP - SC					

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"					
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
Realizado por : J.H.A./O.R.A.T					
Chequeado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>					
<b>NORMA :</b> ASTM D2487					
Ubicación : C - 3	Potencia : 0.25 m				
Estrato : M - 1	Procedencia: Jr. Arequipa				
% Que Pasa la Malla N° 200	2.30				
% Que Pasa la Malla N° 4	57.97				
Límite Líquido LL =	30.54%	D60 =	3.29	Cu =	16.198
Límite Plástico LP =	28.95%	D30 =	0.55	Cc =	0.460
Índice de Plasticidad IP =	1.60%	D10 =	0.20	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología : Simbología Normal					
Tipo de Suelo : SW , SP					
Suelo : SP					
<b>Características del Suelo :</b> SP					

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"			
<b>Proyectistas :</b> Bach. <i>AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael</i> Bach. <i>HUAMÁN ALANYA, Jimmy</i>			
Realizado por :	J.H.A./O.R.A.T		
Chequeado por :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>			
<b>NORMA :</b> ASTM D2487			
Ubicación :	C - 4	Potencia :	1.30 m
Estrato :	M - 1	Procedencia:	Jr. Tahuantinsuyo
% Que Pasa la Malla N° 200	6.20		
% Que Pasa la Malla N° 4	68.21		
Límite Líquido	LL = 27.57%	D60 = 2.37	Cu = 19.140
Límite Plástico	LP = 23.68%	D30 = 0.43	Cc = 0.618
Índice de Plasticidad	IP = 3.88%	D10 = 0.12	Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena			
Tipo de Simbología : Simbología Doble			
Tipo de Suelo : SP - SC o SP - SM			
Suelo : SP - SC			
<b>Caractrísticas del Suelo :</b> SP - SC			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"			
<b>Proyectistas :</b> Bach. <i>AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael</i> Bach. <i>HUAMÁN ALANYA, Jimmy</i>			
Realizado por :	J.H.A./O.R.A.T		
Chequeado por :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>			
<b>NORMA :</b> ASTM D2487			
Ubicación :	C - 5	Potencia :	1.30 m
Estrato :	M - 1	Procedencia:	Jr. Arequipa - Jr. Cahuide
% Que Pasa la Malla N° 200	0.20		
% Que Pasa la Malla N° 4	52.92		
Límite Líquido	LL = 26.19%	D60 = 5.45	Cu = 19.201
Límite Plástico	LP = 24.49%	D30 = 0.02	Cc = 0.000
Índice de Plasticidad	IP = 1.70%	D10 = 0.28	Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena			
Tipo de Simbología : Simbología Normal			
Tipo de Suelo : SW , SP			
Suelo : SP			
<b>Caractrísticas del Suelo :</b> SP			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"			
<b>Proyectistas :</b> Bach. <i>AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael</i> Bach. <i>HUAMÁN ALANYA, Jimmy</i>			
Realizado por :	J.H.A./O.R.A.T		
Chequeado por :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>			
<b>NORMA :</b> ASTM D2487			
Ubicación :	C - 6	Potencia :	1.30 m
Estrato :	M - 1	Procedencia:	Jr. Tupac Amaru - Jr. Ica
% Que Pasa la Malla N° 200	0.63		
% Que Pasa la Malla N° 4	67.24		
Límite Líquido	LL = 28.45%	D60 = 3.49	Cu = 18.160
Límite Plástico	LP = 18.82%	D30 = 0.47	Cc = 0.326
Índice de Plasticidad	IP = 9.63%	D10 = 0.19	Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena			
Tipo de Simbología : Simbología Normal			
Tipo de Suelo : SW , SP			
Suelo : SP			
<b>Caractrísticas del Suelo :</b> SP			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"					
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
Realizado por : J.H.A./O.R.A.T					
Chequeado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>					
<b>NORMA :</b> ASTM D2487					
Ubicación : C - 7	Potencia : 1.30 m				
Estrato : M - 1	Procedencia: Jr. Tupac Amaru Este				
% Que Pasa la Malla N° 200	0.30				
% Que Pasa la Malla N° 4	82.17				
Límite Líquido LL =	19.80%	D60 =	3.09	Cu =	6.365
Límite Plástico LP =	17.31%	D30 =	1.27	Cc =	1.085
Índice de Plasticidad IP =	2.49%	D10 =	0.48	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología : Simbología Normal					
Tipo de Suelo : SW , SP					
Suelo : SW					
<b>Caractrísticas del Suelo :</b> SW					

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"					
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
Realizado por : J.H.A./O.R.A.T					
Chequeado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>					
<b>NORMA :</b> ASTM D2487					
Ubicación : C - 8	Potencia : 1.30 m				
Estrato : M - 1	Procedencia: Av. Santos Villa - Jr. Tarma				
% Que Pasa la Malla N° 200	5.91				
% Que Pasa la Malla N° 4	64.26				
Límite Líquido LL =	33.82%	D60 =	1.21	Cu =	10.372
Límite Plástico LP =	32.89%	D30 =	0.79	Cc =	4.443
Índice de Plasticidad IP =	0.92%	D10 =	0.12	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología : Simbología Doble					
Tipo de Suelo : SP - SC o SP - SM					
Suelo : SP - SC					
<b>Caractrísticas del Suelo :</b> SP - SC					

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"					
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy					
Realizado por : J.H.A./O.R.A.T					
Chequeado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH					
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>					
<b>NORMA :</b> ASTM D2487					
Ubicación : C - 9	Potencia : 1.30 m				
Estrato : M - 1	Procedencia: Jr. Arequipa - Jr. Cuzco				
% Que Pasa la Malla N° 200	0.49				
% Que Pasa la Malla N° 4	86.59				
Límite Líquido LL =	28.01%	D60 =	2.00	Cu =	5.628
Límite Plástico LP =	25.00%	D30 =	0.78	Cc =	0.852
Índice de Plasticidad IP =	3.01%	D10 =	0.36	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología : Simbología Normal					
Tipo de Suelo : SW , SP					
Suelo : SP					
<b>Caractrísticas del Suelo :</b> SP					

65

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCANELICA, REGION HUANCANELICA"			
<b>Proyectistas :</b> Bach. <i>AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael</i> Bach. <i>HUAMÁN ALANYA, Jimmy</i>			
Realizado por :	J.H.A./O.R.A.T		
Chequeado por :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
<b>CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>			
<b>NORMA :</b> ASTM D2487			
Ubicación :	C - 10	Potencia :	1.30 m
Estrato :	M - 1	Procedencia:	Jr. Huayna Capac Norte
% Que Pasa la Malla N° 200	5.23		
% Que Pasa la Malla N° 4	78.64		
Límite Líquido LL =	61.35%	D60 =	0.94 Cu = 7.819
Límite Plástico LP =	16.33%	D30 =	0.31 Cc = 0.866
Índice de Plasticidad IP =	45.03%	D10 =	0.12 Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena			
Tipo de Simbología : Simbología Doble			
Tipo de Suelo : SP - SC o SP - SM			
Suelo : SP - SC			
<b>Características del Suelo :</b> SP - SC			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCANELICA, REGION HUANCANELICA"			
<b>Proyectistas :</b> Bach. <i>AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael</i> Bach. <i>HUAMÁN ALANYA, Jimmy</i>			
Realizado por :	J.H.A./O.R.A.T		
Chequeado por :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
<b>CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>			
<b>NORMA :</b> ASTM D2487			
Ubicación :	C - 11	Potencia :	1.00 m
Estrato :	M - 1	Procedencia:	Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica
% Que Pasa la Malla N° 200	1.09		
% Que Pasa la Malla N° 4	52.25		
Límite Líquido LL =	54.59%	D60 =	6.24 Cu = 24.044
Límite Plástico LP =	40.79%	D30 =	0.69 Cc = 0.298
Índice de Plasticidad IP =	13.80%	D10 =	0.26 Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena			
Tipo de Simbología : Simbología Normal			
Tipo de Suelo : SW , SP			
Suelo : SP			
<b>Características del Suelo :</b> SP			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCANELICA, REGION HUANCANELICA"			
<b>Proyectistas :</b> Bach. <i>AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael</i> Bach. <i>HUAMÁN ALANYA, Jimmy</i>			
Realizado por :	J.H.A./O.R.A.T		
Chequeado por :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
<b>CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>			
<b>NORMA :</b> ASTM D2487			
Ubicación :	C - 11	Potencia :	0.20 m
Estrato :	M - 2	Procedencia:	Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica
% Que Pasa la Malla N° 200			
% Que Pasa la Malla N° 4			
Límite Líquido LL =		D60 =	Cu =
Límite Plástico LP =		D30 =	Cc =
Índice de Plasticidad IP =		D10 =	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Grava			
Tipo de Simbología : Simbología Normal			
Tipo de Suelo : PT			
Suelo : TURBA			
<b>Características del Suelo :</b> TURBA			

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"	
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy	
<b>Realizado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>	
<b>NORMA :</b> ASTM D2487	
<b>Ubicación :</b> C - 12	<b>Potencia :</b> 0.80 m
<b>Estrato :</b> M - 1	<b>Procedencia :</b> Av. Santos Villa - Jr. Cuzco
<b>% Que Pasa la Malla N° 200</b>	3.14
<b>% Que Pasa la Malla N° 4</b>	66.88
<b>Límite Líquido</b> LL =	36.63%
<b>Límite Plástico</b> LP =	22.35%
<b>Índice de Plasticidad</b> IP =	14.28%
<b>D60 =</b>	2.21
<b>D30 =</b>	0.39
<b>D10 =</b>	0.16
<b>Cu =</b>	13.536
<b>Cc =</b>	0.428
<b>Suelo Mal Graduado</b>	
<b>Tipo de Suelo Según su Granulometría :</b> Suelo Grueso Arena	
<b>Tipo de Simbología :</b>	Simbología Normal
<b>Tipo de Suelo :</b>	SW , SP
<b>Suelo :</b>	SP
<b>Características del Suelo :</b>	SP

