

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**“CONTROL DE CALIDAD EN LA CONFORMACIÓN DE  
TERRAPLEN DEL CANAL DE RIEGO CANAL ”N” DEL  
DISTRITO DE CUPU MELGAR PUNO”**

**TESIS**

Presentada por:

**FERBER CANCIO LIMA KACHA**

Para optar el título profesional de:

**INGENIERO GEÓLOGO**

**Puno – Perú**

**2016**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

Presentada por:

**FERBER CANCIO LIMA KACHA**

## TESIS

**“CONTROL DE CALIDAD EN LA CONFORMACIÓN DE  
TERRAPLEN DEL CANAL DE RIEGO CANAL "N" DEL  
DISTRITO DE CUPI MELGAR PUNO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO.**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

.....

**DR. VICTORIANO ROLANDO APAZA CAMPOS**

**PRIMER MIEMBRO**

.....

**M. SC. LEONEL PALOMINO ASCENCIO**

**SEGUNDO MIEMBRO**

.....

**M. SC. ROGER GONZALES ALIAGA**

**DIRECTOR DE TESIS**

.....

**ING. MAURICIO PERALTA MOLINA**

**Puno – Perú  
2016**

**ÁREA: GEOTECNIA**

**TEMA: MECÁNICA DE SUELOS.**



## DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por guiarme por un buen camino, e iluminar cada momento de mi vida, pues ha estado presente en cada momento de este gigantesco paso, en el que hoy por fin he visto cristalizado la meta de mis sueños, donde el quiero se unen con el poder, sin embargo, mi fe y mi perseverancia puesta en ti Oh Dios ha hecho que se concretara la culminación de mi carrera profesional.

Con infinito amor y gratitud a mis padres: Cancio y Gualberta como muestra de mi eterno agradecimiento, quienes sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer en esta vida de lucha y superación constante, deseo expresarle que mis ideales, esfuerzos y logros también son suyos, constituyen el legado más grande que pudiera recibir.

A mis hermanos: Jefferson, Jhonny, Roxana, Helida, Monica, Miguel Angel, y Rosmery quienes con su cariño y constancia forjaron a mí el deseo de seguir el ejemplo.

A mi amada esposa Dency que ha sido el impulso y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional, ha sido amiga y compañera inseparable, fuente de sabiduría calma y consejo en todo momento.

A mi preciosa hija Thayra Ycmed para quien ningún sacrificio es suficiente, que con su luz ha iluminado mi vida y hace mi camino más claro.

**FERBER**

I

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme el don de la inteligencia y la sabiduría para enfrentar los obstáculos presentados durante mi vida universitaria.

Expresar mi especial agradecimiento a mi alma mater y mentora que es la Universidad Nacional Del Altiplano – Puno, por darme la oportunidad de alcanzar una meta más.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, quienes supieron brindarme su experiencia y conocimientos.

Con profundo y sincero agradecimiento al Ing. Ladislao Montesinos “Residente de obra” de la Obra “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU UMACHIRI DE LA PROVINCIA DE MELGAR – DEPARTAMENTO DE PUNO”, por permitirme la realización de la presente tesis, gracias por la amistad brindada.

De la misma manera a Laboratorio “**DE LA EMPRESA CONSORCIO LLALLIMAYU**” por las facilidades brindadas para realizar los Ensayos de Laboratorio De Mecánica de Suelos, Concretos, Asfaltos y Control de Calidad.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE GENERAL.....	III
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE SIMBOLOS UTILIZADOS.....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES .....	1
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4.1 DEFINICIÓN GENERAL.....	4
1.4.2. DEFINICIONES ESPECÍFICAS .....	5
1.5. LIMITACIONES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
1.7.3. GENERAL HIPÓTESIS .....	6
1.7.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICO .....	6
1.8. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.8.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.8.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	6

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CONTROL DE CALIDAD.....	7
2.2.- EVALUACIÓN DE SUELOS DE FUNDACIÓN.....	7
2.2.1.- EXPLORACIÓN DE CAMPO .....	7
2.2.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO .....	7
2.2.2.1.- Contenido De Humedad Natural .....	8
2.2.2.2.- Análisis Granulométrico.....	8
2.2.2.3. Análisis Granulométrico Por Tamizado .....	8
2.2.2.4. Límites De Atterberg .....	10
2.2.2.5. Relacion Humedad-Densidad (Proctor).....	12
2.3. HUMEDAD NATURAL.....	13
2.4. CLASIFICACION DE SUELOS SUCS .....	13
2.5. CLASIFICACIÓN DE AASTHO .....	14
2.6. DEFINICIÓN GEOLÓGICA DE SUELO.....	17
2.7. ROCA SEDIMENTARIA .....	18
2.8. CANALES DE RIEGO .....	18
2.9. CANALES DE RIEGO POR SU FUNCIÓN.....	18
2.10. ELEMENTOS BÁSICOS EN EL DISEÑO DE CANALES.....	19
2.11. GEOLOGÍA .....	20
2.12. GEOMORFOLOGÍA .....	20
2.13. GEODINÁMICA .....	21
2.14. GEOTECNIA.....	21
2.15. TERRAPLENES.....	21
2.16. CONO DE ARENA.....	27

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA APLICADA.....	28
3.2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL AREA DEL PROYECTO.....	30
3.3. ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE TRABAJO.....	30
3.3.1. CLIMA Y VEGETACIÓN.....	30
3.4. GEOMORFOLOGÍA.....	31
3.4.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	31
3.5. GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	32
3.6. TECTÓNISMO.....	33
3.7. VOLCÁNICOS.....	33
3.8.- HIDROLOGIA.....	33
3.9.- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LOCALES.....	37
3.10.- SISTEMA ANTRÓPICO.....	38
3.11.- SISTEMA FLUVIAL:.....	38
3.12.- SISTEMA VOLCÁNICO – MONTAÑOSO.....	39
3.13.2. MESOZOICO (CRETACEO).....	41
3.13.2.1. Formacion Ayabacas (Kis-Y).....	41
3.13.2.2. Formacion Vilquechico (Ksvi).....	42
3.13.4. CENOZOICA (NEOGENO - CUATERNARIO).....	42
3.13.4.1. Formacion Tinajani (Nm-Ti).....	42
3.13.4.2. Formación Azángaro (Qp - Az)......	42
3.14.5. DEPOSITOS FLUVIALES (QH-FL).....	43
3.14.6. DEPOSITOS ALUVIALES (QH-AL).....	43

3.14.7. DEPÓSITOS DE BOFEDALES (QH-BO) .....	43
3.14.8. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL.....	43
3.15.- GEODINÁMICA EXTERNA.....	44
3.15.1. DESLIZAMIENTO DE TALUDES.....	44
3.15.2. CAUSA DE SU OCURRENCIA .....	45
3.15.3. MEDIDAS CORRECTIVA .....	45
3.15.4. EROSIÓN DE RIBERAS .....	46
3.17. GEOTECNÍA DEL CANAL PRINCIPAL .....	47
3.18. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS CANAL PRINCIPAL .....	48
CALICATA N° 05: PROGRESIVA 2+500 – 3+000.....	48
CALICATA N° 02: PROGRESIVA 3+000 – 4+420.....	49
CALICATA N° 03: PROGRESIVA 4+420 – 4+550.....	50
CALICATA N° 04: PROGRESIVA 4+550 – 7+480. ....	51
CALICATA N° 05: PROGRESIVA 7+480 – 8+425.....	51
CALICATA N° 06: PROGRESIVA 8+425 - 8+900. ....	52

## CAPITULO IV

### DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2. ESTUDIO DE CANTERAS .....	54
4.3. UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO.....	56
4.4. MATERIAL DE RELLENO 03 FINAYA .....	57
4.5. CANTERAS DE MATERIAL COHESIVO MC01.....	58
4.6. CANTERAS DE MATERIAL DE RELLENO MC-01 .....	60
4.7. MATERIAL DE RELLENO MR – 04 (AQUESAYA). ....	62
4.8 MATERIAL DE RELLENO MR – 05 (SANTA LUCIA). ....	64
4.9. DISEÑO DE SUELOS PARA TERRAPLEN. ....	65

4.10. PRUEBAS DE DENSIDAD DE CAMPO .....	68
4.10.2. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.1) FICHA DE CONTROL 01 .....	69
4.10.3. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.2) FICHA DE CONTROL 02 .....	69
4.10.4. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.3) FICHA DE CONTROL 03 .....	69
4.10.5. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.4) FICHA DE CONTROL 04 .....	70
4.10.6. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.5) FICHA DE CONTROL 05 .....	70
4.10.7. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.6) FICHA DE CONTROL 06 .....	70
4.10.8. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.7) FICHA DE CONTROL 07 .....	71
4.10.9. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.8) FICHA DE CONTROL 08 .....	71
4.10.10. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.9) FICHA DE CONTROL 09.....	72
4.10.11. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.10) FICHA DE CONTROL 10.....	72
4.10.12. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (ANEXO 1.11) FICHA DE CONTROL 11.....	72
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOSPANEL FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>132</b>
<b>PLANOS.....</b>	<b>137</b>

**LISTA DE CUADROS**

TABLA N° 0 1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO.....	9
TABLA N° 0 2 SIMBOLOGÍA DE SUELOS SUCS .....	14
TABLA N° 0 3 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).....	14
TABLA N° 0 4 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DE SOPORTE (AASHTO .	16
TABLA N° 0 5 SISTEMAS DE CLESIFICACIÓN SEGÚN (AASHTO) .....	17
CUADRO N° 0 6 VÍAS DE ACSESO .....	30
CUADRO N° 0 7 CUADROS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	30
CUADRO N° 0 8 CALIBRACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHÖLTZ.....	35
CUADRO N° 0 9 CAUDALES GENERADOS CAPTACION CORANI .....	36
CUADRO N° 0 10 CAUDALES MÁXIMOS CAPTACIÓN CORANI DE CANAL N EN EL RIO LLALLIMAYO .....	37
CUADRO N° 0 11 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS .....	38
CUADRO N° 0 12 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA .....	41
CUADRO N° 0 13 ESTRUCTURAS PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO GEOLÓGICO .....	47
CUADRO N° 0 14 RESUMEN DE PRUEBAS EN LABORATORIO .....	48
CUADRO N° 0 15 RESUMEN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y GRADO DE HINCHAMIENTO C.P.....	53
CUADRO N° 0 16 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO .....	56
CUADRO N° 0 17 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO .....	57
CUADRO N° 0 18 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO .....	58
CUADRO N° 0 19 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO .....	60
CUADRO N° 0 20 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO .....	62
CUADRO N° 0 21 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO .....	64
CUADRO N° 0 22 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TERRAPLENES.	65
CUADRO N° 0 23 MEZCLA DE 02 SUELOS PARA EL RELLENO DE TERRAPLEN .....	66
CUADRO N° 0 24 PRUEBAS FÍSICAS DEL MATERIAL DEL TERRENO DE FUNDACION.....	67

**LISTA DE SIMBOLOS UTILIZADOS**

INGEMMET	Instituto Geológico Minero Metalúrgico
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
qu	capacidad de carga
y	densidad natural
B	ancho de cimentación
PE	peso específico
PU	peso unitario
ZW	profundidad en el agua
%	porcentaje
AASTHO	american Association of State Higway Officialss
ASTM	american Society for Testing and Materiales
SUCS	sistema Unificada de Clasificacion de suelos
CBR	relación de Soporte de California
mm	milímetros
Ip	índice de plasticidad
LL	límite Líquido
LP	límite Plástico
Wi	peso inicial
Wp	peso total
Wn	contenido de humedad promedio
If	depósitos fluviales
Cc	volumen del molde
Gc	carga requerida
ML	arcilla de baja plastisidad
SD	desviación estándar
CI	arcilla de baja compresibilidad
CH	arcillas de alta plasticidad
Km	kilometro
T	tiempo

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación de Geología y Geotecnia se realizó en la obra “mejoramiento y ampliación del servicio de agua para el sistema de riego Canal N, en los sectores de Corani, Aquesaya, Incalarka, Challapata, Melgar de los distritos de Cupi Y Umachiri, provincia de Melgar, región Puno”, ubicado en los distritos de Cupi y Umachiri Provincia de Melgar región de Puno; a una altura de 3996 m.s.n.m., en el proceso de ejecución de la obra se presentó dificultades en la conformación de terraplenes por la presencia de suelos inestables, orgánicos dificultando la conformación por lo que se realizó de acuerdo al avance de obra priorizando del canal principal, el objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar las características geotécnicas para determinar las canteras a usarse, la evaluación geológica y geotécnica en la conformación de terraplenes y el control de calidad para el uso de materiales de cantera y sus cortes en tramos críticos y obtener los parámetros geotécnicos como análisis granulométrico de suelos inestables, controles de conformación de terraplenes utilizando la metodología experimental en el laboratorio de mecánica de suelos y concretos de la empresa ejecutora Consorcio Llallimayo, durante los trabajos experimentales en campo fueron observados aspectos generales y técnicas de Geología y Geotecnia que han influenciado en la conformación de terraplenes en base a los elementos obtenidos durante el levantamiento de muestras en campo, se realizando un análisis al detalle sobre zonas inestables y la necesidad de ensayos de muestras de suelos provenientes de suelos residuales, también se realizó el análisis de calicatas en las progresivas Km. 02+300 – 8+460, utilizando la metodología propuesta geología local y geotecnia, para lo cual previamente se realizó pruebas de ensayos de laboratorio, en las pruebas de geotecnia canteras la mas optima es la cantera de aquesaya y con lo que respecta en conformacion de terraplenes la mas oftima es de una densidad de campo de un promedio aritmetico 99%, de la evaluación de las pruebas experimentales nos permiti conocer los parámetros más óptimos para la conformación de terraplenes con calidad de acuerdo al Reglamento Nacional de construcciones así mismo las pruebas son realizadas para la optimización de la inversión de presupuesto en el movimiento de tierras.

**PALABRAS CLAVE:** Terraplén, Densidad de campo, Control de calidad.

## ABSTRACT

The present research work on Geology and Geotechnics was carried out in the work "Improvement and expansion of the water service for the canal n irrigation system, in the sectors of corani, aquesaya, incalarka, challapata, melgar of the districts of cupi and umachiri , Province of melgar, region puno ", located in the districts of Cupi and Umachiri Province of Melgar Puno region; At a height of 3996 masl, in the process of execution of the work presented difficulties in the formation of embankments by the presence of unstable, organic soils making difficult the conformation so that it was made according to the progress of work prioritizing the main channel, The objective of the present research is to evaluate the geotechnical characteristics to determine the quarries to be used, the geological and geotechnical evaluation in the formation of embankments and the quality control for the use of quarry materials and their cuts in critical sections and obtain the Geotechnical parameters such as granulometric analysis of unstable soils, landfill conformation controls using the experimental methodology in the soil and concrete mechanics laboratory of the executing company Consorcio Llallimayo, during the experimental work in the field were observed general and technical aspects of Geology and Geotechnics Have i Nfluenced in the formation of embankments based on the elements obtained during the survey of samples in the field, a detailed analysis was carried out on unstable zones and the necessity of tests of soil samples from residual soils, also the analysis of paving stones In the progressive Km 02 + 300 - 8 + 460, using the methodology proposed local geology and geotechnics, for which previously it was carried out tests of laboratory tests, in the tests of geotechnical quarries the most optimal is the quarry of aquesia and with In terms of landfills, the most optimum is a field density of 99% arithmetic average, from the evaluation of the experimental tests we were able to know the most optimal parameters for the formation of embankments with quality according to the National Regulations of Constructions also the tests are carried out for the optimization of the budget investment in the Earth movements.

**KEY WORDS:** Embankment, Field Density, Quality Control.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. GENERALIDADES

La investigación se centra en el estudio del comportamiento de los cambios en el proceso de construcción del canal de los suelos inestables. Se ha definido cuidadosamente un programa de ensayos de laboratorio con una variedad de trayectorias tensionales y de succión que reproduzcan respuestas de interés para el avance del conocimiento de los suelos no saturados y saturados. Los resultados de los ensayos se han interpretado de acuerdo a un modelo de endurecimiento elástico y plástico desarrollado previamente en el laboratorio.

El trabajo se realizó para evitar la filtración de agua en los terraplenes con el control de compactación y conformación de terraplenes por lo cual se utilizó métodos de adecuando al control de calidad.

El cual conformará y evitará fisuramiento de canales de concreto roturas, caída de taludes descenso de suelos y asentamiento.

Los problemas de conformación de terraplenes son principalmente por el diseño de canteras lo cual se obtendrá el porcentaje de plasticidad y límite líquido y plástico. Para su conformación de terraplenes en canales de inmensas distancias.

Mediante ensayos de control de la compactación, se ha estudiado el comportamiento del terreno de fundación, para el mejoramiento sistemático de muestras normalmente extraídas de los tramos a construirse y sobre el

mejoramiento de suelo. Se ha analizado la influencia del estado inicial, así como los efectos de término de compactación aplicada y los cambios del comportamiento del suelo ya compactado. En estos ensayos se han observado pautas de comportamientos el que mejo el terreno de fundacion en relación con los cambios de material de contera.

Se ha constatado la existencia de varios material de canteras de construcción para lo cual se tomaron muestras de cinco diferentes zonas lo cual se acen diferentes pruebas físicas para descartar a los que se van a usar para la conformacion de terraplenes, así como en las trayectorias de carga y descarga de el material de cantera.

Por lo que se ha podido solucionar en las metas establecidas en las diferentes etapas del proyecto lo cual indica que funciona un excelente control para una construcción.

## **1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Los trabajos que anteceden al presente estudio de investigación denominada, “CONTROL DE CALIDAD EN LA CONFORMACION DE TERRAPLEN DEL CANAL DE RIEGO CANAL”N” DEL DISTRITO DE CUPI MELGAR PUNO” 2016.

Según estudios realizados en los años 1973 y 1974 por CEDEGE, se determinó la presencia de arcillas expansivas en la zona del proyecto, las cuales siempre han sido motivo de preocupación para los Ingenieros Geotécnicos, pues, estos suelos se caracterizan por tener un cambio volumétrico considerable al existir variaciones de humedad; en un informe de suelos presentado por CEDEGE, 1983, se distingieron 3 tipos de suelos:

- a) Arcillas de alta plasticidad (CH), generalmente de color gris y que se encuentran superficialmente con espesores variables de 0.50 a 2.00 mts.
- b) Arcillas de baja plasticidad (CL) generalmente de color café amarillento con contenido de limos y arenas que se encuentran bajo la anterior y en zonas reducidas se localiza superficialmente.
- c) Arenas limosas, limos arcillosos y arenas arcillosas de color amarillo claro que se encuentra en zonas de elevaciones de poca altura.

Para la construcción de los terraplenes que alojan canales de riego, caminos, y diques, CEDEGE planteo tres alternativas:

1) Terraplenes homogéneos utilizando suelos no expansivos

Consistía en construir los terraplenes con suelos de expansividad baja o nula, obtenidos de la zona de préstamo más cercana; técnicamente sería una buena opción pero el factor económico debería estudiarse detalladamente.

2) Terraplenes homogéneos utilizando suelos expansivos

Consistía en la utilización del material de préstamo lateral, generalmente arcillas grises de alta expansividad la cual debería de ser tratada antes de su utilización; la estabilización de dichos suelos podría ser:

No se tiene mucha información en la conformación de terraplenes para la construcción de canales de riego esto debido a la variación geográfica, topográfica (Sacoto – Guayaquil 1991).

Se tiene proyectos de riego en la Provincia de Melgar con captaciones en los ríos como son las bocatomas que conducen el agua a través de canales rústicos.

En los años 1948-1950 se realiza la apertura de los canales principales rústicos en los sectores de Corani e Incalarka, con sus captaciones rústicas denominadas tomas en esa época, la construcción de los canales fue realizada para su revestimiento y conformación, haciendas Aquesaya e Incalarka; el canal principal que sale de la captación Corani tenía 3 km, construido hasta el lugar denominado Huallpa Kunta, así mismo en dicha construcción se abrieron 04 canales laterales que existen en la actualidad, cada uno con una longitud de 3,500 metros que estos fueron conformados solo con rellenos de material.

En el año 1970 a 1980 el Sistema de riego canal N pasa a manos de la Empresa Rural Umachiri, en donde se hacen mejoras del canal principal y de los canales laterales para optimizar el recurso hídrico.

En el año 1989 COOPOP, realiza el mejoramiento del Sistema de riego Canal N con la construcción de 1.5 km de canal revestido de concreto en el Sector Corani.

En el año 2008, la Municipalidad Provincial de Melgar realiza el revestimiento del canal de una longitud de 800 m en el sector Aquesaya.

Actualmente se tiene construido dos captaciones rusticas encausados con material del mismo río, una canal principal de 6.8 km; de los cuales 3 km es de concreto y 3.8 km es de canal en tierra, y canales laterales con un total de 14 km.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En el proceso de ejecución de la obra se ha presentado dificultades como es la presencia de suelos inestables, porque el lugar es de una topografía plana lo que es propenso a las inundaciones por la acumulación de agua provenientes del riego y lluvias, las canteras que se tenían no cumplen con las características geológicas y geotécnicas en la construcción de terraplén afectando la construcción del revestimiento del canal que se muestran con fisuramiento, filtraciones, así mismo la inestabilidad del suelo para la construcción de canales pueden ser perjudiciales en la construcción del canal.

El porcentaje de grado de expansibilidad del suelo de construcción del canal lo cual se necesita un mejoramiento tanto de compactación y de permeabilidad y la gradiente hidráulica en los lugares de dificultad son mayormente los suelos OH MH y los tramos de 7+565 del canal principal son clasificados como OH los cuales significa una inestabilidad del suelo.

Para que la preparación de suelos inestables o inorgánicos que perjudican la conformación de terraplenes que cumplan con la compactación.

### **1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.4.1 DEFINICIÓN GENERAL**

Como influye la calidad en la conformación de terraplén del canal de riego canal "N" del distrito de Cupi Melgar Puno.

#### **1.4.2. DEFINICIONES ESPECÍFICAS**

¿Cómo influye la calidad de las propiedades físicas de los suelos para la conformación de terraplenes para la construcción del canal de riego del canal principal en los tramos 2+550- 8+870?

¿Cómo mejora el material de cantera para la conformación de terraplenes del canal de riego "N"?

#### **1.5. LIMITACIONES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La limitación del proceso de investigación son los siguientes aspectos el factor del tiempo que no permite aplicar de manera constante la medición de aplicación de los métodos de investigación que se puede realizar en campo en la ejecución de la obra.

#### **1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La investigación titulada "CONTROL DE CALIDAD EN LA CONFORMACION DE TERRAPLEN DEL CANAL DE RIEGO CANAL"N" DEL DISTRITO DE CUPIMELGAR PUNO" 2016. Se ha delimitado en el área de geotecnia.

El estudio de la presente investigación se centra precisamente en el área de laboratorio de suelos y concretos de lo obra para su buena ejecución.

#### **1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.7.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Dar a conocer el contexto de terraplenes y la conformación de terraplenes y su estudio geológico geotécnico general del área del proyecto canal "N, para sus mediciones en el análisis de control de calidad de conformación de terraplenes y con la calidad que estas se expanden, por lo cual la red de canales tanto principal y laterales en ejecución los principales problemas en tanto de mejoramiento de suelos, tiene como estudiar en métodos teóricos que caractericen estudios físicos y mecánicas admisibles y laborales en base a los cuales existen normas y sustento teórico para los análisis físicos y mecánicos y capacidad portante.

Los cuales permiten el análisis del problema de los controles de calidad el medio donde se ejecuta el proyecto.

##### **1.7.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

En el presente estudio geotécnico se da a conocer los análisis y resultados obtenidos en el estudio de laboratorio equipado de acuerdo a la tecnología, para el estudio geotécnico del área comprende el proyecto "Canal N" tiene el estudio en el campo con estudios a través de calicatas a cielo abierto para realizar estudios específicos en el campo, ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas de los suelos, sus propiedades de resistencia asentamientos, admisibles y labores de gabinete en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentaciones de todas las estructuras hidráulicas a construirse para dar a conocer y dar las recomendaciones generales para la cimentación en el terreno de fundación donde se implantara las estructuras a construirse.

### **1.7.3. GENERAL HIPÓTESIS**

La aplicación de la calidad del suelo es eficaz en la conformación de terraplén del canal de riego canal "N" del distrito de Cupi Melgar Puno.

### **1.7.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICO**

- ¿El estudio de la calidad de las propiedades físicas de los suelos influye en la calidad de los suelos para la conformación de terraplenes en la construcción del canal de riego del canal principal en los tramos 2+550-8+870 ?
- El material de la cantera tiene una mejora para la conformación de terraplenes del canal de riego "N".

## **1.8. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.8.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la calidad de los suelos en la conformación de terraplenes para la excavación de canales de riego en sus tramos del canal principal de la progresiva 2+550 hasta 8+870 del proyecto canal "N".

### **1.8.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Analizar la calidad de los suelos blandos para la conformación de terraplenes para la construcción del canal de riego del canal principal en los tramos 2+550- 8+870
- Evaluar el mejor material de la cantera para la conformación de terraplenes del canal de riego "N".

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de una obra de construcción debe iniciarse al principio del proyecto, ya desde el planteamiento de la obra en su etapa inicial. El control de calidad de un proyecto de construcción está basado en el control por parte del personal propio o ajeno especializado en este tipo de controles, donde se deben analizar variados aspectos como (Juran c. 1998):

- Contenido de la información: los planos, detalles, memorias y libros de construcción deben estar completos y bien redactados
- Cumplimiento del programa requerido
- Cumplimiento de la normativa aplicable
- Obtención de los permisos y licencias necesaria. (Juran c. 1998)

#### 2.2.- EVALUACIÓN DE SUELOS DE FUNDACIÓN

##### 2.2.1.- EXPLORACIÓN DE CAMPO

El propósito de la exploración del subsuelo es obtener información que pueda ayudar en lo siguiente: conocer el tipo de suelo presente en la fundación, estimaciones de los posibles asentamientos en el terraplén, determinación de los problemas potenciales en la cimentación, suelos expansivos, suelos compresibles, establecimiento del nivel freático, establecimiento de los métodos de construcción debido a cambios en las condiciones del subsuelo (Braja, 2001).

##### 2.2.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas consistentes en: Humedad Natural, Análisis

Granulométrico, Límites de Atterberg (Limite Líquido y Limite Plástico), Proctor Modificado, California Bearing Ratio (CBR), Clasificación SUCS, Clasificación AASHTO (Braja, 2001).

#### **2.2.2.1.- Contenido De Humedad Natural**

El ensayo de contenido de humedad está circunscrito dentro de la norma ASTM D 2216, y esta consiste en determinar la relación del peso del agua en una muestra de suelo, para lo cual se procede tomando una porción de muestra de suelo en una bolsa y luego sellarla herméticamente, para posteriormente en el laboratorio pesar la muestra y colocarla en un horno a 105°C, luego de 24 horas se saca la muestra del horno, dejándose enfriar y procediéndose con un nuevo pesaje (peso del suelo seco).

La expresión utilizada para la determinación del contenido de humedad (W%) es la siguiente (Braja, 2001):

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

#### **2.2.2.2.- Análisis Granulométrico**

Mediante esta prueba se determinara la cantidad de los diferentes tipos de material existentes en una muestra de suelo. Ensayo que se inicia con la toma de una porción de muestra alterada procediéndose posteriormente con la medición del peso húmedo de la muestra y dejando secar ésta en el horno a 105 °C durante 24 horas, para luego volver a medir el peso de la muestra e iniciar el lavado de la muestra con ayuda del tamiz N° 200, es decir descartando todo aquel material que pasa por la malla citada, luego se procederá a enviar la muestra nuevamente al horno a 105 °C durante 24 horas, para el día siguiente volver a pesar la muestra y tamizarla por los tamices que especifica la Norma ASTM – D421, y determinar de esta manera las cantidades de los componentes del suelo retenidos en cada una de las mallas, obteniéndose de esta manera los pesos secos de la muestra, por cada tamiz. (Braja, 2001).

#### **2.2.2.3. Análisis Granulométrico 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 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 tabla 1.5. Para suelos de tamaño inferior, se utiliza el método del hidrómetro, basado en la ley de Stokes (Badillo J. 1990).

**TABLA N° 0 1**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ESPINACE R. 1979)**

<b>TAMIZ (ASTM)</b> <b>Pulgadas</b>	<b>Tamiz (Nch)</b> <b>(mm.)</b>	<b>Abertura en (mm.)</b>	<b>Tipo de suelo</b>
3 "	80	76.12	GRAVA
2 "	50	50.80	
1 1 / 2 "	40	38.1	
1 "	25	25.4	
3 / 4 "	20	19.05	
3 / 8 "	10	9.52	
N° 4	5	4.76	ARENA GRUESA
N ° 10	2	2.00	ARENA MEDIA
N ° 20	0.90	0.84	
N ° 40	0.50	0.42	
N ° 60	0.3	0.25	ARENA FINA
N ° 140	0.1	0.105	
N ° 200	0.8	0.074	

La presentación de los resultados suelen presentar en forma acumulativa, en las abscisas se lleva los diámetros de las partículas en mm, y en las ordenadas se presentan en porcentaje, obtenido en una curva, y comparar suelos y visualice más fácilmente la distribución de los tamaños es necesario recurrir a una presentación logarítmica para sus tamaños de partículas (Badillo J. 1990).

#### **2.2.2.4. Límites De Atterberg**

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo. El nombre de estos es debido al científico sueco (Atterberg A.1916).

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco, va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y, finalmente, líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg. (Atterberg A.1916).

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites (Atterberg A.1916):

**A) Límite líquido:** cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande (Atterberg A.1916).

**B) Límite plástico:** cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico (Atterberg A.1916).

Para medir la plasticidad de las arcillas se han desarrollado varios criterios de los cuales se menciona el desarrollado por Atterberg, el cual dijo en primer lugar que la plasticidad no es una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial y dependiente de su contenido de agua. Una arcilla muy seca puede tener la consistencia de un ladrillo, con plasticidad nula, y esa misma, con gran contenido de agua, puede presentar las propiedades de un lodo semilíquido o, inclusive, las de una suspensión

líquida. Entre ambos extremos, existe un intervalo del contenido de agua en que la arcilla se comporta plásticamente (Atterberg A.1916).

### **C) Límite líquido**

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la cuchara de Casagrande o copa de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que el surco que previamente se ha recortado, se cierre en una longitud de 12.7 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre el surco es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido.

Otra forma de obtener el límite líquido es empleando el penetrómetro de cono inglés, construido en acero inoxidable con una longitud de 35 mm, un ángulo de ápice de 300 con una masa de 80 g incluyendo su eje. Está montado sobre un soporte que permite deslizarse y mantenerse en posición vertical, midiendo su movimiento mediante una caratula. El ensayo consiste en colocar la punta del cono tocando la superficie del suelo contenido en una capsula, se libera de su sujetador oprimiendo el botón y cae por su peso propio, penetrando en la masa de suelo durante los 5 segundos se fija y se toma la lectura en el medidor. El límite líquido del suelo lo define como el contenido de agua cuando la penetración del cono es de 20 mm (Atterberg A.1916).

### **D) Límite de contracción**

Esta propiedad se manifiesta cuando una pérdida de humedad no trae aparejado un cambio de volumen. Es el contenido de humedad entre los estados de consistencia semisólido y sólido. Para su obtención en laboratorio se seca una porción de suelo (humedad inicial y volumen inicial conocidos) a 105°C/110°C y se calcula la humedad perdida según el siguiente cálculo (Atterberg A.1916).

### 2.2.2.5. Relación Humedad-Densidad Proctor

La relación humedad-densidad (proctor modificado) de acuerdo a la norma: ASTM D 1557 en la definición del Proctor estándar y Modificado el término compactación se utiliza en la descripción del proceso densificación de un material mediante medios mecánicos. El incremento de la densidad se obtiene por medio de la disminución de la cantidad de aire que se encuentra en los espacios vacíos que se encuentra en el material, manteniendo el contenido de humedad relativamente constante. En la vida real, la compactación se realiza sobre materiales que serán utilizados para relleno en la construcción de terraplenes, pero también puede ser empleado el material in situ en proyectos de mejoramiento del terreno, el principal objetivo de la compactación es mejorar las propiedades ingenieriles del material en algunos aspectos:

- Aumentar la resistencia al corte, y por consiguiente, mejorar la estabilidad, de terraplenes y la capacidad de carga de cimentaciones y pavimentos. Disminuir la compresibilidad y, por consiguiente, reducir los asentamientos. Disminuir la relación de vacíos y, por consiguiente, reducir la permeabilidad. Reducir el potencial de expansión, contracción o expansión por congelamiento. Para medir el grado de compactación de material de un suelo o un relleno se debe establecer la densidad seca del material. En la obtención de la densidad seca se debe tener en cuenta los parámetros de la energía utilizada durante la compactación y también depende del contenido de humedad durante el mismo. Las relaciones entre la humedad seca, el contenido de humedad y la energía de compactación se obtienen a partir de ensayos de compactación en laboratorio. La compactación en laboratorio consiste en compactar una muestra que corresponda a la masa de suelo que se desea compactar, con la humedad
- La humedad óptima: es la cantidad de agua para obtener la densidad máxima de un suelo determinado y un esfuerzo determinado de compactación.
- La densidad máxima: es la densidad máxima obtenida por ensayos de

laboratorio con el contenido de humedad óptima (Manfredi, 1999).

### 2.3. HUMEDAD NATURAL

El contenido de humedad en los suelos es la cantidad de agua que el suelo contiene en el momento de ser extraído. Una forma de conocer el contenido de humedad es pesar la muestra cuando se acaba de extraer,  $m_1$ , y después de haberla mantenido durante 24 horas en un horno a una temperatura de 110 °C se vuelve a pesar,  $m_2$ , y se halla el porcentaje de humedad con:

$$\text{Porcentaje de Humedad} = (m_1 - m_2 \times 100) / m_1.$$

$m_1$  = Masa de la muestra recién extraída.

$m_2$  = Masa de la muestra después de estar en el horno.

Los ensayos de laboratorio de las calicatas y fueron realizados de acuerdo con las normas ASTM respectivas y con los resultados obtenidos se procedió a efectuar una comparación con las características geo mecánicas de los suelos obtenidos en el campo y las interpretaciones correspondientes. Los resultados de ensayos de laboratorio efectuados a los materiales de calicata, se presenta en forma de modelo de control de calidad (Manfredi, 1999).

### 2.4. CLASIFICACION DE SUELOS SUCS

Existe varios métodos de clasificación de suelos el cual todos son de interés primordial utilizan los límites de Atterberg (límite líquido y plástico) con un análisis total o parcial de granulometría. En la tabla N° 02 se muestra la simbología de la clasificación SUCS, y carta de plasticidad.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u

otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande (Vargas M. 1990).

**TABLA N° 0 2**  
**SIMBOLOGÍA DE SUELOS SUCS (VARGAS M. 1990)**

Símbolo	Definición
<b>G</b>	grava
<b>S</b>	arena
<b>M</b>	limo
<b>C</b>	arcilla
<b>O</b>	orgánico
<b>P</b>	pobremente gradado (tamaño de partícula uniforme)
<b>W</b>	bien gradado (tamaños de partícula diversos)
<b>H</b>	alta plasticidad
<b>L</b>	baja plasticidad

**TABLA N° 0 3**  
**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS (GONZALES L.2002)**

GW Gravas bien graduadas, mezclas de gravas y arena con poco o nada de fino
GP Gravas mal graduadas, mezcla de gravas y arena con poco o nada de fino
GM Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo
GC Gravas arcillosas, mezcla de gravas, arena y arcilla
SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo
SC Arena arcillosa, mezclas de arena y arcilla
ML Arenas limosas, mezclas de arena y limo
OL Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad

## 2.5. CLASIFICACIÓN DE AASTHO

El sistema de clasificación de suelos de la “American Asociación of Stante Highway and Transportation Officials” es la más prácticas para la construcción de terraplenes.

La tabla N° 04 que viene a continuación muestra la distribución que hace el sistema, divide los materiales en siete grupos principales con varios subgrupos.

La tabla muestra el análisis según mallas así como el límite líquido e índice de plasticidad de las fracciones que pasan la malla N° 40.

El índice de grupo indica la idoneidad de un suelo determinado para construir explanaciones, el índice de un grupo igual a “0” indica un material bueno mientras que un índice a “20” indica un material deficiente. (Braja, 2001).

**TABLA N° 0 4**

**CLASIFICACION DE MATERIALES DE SOPORTE (RODAS V. (1976).**

	Material granulares (35% o menos del total pasa al tamiz N° 200)						Material limo arcillosos (mas del 25% total pasa al tamiz N° 200)				
clasificacion del grupo	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
porcentaje del Material N° 10	50 max										
N° 40	30 max-50 Max		15 min								
N° 200	15 max.25 Max		10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 max	36 max	36 max	36 Max
caracterizacion de la fraccion que pasa el tamiz N° 40											
Limite Liquido				40 max	41 max	40 max	41 max	40 max	41 max	40 max	41 Min
Limite Plástico	6 max		NP	10 max	10 max	11 max	11 min	10 min	10 max	11 max	11 Min
INDICE DE GRUPO		0	0	0	0	4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
	Fracmentos de piedra, grava y arena	Arenas finas		Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosas		Suelos Arcillosos	
Valoracion General del sub suelo	DE EXCELENTE A BUENO						DE PASABLE A MALO				

TABLA N° 0 5

**SISTEMAS DE CLASIFICACION SEGÚN AASHTO (VARGAS A. 1990)**

A-1-a Principalmente gravas con o sin partículas finas de granulometría bien definidas
A-1-b arena con o sin partículas finas de granulometrías bien definidas.
A-2-4 Materiales granulares con partículas finas limosas.
A-2-5 Intermedio
A-2-6 Materiales granulares con partículas finas arcillosas
A-2-7 Intermedio
A-3 Arena de granulometría deficiente que no tienen partículas finas ni gravas A-4 Principalmente partículas finas y limosas.
A-5 tipos de suelos poco frecuentes que contienen partículas limosas generalmente elásticas y difíciles de compactar de compactar.
A-6 contiene partículas finas limosas o arcillosas con un limite liquido bajo
A-7-5 las arcillas y limos más plásticos < 30%
A-7-6 las arcillas y limos más plásticos > 30%

**2.6. DEFINICIÓN GEOLÓGICA DE SUELO**

En Geología comúnmente se denomina suelo al sistema estructurado con características biológicamente activas, que se desarrolla en la capa más superficial de la corteza terrestre. Entre las etapas implicadas en la formación del suelo están la disgregación o meteorización mecánica de rocas; ya sea por frío, calor, lluvia, oxidaciones, hidrataciones, y es de esta manera en que la roca es gradualmente fragmentada. Los fragmentos de roca se van mezclando con restos orgánicos: heces, organismos muertos o en etapa de descomposición, restos vegetales, así como la instalación de seres vivos sobre los sustratos orgánicos, propiciando de esta manera el enriquecimiento del sustrato. Con el paso del tiempo la estratificación de todo este conjunto de materiales da lugar a la formación del suelo.

El suelo es un recurso natural de suma importancia ya que se desempeña en la superficie terrestre como reactor natural, como hábitat de diversos organismos, así mismo como fuente de materiales no renovables y de soporte de infraestructura (Volke A. 2005).

## 2.7. ROCA SEDIMENTARIA

Los sedimentos, son materiales formados como consecuencia de la actividad química o mecánica ejercida por los agentes de denudación sobre las rocas preexistentes, se depositan en forma estratificada (capa por capa) en la superficie de la litosfera. La petrificación de los sedimentos a temperatura y presiones relativamente bajas, conduce a la formación de las rocas sedimentarias mediante el fenómeno de la diagénesis (Volke A. 2005).

## 2.8. CANALES DE RIEGO

En un proyecto de irrigación la parte que comprende el diseño de los canales y obras de arte, si bien es cierto que son de vital importancia en el costo de la obra, no es lo más importante puesto que el caudal, factor clave en el diseño y el más importante en un proyecto de riego, es un parámetro que se obtiene sobre la base del tipo de suelo, cultivo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., es decir mediante la conjunción de la relación agua – suelo – planta y la hidrología, de manera que cuando se trata de una planificación de canales, el diseñador tendrá una visión más amplia y será más eficiente, motivo por lo cual el ingeniero destaca y predomina en un proyecto de irrigación (Volke A. 2005).

## 2.9. CANALES DE RIEGO POR SU FUNCIÓN

Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones (Volke A. 2005).