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"	
<b>Proyectistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy	
<b>Realizado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN S.U.C.S</b>	
<b>NORMA :</b> ASTM D2487	
<b>Ubicación :</b> C - 12	<b>Potencia :</b> 0.50 m
<b>Estrato :</b> M - 2	<b>Procedencia :</b> Av. Santos Villa - Jr. Cuzco
<b>% Que Pasa la Malla N° 200</b>	0.91
<b>% Que Pasa la Malla N° 4</b>	58.81
<b>Límite Líquido</b> LL =	37.93%
<b>Límite Plástico</b> LP =	22.35%
<b>Índice de Plasticidad</b> IP =	15.58%
<b>D60 =</b>	4.94
<b>D30 =</b>	0.62
<b>D10 =</b>	0.23
<b>Cu =</b>	21.827
<b>Cc =</b>	0.348
<b>Suelo Mal Graduado</b>	
<b>Tipo de Suelo Según su Granulometría :</b> Suelo Grueso Arena	
<b>Tipo de Simbología :</b>	Simbología Normal
<b>Tipo de Suelo :</b>	SW , SP
<b>Suelo :</b>	SP
<b>Características del Suelo :</b>	SP

**ESTUDIO DE SUELOS:  
PESO ESPECÍFICO**

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCÁVELICA, REGIÓN HUANCÁVELICA"			
<b>Tesisistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b> Jr. Sinchi Roca - Jr. Tupac Amaru		<b>Ubicación:</b>	C - 1
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / Febrero del 2015		<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T			
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			
1	Peso de la Muestra	gr	302
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	444.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	539
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	94.1
6	Peso de la Tara	gr	95
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	388
8	Peso del suelo seco	gr	293
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.879409878

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCÁVELICA, REGIÓN HUANCÁVELICA"			
<b>Tesisistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b> Jr. Cahuide - Jr. Tahuantinsuyo		<b>Ubicación:</b>	C - 2
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / Febrero del 2015		<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T			
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			
1	Peso de la Muestra	gr	276
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	418.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	528
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	109.1
6	Peso de la Tara	gr	92
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	274
8	Peso del suelo seco	gr	182
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.291696238

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCÁVELICA, REGIÓN HUANCÁVELICA"			
<b>Tesisistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b> Jr. Arequipa		<b>Ubicación:</b>	C - 3
<b>Fecha de Muestreo :</b> Huancavelica / Febrero del 2015		<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b> J.H.A./O.R.A.T			
<b>Chequeado por :</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			
1	Peso de la Muestra	gr	288.00
2	Peso del Balón Seco	gr	142.90
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	430.90
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	553.00
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	122.10
6	Peso de la Tara	gr	95.00
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	242.00
8	Peso del suelo seco	gr	147.00
9	Volumen del balón	cc	250.00
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.149335418

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"			
<b>Tesisistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b>	Jr. Tahuantinsuyo	<b>Ubicación:</b>	C - 4
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
1	Peso de la Muestra	gr	314
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	456.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	562
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	105.1
6	Peso de la Tara	gr	95
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	289
8	Peso del suelo seco	gr	194
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.338854382

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"			
<b>Tesisistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b>	Jr. Arequipa - Jr. Cahuide	<b>Ubicación:</b>	C - 5
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
1	Peso de la Muestra	gr	298
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	440.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	541
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	100.1
6	Peso de la Tara	gr	87
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	342
8	Peso del suelo seco	gr	255
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.701134089

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"			
<b>Tesisistas :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b>	Jr. Tupac Amaru - Jr. Ica	<b>Ubicación:</b>	C - 6
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
1	Peso de la Muestra	gr	278
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	420.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	547
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	126.1
6	Peso de la Tara	gr	95
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	282
8	Peso del suelo seco	gr	187
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.509281679

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"			
<b>Tecnicos :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b>	Jr. Tupac Amaru Este	<b>Ubicación:</b>	C - 7
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
1	Peso de la Muestra	gr	290
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	432.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	556
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	123.1
6	Peso de la Tara	gr	87
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	233
8	Peso del suelo seco	gr	146
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.150512214

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"			
<b>Tecnicos :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b>	Av. Santos Villa - Jr. Tarma	<b>Ubicación:</b>	C - 8
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
1	Peso de la Muestra	gr	309
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	451.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	564
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	112.1
6	Peso de la Tara	gr	95
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	251
8	Peso del suelo seco	gr	156
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.131254532

<b>Proyecto :</b> "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"			
<b>Tecnicos :</b> Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael Bach. HUAMAN ALANYA, Jimmy			
<b>Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO</b>			
<b>Norma ASTM-117</b>			
<b>Procedencia:</b>	Jr. Arequipa - Jr. Cuzco	<b>Ubicación:</b>	C - 9
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		
1	Peso de la Muestra	gr	271
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	413.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	518
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	104.1
6	Peso de la Tara	gr	87
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	255
8	Peso del suelo seco	gr	168
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.151473612

*62*

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy

**Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO**  
**Norma ASTM-117**

<b>Procedencia:</b>	Jr. Huayna Capac Norte	<b>Ubicación:</b>	C - 10
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 1
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

1	Peso de la Muestra	gr	260
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	402.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	513
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	110.1
6	Peso de la Tara	gr	87
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	261
8	Peso del suelo seco	gr	174
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.243745533

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy

**Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO**  
**Norma ASTM-117**

<b>Procedencia:</b>	Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica	<b>Ubicación:</b>	C - 11
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 2
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

1	Peso de la Muestra	gr	288
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	430.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	550
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	119.1
6	Peso de la Tara	gr	95
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	234
8	Peso del suelo seco	gr	139
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.061879297

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCION, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION HUANCAMELICA"

**Tesistas :** Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy

**Ensayo PESO ESPECIF. PESO ESPECIFICO**  
**Norma ASTM-117**

<b>Procedencia:</b>	Av. Santos Villa - Jr. Cuzco	<b>Ubicación:</b>	C - 12
<b>Fecha de Muestreo :</b>	Huancavelica / Febrero del 2015	<b>Estrato :</b>	M - 2
<b>Muestreado por :</b>	J.H.A./O.R.A.T		
<b>Chequeado por :</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

1	Peso de la Muestra	gr	271
2	Peso del Balón Seco	gr	142.9
3	Peso de la Muestra + Peso del Balón (1 + 2)	gr	413.9
4	Peso de la Muestra + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	526
5	Peso del Agua (4 - 3)	gr	112.1
6	Peso de la Tara	gr	95
7	Peso de la Tara + suelo seco	gr	247
8	Peso del suelo seco	gr	152
9	Volumen del balón	cc	250
1	Peso Especifico de la Muestra (8/(9-5))	gr/cc	1.102248006

**RESUMEN GENERAL DE  
LOS ENSAYOS DE  
LABORATORIO DE  
SUELOS**

Proyecto :

**"MICROZONIFICACION DE SUELOS EN EL SECTOR QUINTANILLA PAMPA - DISTRITO DE ASCENSION DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA"**

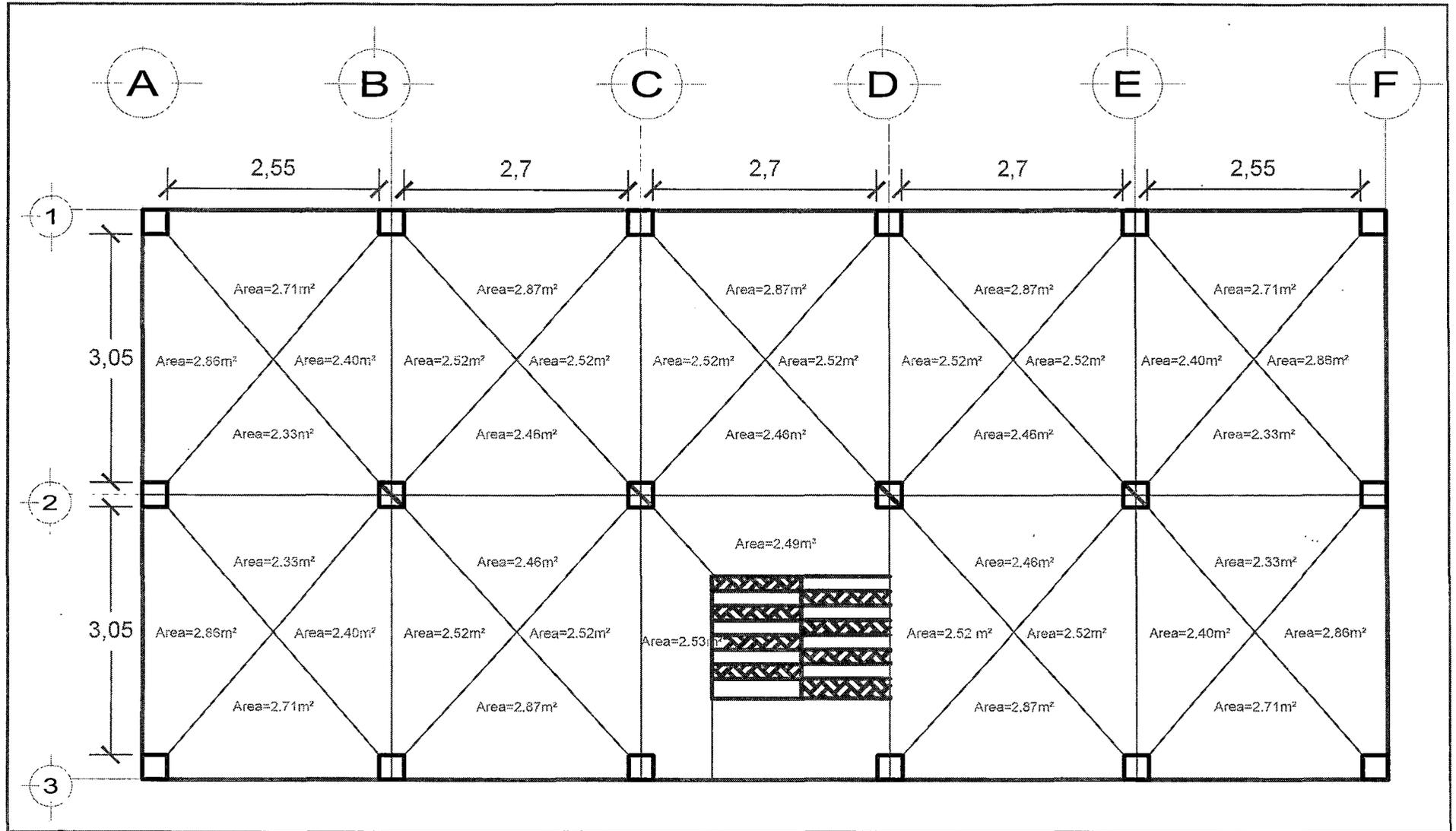
Tesistas :