- **Canal de primer orden.-** Llamado también canal madre o de derivación y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos.
- **Canal de segundo orden.-** Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal madre y el caudal que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego.
- **Canal de tercer orden.-** Llamados también sub – laterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las propiedades individuales a través de las tomas del solar, el área de riego

que sirve un sub – lateral se conoce como unidad de rotación (Volke A. 2005).

De lo anterior se deduce que varias unidades de rotación constituyen una unidad de riego y varias unidades de riego constituyen un sistema de riego, este sistema adopta el nombre o codificación del canal madre o de primer orden (Volke A. 2005).

## **2.10. ELEMENTOS BÁSICOS EN EL DISEÑO DE CANALES.-**

Se consideran algunos elementos topográficos, secciones, velocidades permisibles, entre otros:

- Trazo de canales.- Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica:
- Fotografías aéreas, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.
- Planos topográficos y catastrales.

### **Estudios geológicos**

Una vez obtenido los datos precisos, se procede a trabajar en gabinete dando un trazo preliminar, el cual se replantea en campo, donde se hacen los ajustes necesarios, obteniéndose finalmente el trazo definitivo en el caso de no existir información topográfica básica se procede a levantar el relieve del canal, procediendo con los siguientes pasos:

- a. Reconocimiento del terreno.- Se recorre la zona, anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, determinándose el punto inicial y el punto final.
- b. Trazo preliminar.- Se procede a levantar la zona con una brigada topográfica, clavando en el terreno las estacas de la poligonal preliminar y luego el levantamiento con teodolito, posteriormente a este levantamiento se nivelará la poligonal y se hará el levantamiento de secciones transversales, estas secciones se harán de acuerdo a criterio, si es un terreno con una alta distorsión de relieve, la sección se hace a cada 5 m, si el terreno no muestra muchas variaciones y es uniforme la sección es máximo a cada 20 m.

- c. Trazo definitivo.- Con los datos de (b) se procede al trazo definitivo, teniendo en cuenta la escala del plano, la cual depende básicamente de la topografía de la zona y de la precisión que se desea:  
Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500.
- d. Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000, radios mínimos en canales.- En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo (Bejar V. 2014).

### **2.11. Geología**

Es la ciencia que tiene por objeto el estudio del planeta Tierra, analizando las partes que la componen, su forma, su estructura, las relaciones entre sus elementos, y los cambios que en ella se producen. Etimológicamente la palabra geología se compone de dos vocablos griegos: “geo” que significa Tierra y “logos”, estudio. Las ideas sobre la Tierra fueron múltiples en la antigüedad y preocuparon al hombre, pero sus explicaciones no fueron científicas (Santiago J. 2008).

### **2.12. Geomorfología**

Es una ciencia que estudia las geo-formas de la corteza terrestre considerando siempre su origen y el clima de las regiones naturales y las diferentes fuerzas tanto endógenas y exógenas.

Etimológicamente la palabra geomorfología proviene Geo=tierra morfo=tratado. Estudio de la tierra. (Jesús E. 2008)

### **Estratigrafía**

Es una rama de la geología que estudia la secuencia o sucesión de las diferentes capas o estratos que se han constituido durante el proceso del tiempo geológico

de estratigráfica está directamente relacionados con la palabra (Santiago J. 2008).

### 2.13. Geodinámica

Esta rama estudia los agentes o fuerzas que intervienen en los procesos dinámicos de la tierra dividiéndose así mismo geodinámica interna (son procesos endógenos originados en el interior de la tierra debido a las altas temperaturas y las concreciones que allí se ejercen) y geodinámica externa se producen por acciones de agentes erosivos de la tierra (Santiago J. 2008).

### 2.14. Geotecnia

Es la aplicación de la geología en la construcción de obras de ingeniería basadas en las investigaciones de campo de las cuales se hace mención (Santiago J. 2008).

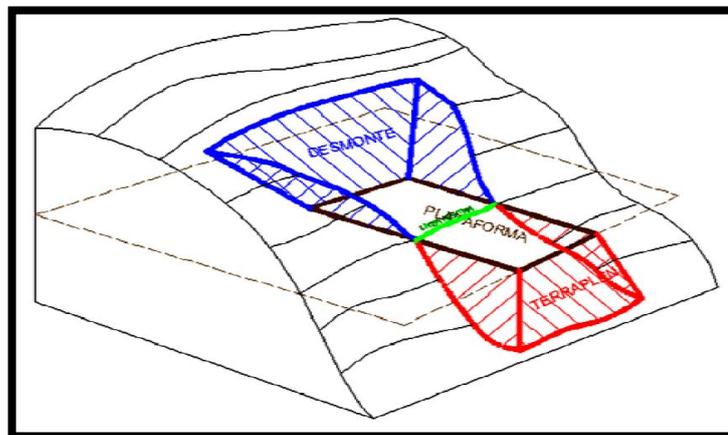
### 2.15. Terraplenes

La tierra que se emplea para construir un camino, canal de riego o una estructura defensiva, o que se utiliza con el objetivo de rellenar algún espacio. La noción también se usa con referencia a un desnivel (Santiago J. 2008).

Los **Terraplenes** forman parte de uno de los dos grandes grupos de las obras de tierra, al igual que los **Desmontes** (ver Fig.1). Son también denominados Rellenos y generalmente son obras de ingeniería que consisten en grandes acumulaciones de tierra que se compactan y estabilizan para servir de soporte a cualquier obra de ingeniería. Etimológicamente la palabra proviene del francés “terre-plein” (literalmente: tierra + lleno).

Figura 1.

**Desmontes y Terraplenes, subdivisiones de las obras de tierra (Santiago J. 2008).**



#### **Zonas Distinguibles En Un Terraplén:**

**El Cimiento o Base:** Parte del terraplén situada por debajo de la superficie original del terreno, que ha sido variada por el retiro de material inadecuado. Esta capa es la más inferior de todas, por lo que está en contacto directo con el terreno natural. Sus características mecánicas no son muy elevadas, debido a que las tensiones en este punto son bajas y disipadas. Su espesor será como mínimo de un metro 1 m (Santiago J. 2008).

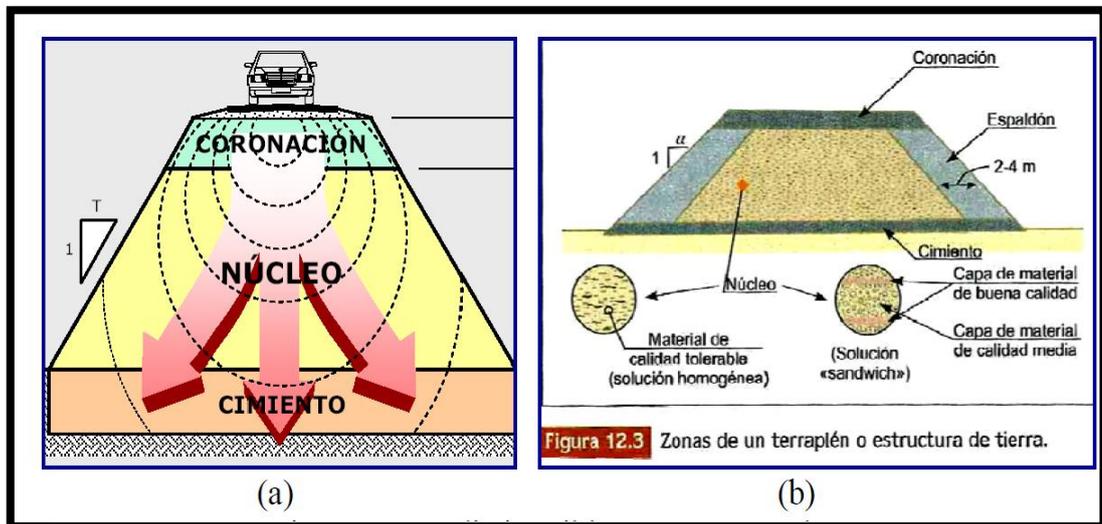
**Núcleo:** Es la parte del relleno comprendida entre el cimiento y la corona. Conformar la parte central del terraplén, acaparando la mayor parte de su volumen y siendo el responsable directo de su geometría (Santiago J. 2008).

**Corona:** Es la capa de terminación del terraplén, en la que se asentará el pavimento, por lo que estará sometida a grandes esfuerzos. Su espesor será de aproximadamente 50 cm, salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente. Debe ser la capa más estable posible para el movimiento de la maquinaria sobre la misma (Santiago J. 2008).

**Espaldón:** Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón

los revestimientos sin misión estructural en el relleno como plantaciones, cubierta de tierra vegetal, protecciones antierosión, etc. (Santiago J. 2008).

**Figura 2.**  
**Zonas distinguibles en un Terraplén (Santiago J. 2008).**



**Tipos De Terraplenes:**

**Terraplenes de Poca Altura:** Se caracterizan por tener una altura menor de 5 metros, grandes longitudes (hasta de varios kilómetros) y disponibilidad de espacios amplios para la maniobra de equipos. Son también llamados terraplenes de zonas planas (Santiago J. 2008).

Este tipo de terraplén está influenciado por el terreno natural, ya que está próximo a la coronación. Por ello es necesario realizar una excavación para ubicar el cimient; de este modo se dará una mayor uniformidad al terreno de apoyo. Es recomendable fijar una altura mínima para mejorar las condiciones del drenaje, aislando el agua freática existente en el terreno. En este tipo de obra se deben emplear suelos de mayor calidad, adecuados y seleccionados o estabilizarlos con cal o cemento para mejorar su resistencia (Santiago J. 2008).

**Terraplenes de Gran Altura:** Son también llamados terraplenes de zonas montañosas y escarpadas. Se caracterizan por tener una altura de hasta 30 metros, pequeñas longitudes (menor de 50 metros) y no ofrecen espacios amplios para la maniobra de equipos.

La mayoría de los terraplenes asientan del orden de un 1 a un 3% de su altura a lo largo de su vida útil, dependiendo de la calidad de su ejecución. Existen superficies de deslizamiento causantes de asientos diferenciales que pueden llegar a colapsar la estructura. Para aminorar la magnitud de los asientos existen diversas técnicas las más usadas son (Santiago J. 2008):

**Post compactación:** Se fundamenta en conseguir un mayor empaquetamiento de las partículas de suelo, utilizando grandes pesos soltados desde una altura considerable (compactación dinámica), materiales explosivos para zonas profundas de terraplén (compactación por explosivos) o elementos vibrantes introducidos a lo largo de una estructura (vibroflotación).

**Precarga del terreno:** consiste en aplicar una carga sobre el terreno que constituye el terraplén de manera que asiente prematuramente. Posteriormente, se volverá a rellenar hasta alcanzar la cota de proyecto. Es efectiva para suelos finos. Existen diversas variantes de este sistema: relleno de tierras, empleo de grandes bloques de hormigón y escolleras, reducción del nivel freático.

**Terraplenes de zonas onduladas y entre onduladas - montañosas:** Tienen características intermedias entre los dos anteriores.

**Terraplenes para Suelos Blandos:** Los suelos blandos, tales como arcillas, limos y turbas presentan un nefasto comportamiento como soporte de cualquier tipo de obra de tierra. Para este tipo de suelo es conveniente realizar un estudio geotécnico que caracterice el terreno, de manera que pueda estimarse la forma más precisa de estabilidad y los asientos admisibles del terraplén. Para este tipo de suelo se obra de dos posibles maneras: si la capa tiene poca potencia puede ser económicamente viable su eliminación empleando maquinaria de movimiento de tierras; sin embargo un mayor espesor obligará actuar directamente sobre el terreno existente para mejorar sus cualidades resistentes (Santiago J. 2008).

**Terraplenes sobre Laderas:** Las obras asentadas sobre laderas especialmente las lineales, como es el caso de las carreteras requieren de estabilidad mecánica. La estabilidad más inmediata pero la más costosa, es tender los taludes de la explanación. El inconveniente es el notable incremento del volumen de tierras

que pueda llegar a suponer. En el caso de laderas en roca, una buena medida es eliminar la capa del material erosionado y de origen aluvial que queda almacenado en la superficie. En laderas con taludes superiores a 2:1 4:1 6:1 es aconsejable escalonar la superficie de contacto entre terreno y terraplén, si existen riegos de filtraciones es conveniente realizar drenes longitudinales en cada uno de los escalones para evitar presiones intersticiales que desestabilicen la obra. Si la ladera es inestable puede ser factible salvarla mediante viaductos en secciones mixtas o completas, de forma que la vía no toque el terreno, cimentándose directamente sobre un estrato profundo más competente (Santiago J. 2008).

### **Construcción De Terraplenes:**

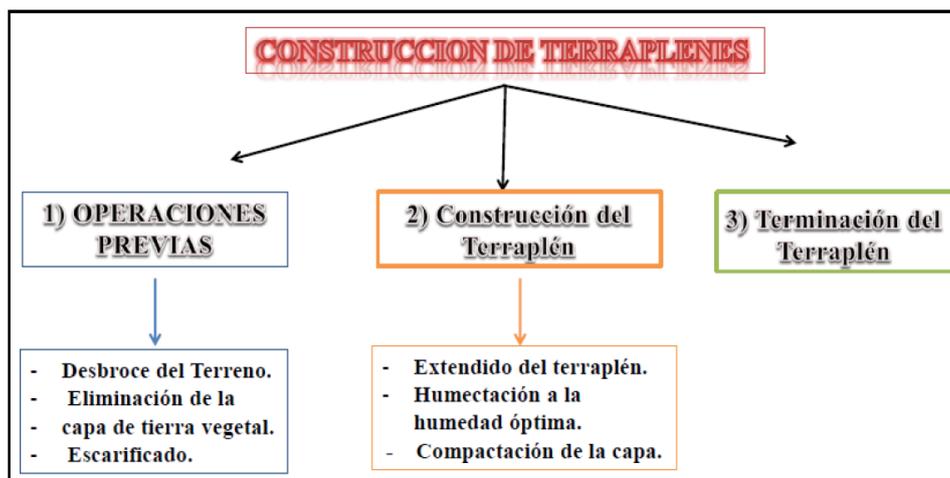
El proceso constructivo de un terraplén comprende diversas etapas y operaciones enfocadas a conseguir las características resistentes y estructurales exigidas a cada capa, y que aseguren un correcto funcionamiento del mismo.

La calidad de un terraplén depende en gran medida de su correcta realización, es decir, de la apropiada colocación y posterior tratamiento de los diferentes materiales empleados en su construcción (Santiago J. 2008).

Para ello es importante tener en cuenta que una mala ejecución puede ocasionar problemas que afectaran a la funcionalidad de la carretera; así una humectación o compactación deficiente provocara asentamientos excesivos del terraplén ocasionando problemas de inestabilidad como colapso y desmoronamiento de la obra.

Dentro del proceso de construcción de este tipo de obras, pueden distinguirse diversas fases de ejecución, tales como las que se muestran en la Fig.3:

**Figura 3.**  
**Esquema sobre la Construcción de Terraplenes (Santiago J. 008).**



### Clasificación de AASTHO

La American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos (AASHTO M 145), tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras.

En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2, ..., A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices nº 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz nº 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz nº 200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz nº 200).

La categoría de los suelos granulares; gravas, arenas y zahorras; está compuesta por los grupos A-1, A-2 y A-3, y su comportamiento en explanadas es, en general, de bueno a excelente, salvo los subgrupos A-2-6 y A-2-7, que se comportan como los suelos arcillosos debido a la alta plasticidad de los finos que contiene, siempre que el porcentaje de estos supere el 15%. Los grupos incluidos por los suelos granulares son los siguientes. (Gonzales L, 2002)

### **2.16. CONO DE ARENA**

La calidad durante un proceso de compactación en campo se mide a partir de un parámetro conocido como grado de compactación, el cual representa un cierto porcentaje. Su evaluación involucra la determinación previa del peso específico y de la humedad óptima correspondiente a la capa de material ya compactado. Este método de conocer el grado de compactación es un método destructivo ya que se basa en determinar el peso específico seco de campo a partir del material extraído de un hoyo, el cual se realiza sobre la capa de material ya compactada.

Es importante decir que este ensayo aplica solo para suelos granulares y que sean cohesivos, también tenemos que mencionar que mientras se está haciendo el ensayo no puede haber vibraciones cerca del lugar donde se esté haciendo la prueba.

El espesor del hoyo va a depender del tamaño máximo de las partículas contenidas en el suelo, las cuales se muestran en campo. (Gonzales L, 2002)

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. METODOLOGÍA APLICADA

La metodología de trabajo fue realizada en dos etapas, la primera etapa se realizo antes de la construcción del terraplen y la segunda etapa en el proceso de construcción.

**Primera Etapa.-** Se realizó un muestreo sistemático en lugares estratégicos y representativos previo a un programa, mediante calicatas a cielo abierto, efectuándose calicatas de acuerdo a la litología presente del proyecto como es (Canal Principal), la profundidad alcanzada obedece a la intensidad y tipos de carga que serán transmitidos en el sub-suelo o terreno de fundación, llegando hasta 1.50 - 2.00 m. a una distancia de 500 m. en el eje de los canales principal y canteras, la ubicación de las calicatas nos permitieron obtener una información confiable y representativa de los suelos subrasante o terreno de fundación y materiales de construcción de canteras. Las muestras se depositaron en bolsas de polietileno con su respectiva tarjeta de identificación, para luego ser remitidos en el laboratorio de suelos y concreto.

**Segunda Etapa.** - Consiste en realizar ensayos de muestras en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto de la entidad, para la determinación

cualitativa y cuantitativa a partir de los resultados obtenidos, se realiza la interpretación de los resultados.

### **Ensayos de Mecánica de Suelos**

Los trabajos en laboratorio de mecánica de suelos consisten en realizar ensayos de las muestras obtenidas en diferentes calicatas excavadas en el campo, ensayos que se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto en la empresa ejecutora Consorcio Llallimayo para las siguientes estructuras que compondrá el sistema de riego como es:

El trabajo de investigación se ha realizado con los siguientes equipos e instrumentos de Laboratorio los cuales se detalla a continuación:

#### **Instrumento De Campo**

- ❖ Brújula
- ❖ GPS
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Wincha
- ❖ Martillo de geologo
- ❖ Combo
- ❖ Cincel
- ❖ Bolsas de muestra
- ❖ Libreta de campo

#### **Instrumento De Laboratorio**

- ❖ SPEEDY (Equipo de medición de % de Humedad)
- ❖ Tamiz N° 3/4 - N° 02
- ❖ Equipos de laboratorio de suelos
- ❖ Balanza
- ❖ Cono de arena

Entro otros instrumentos de laboratorio de Geotecnia.

#### **Equipo De Trabajo**

Personal

- ❖ Un Ingeniero Geólogo
- ❖ Un Asistente (Tesisista)
- ❖ Un técnico de laboratorio de suelos
- ❖ 5 peones

### 3.2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL AREA DEL PROYECTO

#### CUADRO N° 0 6

##### VIAS DE ACSESO

VIAS DE ACESOS				
TRAMO	DIST. (Km)	TIEM. (Min)	TIPO DE VÍA	VÍA PRINCIPAL
Puno – Juliaca	45	45	Asfaltada	Puno – Cusco
Juliaca – Ayaviri	90	80	Asfaltada	Puno – Cusco
Ayaviri – Cupi.y lugar del Proyecto	20	25	Afirmada	Ayaviri - Llalli

#### CUADRO N° 0 7

##### CUADROS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

CUADRO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO			
DETALLE		VERTICES	
COORDENADAS	Vértice A	302000	8362000
	Vértice B	308000	8362000
UTM	Vértice C	308000	8353000
	Vértice D	302000	8353000
ALTITUD PROMEDIO		3,980	
DATUM		WGS 84/UTM Zona 19 H.S.	

### 3.3. ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE TRABAJO

#### 3.3.1. CLIMA Y VEGETACIÓN.

De abril a noviembre se presenta períodos secos, con un clima frígido principalmente por las noches, con descensos de temperatura muy fuertes que llegan hasta - 2.0°C en horas de la noche, por lo que se da el fenómeno común de las heladas; en el día es soleado y temblado, pero los vientos son intensos y provienen del Sur a Este, las precipitaciones son muy esporádicas.

De diciembre a marzo se presentan intensas precipitaciones pluviales, acompañado de tormentas, nevadas y granizo, temperaturas medias de  $-2^{\circ}\text{C}$  y  $11.8^{\circ}\text{C}$ .