*Bach. AYAIPOMA TORALVA, Omar Rafael*

*Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy*

Calicata	Estrato	Procedencia	Prof. (m)	Contenido de Humedad W (%)	Límites de Consistencia		Índice de Plasticidad IP (%)	Grado de Consistencia Kw	% Q' pasa N° 4	% Q' pasa N° 200	Clasificación SUCS	peso específico	capacidad admisible
					Líquido LL (%)	Plástico LP (%)							
C - 1	M1	Jr. Sinchi Roca - Jr. Tupac Amaru	1.30	9.40	19.61	0.00	19.61	0.52	52.20	1.40	SP	1.88	1.39
C - 2	M1	Jr. Cahuide - Jr. Tahuantinsuyo	1.30	16.50	24.69	0.09	24.59	0.09	56.50	5.04	SP - SC	1.29	1.10
C - 3	M1	Jr. Arequipa	1.30	21.30	30.54	28.95	1.60	8.80	57.97	2.30	SP	1.15	1.03
C - 4	M1	Jr. Tahuantinsuyo	1.30	17.20	27.57	0.24	27.33	1.61	68.21	6.20	SP - SC	1.34	1.12
C - 5	M1	Jr. Arequipa - Jr. Cahuide	1.30	15.10	0.26	0.24	0.02	5.28	52.92	0.20	SP	1.70	1.30
C - 6	M1	Jr. Tupac Amaru - Jr. Ica	1.30	7.30	28.45	18.82	9.63	2.20	67.24	0.63	SP	1.51	1.21
C - 7	M1	Jr. Tupac Amaru Este	1.30	16.90	19.80	17.31	2.49	1.17	82.17	0.30	SW	1.15	1.88
C - 8	M1	Av. Santos Villa - Jr. Tarma	1.30	17.30	33.82	32.89	0.92	17.89	64.26	5.91	SP - SC	1.13	1.02
C - 9	M1	Jr. Arequipa - Jr. Cuzco	1.30	19.90	28.01	25.00	3.01	2.69	86.59	0.49	SP	1.15	1.03
C - 10	M1	Jr. Huayna Capac Norte	1.30	49.73	61.35	16.33	45.03	0.26	78.64	5.23	SP - SC	1.24	1.07
C - 11	M1	Jr. Tahuantinsuyo - Jr. Ica	0.20	23.11	54.59	40.79	13.80	2.28	52.25	1.09	SP	1.06	0.98
	M2	Jr. Ica	1.00				Pt	Pt			Pt		
C - 12	M1	Av. Santos Villa - Jr. Cuzco	0.50	18.22	36.63	22.35	14.28	1.29	66.88	3.14	SP	1.10	1.00
	M2	Jr. Cuzco	0.80	20.40	37.93	22.35	15.58	2.43	58.81	0.91	SP		

**CALCULO  
ESTRUCTURAL:  
METRADO DE CARGAS**



**DETERMINACION DE LA CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD EJE  
"X" PRIMER NIVEL**

**EJE 1                      TRAMO                      A-B**

<b>CALCULO DE PRIMER NIVEL</b>			
<b>concepto</b>	<b>Peso unitario (Kg/ml,Kg/</b>	<b>cantidad</b>	<b>Peso total kg</b>
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	7.65	918
tabiqueria	100	7.65	765
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sub>2</sub> )	360	2.71	975.6
			<b>PT= 3414.6</b>
<b>Longitud (m)=</b>		2.55	

<b>W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO</b>	<b>W= 1339.058824</b>
---	-----------------------

**EJE 1                      TRAMO                      B-C**

<b>CALCULO DE PRIMER NIVEL</b>			
<b>concepto</b>	<b>Peso unitario (Kg/ml,Kg/ m<sub>2</sub>)</b>	<b>cantidad</b>	<b>Peso total kg</b>
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sub>2</sub> )	360	2.71	975.6
			<b>PT= 3531.6</b>
<b>Longitud (m)=</b>		2.7	

<b>W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO</b>	<b>W= 1308</b>
---	----------------

EJE 1

TRAMO

C-D

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3531.6
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1308
--------------------------------	---------

EJE 1

TRAMO

D-E

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3531.6
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1308
--------------------------------	---------

EJE 1

TRAMO

E-F

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	7.65	918
tabiqueria	100	7.65	765
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3414.6
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1339.058824
--------------------------------	----------------

EJE 2

TRAMO

A-B

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	7.65	918
tabiqueria	100	7.65	765
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.66	1677.6
			PT= 4116.6
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1614.352941
--------------------------------	----------------

EJE 2 TRAMO B-C

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m2)	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m2)	360	4.92	1771.2
			PT= 4525.2
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1676
--------------------------------	---------

EJE 2 TRAMO C-D

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m2)	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m2)	360	4.98	1792.8
			PT= 4546.8
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1684
--------------------------------	---------

EJE 2

TRAMO

D-E

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			P.T.= 4525.2
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1676
--------------------------------	---------

EJE 2

TRAMO

E-F

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	7.65	918
tabiqueria	100	7.65	765
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.66	1677.6
			P.T.= 4116.6
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1614.352941
--------------------------------	----------------

EJE 3 TRAMO A-B

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	7.65	918
tabiqueria	100	7.65	765
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3414.6
Longitud (m)= 2.55			

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1339.058824
--------------------------------	----------------

EJE 3 TRAMO B-C

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3531.6
Longitud (m)= 2.7			

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1308
--------------------------------	---------

EJE 3 TRAMO C-D

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	0	0
			PT= 2556
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 946.6666667
--------------------------------	----------------

EJE 3 TRAMO D-E

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	8.1	972
tabiqueria	100	8.1	810
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3531.6
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1308
--------------------------------	---------

EJE 3

TRAMO

E-F

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	7.65	918
tabiqueria	100	7.65	765
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3414.6
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1339.058824
--------------------------------	----------------

DETERMINACION DE LA CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD EJE "Y" PRIMER NIVEL

EJE A

TRAMO

1-2

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
			PT= 4005
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1313.114754
--------------------------------	----------------

EJE A TRAMO 2-3

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
			PT= 4005
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1313.114754
--------------------------------	----------------

EJE B TRAMO 1-2

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4944.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1621.180328
--------------------------------	----------------

EJE B

TRAMO

2-3

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4944.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1621.180328
--------------------------------	----------------

EJE C

TRAMO

1-2

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	5.04	1814.4
			PT= 4987.8
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1635.344262
--------------------------------	----------------

EJE C TRAMO 2-3

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	5.05	1818
		PJ=	4991.4
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1636.52459
--------------------------------	---------------

EJE D TRAMO 1-2

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	5.04	1814.4
		PJ=	4987.8
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1635.344262
--------------------------------	----------------

EJE C TRAMO 2-3

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.52	907.2
			PT= 4080.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1337.901639
--------------------------------	----------------

EJE E TRAMO 1-2

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4944.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1621.180328
--------------------------------	----------------

EJE E

TRAMO

2-3

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	216	3	648
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4944.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1621.180328
--------------------------------	----------------

EJE F

TRAMO

1-2

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
			PT= 4005
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1313.114754
--------------------------------	----------------

DETERMINACION DE LA CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD EJE "X"  
SEGUNDO, TERCER Y CUARTO NIVEL

EJE 1                      TRAMO                      A-B

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	6.63	795.6
tabiqueria	100	6.63	663
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m2)	360	2.71	975.6
			PT= 3130.2
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1227.529412
--------------------------------	----------------

EJE 1                      TRAMO                      B-C

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/ m2)	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m2)	360	2.71	975.6
			PT= 3234
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1197.777778
--------------------------------	----------------

EJE 1

TRAMO

C-D

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
		PT=	3234
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1197.777778
--------------------------------	----------------

EJE 1

TRAMO

D-E

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
		PT=	3234
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1197.777778
--------------------------------	----------------

EJE 1

TRAMO

E-F

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	6.63	795.6
tabiqueria	100	6.63	663
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3130.2
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1227.529412
--------------------------------	----------------

EJE 2

TRAMO

A-B

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	6.63	795.6
tabiqueria	100	6.63	663
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.66	1677.6
			PT= 3832.2
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1502.823529
--------------------------------	----------------

EJE 2

TRAMO

B-C

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4201.2
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1556
--------------------------------	---------

EJE 2

TRAMO

C-D

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.98	1792.8
			PT= 4222.8
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1564
--------------------------------	---------

EJE 2

TRAMO

D-E

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4201.2
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1556
--------------------------------	---------

EJE 2

TRAMO

E-F

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	6.63	795.6
tabiqueria	100	6.63	663
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.66	1677.6
			PT= 3832.2
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1502.823529
--------------------------------	----------------

EJE 3

TRAMO

A-B

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	6.63	795.6
tabiqueria	100	6.63	663
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3130.2
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1227.529412
--------------------------------	----------------

EJE 3

TRAMO

B-C

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3234
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1197.777778
--------------------------------	----------------

EJE 3

TRAMO

C-D

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	0	0
			PT= 2258.4
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 836.4444444
--------------------------------	----------------

EJE 3

TRAMO

D-E

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.7	324
acabados	120	7.02	842.4
tabiqueria	100	7.02	702
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3234
Longitud (m)=		2.7	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1197.777778
--------------------------------	----------------