El promedio de precipitación anual es de 705.40 mm registrado por el SENAMHI en las estaciones de Centro Experimental de Chuquibambilla, Ayaviri y notándose una elevación de la temperatura ambiental (SENAMHI 2016).

La flora de la zona es típica de la región Puna, se caracteriza por la existencia de una vegetación silvestre propia del altiplano como son: pastos naturales, chilligua en abundancia, ichu (*stipa obtusa*) y grandes pajonales en las quebradas y partes bajas, la estación de verano constituye el sustento de los animales que existen en la zona. En segundo lugar existen plantas cultivables como son, pastos cultivables, forrajes en abundancia y en cuanto a la agricultura presentan áreas favorables para el cultivo de papa, oca, cebada, quinua, etc., propias del altiplano peruano.

En cuanto a la fauna se tiene la crianza de animales domésticos, ganado vacuno, ovinos, auquénidos, etc. Entre los animales salvajes tenemos zorros, vizcachas, patos, patillos, huallatas, chocas y muchas otras que habitan en el lugar.

### **3.4. GEOMORFOLOGÍA**

#### **3.4.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL**

La zona de estudio se ubica dentro de la unidad geomorfológica regional conocida como Cordillera Occidental y Altiplano o Meseta del Collao, el cual se caracteriza por presentar una topografía montañosa, ondulada, plana y además está conformada por una cadena de montañas conformada por rocas volcánicas, volcánicas y sedimentarias cubiertas por depósitos cuaternarios como son; aluviales, fluviales, coluviales, fluvioglaciares y residuales. La evolución geomorfológica de la región está ligada al levantamiento andino, que determinó el afloramiento de rocas volcánicas; la tectónica y la acción climática, esencialmente glacial, ha contribuido a configurar la expresión topográfica actual que se encuentra el proyecto.

### **Cordillera Occidental**

La cordillera occidental está ligada a una altiplanicie conocida como Puna que en la zona llega a los 4800 m.s.n.m., esta geoestructura sufrió un fenómeno de glaciación durante el periodo del Pleistoceno.

### **Altiplano O Meseta Del Collao**

Es una planicie sin rasgos fisiográficos macro estructurales y que corresponden a una cuenca de origen continental y que se desarrolla hasta los 3800 m.s.n.m. y localiza a una sub unidad denominada depresión central del lago Titicaca que se caracteriza por corresponder a una depresión de origen tectónico, que fue rellenada con deposición del Cenozoico (Cuaternario Holocena), en donde la presencia de los ríos y sus cuencas conjuntamente con las cadenas montañosas que afloran, derivan una diversidad de sub unidades.

### **3.5. GEOMORFOLOGÍA LOCAL**

Las características geomorfológicas locales de la zona del Proyecto irrigacion canal N se desarrollaron dentro de los procesos exógenos de degradación y agradación o acumulación, cuya secuencia de conformación estaría dada a partir de la presencia del material volcánico basáltico y sedimentarios de donde se produce una intensa erosión lineal, dando lugar a planicies, finalmente debido a procesos tectónicos y a fenómenos climáticos, se constituyeron los depósitos fluvio aluviales, fluvioglaciares y coluviales del cuaternario Holocenos.

Las condiciones geomorfológicas de la zona donde se emplazara nuestro proyecto se caracteriza por el desarrollo de áreas peniplanizadas de deposición fluvial y lacustrino, estos se caracterizan por estar conformado por limos, arenas, arcillas y gravas.

El área del proyecto está ubicada en mayor parte en pampas y pies de monte, que se caracteriza por presentar una pendiente moderada y planas en algunos casos. Los agentes y factores de modelamiento geomorfológico

Los agentes y factores del modelamiento geomorfológico de la zona del Proyecto que se manifestaron en las diversas épocas geológicas son los siguientes:

### **3.6. TECTÓNISMO**

La tectónica de la zona, con presencia de fallamientos y movimientos epirogenéticos; desarrollados antes de la effusion volcánica y la última glaciación, ha modelado la superficie del área donde actualmente se ubica el proyecto estos factores son notorios al margen izquierdo del canal principal.

Actualmente los procesos tectónicos demarcan las estructuras como controladores pasivos en los procesos morfo dinámicos actuales.

### **3.7. VOLCÁNICOS**

La configuración morfológica del area se debe también a la efusión volcánica del Neógeno, que ha formado conos y planicies lávicas; antes de la última glaciación, actualmente existe una calma volcánica, en nuestra área del proyecto la bocatoma se encuentra ubicada en zona de material sedimentario, canales principales y laterales se encuentran en zonas de material sedimentarios.

### **3.8.- HIDROLOGIA**

Durante la última glaciación y la actual deglaciación se produjeron períodos climáticos de altas precipitaciones que son los principales agentes del desgaste y consiguiente modelado. Actualmente estos agentes son los más relevantes en los procesos morfodinámicos de la zona de estudio, las precipitaciones actuales con un promedio anual es de 900 a 1,200 mm., desarrollan los actuales procesos erosivos más importantes en la zona donde se ubica nuestro proyecto.

El clima de la zona está influenciado principalmente por la orografía y la altitud, donde las precipitaciones son estacionales, presentándose durante los meses de verano (enero-marzo), período en el cual ocurre alrededor del 80 al 85% de la precipitación total anual.

Las temperaturas presentan una fuerte variación entre el día y la noche, siendo más notorio durante los meses de invierno, cuando el cielo está despejado de nubosidad la temperatura haciende en unos 20 °C y durante las noches la temperatura desciende por debajo de - 15 °C.

Por lo tanto, el modelado de la zona actualmente está íntimamente ligado al factor climático, y los procesos geodinámicas se dan con mayor énfasis en periodos de avenidas.

### **3.8.1 DISPONIBILIDAD HÍDRICA**

Los procesos que normalmente se simula en hidrología en este caso es, Generación de Caudales Medios Mensuales

La cuenca del Río Llallimayo, cuenta con información meteorológica (Pluviométrica), siendo necesario disponer de caudales medios mensuales en el punto de interés.

En tal situación muchos estudios hidrológicos recurren a relaciones área – precipitación entre la cuenca del punto de interés y la de una con mediciones hidrométricas. (Generación Determinística).

Las estaciones de Llally, Pampahutas, Chuquibambilla, Santa Rosa y Ayaviri serán de gran apoyo para la generación de los caudales en el punto de interés, siguiendo la siguiente metodología:

Los Modelos Combinados Determinísticos – Estocásticos, son una parte sustancial del proceso hidrológico, incluyendo la variación espacial y temporal de las variables y parámetros hidrológicos, pueden en la actualidad ser descritos, con el uso de modelos de simulación determinística, por un lado; sin embargo por el otro, la información disponible de valores de parámetros y variables de entrada será siempre incompleta. Esta ausencia de un pleno conocimiento, es una fuente importante de incertidumbre en la simulación hidrológica.

### **3.8.2. Test Estadístico**

Para determinar la calidad de la coincidencia de los caudales generados con los observados, se desarrolla la comparación de los promedios y desviaciones tipo de los valores históricos y los generados.

Para probar si los promedios salen de la misma población, se utiliza el test de Student

(Prueba "t"). Esta prueba debe ser desarrollada para cada mes.

Se compara el valor de  $t$  con el valor límite  $t_{p,n}$  que indica el límite superior que, con una probabilidad de error del  $P\%$ , permite decir que ambos promedios pertenecen a la misma población.

La comparación estadística de promedios se realiza mediante el test de Fischer (Prueba "F"). Que se compara con el valor límite  $F_{p/2}(\%, (n_1, n_2))$ .

### 3.8.3. APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHÖLZ

Previa selección de la información disponible, en este caso caudales medios mensuales, previamente han sido corregidos, completados y extendidos estocásticamente, con esta información confiable se procedió a la calibración del modelo.

#### CUADRO N° 0 8

**Caudales Medios Mensuales calibración del Modelo Lutz Schöltz  
(Prorridre 2013)**

ESTACION	ALTITUD	AREA Km2	En.	Fe.	Mar.	Abr.	Ma.	Ju.	Jul.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Dic.
<b>Pte.</b>	390	3,69	11	15	107.	57.7	16.	4.	2.	2.4	4.4	9.1	20.	55.
<b>Aya</b>	0	5.66	9.1	3.5	37	1	31	73	44	4	0	0	56	85

El procesamiento de la información se efectuó, haciendo uso de una hoja de cálculo preparada previamente, hasta obtener series de caudales promedio mensuales generados.

A continuación se resumen y explican los detalles del cálculo:

El valor asumido del valor del coeficiente de escorrentía, se partió con un valor de la relación entre el caudal aforado y la precipitación areal de la cuenca.

El resumen de la calibración y la descripción de cada columna se describen a continuación:

**Columna 1.-** Identificación del período seco y días acumulados, para esta región del altiplano se inicia el mes de abril culminando en octubre.

**Columna 2.-** Datos de Precipitación Areal Promedio Mensual de la cuenca en estudio.

**Columnas 3 y 4.-** Cálculo de las precipitaciones efectivas recomendadas en los párrafos anteriores, que nos ayudará en la selección de PEI – PEII, se verifica que la curva esté dentro de los límites.

**Columna 5.-** Cálculo de la precipitación efectiva para cada mes y está dado por la siguiente ecuación:

#### 3.8.4. Generación de Caudales Cuenca en Estudio Modelo Lutz Schölz

Se generaron caudales para los módulos de riego del Subsistema Llallimayo del sistema de riego canal N, para ello se encontraron el área de cada cuenca tomado como punto de interés en la bocatoma Corani, las áreas es como se detalla a continuación:

$$\text{Captación Corani} = 1285.97 \text{ Km}^2$$

Con estas áreas, las precipitaciones ponderadas y el modelo calibrado se generaron caudales para la captación Corani del sistema de riego Canal N, como se muestra en el Cuadro N°09.

El resumen de los caudales Multianuales son de 47 años en os periodos de 1964 al 2010.

#### CUADRO N° 0 9

##### Caudales Generados Captacion Corani del sistema de riego Canal N (PRORRIDRE 2013)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
PROM	50.35	65.81	48.27	23.62	5.68	1.88	1.16	1.11	0.96	1.56	3.64	13.08	18.09
STD	36.76	42.62	31.01	20.34	4.46	0.84	0.32	0.52	0.52	1.45	4.21	11.59	8.38
MAX	167.67	168.85	148.92	136.22	27.26	5.63	1.82	3.33	3.22	6.59	18.96	72.39	37.40
MIN	3.82	2.54	3.96	1.88	0.53	0.93	0.31	0.27	0.12	0.33	0.33	1.62	2.63

### 3.8.5. Determinación de caudales de diseño del Proyecto.

Para determinar el caudal pico de diseño para la Captación Corani de la Irrigación Canal N, se aplicaron el método del Hidrograma Unitario el cual se obtuvo los siguientes resultados que se muestra en la siguiente tabla:

**CUADRO N° 10**

**Caudales Máximos Captación Corani de canal N en el río Llallimayo  
(PRORRIDRE 2013)**

TR AÑOS	Q MAXIMO (m3/s)	
	2 HORAS	6 HORAS
2	30.56	105.15
1	69.07	191.39
2 5	92.74	240.57
5 0	111.77	278.89
10 0	131.88	318.47

H. U. para un periodo de retorno de 100 años=318.47 m<sup>3</sup>/seg. ≈ 318.5 m<sup>3</sup>/seg.  
Los caudales medio y mínimo para diseño se consideran de los caudales Generados, los caudales e diseño para la captación Corani de la Irrigación Canal N Son:

- Caudal Máximo = 318.47 m<sup>3</sup>/seg. ≈ 318.5 m<sup>3</sup>/seg.
- Caudal Medio = 18 m<sup>3</sup>/seg.
- Caudal Mínimo = 0.96 m<sup>3</sup>/seg.
- Caudal Mínimo histórico = 0.12 m<sup>3</sup>/seg.

### 3.9.- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LOCALES

En la zona de estudio, durante los trabajos de campo se ha podido identificar tres sistemas (Antrópico, Fluvial, y Volcánico - Montañoso), los mismos que contienen unidades geomorfológicas, las que se presentan en el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 11****UNIDADES GEOMORFOLOGICAS**

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	
SISTEMAS	UNIDADES
ANTROPICO	vias y accesos
FLUVIAL	Lecho Fluviales
	Terrazas Aluviales
	Bofedales
VOLCANICO MONTAÑOSO	Laderas Altas
	Laderas Bajas
	Pie de Monte
	Carcabas

**3.10.- SISTEMA ANTRÓPICO**

Está constituido por las construcciones y/o modificaciones efectuadas en la superficies tales como:

- Vías de acceso local.
- Viviendas comunales.

**3.11.- SISTEMA FLUVIAL.** Este sistema contiene unidades que tienen relación directa con el escurrimiento superficial de las aguas, dichas unidades son:

**Lecho Fluvial**

El efluente principal del área donde se emplaza el proyecto es el Rio Llallimayo, las cuales discurren en direcciones de n-w, siendo de gran importancia para la biodiversidad de la zona, este río desemboca en el río Ayaviri el cual forma parte del río Ramis llegando al Lago Titicaca, llevando consigo materiales cuaternarios sueltos como son las gravas, arenas y limos.

**Terrazas Aluviales**

Las terrazas se hallan ubicadas en los márgenes izquierdo del río Llallimayo, y estos fueron formados, al ir desgastando las paredes del lecho fluvial, la terrazas están formadas por materiales granulares y finos superpuestas tales como gravas, arenas y suelos finos. Dentro de esta unidad, se desarrolla la producción agrícola, aprovechando su relieve y las propiedades físicas de los suelos.

## **Bofedales**

En toda el área de estudio se pudo divisar varias zonas de áreas hidromorficas, que se mantienen como tal incluso en épocas de estiaje, se forman debido a una capa impermeabilizante que impide la infiltración del agua. Estos bofedales son de gran importancia para mantener la Biodiversidad tanto animal como vegetal en la zona y se identificaron en los canales laterales con mayor claridad.

### **3.12.- SISTEMA VOLCÁNICO – MONTAÑOSO**

Está constituido por geo formas originadas por edificación tectónica, volcánica y sedimentaria; así como, originadas por denudación muy relacionada con la composición litológica en la zona de proyecto este sistema se encuentra en el margen izquierdo del canal principal y ambos lados de la bocatoma, se pueden distinguir las siguientes unidades:

- **LADERAS Y TALUDES**

Podemos distinguir dos clasificaciones dentro de esta unidad como son las laderas Altas, que contempla esencialmente las áreas elevadas que poseen una pendiente mayor a 35° 45° que lo constituyen en ambos lados del a Bocatoma y margen Izquierdo del Canal Principal.

- **PIE DE MONTE**

Son las acumulaciones de materiales inconsolidados que se encuentra en las zonas de unión entre las montañas y planicies, este depositario se produce cuando estas partículas sueltas pierden su energía potencial debido a la disminución del ángulo de la pendiente, este se presenta con claridad en el canal principal izquierdo en las siguientes progresivas 3+000 – 8+900.

- **Carcabas**

Son las acumulaciones de materiales procedentes de la alteración mecánica seca de las rocas a la salida de un surco de la pared montañosa en forma de medio cono, en la depresión que constituye en el tramo no se observa este sistema.

### **3.13. MARCO GEOLOGICO REGIONAL**

La cartografía geológica elaborada por el INGEMMET y publicada en el Boletín N° 58 - Geología del Cuadrángulo Ayaviri 30-u escala 1:100000 donde se describe las formaciones geológicas que a nivel regional se emplazan en el área circundante al área del proyecto donde se construirá el canal de irrigación que se ubica en el distrito de Cupi y que se muestra (la parte pertinente) en el plano geológico incluido en el estudio. La estratigrafía regional está conformada por secuencias de facies constituidas desde la era Mesozoica hasta el Cenozoico conformado por las siguientes unidades estratigráficas; formación Ayabacas, formación Vilquechico, grupo Puno, formación Tinajani, Formación Azángaro y las secuencias de facies de andesitas, dacitas porfíricas y brechas con aglomerados pertenecientes al Grupo Barroso de edades Neógeno en la era Cenozoica y finalmente los Cuaternario -Holoceno como son los; Depósitos aluviales, fluvio-glaciares y bofedales que cubren grandes extensiones de terreno que se caracterizan por poseer materiales no consolidados.

#### **3.13.1.- ESTRATIGRAFÍA LOCAL**

Será de interés para el mejoramiento de la Irrigación en estudio, en el tramo del Canal Principal, Canales Laterales, Bocatoma, Captación y Drenes, que el conocimiento geológico local se transforme en información directa y práctica para la elaboración del Proyecto de investigación, así como que sirva de información importante durante la ejecución de la obra. En otras palabras, hacer de la geología una verdadera ingeniería geológica, para esto se tomó como referencia los planos hechos por el INGEMMET cuadrángulo 30-u.

La estratigrafía local presente está conformado por las siguientes unidades litoestratigráficas: era mesozoica conformado por formación Ayabacas y Formación Vilquechico, era cenozoica constituido por las siguientes unidades litoestratigráficas Formación Tinajani, Formación Azángaro y depósitos recientes.

CUADRO N° 12

CUADROS DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA LOCAL

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL N					
ER	SISTEMA	SERIE	NOMBRE	SIMBOL	DESCRIPCION
CENOZOICA	CUATERNARIO	PLIESTOCENO	DEPOSITOS BOFEDALES	Qh-bo	CONFORMADO POR ARCILLAS Y LIMOS ORGANICOS
			DEPOSITOS FLUVIALES	Qh-fl	CONFORMADO POR CANTOS RODADOS Y GRAVAS DE FORMAS REDONDEADAS Y SUB REDONDEADAS DE VARIADO ORIGEN.
			DEPOSITOS ALUVIALES	Qh-al	ESTA CONSTITUIDO POR BANCOS DE GRAVAS Y ARENAS MAL SELECCIONADAS CON MATRIZ DE LIMOS Y ARCILLAS ESTRATIGRAFICAS.
			FORMACION AZANGARO	Qp-az	CONSTITUIDO POR UNA ALTERNANCIA DE CAPAS CON ESTRUCTURA LENTICULAR DE ARENA, LIMO, ARCILLA Y CONGLOMERADOS FINOS MODERADAMENTE CONSOLIDADOS, SEMIPERMEABLES DE COLOR MARRON A AMRILLENTO Y BEIGE.
NEOGENO	MIOCENO	FORMACION TINAJANI	Nm-ti	ESTA CONSTITUIDO POR ARENISCAS, SEGUIDO POR UNA SECUENCIA DE LIMOARCILLITAS CON NIVELES DE CONGLOMERADOS GRUESOS.	
MESOZOICA	CRETACEO	SUPERIOR INFERIOR	FORMACION VILQUECHICO	Ks-vi	CONSISTENTE DE ARENISCAS FINAS, LIMOLITAS, LUTITAS, CALIZAS Y DOLOMIAS, MUY ESPORADICAS SE PRESENTAN ARENISCAS DE GRANO MEDIO.
			FORMACION AYABACAS	kis-ay	CONSTITUIDO PRINCIPALMENTE POR CALIZAS MICRITAS DE TEXTURA CARSTICA, PRESENTA UNA COLORACION GRIS

3.13.2. MESOZOICO (CRETACEO)

3.13.2.1. Formacion Ayabacas (Kis-y)

Se encuentra datada en el sistema del Cretáceo (Superior – Inferior), está constituido principalmente por calizas micritas de textura cárstica, presenta una coloración gris blanquecina con venillas de calcita, con presencia de

intercalación de limo arcillitas y arcillas de coloración gris parda esta unidad estratigráfica se puede observar con claridad en el cerro denominado Pucarapata específicamente en el margen izquierdo del Canal Principal Kilómetro 6+500 - 8+900 a unos 500 m. y en esta unidad estratigráfica se encuentra la incidencia directa al proyecto.

#### **3.13.2.2. Formación Vilquechico (Ksvi)**

Esta unidad litoestratigráfica tiene escasa presencia de afloramientos en el área de interés de nuestro proyecto y se observa con claridad en el cerro Pucarapata específicamente en el margen izquierdo del Canal principal dentro de los kilómetros 7+500 – 8+900 a unos 1200 m. de distancia aproximadamente y no tiene influencia directa al proyecto.

#### **3.13.4. CENOZOICA (NEOGENO - CUATERNARIO)**

##### **3.13.4.1. Formación Tinajani (Nm-ti)**

Esta unidad está datada en el Neógeno-Mioceno, está constituido por areniscas, seguido por una secuencia de limo arcillitas con niveles de conglomerados gruesos, estos materiales presentan una coloración gris rojiza, los materiales existentes en el área de estudio donde se emplaza el eje de trazo de canal principal presentan alteraciones en superficie debido a los procesos de intemperismo, Los afloramientos de dicha formación se logran apreciar en las progresivas próximas a 0+000-7+200 margen izquierdo a una distancia promedio de 20 a 50 m.

##### **3.13.4.2. Formación Azángaro (Qp - az)**

Esta formación fue descrita por Newell (1949), como depósitos fluviales del río Azángaro, Como consecuencia de la acumulación post pleistocénica y el drenaje tipo endorreico ha dado lugar a la formación de depósitos lacustres. Los sedimentos modernos de esta formación, que se extiende en las terrazas fluvio lacustrinas de los ríos de Azángaro (de donde viene el nombre), esta unidad litoestratigráfica está constituida por una alternancia de capas con estructura lenticular de arena, limo, arcilla y conglomerados finos moderadamente consolidados, semipermeables, de color marrón a amarillo. La potencia promedio

de esta formación es de 20 m. aflora al margen derecho del canal lateral 04 dentro de la progresiva 3+600-5+500 a una distancia de 2000 m. y no tiene incidencia directa al proyecto.

#### **3.14.5. DEPOSITOS FLUVIALES (Qh-fl)**

Esta unidad está datada en el Cuaternario – Holoceno, constituidos por acumulaciones de materiales en los lechos de quebradas y ríos, conformados por cantos rodados y gravas (escasas bolonerías), de formas redondeadas y sub-redondeadas de variado origen, que se encuentran poco consolidados y englobados en una matriz arenosa.

Estos depósitos se encuentran con claridad a lo largo del Río Llallimayo en ambos márgenes específicamente donde se ubican las obras hidráulicas de Bocatoma y Captación tal como se aprecia en el plano geológico local.

#### **3.14.6. DEPOSITOS ALUVIALES (Qh-al)**

Esta unidad está datada en el Cuaternario – Holoceno, está constituido por bancos de gravas y arenas mal gradadas con matriz de limos y arcillas estratificadas formadas por la acumulación reciente de lagunas, riachuelos y quebradas de área. Estos depósitos se exponen.

#### **3.14.7. DEPÓSITOS DE BOFEDALES (Qh-bo)**

Conformados por arcillas y limos orgánicos en áreas depresionadas aisladas donde se acumulan aguajales, se presenta predominantemente en las zonas de pampas. Son observables en el canal principal y los canales laterales 05, 06, 07 y drenes en ambos lados, pero son intrascendentes por su escasa y pequeña ocurrencia.

#### **3.14.8. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL**

La tectónica es gobernada por el mecanismo de subducción de la región suroccidental del Perú, donde la placa de nazca buza debajo de la placa

Sudamericana con un Angulo promedio de 30° hasta una profundidad de 300 km. Además se han reconocido varios sistemas de falla en la región sur del Perú.

La zona de interés, ha sufrido una fuerte actividad tectónica originada por movimientos orogénicos Andinos (Cretáceo Superior – Terciario) los que han modificado sustancialmente la forma y estructura de su forma original. Los procesos orogénicos han ocasionado plegamientos, fallamientos, foliaciones, lineaciones y en algunos casos metamórficos de las formaciones sedimentarios, provocando cambios en la posición y composición primaria.

Según la cartografía geológica del INGEMMET del (cuadrángulo de Ayaviri 30-u) en el entorno regional del canal de irrigación que abarca el distritos de Cupi donde se tienen mapeadas importantes estructuras geológicas tipo fallas y plegamientos que siguen la dirección del plegamiento andino es decir NE – SW.

Igualmente en forma particular, entre los sedimentos del grupo Puno aguas arriba del rio Llallimayo se observa frecuentes plegamientos anticlinales y sinclinales.

Los contactos del grupo Puno con la formación Orcopampa infrayacente y están relacionados a un fallamiento inverso o inferido donde se muestra en todo el transcurso del rio Llallimayo con dirección NE-SW y hay falla menores que están paralelos y perpendiculares al falla principal tal como se muestra en el plano geológico, estos fallas no son activos y no tienen incidencia directa al proyecto.

### **3.15.- GEODINÁMICA EXTERNA**

Los fenómenos de geodinámica externa observados en la zona de proyecto son de efectos mínimos y que se describen a continuación:

#### **3.15.1. DESLIZAMIENTO DE TALUDES**

Son desplazamientos de masa de suelos, que parcialmente pueden arrastrar consigo fragmentos rocosos y suelo, pendiente abajo, siguiendo un plano o superficie de deslizamiento.

Estos fenómenos, en el tramo de estudio son de moderada ocurrencia y su presencia notoria es en el canal principal, en razón a que la mayoría de cortes del canal son bajos y afectando predominantemente a formaciones de suelo; por otro lado, la ausencia de estos fenómenos se debe también a que la topografía por las que atraviesa el canal es en pendiente suave.

### **3.15.2. CAUSA DE SU OCURRENCIA**

Se deben a:

- Talud demasiado empinado para el tipo de materiales cortados y falta de soporte en la base del talud o planicies.
- Sobresaturación de los materiales de cobertura por efectos de las precipitaciones extraordinarias, las mismas que se infiltran y rompen el equilibrio de los estratos de los suelos, produciendo un gran resbalamiento.
- Debilidad en la cohesión interna de los materiales conformantes, presentando áreas favorables para la infiltración de las aguas de lluvias, las que por lavado de los elementos finos originan inicialmente agrietamientos longitudinales, para luego colapsar y desplazarse a través de una superficie de deslizamiento.
- Procesos gravitacionales y subsecuencia de efectos sísmicos.

### **3.15.3. MEDIDAS CORRECTIVA**

Para manejar la sobresaturación y desprendimiento menores del material conglomeradico del talud superior se recomienda las siguientes medidas de solución:

- Construir unas buenas zanjas de coronación, con entrega eficiente a

las alcantarillas.

- Realizar cortes de talud 1:2.5 (V:H); con la finalidad de minimizar los desprendimientos de los materiales granulares, finos, y combinados.
- Hacer el mantenimiento de las zanjas de coronación y otras obras de artes de evacuación de aguas, para evitar su colmatación.

#### **3.15.4. EROSIÓN DE RIBERAS**

Este fenómeno ha tenido presencia por acción de la corriente del Rio Llallimayo debido al incremento de su caudal y su tendencia meandrica, en épocas de lluvias convirtiéndose en unos de los ríos mas caudalosos afluente de la cuenca del rio Ramis.

Se puede observar la erosion a lo largo del rio Llallimayo que por la presencia de intensas lluvias el rio aumenta su caudal y cambia facilmente su trayectoria dejando gran cantidad de erosión tanto al lado del margen derecho y izquierdo.

#### **3.15.5. MEDIDAS CORRECTIVA**

Para el alivio de las zonas afectadas se recomienda el enrocado o construcción de gaviones o diques de proteccion, para proteger el efecto erosivo, para cuyo efecto se utilizaran bloques de roca utilizando la cantera señalada.

#### **3.16. ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

Los trabajos en laboratorio de mecánica de suelos consisten en realizar ensayos de muestras obtenidas en las diferentes calicatas excavadas en el campo, ensayos que se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto para las siguientes estructuras que compondrá el sistema de riego como es:

- Canal Principal.
- Canteras.

En el siguiente cuadro se detalla los ensayos solicitados para cada estructura:

**CUADRO N° 13****ESTRUCTURAS PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO GEOLÓGICO**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>
<b>CANAL PRINCIPAL LATERALES</b>	Humedad natural ASTM D-2216
	Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
	Determinación del límite líquido ASTM D-4318
	Determinación del límite plástico ASTM D-4319
	Densidad natural ASTM D-1556
	Peso específico relativo de sólidos ASTM D-854
<b>CONTROL CANTERAS</b>	Humedad natural ASTM D-2216
	Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
	Determinación del límite líquido ASTM D-4318
	Determinación del límite plástico ASTM D-4319
	Densidad natural ASTM D-1556
	Peso específico relativo de sólidos ASTM D-854
	Proctor modificado ASTM D-1556
	Porcentaje de absorción
	Peso unitarios

**3.17. GEOTECNÍA DEL CANAL PRINCIPAL****RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS**

Consistió en la evaluación geotécnica del suelo de sub-rasante ósea terreno de fundación del canal principal que comprende desde la progresiva 0+000 - 8+900 se determinó las características de los suelos según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo y luego para clasificar los suelos se ha realizado la clasificación de las muestras de suelos por los siguientes sistemas:

AASHTO de American Association of State Highway and transportation Officials: ASTM D 32826 y AASH M – 145.

SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos: ASTM D – 2487. Este sistema de clasificación considera símbolos (letras mayúsculas) para denominar los distintos grupos de suelos.

**CUADRO N° 14**  
**RESUMEN DE PRUEBAS FÍSICAS DEL MATERIAL**

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL MATERIAL DE TERRENO DE FUNDACIÓN DEL CANAL PRINCIPAL												
UBICACIÓN EN (Km.)	ESTRATO	GRANULOMETRÍA				LÍMITES DE CONSISTENCIA			HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN		TIPO DE MATERIAL
		% QUEPASA				L.L.	L.P.	IP		SUCS	AASHTO	
		# 200	# 40	# 4	# 2	(%)	(%)	(%)				
KM=2+500 C-05	E-2	76.1	93.6	95.8	100.0	42.8	30.3	12.5	48.2	ML	A-7-5 ( 10 )	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
KM=3+000 C-06	E-2	6.5	21.3	53.3	100.0	N.P.	N.P.	N.P.	9.6	SW-SM	A-1-a ( 0 )	ARENA LIMOSA BIEN GRADUADA
KM=3+500 C-07	E-2	22.7	78.4	98.0	100.0	30.7	20.0	10.7	18.2	SC	A-2-6 ( 0 )	ARENA ARCILLOSA
KM=4+000 C-08	E-2	63.5	95.4	99.8	100.0	45.0	22.4	22.6	33.5	CL	A-7-6 ( 11 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
KM=4+500 C-09	E-2	55.3	90.1	99.0	100.0	34.1	21.3	12.9	15.4	CL	A-6 ( 5 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
KM=5+000 C-10	E-2	57.2	95.1	99.7	100.0	24.2	17.4	6.8	21.3	ML-CL	A-4 ( 4 )	LIMO Y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
KM=5+500 C-11	E-2	64.4	96.8	99.9	100.0	39.7	25.9	13.8	28.4	ML	A-6 ( 7 )	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
KM=6+000 C-12	E-2	60.8	94.9	99.6	100.0	35.3	22.3	13.1	22.3	CL	A-6 ( 6 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
KM=6+500 C-13	E-2	64.5	95.4	99.6	100.0	33.7	22.9	10.8	19.6	CL	A-6 ( 6 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
KM=7+000 C-14	E-2	70.8	97.8	100.0	100.0	36.5	23.0	13.5	27.8	CL	A-6 ( 9 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
KM=7+500 C-15	E-2	71.7	95.0	100.0	100.0	31.4	24.5	6.9	96.4	ML	A-4 ( 7 )	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
KM=8+000 C-16	E-2	91.3	96.4	100.0	100.0	56.0	39.3	16.7	51.9	MH	A-7-5 ( 14 )	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
KM=8+500 C-17	E-2	73.9	95.0	97.7	100.0	37.6	23.3	14.3	25.7	CL	A-6 ( 10 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
KM=8+900 C-18	E-2	81.3	97.4	99.5	100.0	47.2	24.7	22.4	26.4	CL	A-7-6 ( 14 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

### 3.18. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS CANAL PRINCIPAL

Las características geotécnicas, así como las medidas constructivas más aparentes de los materiales a la profundidad de la excavación del canal.

#### CALICATA N° 05: PROGRESIVA 2+500 – 3+000.

#### DESCRIPCIÓN

Tramo compuesto superficialmente por mezcla de limo y raíces de plantas típicas de lugar con un espesor de 0.20-0.30m. respectivamente y continuando hasta una profundidad de 1.50 m. se encuentra material heterogéneos compuesto por **SM, ML y CL** denominados como arena limosa, limos de baja plasticidad y son considerados como aluviales y fluviales, su estado es semicompacto.

- Su clasificación SUCS : SM, ML, CL.
- Nombre : arena limosa, limo y arcilla de baja plasticidad.
- Resistencia : Variable a baja
- Densidad Natural : 1.50 gr/cm<sup>3</sup>.
- Coeficiente de Permeabilidad :  $10^{-9}$  cm /seg.
- Medidas Constructivas : Teniendo en cuenta que este canal ira en corte: el talud de corte será de V: H - 1:1.
- Valor de cimentación : apoyo de bueno a pobre.
- Observaciones : su nivel freático se encuentra a una profundidad de 0.40 en época de verano.

#### **CALICATA N° 02: PROGRESIVA 3+000 – 4+420.**

#### **DESCRIPCIÓN**

Tramo constituido superficialmente por mezcla de limo y raíces de plantas típicas de lugar en menor cantidad, luego continuar con suelos conformado por **SM, SC, CL**, denominados como arena limosa, arena arcilloso y arcilla de baja plasticidad que tiene una profundidad de 1.50 m. este tramo pertenece a depósitos de tipo coluvial, aluvial y lacustrino, su estado es compacto.

- Su clasificación SUCS : SM, SC, CL.
- Nombre : arena limosa, arena arcillosa, arcilla de baja plasticidad.
- Resistencia : Variable a baja
- Densidad Natural : 1.80 gr/cm<sup>3</sup>.
- Coeficiente de Permeabilidad : 10<sup>-5</sup> cm /seg.
- Medidas Constructivas : Teniendo en cuenta que esta canal ira en corte el talud de corte será de V: H - 1:1.
- Valor como cimentación : apoyo de bueno a pobre.
- Observaciones : su nivel freático está a una profundidad de 0.60 en época de verano.

### **CALICATA N° 03: PROGRESIVA 4+420 – 4+550.**

#### **DESCRIPCIÓN**

En este tramo los suelos están conformados por CL, SC considerados como arcilla de baja plasticidad y arena arcillosa, la profundidad explorada es 1.50 m. y su estado de conformación es compacto y su presenta nivel freático está a una profundidad de 0,80 como promedio.

- Su clasificación SUCS : CL, SC.
- Nombre : arcilla de baja plasticidad, arena arcillosa.
- Resistencia : Variable a baja.
- Densidad Natural : 1.60 gr/cm<sup>3</sup>.
- Medidas Constructivas : Teniendo en cuenta que esta canal ira en corte: el talud de corte será de V: H - 1:1.

- Valor como cimentación : Apoyo de bueno a pobre.
- Observaciones : No se encontró nivel freático época de verano.

#### **CALICATA N° 04: PROGRESIVA 4+550 – 7+480.**

##### **DESCRIPCIÓN**

En este tramo los suelos están conformados por ML, CL, considerados como limos de baja plasticidad, arcilla de baja plasticidad y arena arcillosa, la profundidad explorada es 1.50 m. y su estado de conformación es compacto y su nivel freático está a una profundidad de 0.50 m. como promedio.

- Su clasificación SUCS : ML, CL.
- Nombre : limo y arcilla de baja plasticidad.
- Resistencia : Baja.
- Densidad Natural : 1.540 gr/cm<sup>3</sup>.
- Coeficiente de Permeabilidad : 10<sup>-4</sup> cm /seg.
- Medidas Constructivas : teniendo en cuenta que esta canal ira en corte: el talud de corte será de V: H- 1:1.
- Valor como cimentación : apoyo de bueno a pobre.
- Observaciones : Su nivel freático está a una profundidad de 0.40 m. en época de verano.

#### **CALICATA N° 05: PROGRESIVA 7+480 – 8+425.**

##### **DESCRIPCIÓN:**

Tramo considerado como zona hidromorfica y está conformado superficialmente por turba Pt en un espesor de 0.50 m. de profundidad en los progresivas de 7+480-7+600 y el resto está conformado por mezcla de limos con raíces de

plantas típicas de lugar y continuando a más profundidad se encuentra suelos conformados por ML, MH denominado como limos de baja plasticidad y limos de alta plasticidad de color gris oscuro y este tramo se encuentra en estado semicompacto a compacto, su nivel freático está a una profundidad de 0.40 m de profundidad.

Su clasificación SUCS : ML, MH.

- Nombre : limo de baja y alta plasticidad.
- Resistencia : Baja.
- Densidad Natural : 1.50 gr/cm<sup>3</sup>.
- Medidas Constructivas : Teniendo en cuenta que esta canal ira en corte: el talud de corte será de V: H-1:1.
- Valor como cimentación : apoyo de pobre a regular.
- Observaciones : Su nivel freático está a una profundidad de 0.60 m. en época de verano.

#### **CALICATA N° 06: PROGRESIVA 8+425 - 8+900.**

##### **DESCRIPCIÓN:**

Tramo constituido superficialmente por mezcla de limos con raíces de plantas típicas de zona en algunos casos están en estado de descomposición, continuando hasta una profundidad explorada de 1.50 m. que consiste de suelo CL, ML denominados como arcilla de baja plasticidad y limos de baja plasticidad, su estado es semicompacto a compacto y su nivel freático está a una profundidad de 1.900 m. en épocas de avenida

- Su clasificación SUC : CL, ML.
- Nombre : arcilla y limo de baja plasticidad.
- Resistencia : Baja.
- Densidad Natural : 1.60 gr/cm<sup>3</sup>.

- Coeficiente de Permeabilidad :  $10^{-5}$  cm /seg.
- Medidas Constructivas : Teniendo en cuenta que esta canal ira en corte: el talud de corte será de V: H. -1:1.
- Valor como cimentación : Apoyo de regular a pobre.
- Observaciones : su nivel freático está a una profundidad de 0.80 m. en época de verano.

**CUADRO N° 15**

**RESUMEN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y GRADO DE HINCHAMIENTO C.P.**

UBICACIÓNEN (Km.)	ESTRATO	LÍMITES DE CONSISTENCIA			HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN		POTENCIAL DE EXPANSIÓN	GRADO DE HINCHAMIENTO
		L.L.	L.P.	IP		SUCS	AASHTO		
		(%)	(%)	(%)					
KM=2+500 C-05	E-2	42.8	30.3	12.5	48.2	ML	A-7-5 ( 10 )	MEDIO	HINCHAMIENTO MEDIO
KM=3+000 C-06	E-2	N.P.	N.P.	N.P.	9.6	SW-SM	A-1-a ( 0 )	BAJO	NO HAY HINCHAMIENTO
KM=3+500 C-07	E-2	30.7	20.0	10.7	18.2	SC	A-2-6 ( 0 )	BAJO	BAJO HINCHAMIENTO
KM=4+000 C-08	E-2	45.0	22.4	22.6	33.5	CL	A-7-6 ( 11 )	ALTO	HINCHAMIENTO MEDIO
KM=4+500 C-09	E-2	34.1	21.3	12.9	15.4	CL	A-6 ( 5 )	MEDIO	BAJO HINCHAMIENTO
KM=5+000 C-10	E-2	24.2	17.4	6.8	21.3	ML-CL	A-4 ( 4 )	BAJO	BAJO HINCHAMIENTO
KM=5+500 C-11	E-2	39.7	25.9	13.8	28.4	ML	A-6 ( 7 )	MEDIO	HINCHAMIENTO MEDIO
KM=6+000 C-12	E-2	35.3	22.3	13.1	22.3	CL	A-6 ( 6 )	MEDIO	HINCHAMIENTO MEDIO
KM=6+500 C-13	E-2	33.7	22.9	10.8	19.6	CL	A-6 ( 6 )	BAJO	BAJO HINCHAMIENTO
KM=7+000 C-14	E-2	36.5	23.0	13.5	27.8	CL	A-6 ( 9 )	MEDIO	HINCHAMIENTO MEDIO
KM=7+500 C-15	E-2	31.4	24.5	6.9	96.4	ML	A-4 ( 7 )	BAJO	BAJO HINCHAMIENTO
KM=8+000 C-16	E-2	56.0	39.3	16.7	51.9	MH	A-7-5 ( 14 )	MEDIO	ALTO HINCHAMIENTO
KM=8+500 C-17	E-2	37.6	23.3	14.3	25.7	CL	A-6 ( 10 )	MEDIO	HINCHAMIENTO MEDIO
KM=8+900 C-18	E-2	47.2	24.7	22.4	26.4	CL	A-7-6 ( 14 )	ALTO	HINCHAMIENTO MEDIO

## CAPITULO IV

### DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. PROCEDIMIENTO

Para la ejecución de la investigación propuesta **“CONTROL DE CALIDAD EN LA CONFORMACIÓN DE TERRAPLEN DEL CANAL DE RIEGO CANAL”N” DEL DISTRITO DE CUPI MELGAR PUNO**”, se hizo uso de los procedimientos metodológicos establecidos en los métodos de controles de calidad establecidas por NORMA TECNICA DE CONSTRUCCION, que se indican a continuación, para lo cual se ha realizado una serie de actividades de campo, laboratorio y gabinete para obtener los datos de entrada requeridos por los métodos utilizados metodo a realizados para los parametros de control de calidad son:

- ✓ Búsqueda de canteras
- ✓ Metodo granulométrico
- ✓ Exámenes de constantes físicos ASTM D-4318
- ✓ Entre otros

#### 4.2. ESTUDIO DE CANTERAS

Siendo las canteras, la fuente de aprovacion de suelo y rocas necesarias para la construcción del canal y hacer los **CONTROL DE CALIDAD EN LA CONFORMACION DE TERRAPLEN DEL CANAL DE RIEGO CANAL”N” DEL DISTRITO DE CUPI MELGAR PUNO**, se procedió a efectuar el reconocimiento de los depósitos existentes para ver la calidad de las canteras, dar a conocer si cumplen con las condiciones de las especificaciones del material que se busca, asimismo se deberá de conocer la suficiente potencia y rendimiento del mismo, el estado de los suelos.