EJE 3

TRAMO

E-F

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	120	2.55	306
acabados	120	6.63	795.6
tabiqueria	100	6.63	663
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.71	975.6
			PT= 3130.2
Longitud (m)=		2.55	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1227.529412
--------------------------------	----------------

DETERMINACION DE LA CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD EJE "Y"

EJE A

TRAMO

1-2

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
			PT= 3676.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1205.442623
--------------------------------	----------------

EJE E TRAMO 2-3

CALCULO DE PRIMER NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	9.15	1098
tabiqueria	100	9.15	915
Columna (ml)	150	3	450
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
			PT= 4005
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1313.114754
--------------------------------	----------------

EJE A

TRAMO

2-3

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
			PT= 3676.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1205.442623
--------------------------------	----------------

EJE B

TRAMO

1-2

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4589.8
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1504.852459
--------------------------------	----------------

EJE B

TRAMO

2-3

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4589.8
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1504.852459
--------------------------------	----------------

EJE C

TRAMO

1-2

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	5.04	1814.4
			PT= 4633
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1519.016393
--------------------------------	----------------

EJE C

TRAMO

2-3

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml, Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	5.05	1818
			PT= 4636.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1520.196721
--------------------------------	----------------

EJE D

TRAMO

1-2

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml, Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	5.04	1814.4
			PT= 4633
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1519.016393
--------------------------------	----------------

EJE C

TRAMO

2-3

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.52	907.2
			PT= 5725.8
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1221.57377
--------------------------------	---------------

EJE E

TRAMO

1-2

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4589.8
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1504.852459
--------------------------------	----------------

EJE E

TRAMO

2-3

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	216	2.6	561.6
Losa (m <sup>2</sup> )	360	4.92	1771.2
			PT= 4589.8
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1504.852459
--------------------------------	----------------

EJE F

TRAMO

1-2

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml,Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
			PT= 3676.6
Longitud (m)=		3.05	

W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1205.442623
--------------------------------	----------------

EJE E

TRAMO

2-3

CALCULO DE SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO NIVEL			
concepto	Peso unitario (Kg/ml, Kg/m <sup>2</sup> )	cantidad	Peso total kg
Viga (ml)	168	3.05	512.4
acabados	120	7.93	951.6
tabiqueria	100	7.93	793
Columna (ml)	150	2.6	390
Losa (m <sup>2</sup> )	360	2.86	1029.6
		PT=	3676.6
Longitud (m)=		3.05	
W=PESO TOTAL/LONGITUD DE TRAMO	W= 1205.442623		

27

# CALCULO ESTRUCTURAL: DESCARGA DE CARGAS

## DESCARGA DE CARGAS POR COLUMNAS

Descarga sobre C1 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	<b>669.5294118</b>
Peso Transversal Primer Nivel	<b>656.557377</b>
Peso Longitudinal Segundo Nivel	<b>613.7647059</b>
Peso Transversal Segundo Nivel	<b>602.7213115</b>
Peso Longitudinal Tercer Nivel	<b>613.7647059</b>
Peso Transversal Tercer Nivel	<b>602.7213115</b>
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	<b>613.7647059</b>
Peso Transversal Cuarto Nivel	<b>602.7213115</b>
<b>Peso total (kg)</b>	<b>4975.544841</b>

Descarga sobre C2 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	<b>1323.529412</b>
Peso Transversal Primer Nivel	<b>810.5901639</b>
Peso Longitudinal Segundo Nivel	<b>1212.653595</b>
Peso Transversal Segundo Nivel	<b>752.4262295</b>
Peso Longitudinal Tercer Nivel	<b>1212.653595</b>
Peso Transversal Tercer Nivel	<b>752.4262295</b>
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	<b>1212.653595</b>
Peso Transversal Cuarto Nivel	<b>752.4262295</b>
<b>Peso total (kg)</b>	<b>8029.359049</b>

Descarga sobre C3 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	<b>1308</b>
Peso Transversal Primer Nivel	<b>817.6721311</b>
Peso Longitudinal Segundo Nivel	<b>1197.777778</b>
Peso Transversal Segundo Nivel	<b>759.5081967</b>
Peso Longitudinal Tercer Nivel	<b>1197.777778</b>
Peso Transversal Tercer Nivel	<b>759.5081967</b>
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	<b>1197.777778</b>
Peso Transversal Cuarto Nivel	<b>759.5081967</b>
<b>Peso total (kg)</b>	<b>7997.530055</b>

Descarga sobre C4 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1308
Peso Transversal Primer Nivel	817.6721311
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1197.777778
Peso Transversal Segundo Nivel	759.5081967
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1197.777778
Peso Transversal Tercer Nivel	759.5081967
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1197.777778
Peso Transversal Cuarto Nivel	759.5081967
<b>Peso total (kg)</b>	<b>7997.530053</b>

Descarga sobre C5 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1323.529412
Peso Transversal Primer Nivel	810.5901639
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1212.653595
Peso Transversal Segundo Nivel	752.4262295
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1212.653595
Peso Transversal Tercer Nivel	752.4262295
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1212.653595
Peso Transversal Cuarto Nivel	752.4262295
<b>Peso total (kg)</b>	<b>8029.359049</b>

Descarga sobre C6 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	669.5294118
Peso Transversal Primer Nivel	656.557377
Peso Longitudinal Segundo Nivel	613.7647059
Peso Transversal Segundo Nivel	602.7213115
Peso Longitudinal Tercer Nivel	613.7647059
Peso Transversal Tercer Nivel	602.7213115
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	613.7647059
Peso Transversal Cuarto Nivel	602.7213115
<b>Peso total (kg)</b>	<b>4975.544841</b>

Descarga sobre C7 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	<b>807.1764706</b>
Peso Transversal Primer Nivel	<b>1313.114754</b>
Peso Longitudinal Segundo Nivel	<b>751.4117647</b>
Peso Transversal Segundo Nivel	<b>1205.442623</b>
Peso Longitudinal Tercer Nivel	<b>751.4117647</b>
Peso Transversal Tercer Nivel	<b>1205.442623</b>
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	<b>751.4117647</b>
Peso Transversal Cuarto Nivel	<b>1205.442623</b>
<b>Peso total (kg)</b>	<b>7990.854388</b>

Descarga sobre C8 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	<b>1645.176471</b>
Peso Transversal Primer Nivel	<b>1621.180328</b>
Peso Longitudinal Segundo Nivel	<b>1529.411765</b>
Peso Transversal Segundo Nivel	<b>1504.852459</b>
Peso Longitudinal Tercer Nivel	<b>1529.411765</b>
Peso Transversal Tercer Nivel	<b>1504.852459</b>
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	<b>1529.411765</b>
Peso Transversal Cuarto Nivel	<b>1504.852459</b>
<b>Peso total (kg)</b>	<b>12369.14947</b>

Descarga sobre C9 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	<b>1680</b>
Peso Transversal Primer Nivel	<b>1635.934426</b>
Peso Longitudinal Segundo Nivel	<b>1560</b>
Peso Transversal Segundo Nivel	<b>1519.606557</b>
Peso Longitudinal Tercer Nivel	<b>1560</b>
Peso Transversal Tercer Nivel	<b>1519.606557</b>
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	<b>1560</b>
Peso Transversal Cuarto Nivel	<b>1519.606557</b>
<b>Peso total (kg)</b>	<b>12554.7541</b>

Descarga sobre C10 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1680
Peso Transversal Primer Nivel	1486.622951
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1560
Peso Transversal Segundo Nivel	1370.295082
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1560
Peso Transversal Tercer Nivel	1370.295082
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1560
Peso Transversal Cuarto Nivel	1370.295082
<b>Peso total (kg)</b>	<b>11957.5082</b>

Descarga sobre C11 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1645.176471
Peso Transversal Primer Nivel	1621.180328
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1529.411765
Peso Transversal Segundo Nivel	1504.852459
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1529.411765
Peso Transversal Tercer Nivel	1504.852459
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1529.411765
Peso Transversal Cuarto Nivel	1504.852459
<b>Peso total (kg)</b>	<b>12369.14947</b>

Descarga sobre C12 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	807.1764706
Peso Transversal Primer Nivel	1313.114754
Peso Longitudinal Segundo Nivel	751.4117647
Peso Transversal Segundo Nivel	1205.442623
Peso Longitudinal Tercer Nivel	751.4117647
Peso Transversal Tercer Nivel	1205.442623
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	751.4117647
Peso Transversal Cuarto Nivel	1205.442623
<b>Peso total (kg)</b>	<b>7990.854388</b>

Descarga sobre C13 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	669.5294118
Peso Transversal Primer Nivel	656.557377
Peso Longitudinal Segundo Nivel	613.7647059
Peso Transversal Segundo Nivel	602.7213115
Peso Longitudinal Tercer Nivel	613.7647059
Peso Transversal Tercer Nivel	602.7213115
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	613.7647059
Peso Transversal Cuarto Nivel	602.7213115
<b>Peso total (kg)</b>	<b>4975.544841</b>

Descarga sobre C14 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1323.529412
Peso Transversal Primer Nivel	810.5901639
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1212.653595
Peso Transversal Segundo Nivel	752.4262295
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1212.653595
Peso Transversal Tercer Nivel	752.4262295
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1212.653595
Peso Transversal Cuarto Nivel	752.4262295
<b>Peso total (kg)</b>	<b>8029.359049</b>

Descarga sobre C15 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1127.333333
Peso Transversal Primer Nivel	818.2622951
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1017.111111
Peso Transversal Segundo Nivel	760.0983607
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1017.111111
Peso Transversal Tercer Nivel	760.0983607
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1017.111111
Peso Transversal Cuarto Nivel	760.0983607
<b>Peso total (kg)</b>	<b>7277.224044</b>

Descarga sobre C16 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1127.333333
Peso Transversal Primer Nivel	668.9508197
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1017.111111
Peso Transversal Segundo Nivel	610.7868852
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1017.111111
Peso Transversal Tercer Nivel	610.7868852
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1017.111111
Peso Transversal Cuarto Nivel	610.7868852
<b>Peso total (kg)</b>	<b>6679.978142</b>