Se han realizado las investigaciones de campo y laboratorio, lo suficientemente conveniente como para determinar las características de los materiales de canteras desde el punto de vista de su utilización en la construcción de el canal para la subestructuras, superestructuras, de las obras complementarias. La investigación geológica ha tratado el problema fundamental previo avance de la obra, consistente en determinado el análisis de laboratorio de suelos y la ejecución de los ensayos clásicos de identificación de los materiales, con las muestras representativas, que definan sus propiedades físicas y mecánicas. En las zonas de canteras se evaluaron las calidades de la suelos mediante la aplicación de Tablas de Clasificación Geomecánica, complementadas con los ensayos estándar de mecánica de suelos.

La correlación, evaluación y análisis geotécnico de la información técnica existente con la obtenida en la presente fase de investigación complementarias han permitido caracterizar las principales propiedades geotécnicas geológicas de cada área. Las características de los materiales y según su utilización, serán calificados de acuerdo a las Normas ASTM y del manual de la norma de construcción del Perú.

### **Trabajos Realizados**

Los trabajos realizados referentes al estudio de canteras son los siguientes: CAMPO. Los trabajos de campo consistieron en visitar, explorar, verificar y hacer los muestreos respectivos de cada una de las canteras seleccionadas, para realizar los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos para determinar la calidad y las propiedades física - mecánicas de los materiales de cada una de las canteras propuestos para el Proyecto.

LABORATORIO. De las muestras obtenidas en el campo se realizaron sus respectivos ensayos de laboratorio que son los siguientes:

- Caracterización física (ASTM-D-2216, D422, D4318, D2487, D3282).
- Análisis granulométrico (ASTM – D422)
- Proctor modificaro (ASTM – D698)
- Permeabilidad carga constante (ASTM – D5084)
- Densidad máximas y mínimas

### 4.3. Ubicación de Canteras Para el proyecto

En total se localizaron cuatro (5) zonas de canteras, las que se indican a continuación.

**CUADRO N° 16  
UBICACIÓN DE CANTERAS PARA EL PROYECTO**

N°	NOMBRE DE LA CANTERA	UBICACION Km	ACCESO		LADO	AREA m <sup>2</sup>	ESPESOR m	VOLUMEN M <sup>3</sup>	REND. %	UTILIDAD	TRATAMIENTO	ORIGEN DEL MATERIAL
			ESTADO	LONGITUD EN Km								
CANTERAS DE MATERIAL DE RELLENO												
1	MATERIAL DE RELLENO MR-1 RIO LLALLIMAYU	4+500 DEL C.P.	MAL	DESDE EL EJE DEL C.P.	Izq.	10,000.00	4	20,000.00	80	TERRAPEN	ACUMULACION	ALUVIAL
	N°8357301.570-E:303653.654											
2	MATERIAL DE RELLENO MR-1 (CANAL PRINCIPAL)	3+970 DEL C.P.	MAL	0.3 KM DESDE EL EJE DE C.P.	Izq.	20,000.00	8	80,000.00	88	TERRAPEN	ZARANDEO	ALUVIAL
	N°8359326.683-E:302258.591											
3	MATERIAL DE RELLENO MR-2 (CANAL PRINCIPAL)	4+500 DEL C.P.	MAL	0.2 KM DESDE EL EJE DE C.P.	Izq.	20,000.00	8	80,000.00	88	TERRAPEN	ZARANDEO	ALUVIAL
	N°8359326.683-E:302258.592											
4	MATERIAL DE RELLENO MR-3 (AQUESAYA)	8+600 DEL C.L.	REC.	0.3 KM DESDE EL EJE DE C.L.5	Der.	60,000.00	8	180,000.00	85	TERRAPEN	ZARANDEO	ALUVIAL
	N:8357346.208-E:34929.743	5	BUENO									
5	MATERIAL DE RELLENO MR-4 (SANTA LUCIA)	0+200 DEL C.L.	REC.	0.2 KM DESDE EL EJE DE C.L.5	Der.	60,000.00	8	180,000.00	85	TERRAPEN	ZARANDEO	ALUVIAL
	N:8357346.208-E:34929.743	5	BUENO									

#### 4.4. MATERIAL DE RELLENO 03 FINAYA

Se ubica en el discurso del río Llalimayo específicamente finalizando en canal lateral 07 del Proyecto en las progresivas 3+300 que se ubica a unos metros de la carretera que conduce Llalli a Ayaviri y 1+200 Km. Del C.P. Margen derecho a 1500 m. y a 2+000 – 5+000 del C.L. 04 margen derecho a 800 m, con coordenadas siguientes:

**CUADRO N° 17**  
UBICACION DE CANTERAS

N° PUNTOS	ESTE	NORTE
1	304148.100	8354197.966
2	304438.090	8354464.083
3	304984.095	8354894.015
4	305175.092	8355767.368
5	305140.477	8356045.682
6	304866.132	8355529.900
7	304786.794	8354908.394
8	304094.740	8354380.964

**Geología** : Depósitos fluvio-aluviales, mezcla de arenas, y gravas; en las gravas predominan las formas sub-redondeadas a sub- angulosas; se han derivado litológicamente de rocas sedimentarias e ígneas.

Clasificación SUCS: GC-GP (Predominan las arenas gravosas de buena y mala gradación), aceptable distribución granulométrica.

- Porcentaje mayores de : 25 %,
- Porcentaje de gravas : 57,5%,
- Porcentaje de arenas: : 41,2 a 43,17%,
- Porcentaje de finos : 1,4 a 2,8%
- Límite Líquido : 28.7
- Límite Plástico : 20.3
- Índice de Plasticidad : : 8.4 (Ligera plasticidad)

- Densidad Proctor : 2.10 gr/cm<sup>3</sup>.
- Humedad Proctor : 10.00 %

**Distancias** : Del canal principal a 1.50 Km.

**Volumen de explotación:** Se estima mayor a 200,000 m<sup>3</sup> para una profundidad de corte de 1.80 m. sumando los distintos tramos, aguas arriba y aguas abajo de la cantera, posee una eficiencia del 85 %, requiere zarandeo.

**Explotación y Colocación:** La explotación de los materiales para agregados grueso y fino, se debe realizar con maquinaria, cuidando de no sobrepasar los límites del estrato estudiado, con el fin de no contaminarlos con los materiales subyacentes.

Limitaciones: tiene materiales mayores de 3” en un 25%.

#### 4.5. CANTERAS DE MATERIAL COHESIVO MC01

Se localiza en el Km. 3+970 Del Canal Principal margen izquierdo a una distancia de 100 m, con coordenadas siguientes:

#### CUADRO N° 18

##### UBICACION DE CANTERAS

N° PUNTOS	ESTE	NORTE
1	303754.455	8356827.437
2	303801.818	8356904.403
3	303775.331	8357012.850
4	303684.558	8357063.887
5	303626.005	8357055.044
6	303579.345	8356991.690
7	303567.987	8356885.888
8	303616.683	8356804.301

**Geología** : Depósitos coluviales - residuales, mezcla de gravas y limos y arcillas.

- Material mayor a 3” : 10 %

- Clasificación SUCS : GM (grava limosa).
- Porcentaje de gravas : 39.04 %
- Porcentaje de arenas : 22.36 %
- Porcentaje de finos : 38.56 %
- Límite Líquido : 21.02
- Límite Plástico : 14.9
- Índice de Plasticidad : 6.3 ( plasticidad)
- Utilización : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes pero como ligante.
- Distancias : 100 m. desde canal principal.
- Volumen :  $\pm 5.000 \text{ m}^3$
- Tratamiento : Se necesita batir el material in situ con otro material de agregado y con los distintos estratos de la cantera durante el proceso de explotación y zarandear tamaños mayores a 2".
- **Explotación** : La explotación de estos materia les se realizará en forma mecanizada, (tractor-cargador) a tajo abierto con selección.
- **Usos** : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes y si necesita mezcla con otro material.
- **Rendimiento** : 80 %.

**4.6. CANTERAS DE MATERIAL DE RELLENO MC-01**

Se ubica en el Km. 4+500 del canal principal margen izquierdo a una distancia de 500 m. del canal principal, con coordenadas siguientes:

**CUADRO N° 19  
UBICACIÓN DE CANTERAS**

N° PUNTOS	ESTE	NORTE
1	303809.889	8357455.920
2	303737.493	8357438.970
3	303601.433	8357345.960
4	303528.069	8357245.485
5	303516.309	8357162.107
6	303576.694	8357162.108
7	303697.581	8357229.147
8	303798.642	8357390.234

- Geología : depósitos coluviales y aluviales mezcla de arenas, y gravas; con limos y poco de arcillas
- Material mayor a 3" : 15%
- Clasificación SUCS : GC (grava arcillosa).
- Porcentaje de gravas : 42.282 %
- Porcentaje de arenas : 39.60 %
- Porcentaje de finos : 18.12 %
- Límite Líquido : 28.20
- Límite Plástico : 20.60
- Índice de Plasticidad : 7.70 (Ligera plasticidad)
- Densidad Proctor : 2.11 gr/cm<sup>3</sup>.

- Humedad Proctor : 9,80 %
- Utilización : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes.
- Distancias : A 500 m. desde el canal principal.
- Volumen :  $\pm 20.000 \text{ m}^3$
- Tratamiento : Se necesita batir el material in situ, con los distintos estratos de la cantera durante el proceso de explotación y zarandear tamaños mayores a 2".
- **Explotación** : La explotación de estos materiales se realizara en forma mecanizada, (tractor-cargador) a tajo abierto con selección.
- **Usos** : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes y no necesita mezcla con otro material.
- **Rendimiento** : 85 %.

**4.7. MATERIAL DE RELLENO MR – 04 (AQUESAYA).**

Se ubica en el Km. 8+600 Del canal principal margen izquierdo a una distancia de 300 m. del canal principal con coordenadas siguientes:

**CUADRO N° 20**  
**UBICACIÓN DE CANTERAS**

Se ubica en	ESTE	NORTE
1	302366.586	8359314.777
2	302357.462	8359338.099
3	302260.612	8359361.248
4	302234.607	8359380.087
5	302210.138	8359368.041
6	302201.196	8359327.425
7	302261.220	8359290.303

- Geología : Depósitos coluviales y aluviales, mezcla de arenas, y gravas; con limos y poco de arcillas.
- Material mayor a 3" : 15%
- Clasificación SUCS : GC (grava arcillosa).
- Porcentaje de gravas : 37.99 %
- Porcentaje de arenas : 31.51 %
- Porcentaje de finos : 30.50 %
- Límite Líquido : 29.20
- Límite Plástico : 20.40
- Índice de Plasticidad : 8.80 (Ligera plasticidad)
- Densidad Proctor : 2.10 gr/cm<sup>3</sup>.
- Humedad Proctor : 10,40 %

- **Utilización** : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes.
- **Distancias** : A 300 m. desde el canal principal.
- **Volumen** :  $\pm 20.000 \text{ m}^3$
- **Tratamiento** : Se necesita batir el material in situ, con los distintos estratos de la cantera durante el proceso de explotación y zarandear tamaños mayores a 2".
- **Explotación** : La explotación de estos materiales se realizará en forma mecanizada, (tractor-cargador) a tajo abierto con selección.
- **Usos** : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes y no necesita mezcla con otro material.
- **Rendimiento** : 75 %.
- El material de esta cantera es la mejor recomendada para la conformación de terraplen del canal de riego de las otras canteras que se tiene en el Proyecto.

**4.8 MATERIAL DE RELLENO MR – 05 (SANTA LUCIA).**

Se ubica en el Km. 3+900 del canal principal al margen derecho a una distancia de 1100 m. del canal principal, con coordenadas siguientes:

**CUADRO N° 21**  
**UBICACIÓN DE CANTERAS**

<b>N° PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
1	305033.882	8357348.13
2	304967.194	8357399.50
3	304933.649	8357446.59
4	304886.569	8357446.59
5	304850.603	8357393.81
6	304871.439	8357315.34
7	304915.579	8357282.10
8	305017.553	8357288.77

- Geología : Depósitos coluviales y aluviales, Mezcla de arenas, gravas con limos y poco de arcillas.
- Material mayor a 3" : 15%
- Clasificación SUCS : GP-GM (grava limosa mal graduada).
- Porcentaje de gravas : 47.67 %
- Porcentaje de arenas : 44.41 %
- Porcentaje de finos : 7.92 %
- Límite Líquido : 21.20
- Límite Plástico : 17.70
- Índice de Plasticidad : 3.60 (Ligera plasticidad)
- Densidad Proctor : 2.09 gr/cm<sup>3</sup>.
- Humedad Proctor : 9,60 %
- Utilización : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes.

- Distancias : a 1100 m. desde el canal principal.
- Volumen :  $\pm 60,000 \text{ m}^3$
- Tratamiento : Se necesita batir el material in situ, con los distintos estratos de la cantera durante el proceso de explotación y zarandear tamaños mayores a 2".
- **Explotación** : La explotación de estos materiales se realizará en forma mecanizada, (tractor-cargador) a tajo abierto con selección.
- **Usos** : Para el empleo como material de reemplazo, rellenos, y conformación de terraplenes y no necesita mezcla con otro material.
- **Rendimiento** : 80 %.

El diseño de canteras para una buena compactacion se toma los puntos a considerarse la D30-D40-D100 por que la norma de altura mayor a los 3000 m.s.n.m. son tomados para un método grafico, asi lo clasifica para su utilización en la construcción la norma técnica peruana.

#### 4.9. DISEÑO DE SUELOS PARA TERRAPLEN.

Este trabajo consiste en el suministro de transporte, colocación y compactación de los materiales de terraplén para canales principales y laterales sobre la sub rasante terminada. Los agregados para la construcción de terraplenes deberán ajustarse a las siguientes franjas Granulométricas en terraplenes.

#### CUADRO N° 22

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA TERRAPLENES

Nº MALLAS	ABERTURA DE MALLAS EN mm.	ESPECIFICACIONES PARA TERRAPLEN	
11/2	38.100	100	100
N°4	4.760	40	75
N°200	0.074	5	30

La recomendación de este material al usarse para el uso de terraplenes es la cantera de aquesaya y el material ligante 75% y material de agregado 25% esta canteras se utilizaran para el relleno en terraplén en el Canal Principal por qué en combinación de ambos cumple, según las especificaciones técnicas como relleno, en el siguiente grafico se ve que entra en los parámetros especificados.

**CUADRO N° 23**

**MEZCLA DE 02 SUELOS PARA EL RELLENO DE TERRAPLEN**

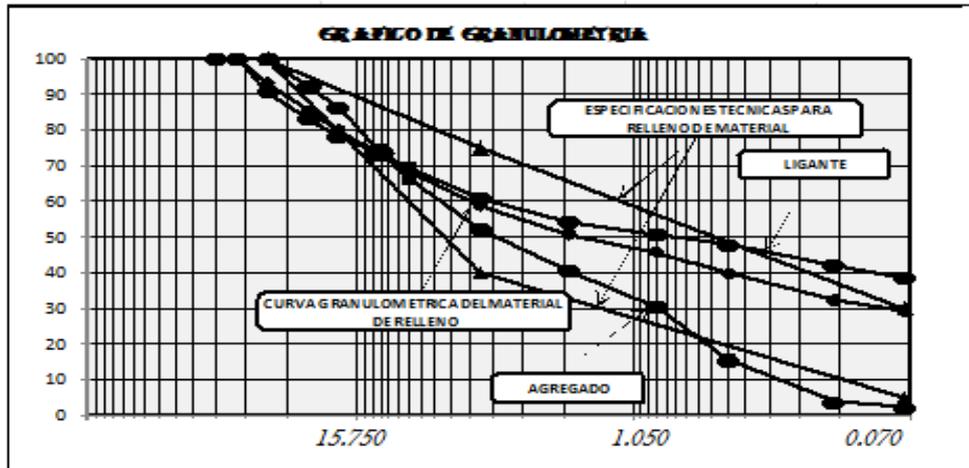
N° DE MALLAS Y ABERTURA	ML 01 KM=3+970 L/I DEL C.P.				MA-01 RIO LLALLIMAYO			MEZCLA DE 02 SUELOS PARA R ELLENO DE TERRAPLEN	
	PESO RETENIDO	% PASA QUE 75			PESO RETENIDO	% PASA QUE 25		% Q. PASA DIS EÑO	ESPECIFICACI ÓN
3"	76.200		0.00			0.00		100.00	
2 1/2"	63.500		100.00			100.00		100.00	
2"	50.800	0.00	100.00	75.00	0.00	100.00	25.00	100.00	
1 1/2"	38.100	129.48	90.84	68.13	0.00	100.00	25.00	93.13	100
1"	25.400	107.49	83.23	62.42	190.00	92.20	23.05	85.47	
3/4"	19.050	73.78	78.01	58.51	150.00	86.05	21.51	80.02	
1/2"	12.700	68.21	73.18	54.89	290.00	74.15	18.54	73.42	
3/8"	9.525	54.20	69.34	52.01	190.00	66.36	16.59	68.60	
1/4"	6.350								
# 4	4.760	118.47	60.96	45.72	350.00	52.00	13.00	58.72	40 - 75
# 8	2.380								
# 10	2.000	95.98	54.17	40.63	280.00	40.51	10.13	50.75	
# 16	1.190								
# 20	0.840	48.07	50.77	38.07	250.00	30.25	7.56	45.64	
# 30	0.590								
# 40	0.420	42.36	47.77	35.83	360.00	15.48	3.87	39.70	
# 50	0.295								
# 60	0.250								
	0.180								
# 100	0.149	80.09	42.10	31.57	290.00	3.58	0.90	32.47	
# 140	0.105								
# 200	0.074	49.98	38.56	28.92	40.00	1.94	0.49	29.41	5 - 30

**CUADRO N° 24**

**DISEÑO DE LAS CANTERAS PARA SU UTILIZACION EN LA CONFORMACION DEL TERRAPLEN**

DISEÑO DE LAS CANTERAS PARA SU UTILIZACION EN LA CONFORMACION DEL TERRAPLEN	LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		PROCTOR MODIFICADO	
	L.L. (%)	L.P. (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	M.D.S. (gr/cc.)	C.H.O. (%)
	ML 01 KM=4+500 75% Y MA 01 KM=2+000 AL 5500 25%	21.21	14.88				

Figura N° 4  
Grafico Granulometria



Estas dos canteras se utilizaran para que se combinen y complan con las especificaciones técnicas requeridas con el cual se ara la conformación de terraplenes en el grafico se ve que entra en los parámetros específicos.

CUADRO N° 25

PRUEBAS FÍSICAS DEL MATERIAL DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL MATERIAL DE TERRENO DE FUNDACIÓN O BLANDOS DEL CANAL PRINCIPAL														
UBICACIÓN EN (Km .)	ESTRATO	GRANULOMETRIA				LIMITES DE CONSISTENCIA			HUMEDAD %	CLASIFICACION		TIPO DE MATERIAL	NORMA:MTC 107 CLACIFICACION MATERIALES SEGÚN AASHTO (%)	
		% QUE PASA				L.L.	L.P.	IP		SUCS	AASHTO		MATERIA L GRANULAR (%)	MATERIA LIMO ARCILLOSO (PI)(%)
		# 200	# 40	# 4	# 2	(%)	(%)	(%)						
KM =2+500 C-05	E-2	76.1	93.6	95.8	100	42.8	30.3	12.5	48.2	ML	A-7-5 ( 10 )	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =3+000 C-06	E-2	6.5	21.3	53.3	100	N.P.	N.P.	N.P.	9.6	SW-SM	A-1-a ( 0 )	ARENA LIMOSA BIEN GRADUADA	15-25	0-20
KM =3+500 C-07	E-2	22.7	78.4	98	100	30.7	20	10.7	18.2	SC	A-2-6 ( 0 )	ARENA ARCILLOSA	15-25	0-20
KM =4+000 C-08	E-2	63.5	95.4	99.8	100	45	22.4	22.6	33.5	CL	A-7-6 ( 11 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =4+500 C-09	E-2	55.3	90.1	99	100	34.1	21.3	12.9	15.4	CL	A-6 ( 5 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =5+000 C-10	E-2	57.2	95.1	99.7	100	24.2	17.4	6.8	21.3	ML-CL	A-4 ( 4 )	LIMO Y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =5+500 C-11	E-2	64.4	96.8	99.9	100	39.7	25.9	13.8	28.4	ML	A-6 ( 7 )	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =6+000 C-12	E-2	60.8	94.9	99.6	100	35.3	22.3	13.1	22.3	CL	A-6 ( 6 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =6+500 C-13	E-2	64.5	95.4	99.6	100	33.7	22.9	10.8	19.6	CL	A-6 ( 6 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =7+000 C-14	E-2	70.8	97.8	100	100	36.5	23	13.5	27.8	CL	A-6 ( 9 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =7+500 C-15	E-2	71.7	95	100	100	31.4	24.5	6.9	96.4	ML	A-4 ( 7 )	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =8+000 C-16	E-2	91.3	96.4	100	100	56	39.3	16.7	51.9	MH	A-7-5 ( 14 )	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =8+500 C-17	E-2	73.9	95	97.7	100	37.6	23.3	14.3	25.7	CL	A-6 ( 10 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20
KM =8+900 C-18	E-2	81.3	97.4	99.5	100	47.2	24.7	22.4	26.4	CL	A-7-6 ( 14 )	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	15-25	0-20

Donde:

N° #200, #40, #4, #2 = Numero de tamices

L.L. = Limite Líquido

L.P. = Limite Plastico

I.P. = Indice de Plastico

#### NORMA TÉCNICA PERUANA

Material granulares 35% que retiene el tamiz N°200 % :15-25

Material limo arcilloso 25% que pasa el tamiz N° 200% :10-40

Índice de plasticidad : 0-20

### **Interpretación del cuadro de terreno de suelos con grado de inchamiento y extencion**

De los resultados de los ensayos de laboratorio suelos y concretos de las propiedades físicas – mecánicas del terreno de fundación se ha identificado los estratos hallados con su respectivo espesor, y el Índice de plasticidad, llegan a un promedio de 14 % lo que se clasifica como suelos A-6 como suelo arcilloso según la norma técnica de construcción por lo que no es indicado para la construcción de terraplen de buena calidad.

De las 14 pruebas o calicata muestreadas el porcentaje que pasa en la malla N° 200 es de un promedio de 62.4% realizando una comparación con la norma técnica indica que la retención debe de ser 15 – 25% lo cual lo califica como arcilla de baja plasticidad lo que significa que el contenido de arcilla es alto el cual no garantiza que el suelo sea estable mas al contrario en dichos suelos deben realizarse trabajos de desgrose de los suelos blandos o inestables.

## **4.10. PRUEBAS DE DENSIDAD DE CAMPO**

### **4.10.1. MÉTODO CONO DE ARENA**

Para las pruebas de densidad de campo se realizo de acuerdo al protocolo señalado en el capitulo anterior, el material ha sido sarandado en el mismo lugar de la cantera con una malla de 2", dicho material sarandado se ha acarreado para la conformación del terraplén de el canal de riego con maquinaria pesada consistente en cargador frontal, retro escavadora y volquetes.

#### **4.10.2. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 1) FICHA DE CONTROL 01**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizados con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedió aritmético es de 98% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 96%, por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.3. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 2) FICHA DE CONTROL 02**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizados con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedió aritmético es de 100% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 98% por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.4. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 3) FICHA DE CONTROL 03**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizados con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedió aritmético es de 98% que cumple con lo requerido.

- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 98%: por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.5. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 4) FICHA DE CONTROL 04**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizados con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedió aritmético es de 97% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 96%: por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.6. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 5) FICHA DE CONTROL 05**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizados con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedió aritmético es de 100% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 99%: por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.7. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 6) FICHA DE CONTROL 06**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizadas con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedio aritmético es de 99% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 96% por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.8. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 7) FICHA DE CONTROL 07**

- Interpretación de medidas de la densidad de campo
- Las medidas correctivas han sido analizadas con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedio aritmético es de 100% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 99%, por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.9. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 8) FICHA DE CONTROL 08**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizadas con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedio aritmético es de 99% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 99% por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.10. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 9) FICHA DE CONTROL 09**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizadas con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedio aritmético es de 100% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 99% por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.11. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 10) FICHA DE CONTROL 10**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizadas con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedio aritmético es de 100% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.
- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 99%, por lo tanto el canal de este tramo es estable.

#### **4.10.12. PRUEBAS RESUMEN DE PROMEDIO DE DENSIDADES DE CAMPO (Anexo 11) FICHA DE CONTROL 11**

Interpretación de medidas de la densidad de campo

- Las medidas correctivas han sido analizadas con el alcance que se muestra en la compactación que supera el mínimo requerido en el expediente técnico que dice un mínimo de 96% y el promedio aritmético es de 99% que cumple con lo requerido.
- Se ha modificado la geometría del canal en una disminuyendo su inestabilidad en este punto.

- Los factores de conformación han sido aprobatorios ha aumentado mayor a 97%, por lo tanto el canal de este tramo es estable.

De las pruebas realizadas se puede observar que todas cumplen con lo mínimo requerido por el expediente técnico 96%, lo que es superado en toda las pruebas garantizando una buena conformación de terraplenes con la construcción del canal de riego y cumplir con la calidad de obra garantizando la durabilidad del terraplén en los años siguientes que brindara el servicio de circulación de agua para riego de pastos cultivados aumentando la capacidad productiva de los propietarios o beneficiarios del sistema de riego Canal N del distrito de Cupi de la Provincia de Melgar de la Región de Puno.

## CONCLUSIONES

1. En las pruebas realizadas en el laboratorio de mecánica de suelos se a podido observar que la cantera Aquesaya presenta las mejores propiedades geomecánicas para una mejor calidad de conformación de terraplenes para la construcción del canal de riego, la evaluación de la calidad desuelos nos permite la compactación de terraplenes de mejor calidad para la excavación de canales.
2. En las pruebas realizadas de análisis de calicatas se determino que son suelos organicos con grado de inchamiento por que son clacificados como arcillas de baja plasticidad con un IP promedio de 14% y son identificados como zonas de bofedales lo cual se recomienda el retiro o desgrose de el suelos inestables o blandos en 1.20 m. para la conformación de terraplenes.
3. Las densidades de campo se puede observar que cumplen con lo minimo requerido en el expediente técnico del 96% por lo que se garantiza una buena conformación de terraples donde se desminuye la filtración de aguas en la circulación del agua.
4. Las pruebas que se realizaron en el control de calidad son de las progresivas 2+500 a 8+500, su litología está constituido por diferentes tipos de materiales, como CL, MH, ML-CL, ML, SM, SC, GM.

### RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar los controles de calidad como en la cantera y en la conformación de terraples para garantizar la calidad de la vida útil del canal de riego del proyecto Mejoramiento y ampliación del canal de riego canal N del distrito de Cupi Melgar Puno.
2. Se recomienda realizar las pruebas de CBR para identificar la calidad y potencia de los terraplenes del canal de riego Canal "N" del distrito de Cupi Melgar Puno por razones de acciones de tránsito de vehículos por estar a una vía de comunicación y por acumulación de agua en época de riego ya que trascuren en paralelo.
3. En las zonas críticas son necesarias obras de drenaje superficial con zanjas de coronación, ubicados a 10 metros sobre la última grieta de tracción, lo cual permite crear un perímetro alrededor de todo el terraplen y trasvasar las aguas de escorrentía a las obras de drenaje del canal; asociados a la descarga del terraplen.
4. Cumplir con la norma técnica peruana para la construcción, mantenimiento y diseño de canales.

**BIBLIOGRAFÍA**

- ❖ Badillo, J. (1996). *INGEÑERÍA GEOLOGICA*. MADRID: SEGUNDA EDICION PAG. 774.
- ❖ Béjar, V. M. (1992). *HIDROLOGIA*. LIMA PERU: ESTUDIO DE INGENIERIA AGRICOLA PAG. 21-24.
- ❖ Braja, M. D. (2001). *Fundamentos de Ingenieria Geotécnica*. México: Thompson Learning.
- ❖ CECILIA, S. H. (1991). *Características Geomecánicas de los suelos encontrados en el sistema de riego y drenaje de 17.000 Has. en el valle del rio Daule y su utilización en la construcción de terraplenes*. Guayaquil - Ecuador: Tesis.
- ❖ D4318-05, A. (2013). *NORMA TECNICA PERUANA*. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of soils.
- ❖ E., B. (1978). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Colombia: Segunda Edición. Editorial McGraw – Hill Latinoamericana S.A.
- ❖ INGEMMET. (s.f.). *INGEMMET cuadrángulo 30-u*.
- ❖ J., B. E. (1982). *Propiedades Geofísicas de los Suelos*. Colombia: Editorial Ferner Ltda. Bogotá .
- ❖ L., G. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid - España: PEARSON. ISB 84-205-3104-9.
- ❖ Lambe, T. (1999). *Mecánica de Suelos*. México: ISBN 968-18-1894-6.
- ❖ MANFREDI. (1999). *Italian historian and archaeologist and was voted Man of the Year*. ITALIA.
- ❖ Mendoza, M. (2000). *Técnicas Alternativas para la determinación del Límite Líquido de Suelos*. UNAM: Series del Instituto de Ingeniería de la .
- ❖ P., B. M. (1974). *Geología Estructural*. Argentina.,: Cuarta Edición. Editorial.
- ❖ R., E. (1979). *ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO*. MEXICO: LIMOSA S. A. Pág. 98-99.
- ❖ Reid, B. P.–D. (1997). *Mecánica de Suelos*. Colombia: Editorial Nomos S.A.
- ❖ RODAS, V. (1976). *CLASIFICACION DE MATERIALES DE SOPORTE*

(AASHTO).

- ❖ SACOTO, C. (1991). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*. GUAYAQUIL: JULIO-DICIEMBRE 3-4/1991.
- ❖ SANTIAGO, J. E. (2008). *GOMORFOLOGIA*. MEXICO: SEGUNDA EDITORIAL PAG. 84 - 205.
- ❖ T., B. Z. (1979). “*The Geomechanics Clasification in Rock Engineering Aplications in International Congress ISMR*”. Montreux: v2, Pág. 41 – 48.
- ❖ VARGAS, M. (1990). *SIMBOLOS DE SUELOS SUCS*.
- ❖ Volke, A. (2005). *Manual de Ingenieria*.
- ❖ Whitlow, R. s. (1994). *Fundamentos de Mecánica de Suelo*. México: español, segunda, editorial CECSA, capítulo 2.
- ❖ ASTM D4318-05 Standard Test Method for Liquid Limit, P. L. (s.f.).
- ❖ PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE.( PRORRIDRE. 2013)  
Control de caudales de los rios de los años 2003-2013

#### PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- ❖ <http://www.ingemmet.com.pe> “Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú”.
- ❖ <http://www.cismid-uni.org/redacis/articulos.php> “Biblioteca Digital de Universidad Nacional de Ingeniería - Perú”. CISMID.
- ❖ <http://www.erosion.com.co> “Excelencia en Tecnología Geotécnica”

# **ANEXOS**

- 1. FICHAS DE DENSIDADES DE CAMPO**
- 2. TOMA DE MUESTRAS DE CAMPO Y  
CLASIFICACION GEOMECANICA DE SUELOS**

# ANEXOS N° 1

## FICHAS DE DENSIDADES DE CAMPO

FICHA DE CONTROL N°01 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

## CONTROL DE COMPACTACION

OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO			CAPA:	TERRAPLEN 1-2		
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		1	2	3	4	5	6
PROGRESIVA		2+550	2+625	2+700	2+775	2+850	2+925
LADO		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA
SECTOR		TERRAPL 1	TERRAPL 1	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2

## DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA

PROFUNDIDAD (CM.)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL	4,861.00	5,438.00	5,247.00	4,882.00	4,136.00	4,297.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,572.00	7,552.00	7,528.00	7,506.00	7,482.00	7,450.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,148.00	2,804.00	2,867.00	3,028.00	3,377.00	3,278.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,988.47	3,312.47	3,225.47	3,042.47	2,669.47	2,736.47
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,134.62	2,366.05	2,303.91	2,173.19	1,906.76	1,954.62
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	497.00	675.00	681.00	695.00	128.00	440.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	195.67	265.75	268.11	273.62	50.39	173.23
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	4,364.00	4,763.00	4,566.00	4,187.00	4,008.00	3,857.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,938.95	2,100.30	2,035.80	1,899.57	1,856.37	1,781.39
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.25	2.27	2.24	2.20	2.16	2.17
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	2.06	2.08	2.06	2.02	1.98	1.99
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	103.04%	103.82%	102.68%	100.91%	98.84%	99.12%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## CONTROL DE HUMEDAD

1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%

OBSERVACIONES:

SPEEDY

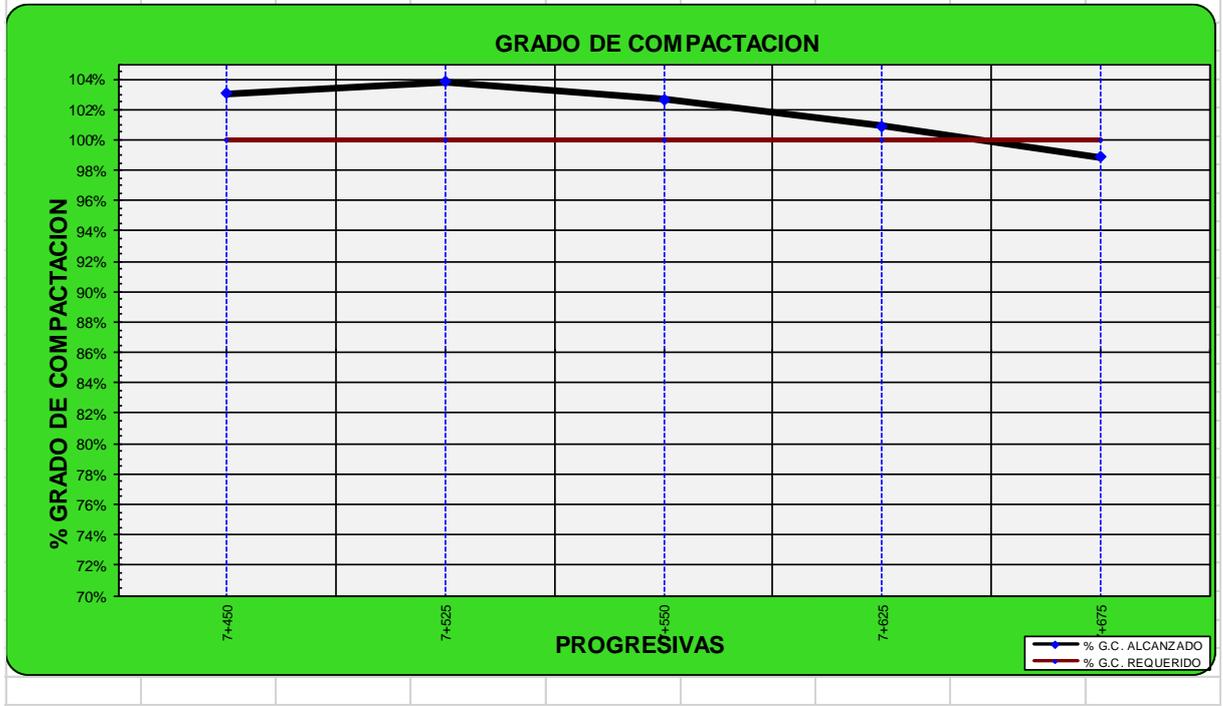
FICHA DE CONTROL N°01 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRAFICO DE COMPACTACION

# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. REQUERIDO %	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO	101.40%	100.00%
VARIANZA	0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR	123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°02 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

<b>CONTROL DE COMPACTACION</b>							
<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUIPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL. MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
<b>LUGAR</b>				<b>CAPA:</b>	TERRAPLEN 1-2		
<b>ENCARGADO</b>							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUIPI (canal principal)						
<b>FECHA</b>	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
<b>PRUEBA N°</b>		7	8	9	10	11	12
<b>PROGRESIVA</b>		3+000	3+075	3+150	3+225	3+300	3+375
<b>LADO</b>		IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA	CENTRO
<b>SECTOR</b>		TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN
<b>DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA</b>							
<b>PROFUNDIDAD (CM)</b>		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	4,368.00	4,076.00	4,108.00	4,322.00	4,307.00	4,292.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,358.00	7,340.00	7,327.00	7,312.00	7,201.00	7,275.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,163.00	3,247.00	3,295.00	3,112.00	3,124.00	3,063.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,769.08	2,667.08	2,606.08	2,774.08	2,651.08	2,786.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	1,977.91	1,905.06	1,861.49	1,981.49	1,893.63	1,990.06
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	320.00	2.00	248.00	324.00	367.00	157.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	125.98	0.79	97.64	127.56	144.49	61.81
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	4,048.00	4,074.00	3,860.00	3,998.00	3,940.00	4,135.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,851.93	1,904.27	1,763.85	1,853.93	1,749.14	1,928.25
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.19	2.14	2.19	2.16	2.25	2.14
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	10.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	2.01	1.96	2.01	1.98	2.05	1.97
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	98.49%	96.40%	98.61%	97.17%	100.58%	96.63%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	10.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%
<b>OBSERVACIONES:</b>							

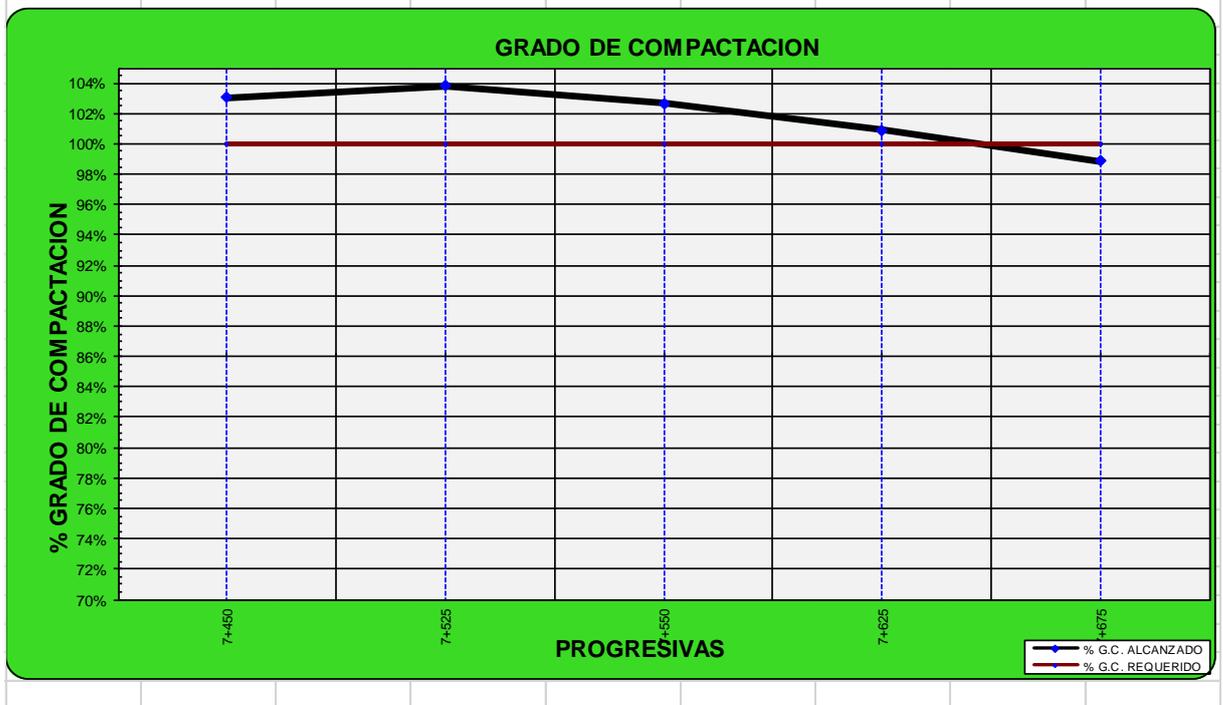
FICHA DE CONTROL N° 02 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	Ing. FROILAN PLACIDO HUACACUNI CHOQUE							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	31 DE JULIO DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO		101.40%	100.00%
VARIANZA		0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR		123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°03 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