Descarga sobre C17 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	1323.529412
Peso Transversal Primer Nivel	810.5901639
Peso Longitudinal Segundo Nivel	1212.653595
Peso Transversal Segundo Nivel	752.4262295
Peso Longitudinal Tercer Nivel	1212.653595
Peso Transversal Tercer Nivel	752.4262295
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	1212.653595
Peso Transversal Cuarto Nivel	752.4262295
<b>Peso total (kg)</b>	<b>8029.359049</b>

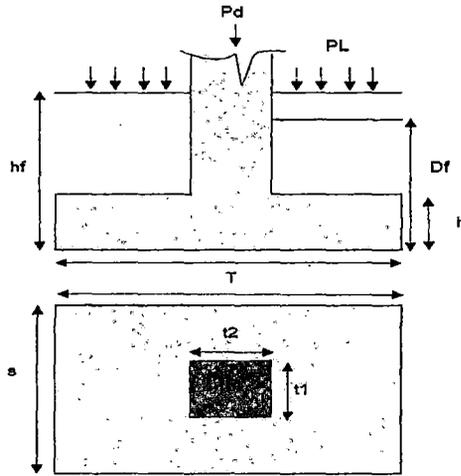
Descarga sobre C18 en planta tipo nivel 1-4	
Concepto	Peso
Peso Longitudinal Primer Nivel	669.5294118
Peso Transversal Primer Nivel	656.557377
Peso Longitudinal Segundo Nivel	613.7647059
Peso Transversal Segundo Nivel	602.7213115
Peso Longitudinal Tercer Nivel	613.7647059
Peso Transversal Tercer Nivel	602.7213115
Peso Longitudinal Cuarto Nivel	613.7647059
Peso Transversal Cuarto Nivel	602.7213115
<b>Peso total (kg)</b>	<b>4975.544841</b>

**CALCULO  
ESTRUCTURAL:  
DISEÑO DE ZAPATAS**

Proyecto : "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PU CARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

Tesistas : Bach. AYI POMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANVA, Jimmy

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA C-A



DATOS GENERALES:

SECCION DE COLUMNA	t1 =	0.30	mts.
	t2 =	0.30	mts.
CARGA MUERTA:	PD =	12.37	Tn.
CARGA VIVA:	PL =	0.20	Tn.
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:	$\sigma_t$ =	0.98	kg/cm <sup>2</sup> .
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	Df =	1.30	mts.
PESO ESPECIFICO DEL TERRENO:	$\gamma_t$ =	1.00	Tn/m <sup>3</sup> .
RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LA ZAPATA:	f <sub>c</sub> =	210.00	kg/cm <sup>2</sup> .
SOBRECARGA DEL PISO:	s/c =	200.00	kg/m <sup>2</sup> .
RESISTENCIA DEL ACERO:	F <sub>y</sub> =	4200.00	kg/cm <sup>2</sup> .
RECUBRIMIENTO	R =	7.50	cmt
DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE REFUERZO:	Ø <sub>v</sub> =	1.27	cm.
ALTURA A NIVEL DE PISO TERMINADO	hf =	1.60	mts.

ESFUERZO NETO DEL TERRENO "σ<sub>n</sub>":

$\sigma_n = 8.00 \text{ Tn/m}^2$

AREA DE LA ZAPATA "Azap":

Azap = 1.57 m<sup>2</sup>      S' x T' = 1.260 x 1.260 m<sup>2</sup>

PARA CUMPLIR Lv1 = Lv2

T = 1.260 mts. Utilizar      T = 1.300 mt

S = 1.260 mts. Utilizar      S = 1.300 mt

**USAR S x T      1.300 x 1.300**

Lv1 = Lv2 = 

0.500
0.500

REACCION NETA DEL TERRENO "W<sub>nu</sub>":

Pu = 

15.1628
---------

 Tn

15

Az = 1.69 m2

Wnu = 8.97 Tn/m2

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " h " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:  
CONDICION DE DISEÑO:

Vc = Vu/Ø = (Pu-Wu.m.n)/Ø.... (I)

TAMBIEN: Ø = 0.85

Vc = 1.06√(fc)xboxd ....(II)

I = II

Formando una ecuacion de segundo Grado

Entonces d = 0.0717 mt

h = 15.94 cm usar h = 40.000 cm

dprom = 0.310 m

VERIFICACION DE CORTANTE:

Lv = 0.500 mts.

Vdu = 2.22 Tn.

Vn = 2.61 Tn.

Vc = 30.95 Tn > Vn CONFORME

SENTIDO LONGITUDINAL:

DISEÑO POR FLEXION:

Mu = 1.46 Tn-m

d = 31.00 cm2.

F'c = 210.00 kg/cm2

Fy = 4200.00 kg/cm2

b = 130.00 cm

ITERANDO:

Ød = FACTOR DE REDUCCION DE DISEÑO IGUAL A 0.9ºº

Ød = 0.90

Asumiendo a = 6.2 cm

As = 1.38 cm2

a = 0.25 cm

As = 1.25 cm2

a = 0.226 cm

As = 1.25 cm2

a = 0.226

As = 1.25 cm2

Usar As = 1.25 cm2

a = 0.226

VERIFICACION DE ACERO MINIMO:

Asmin = (ptemp).(b).(d)

Asmin = 7.25 cm2.

< 1.25 cm2. USAR Asmin

As = 7.25 cm2.

CALCULO DE VARILLAS:

AØ = AREA DE LA VARILLA A USAR EN cm2.

$A\emptyset = 1/2'' \text{ cm}^2.$   
 $n = A_s/A\emptyset = 5.71 \text{ VARILLAS}$   
**usar n = 6 VARILLAS**

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m.  
 $\emptyset_v = \text{DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.}$   $\emptyset_v = 1/2''$

$\text{Separacion} = (S - 2r - \emptyset_v) / (n - 1)$   
 Separacion = 22.750 cm

Usar Separacion = 23 cm

USAR: 6 VARILLAS @ 1/2" @ 23 cm

**SENTIDO TRANSVERSAL:**

$A_{sI} = 7.25 \text{ cm}^2$   
 $A_{sT} = 7.25 \text{ cm}^2$   
 $A\emptyset = 3/8'' \text{ cm}^2.$   
 $n = A_s/A\emptyset = 10.22 \text{ VARILLAS}$   
**usar n = 10 VARILLAS**

2 0.71

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m.  
 $\emptyset_v = \text{DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.}$   $\emptyset_v = 3/8''$

$\text{Separacion} = (S - 2r - \emptyset_v) / (n - 1)$   
 Separacion = 12.700 mts.

Usar Separacion = 13 mts.

USAR: 10 VARILLAS @ 3/8" @ 13 cm

**LONGITUD DE DESARROLLO DEL REFUERZO**

**Longitud disponible para cada barra**  
 $L_d = 42.50 \text{ cm}$

**Para barras en Traccion :**

- Ab = 0.71 cm<sup>2</sup>
- Fc = 210.00 Kg/cm<sup>2</sup>
- Fy = 4200.00 Kg/cm<sup>2</sup>
- db = 0.951 cm
- Ld1 = 12.35 cm
- Ld2 = 22.76 cm
- Ld3 = 30.00 cm
- Ld = 30.000 cm**

**Usar Ld = 24.000 cm < Ldisp = 42.500 cm conforme**

**Transferencia de fuerza en la interfase de columna y cimentacion**

a.- Transferencia al Aplastamiento sobre la columna

- Pu = 15.1628 Tn
- Pn = 23.33 Tn**

Resistencia al Aplastamiento de la columna Pnb

- Pnb = 160.65 Tn
- Pn < Pnb conforme**

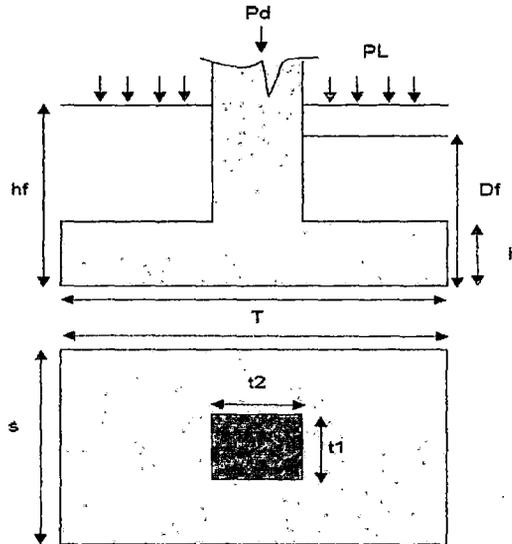
b.- Resistencia al Aplastamiento en el concreto de la Cimentacion

- Pn = 23.33
- Xo = 1.3 mt
- A2 = 1.69 mt
- A1 = 0.09 mt
- (A2/A1)<sup>0.5</sup> = 4.33**      usar      2.00
- Ao = 0.18
- Pnb = 321.3 Tn
- Pn < Pnb conforme**

Proyecto : "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENSION, PROVINCIA DE HUANCAVELICA, REGION HUANCAVELICA"

Tesistas : Bach. AYALPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALANYA, Jimmy

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA C-B



DATOS GENERALES:

SECCION DE COLUMNA	t1 =	0.25	mts.
	t2 =	0.25	mts.
CARGA MUERTA	PD =	4.98	Tn.
CARGA VIVA	PL =	0.20	Tn.
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	$\sigma_t$ =	0.98	kg/cm <sup>2</sup> .
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE	Df =	1.30	mts.
PESO ESPECIFICO DEL TERRENO	$\gamma_t$ =	1.00	Tn/m <sup>3</sup> .
RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LA ZAPATA	$f_c$ =	210.00	kg/cm <sup>2</sup> .
SOBRECARGA DEL PISO	s/c =	200.00	kg/m <sup>2</sup> .
RESISTENCIA DEL ACERO	$F_y$ =	4200.00	kg/cm <sup>2</sup> .
RECUBRIMIENTO	R =	7.50	cmt.
DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE REFUERZO	$\phi_v$ =	1.27	cm.

ALTURA A NIVEL DE PISO TERMINADO hf = 1.60 mts.

ESFUERZO NETO DEL TERRENO "  $\sigma_n$  ":

$\sigma_n$  = 8.00 Tn/m<sup>2</sup>

AREA DE LA ZAPATA " Azap ":

Azap = 0.65 m<sup>2</sup>      S' x T' = 0.810 x 0.810 m<sup>2</sup>

PARA CUMPLIR Lv1 = Lv2

T = 0.810 mts. Utilizar      T = 0.850 mt

S = 0.810 mts. Utilizar      S = 0.850 mt

USAR S x T      0.850 x 0.850

Lv1 = Lv2 = 

0.300
0.300

REACCION NETA DEL TERRENO " Wnu ":

$$Pu = 6.2912 \text{ Tn}$$

$$Az = 0.7225 \text{ m}^2$$

$$Wnu = 8.71 \text{ Tn/m}^2$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " h " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:  
CONDICION DE DISEÑO:

$$Vc = Vu/\phi = (Pu - Wu \cdot m \cdot n) / \phi \dots (I)$$

TAMBIEN:

$$\phi = 0.85$$

$$Vc = 1.06 \sqrt{f_c} \cdot x \cdot b \cdot d \dots (II)$$

I = II

Formando una ecuacion de segundo Grado

Entonces d = 0.0372 mt

h = 12.49 cm      usar      h = 40.000 cm

d<sub>prom</sub> = 0.310 m

VERIFICACION DE CORTANTE:

$$Lv = 0.300 \text{ mts.}$$

$$Vdu = -0.07 \text{ Tn.}$$

$$Vn = -0.09 \text{ Tn.}$$

$$Vc = 20.24 \text{ Tn} > Vn \quad \text{CONFORME}$$

**SENTIDO LONGITUDINAL:**

DISEÑO POR FLEXION:

$$Mu = 0.33 \text{ Tn-m}$$

$$b = 85.00 \text{ cm}$$

ITERANDO:

Ød = FACTOR DE REDUCCION DE DISEÑO IGUAL A 0.9<sup>00</sup>

$$\phi d = 0.90$$

$$\text{Usar } As = 0.28 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.079$$

VERIFICACION DE ACERO MINIMO:

Asmin = (ptemp).(b).(d)

Asmin = 4.74 cm2. < 0.28 cm2. USAR Asmin

As = 4.74 cm2.

CALCULO DE VARILLAS:

AØ = AREA DE LA VARILLA A USAR EN cm2.

AØ = 1/2" cm2.

n = As/AØ = 3.73 VARILLAS

usar n = 4 VARILLAS

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m.

Øv = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

Øv = 1/2"

Separacion = ( S - 2r - Øv ) / ( n - 1)

Separacion = 22.910 cm

Usar Separacion = 23 cm

USAR: 4 VARILLAS 1/2" @ 23 cm

SENTIDO TRANSVERSAL:

Asl = 4.74 cm2

Ast = 4.74 cm2

AØ = 3/8" cm2.

2 0.71

n = As/AØ = 6.68 VARILLAS

usar n = 7 VARILLAS

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m.

Øv = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

Øv = 3/8"

Separacion = ( S - 2r - Øv ) / ( n - 1)

Separacion = 11.550 mts.

Usar Separacion = 12 mts.

USAR: 7 VARILLAS 3/8" @ 12 cm

LONGITUD DE DESARROLLO DEL REFUERZO

Longitud disponible para cada barra

Ld = 22.50 cm

**Para barras en Traccion :**

Ab = 0.71 cm<sup>2</sup>  
Fc = 210.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
Fy = 4200.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
db = 0.951 cm  
  
Ld1 = 12.35 cm  
Ld2 = 22.76 cm  
Ld3 = 30.00 cm  
**Ld = 30.000 cm**

**Usar Ld = 24.000 cm > Ldisp = 22.500 cm**

Transferencia de fuerza en la interfase de columna y cimentacion

**a.- Transferencia al Aplastamiento sobre la columna**

Pu = 6.2912 Tn  
  
Pn = 9.68 Tn

Resistencia al Aplastamiento de la columna Pnb

Pnb = 111.5625 Tn

Pn < Pnb **conforme**

**b.- Resistencia al Aplastamiento en el concreto de la Cimentacion**

Pn = 9.68  
  
Xo = 0.85 mt  
A2 = 0.7225 mt<sup>2</sup>  
A1 = 0.0625 mt<sup>2</sup>

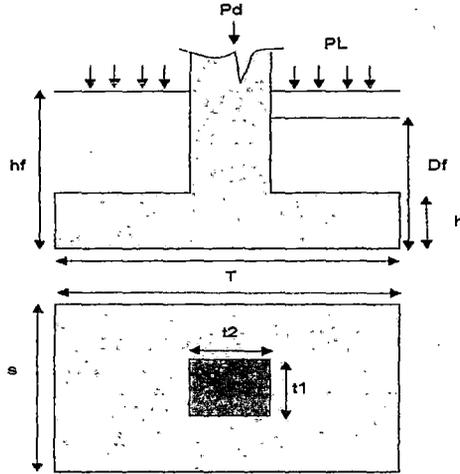
$(A2/A1)^{0,5} = 3.4$  usar 2.00

Ao = 0.125

Pnb = 223.125 Tn

Pn < Pnb **conforme**

**DISEÑO DE ZAPATA AISLADA C-C**



**DATOS GENERALES:**

SECCION DE COLUMNA	t1 =	0.25	mts.
	t2 =	0.25	mts.
CARGA MUERTA:	PD =	7.99	Tn.
CARGA VIVA:	PL =	0.20	Tn.
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:	$\sigma_1$ =	0.98	kg/cm <sup>2</sup> .
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	Df =	1.30	mts.
PESO ESPECIFICO DEL TERRENO:	$\gamma_t$ =	1.00	Tn/m <sup>3</sup> .
RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LA ZAPATA:	$f_{c'}$ =	210.00	kg/cm <sup>2</sup> .
SOBRECARGA DEL PISO:	s/c =	200.00	kg/m <sup>2</sup> .
RESISTENCIA DEL ACERO:	$F_y$ =	4200.00	kg/cm <sup>2</sup> .
RECUBRIMIENTO	R =	7.50	cmt
DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE REFUERZO:	$\phi_v$ =	1.27	cm.

ALTURA A NIVEL DE PISO TERMINADO  $h_f = 1.60$  mts.

ESFUERZO NETO DEL TERRENO " $\sigma_n$ ":

$\sigma_n = 8.00$  Tn/m<sup>2</sup>

AREA DE LA ZAPATA " $A_{zap}$ ":

$A_{zap} = 1.02$  m<sup>2</sup>       $S' \times T' = 1.020 \times 1.020$  m<sup>2</sup>

PARA CUMPLIR  $L_{v1} = L_{v2}$

$T = 1.020$  mts. Utilizar       $T = 1.050$  mt

$S = 1.020$  mts. Utilizar       $S = 1.050$  mt

**USAR  $S \times T$       1.050 x 1.050**

$L_{v1} = L_{v2} =$ 

0.400
0.400

REACCION NETA DEL TERRENO "Wnu":

$$Pu = 9.9092 \text{ Tn}$$
$$Az = 1.1025 \text{ m}^2$$

$$Wnu = 8.99 \text{ Tn/m}^2$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA "h" DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:  
CONDICION DE DISEÑO:

$$Vc = Vu/\phi = (Pu - Wu.m.n)/\phi \dots (I)$$

TAMBIEN:

$$\phi = 0.85$$

$$Vc = 1.06\sqrt{f_c}xboxd \dots (II)$$

I = II

Formando una ecuacion de segundo Grado

Entonces d = 0.0566 mt

h = 14.43 cm usar h = 40.000 cm

$$d_{prom} = 0.310 \text{ m}$$

VERIFICACION DE CORTANTE:

$$Lv = 0.400 \text{ mts.}$$

$$Vdu = 0.85 \text{ Tn.}$$

$$Vn = 1.00 \text{ Tn.}$$

$$Vc = 25.00 \text{ Tn} > Vn \quad \text{CONFORME}$$

**SENTIDO LONGITUDINAL:**

DISEÑO POR FLEXION:

$$Mu = 0.75 \text{ Tn-m}$$

$$b = 105.00 \text{ cm}$$

ITERANDO:

$\phi d$  = FACTOR DE REDUCCION DE DISEÑO IGUAL A 0.9°°

$$\phi d = 0.90$$

$$\text{Usar } As = 0.65 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.145$$

VERIFICACION DE ACERO MINIMO:

$$As_{min} = (p_{temp}).(b).(d)$$

$$As_{min} = 5.86 \text{ cm}^2.$$

$$< 0.65 \text{ cm}^2. \quad \text{USAR } As_{min}$$

$$As = 5.86 \text{ cm}^2.$$

CALCULO DE VARILLAS:

$A\phi$  = AREA DE LA VARILLA A USAR EN  $\text{cm}^2$ .

$$A\phi = 1/2 \text{ cm}^2.$$

$$n = As/A\phi = 4.61 \text{ VARILLAS}$$

$$\text{usar } n = 5 \text{ VARILLAS}$$

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m.

Øv = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

Øv = 1/2 " ▾

Separacion = ( S - 2r - Øv ) / ( n - 1 )

Separacion = 22.180 cm

Usar Separacion = 22 cm

USAR: 5 VARILLAS 1/2 " @ 22 cm

SENTIDO TRANSVERSAL:

Asl = 5.86 cm2

Ast = 5.86 cm2

AØ = 3/8 " ▾ cm2.

2 0.71

n = As/AØ = 8.25 VARILLAS

usar n = 8 VARILLAS

r = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.075m.

Øv = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

Øv = 3/8 " ▾

Separacion = ( S - 2r - Øv ) / ( n - 1 )

Separacion = 12.760 mts.

Usar Separacion = 13 mts.

USAR: 8 VARILLAS 3/8 " @ 13 cm

LONGITUD DE DESARROLLO DEL REFUERZO

Longitud disponible para cada barra

Ld = 32.50 cm

Para barras en Traccion :

Ab = 0.71 cm2

Fc = 210.00 Kg/cm2

Fy = 4200.00 Kg/cm2

db = 0.951 cm

Ld1 = 12.35 cm

Ld2 = 22.76 cm

Ld3 = 30.00 cm

Ld = 30.000 cm

Usar Ld = 24.000 cm < Ldisp = 32.500 cm conforme

Transferencia de fuerza en la interfase de columna y cimentacion

a.- Transferencia al Aplastamiento sobre la columna

Pu = 9.9092 Tn

Pn = 15.24 Tn

Resistencia al Aplastamiento de la columna Pnb

Pnb = 111.5625 Tn

Pn < Pnb conforme

b.- Resistencia al Aplastamiento en el concreto de la Cimentacion

$P_n = 15.24$

$X_o = 1.05 \text{ mt}$

$A_2 = 1.1025 \text{ mt}$

$A_1 = 0.0625 \text{ mt}$

$(A_2/A_1)^{0.5} = 4.2$                       usar                      2.00

$A_o = 0.125$

$P_{nb} = 223.125 \text{ Tn}$

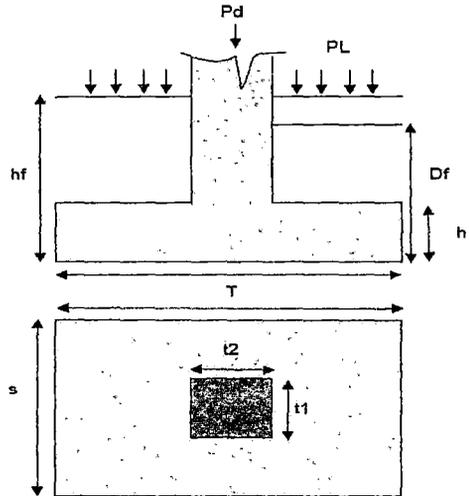
$P_n < P_{nb}$                       **conforme**

7

**Proyecto :** "ESTUDIO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR DE PUCARUMI, DISTRITO DE ASCENCIÓN, PROVINCIA DE HUANCAYELICA, REGION HUANCAYELICA"

**Tesisistas :** Bach. AYALPOMA TORALVA, Omar Rafael  
Bach. HUAMÁN ALAYNA, Jimmy

**DISEÑO DE ZAPATA AISLADA C-D**



**DATOS GENERALES:**

SECCION DE COLUMNA	t1 =	0.25	mts.
	l2 =	0.25	mts.
CARGA MUERTA:	PD =	8.03	Tn.
CARGA VIVA:	PL =	0.20	Tn.
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:	σt =	0.98	kg/cm2.
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	Df =	1.30	mts.
PESO ESPECIFICO DEL TERRENO:	γt =	1.00	Tn/m3.
RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LA ZAPATA:	fc =	210.00	kg/cm2.
SOBRECARGA DEL PISO:	s/c =	200.00	kg/m2.
RESISTENCIA DEL ACERO:	Fy =	4200.00	kg/cm2.
RECUBRIMIENTO:	R =	7.50	cmt
DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE REFUERZO:	Øv =	1.27	cm.

ALTURA A NIVEL DE PISO TERMINADO hf = 1.60 mts.

**ESFUERZO NETO DEL TERRENO " σn**

σn = 8.00 Tn/m2

**AREA DE LA ZAPATA " Azap ":**

Azap = 1.03 m2      S' x T' = 1.020 x 1.020 m2

**PARA CUMPLIR Lv1 = Lv2**

T = 1.020 mts. Utilizar      T = 1.050 mt

S = 1.020 mts. Utilizar      S = 1.050 mt

**USAR S x T      1.050 x 1.050**

Lv1 = Lv2 =	0.400
	0.400

REACCION NETA DEL TERRENO " Wnu ":

$$P_u = 9.9548 \text{ Tn}$$
$$A_z = 1.1025 \text{ m}^2$$

$$W_{nu} = 9.03 \text{ Tn/m}^2$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " h " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:  
CONDICION DE DISEÑO:

$$V_c = V_u / \phi = (P_u - W_u \cdot m \cdot n) / \phi \dots (I)$$

TAMBIEN:

$$\phi = 0.85$$

$$V_c = 1.06 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \dots (II)$$

I = II

Formando una ecuacion de segundo Grado

$$\text{Entonces } d = 0.0568 \text{ m}$$

$$h = 14.45 \text{ cm} \quad \text{usar} \quad h = 40.000 \text{ cm}$$

$$d_{prom} = 0.310 \text{ m}$$

VERIFICACION DE CORTANTE:

$$L_v = 0.400 \text{ mts.}$$
$$V_{du} = 0.85 \text{ Tn.}$$
$$V_n = 1.00 \text{ Tn.}$$

$$V_c = 25.00 \text{ Tn} > V_n \quad \text{CONFORME}$$

### SENTIDO LONGITUDINAL:

DISEÑO POR FLEXION:

$$M_u = 0.76 \text{ Tn-m}$$
$$b = 105.00 \text{ cm}$$

ITERANDO:

$$\phi_d = \text{FACTOR DE REDUCCION DE DISEÑO IGUAL A } 0.9^{\circ} \quad \phi_d = 0.90$$

$$\text{Usar } A_s = 0.65 \text{ cm}^2 \quad a = 0.145$$

VERIFICACION DE ACERO MINIMO:

$$A_{smin} = (\rho_{temp}) \cdot (b) \cdot (d)$$

$$A_{smin} = 5.86 \text{ cm}^2 < 0.65 \text{ cm}^2 \quad \text{USAR } A_{smi}$$

$$A_s = 5.86 \text{ cm}^2$$

CALCULO DE VARILLAS:  
 $A\emptyset$  = AREA DE LA VARILLA A USAR EN cm<sup>2</sup>.

$A\emptyset = 1/2''$  cm<sup>2</sup>.  
 $n = A_s/A\emptyset = 4.61$  VARILLAS

usar  $n = 5$  VARILLAS

$r$  = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.07!  
 $\emptyset_v$  = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

$\emptyset_v = 1/2''$

Separacion =  $(S - 2r - \emptyset_v) / (n - 1)$   
 Separacion = 22.180 cm

usar Separacion = 22 cm

USAR: 5 VARILLAS 1/2'' @ 22 cm

SENTIDO TRANSVERSAL:

$A_{sl} = 5.86$  cm<sup>2</sup>

$A_{st} = 5.86$  cm<sup>2</sup>

$A\emptyset = 3/8''$  cm<sup>2</sup>.  
 $n = A_s/A\emptyset = 8.25$  VARILLAS

2 0.71

usar  $n = 8$  VARILLAS

$r$  = RECUBRIMIENTO EN mts. USUALMENTE 0.07!  
 $\emptyset_v$  = DIAMETRO DE LA VARILLA USADA EN mts.

$\emptyset_v = 3/8''$

Separacion =  $(S - 2r - \emptyset_v) / (n - 1)$   
 Separacion = 12.760 mts.

usar Separacion = 13 mts.

USAR: 8 VARILLAS 3/8'' @ 13 cm

LONGITUD DE DESARROLLO DEL REFUERZO

Longitud disponible para cada barra

$L_d = 32.50$  cm

Para barras en Traccion :

$A_b = 0.71$  cm<sup>2</sup>

$F_c = 210.00$  Kg/cm<sup>2</sup>

$F_y = 4200.00$  Kg/cm<sup>2</sup>

$d_b = 0.951$  cm

$L_{d1} = 12.35$  cm

$L_{d2} = 22.76$  cm

$L_{d3} = 30.00$  cm

$L_d = 30.000$  cm

Usar  $L_d = 24.000$  cm <  $L_{disp} = 32.500$  cm conforme

Transferencia de fuerza en la interfase de columna y cimentación

**a.- Transferencia al Aplastamiento sobre la columna**

$$P_u = 9.9548 \text{ Tn}$$

$$P_n = 15.32 \text{ Tn}$$

Resistencia al Aplastamiento de la columna  $P_{nb}$

$$P_{nb} = 111.5625 \text{ Tn}$$

$$P_n < P_{nb} \quad \text{conforme}$$

b.- Resistencia al Aplastamiento en el concreto de la Cimentación

$$P_n = 15.32$$

$$X_o = 1.05 \text{ mt}$$

$$A_2 = 1.1025 \text{ mt}$$

$$A_1 = 0.0625 \text{ mt}$$

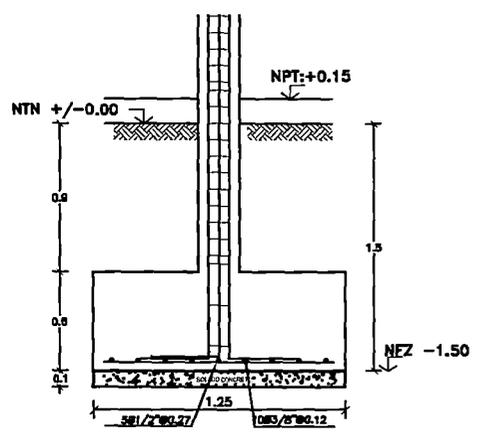
$$(A_2/A_1)^{0.5} = 4.2 \quad \text{usar} \quad 2.00$$

$$A_o = 0.125$$

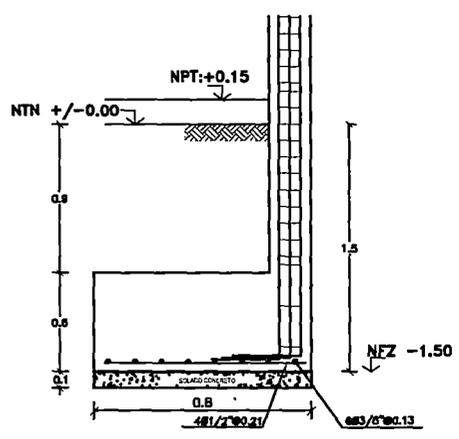
$$P_{nb} = 223.125 \text{ Tn}$$

$$P_n < P_{nb} \quad \text{conforme}$$

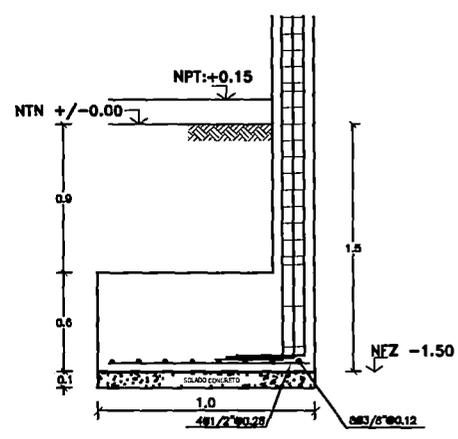
# DETALLE CIMENTACION ZONA I



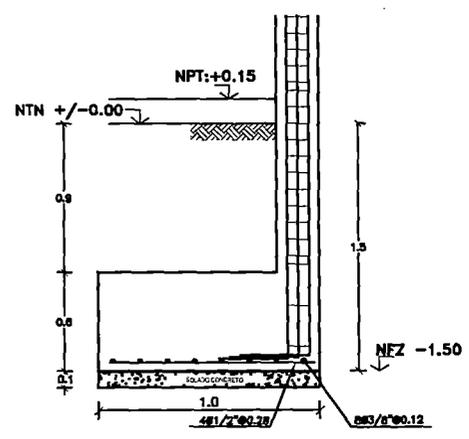
**ZAPATA C1**  
ESC: 1/25



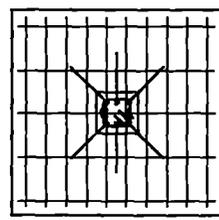
**ZAPATA C2**  
ESC: 1/25



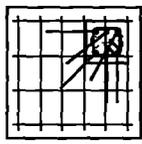
**ZAPATA C3**  
ESC: 1/25



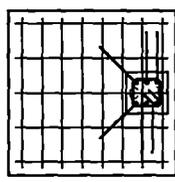
**ZAPATA C4**  
ESC: 1/25



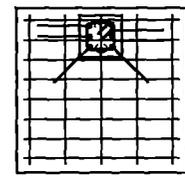
**ZAPATA C1**  
ESC: 1/25



**ZAPATA C2**  
ESC: 1/25

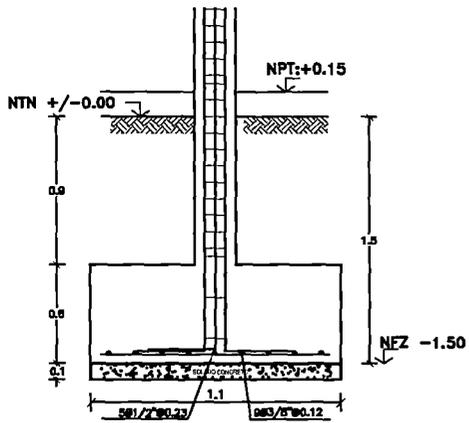


**ZAPATA C3**  
ESC: 1/25

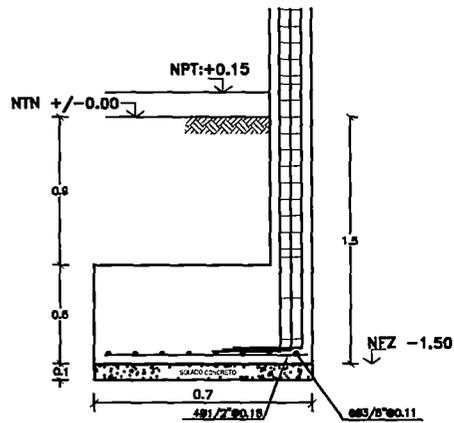


**ZAPATA C4**  
ESC: 1/25

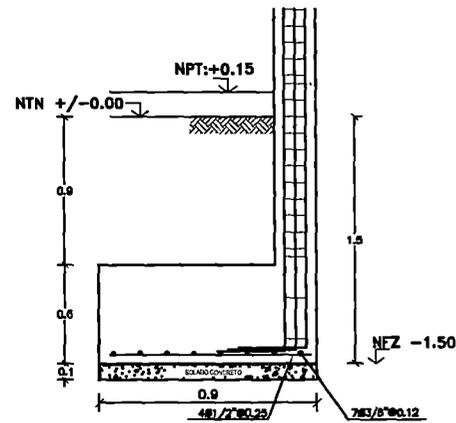
# DETALLE CIMENTACION ZONA II



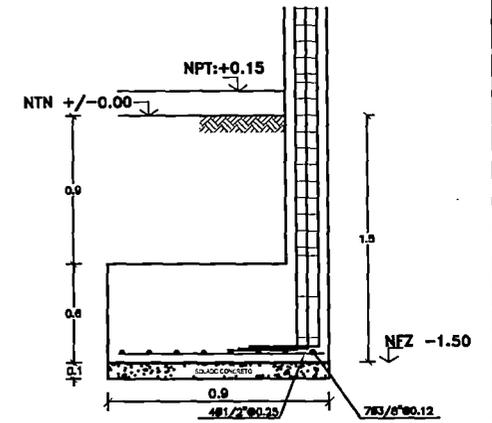
**ZAPATA C1**  
ESC: 1/25



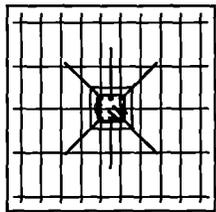
**ZAPATA C2**  
ESC: 1/25



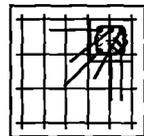
**ZAPATA C3**  
ESC: 1/25



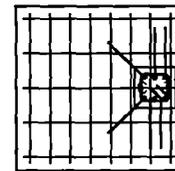
**ZAPATA C4**  
ESC: 1/25



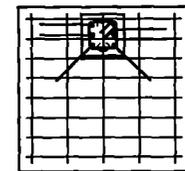
**ZAPATA C1**  
ESC: 1/25



**ZAPATA C2**  
ESC: 1/25

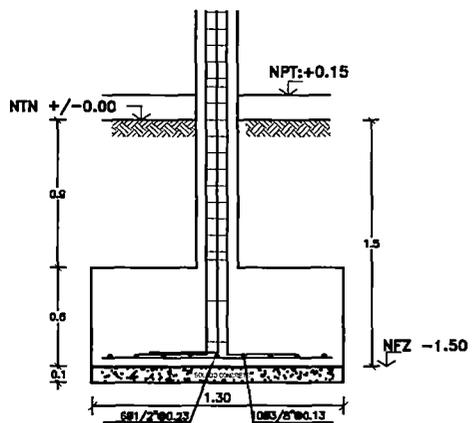


**ZAPATA C3**  
ESC: 1/25

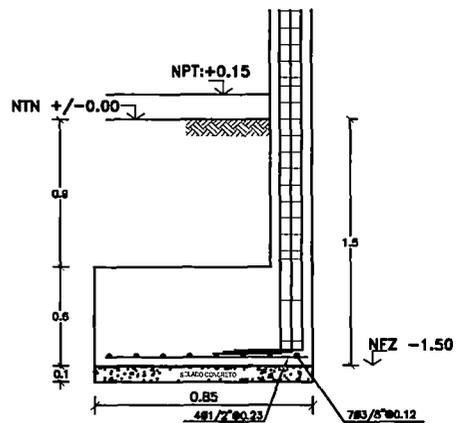


**ZAPATA C4**  
ESC: 1/25

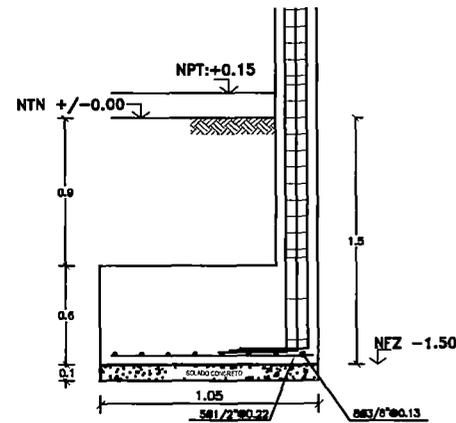
# DETALLE CIMENTACION ZONA III



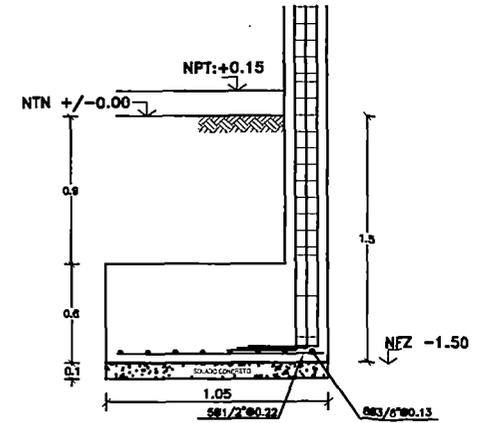
**ZAPATA C1**  
ESC: 1/25



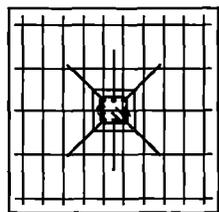
**ZAPATA C2**  
ESC: 1/25



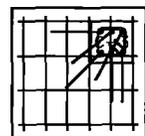
**ZAPATA C3**  
ESC: 1/25



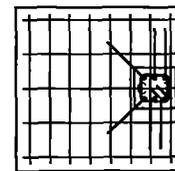
**ZAPATA C4**  
ESC: 1/25



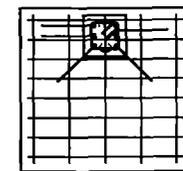
**ZAPATA C1**  
ESC: 1/25



**ZAPATA C2**  
ESC: 1/25



**ZAPATA C3**  
ESC: 1/25



**ZAPATA C4**  
ESC: 1/25