## CONTROL DE COMPACTACION

<b>OBRA</b>	:	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU
	:	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO
<b>SOLICITA</b>	:	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)
<b>LUGAR</b>	:	<b>CAPA:</b> TERRAPLEN 3-4
<b>ENCARGADO</b>	:	
<b>ESTRUCTURA</b>	:	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU (canal principal)
<b>FECHA</b>	:	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015
<b>PRUEBA N°</b>		13      14      15      16      17      18
<b>PROGRESIVA</b>		3+450    3+525    3+600    3+675    3+750    3+825
<b>LADO</b>		CENTRO    IZQUIERDA    CENTRO    DERECHA    IZQUIERDA    CENTRO
<b>SECTOR</b>		TERRAPLEN    TERRAPLEN    TERRAPLEN    TERRAPLEN    TERRAPLEN    TERRAPLEN

## DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA

PROFUNDIDAD (CM)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	4,039.00	4,525.00	4,000.00	4,768.00	4,274.00	4,583.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,209.00	7,197.00	7,180.00	7,452.00	7,452.00	7,428.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,126.00	2,908.00	3,208.00	3,042.00	3,312.00	3,179.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,657.08	2,863.08	2,546.08	2,984.08	2,714.08	2,823.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	1,897.91	2,045.06	1,818.63	2,131.49	1,938.63	2,016.49
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	177.00	527.00	445.00	447.00	304.00	855.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	69.69	207.48	175.20	175.98	119.69	336.61
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	3,862.00	3,998.00	3,555.00	4,321.00	3,970.00	3,728.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,828.23	1,837.58	1,643.43	1,955.50	1,818.94	1,679.87
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.11	2.18	2.16	2.21	2.18	2.22
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	8.00%	8.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.96	2.01	1.98	2.03	2.00	2.04
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	96.07%	98.95%	97.47%	99.57%	98.35%	100.00%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## CONTROL DE HUMEDAD

1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	8.00%	8.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%
<b>OBSERVACIONES:</b>							

FICHA DE CONTROL N°03 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

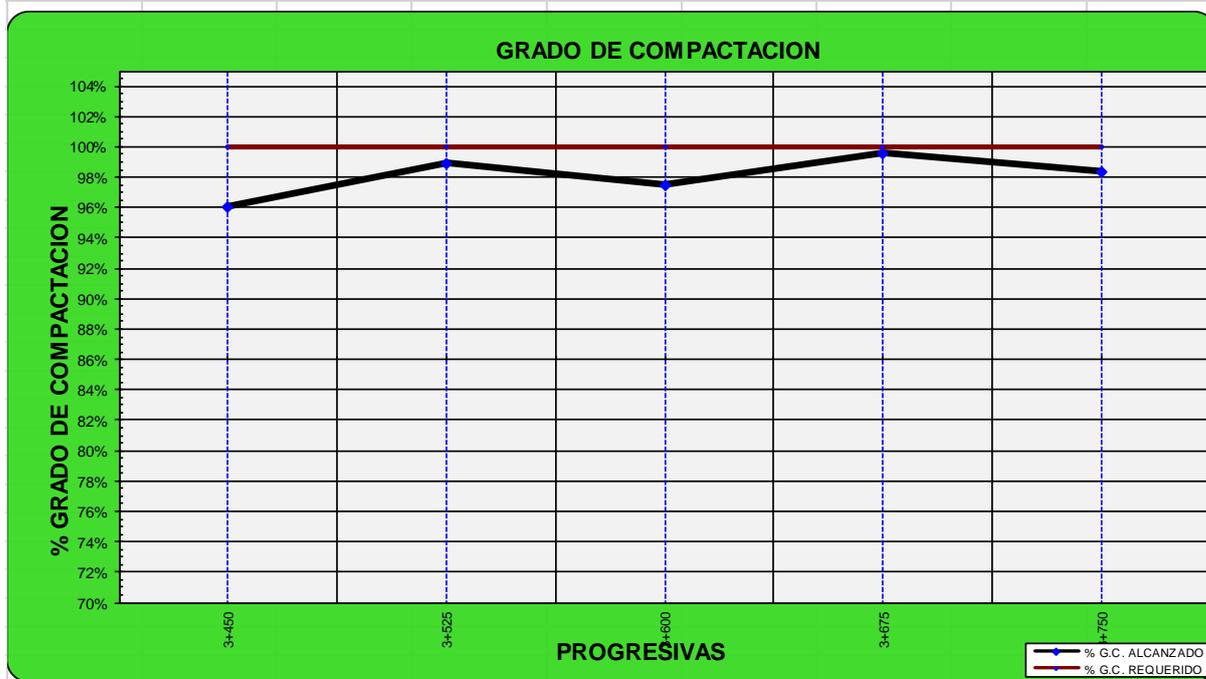


# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

## RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. REQUERIDO %	G.C. %
7	3+450	8.00%	2.11	9.06%	196	2.09	100.00%	96.07%
8	3+525	8.00%	2.18	9.06%	2.01	2.09	100.00%	98.95%
9	3+600	9.00%	2.16	9.06%	198	2.09	100.00%	97.47%
10	3+675	9.00%	2.21	9.06%	2.03	2.09	100.00%	99.57%
11	3+750	9.00%	2.18	9.06%	2.00	2.09	100.00%	98.35%
12	3+825	9.00%	2.22	9.06%	2.04	2.09	100.00%	100.00%

PROMEDIO ARITMETICO	98.40%	100.00%
VARIANZA	0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR	157%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°04 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

CONTROL DE COMPACTACION							
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL. MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR				CAPA:	TERRAPLEN 3-4		
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		19	20	21	22	23	24
PROGRESIVA		3+900	3+975	4+050	4+125	4+200	4+275
LADO		IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
SECTOR		TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN
DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA							
PROFUNDIDAD (CM)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL	4,248.00	3,997.00	4,468.00	4,230.00	4,053.00	4,256.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,364.00	7,337.00	7,321.00	7,295.00	7,281.00	7,275.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,160.00	3,390.00	3,045.00	3,168.00	3,187.00	3,048.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,778.08	2,521.08	2,850.08	2,701.08	2,668.08	2,801.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	1,984.34	1,800.77	2,035.77	1,929.34	1,905.77	2,000.77
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	362.00	266.00	423.00	418.00	69.00	206.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	142.52	104.72	166.54	164.57	27.17	81.10
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	3,886.00	3,731.00	4,045.00	3,812.00	3,984.00	4,050.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,841.82	1,696.05	1,869.24	1,764.78	1,878.61	1,919.67
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.11	2.20	2.16	2.16	2.12	2.11
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.94	2.02	1.99	1.98	1.95	1.94
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	95.07%	99.12%	97.51%	97.33%	95.56%	95.07%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CONTROL DE HUMEDAD							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%
OBSERVACIONES:							

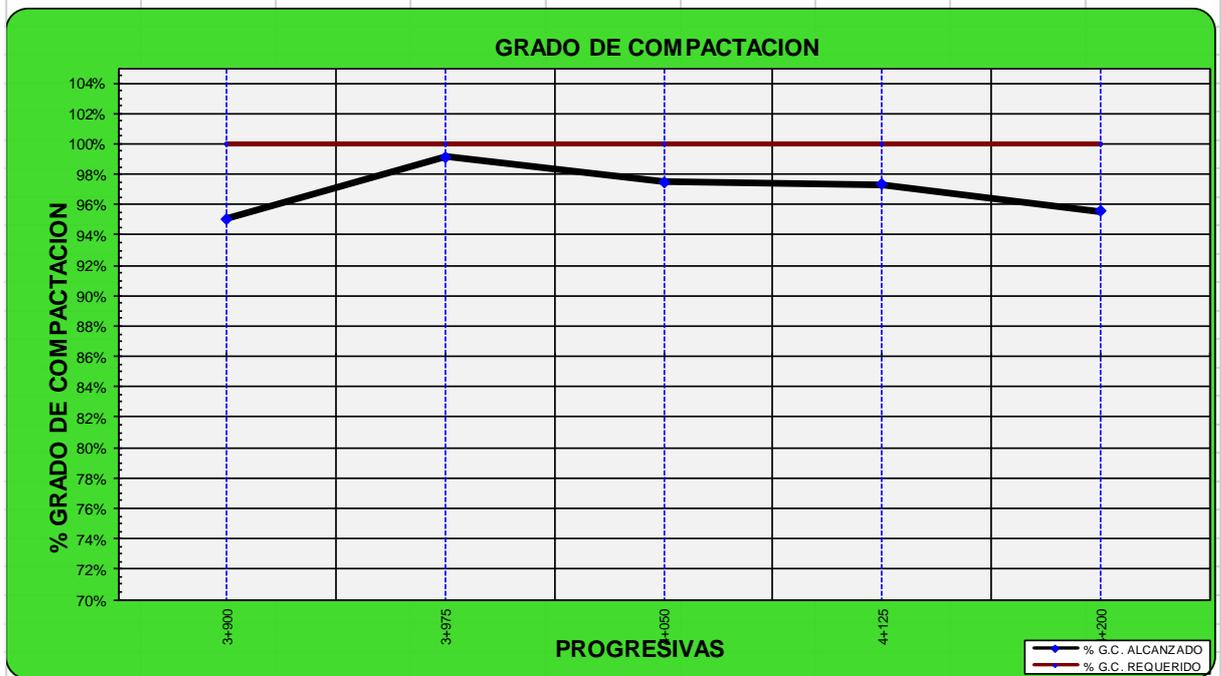
FICHA DE CONTROL N°04 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION								
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
LUGAR	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
ENCARGADO	:							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
FECHA	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
1	3+900	9.00%	2.11	9.06%	194	2.09	100.00%	95.07%
2	3+975	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	99.12%
3	4+050	9.00%	2.16	9.06%	199	2.09	100.00%	97.51%
4	4+125	9.00%	2.16	9.06%	198	2.09	100.00%	97.33%
5	4+200	9.00%	2.12	9.06%	195	2.09	100.00%	95.56%
6	4+275	9.00%	2.11	9.06%	194	2.09	100.00%	95.07%

PROMEDIO ARITMETICO	96.61%	100.00%
VARIANZA	0.03%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR	167%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°05 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO

		<h2 style="color: green;">DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION</h2>					
<h3>CONTROL DE COMPACTACION</h3>							
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LA DISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR		CAPA:					TERRAPLEN 3-4
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°	25	26	27	28	29	30	
PROGRESIVA	4+350	4+425	4+500	4+575	4+650	4+725	
LADO	IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA	
SECTOR	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	
<h3>DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA</h3>							
PROFUNDIDAD (CM)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	4,430.00	4,113.00	3,887.00	3,968.00	4,040.00	4,496.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,237.00	7,221.00	7,193.00	7,184.00	7,172.00	7,148.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	2,947.00	3,190.00	3,158.00	3,170.00	3,024.00	2,824.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,864.08	2,605.08	2,609.08	2,588.08	2,722.08	2,898.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,045.77	1,860.77	1,863.63	1,848.63	1,944.34	2,070.06
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	159.00	260.00	217.00	240.00	160.00	310.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	62.60	102.36	85.43	94.49	62.99	122.05
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	4,271.00	3,853.00	3,670.00	3,728.00	3,880.00	4,186.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,983.17	1,758.41	1,778.20	1,754.14	1,881.35	1,948.01
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.15	2.19	2.06	2.13	2.06	2.15
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.98	2.01	1.89	1.95	1.89	1.97
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	99.29%	101.02%	95.15%	97.98%	95.08%	99.07%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<h3>CONTROL DE HUMEDAD</h3>							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%
OBSERVACIONES:							

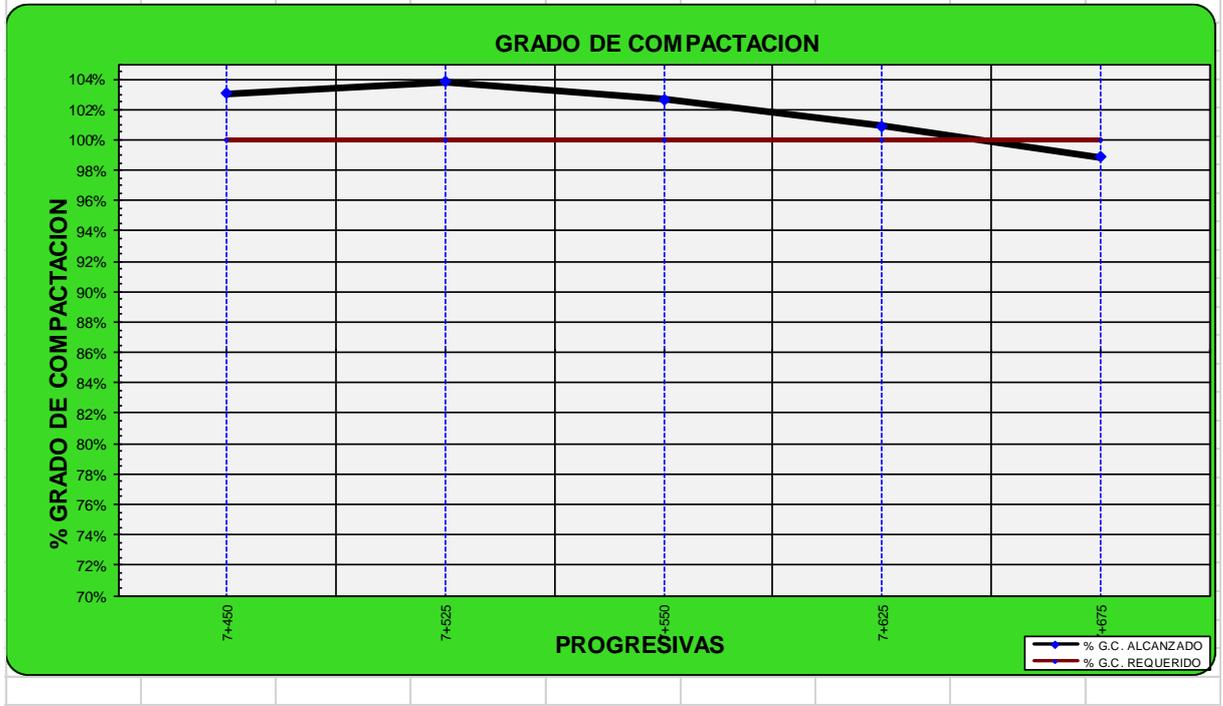
FICHA DE CONTROL N°05 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRAFICO DE COMPACTACION

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO	101.40%	100.00%
VARIANZA	0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR	123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°06 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

## CONTROL DE COMPACTACION

OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR						CAPA:	TERRAPLEN 1-2
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°	31	32	33	34	35	36	
PROGRESIVA	4+800	4+875	4+950	5+025	5+100	5+175	
LADO	CENTRO	IZQUIERDA	CENTRO	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA	
SECTOR	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	

## DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA

PROFUNDIDAD (CM)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	3,989.00	4,058.00	4,190.00	3,938.00	4,339.00	4,496.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,145.00	7,138.00	7,270.00	7,264.00	7,256.00	7,249.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,060.00	3,205.00	3,059.00	3,385.00	2,981.00	2,844.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,659.08	2,507.08	2,785.08	2,453.08	2,849.08	2,979.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	1,899.34	1,790.77	1,989.34	1,752.20	2,035.06	2,127.91
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	196.00	208.00	258.00	290.00	583.00	265.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	77.17	81.89	101.57	114.17	229.53	104.33
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	3,793.00	3,850.00	3,932.00	3,648.00	3,756.00	4,231.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,822.18	1,708.88	1,887.77	1,638.03	1,805.53	2,023.58
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.08	2.25	2.08	2.23	2.08	2.09
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.91	2.07	1.91	2.04	1.91	1.92
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	95.96%	103.86%	96.03%	102.67%	95.91%	96.39%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## CONTROL DE HUMEDAD

1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%

OBSERVACIONES:

SPEEDY

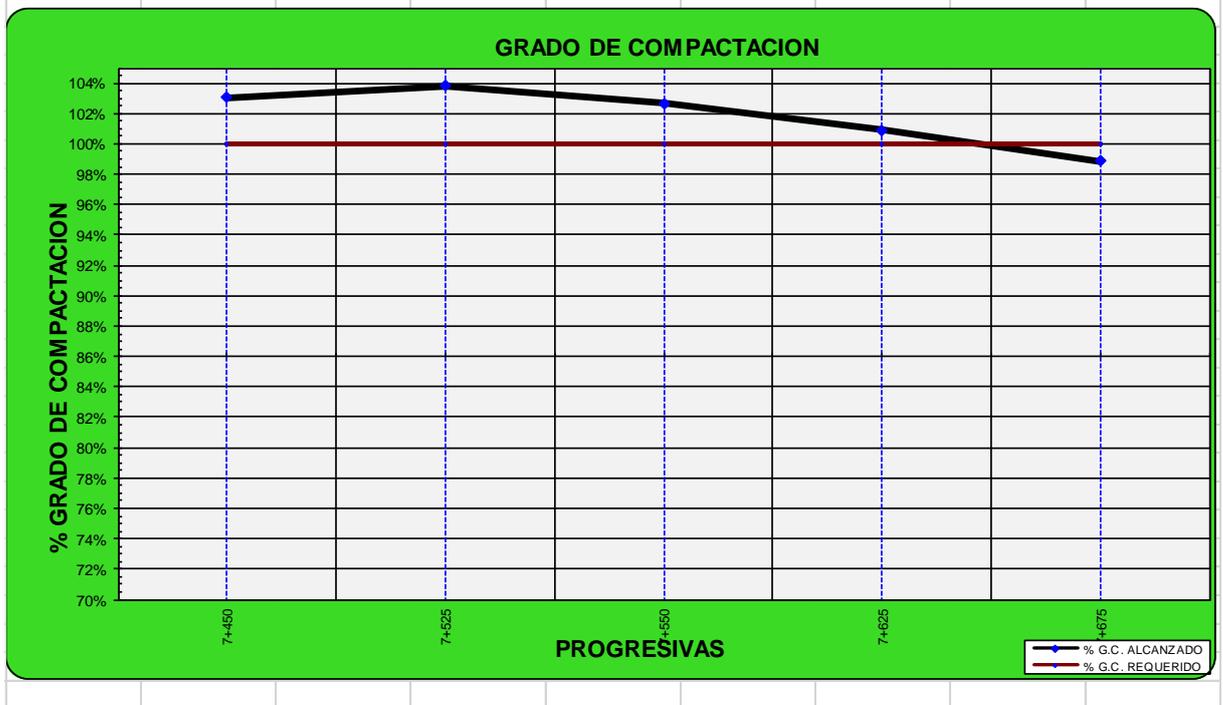
FICHA DE CONTROL N°06 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRAFICO DE COMPACTACION

# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. REQUERIDO %	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO		101.40%	100.00%
VARIANZA		0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR		123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°07 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

CONTROL DE COMPACTACION							
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR				CAPA:	TERRAPLEN 1-2		
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPA CTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		37	38	39	40	41	42
PROGRESIVA		5+250	5+325	5+400	5+475	5+550	5+625
LADO		IZQUIERDA	CENTRO	CENTRO	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA
SECTOR		TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN
DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA							
PROFUNDIDAD (CM.)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL	4,454.00	4,670.00	4,089.00	4,495.00	4,323.00	4,263.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,228.00	7,190.00	7,252.00	7,320.00	7,316.00	7,298.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,048.00	2,926.00	3,202.00	3,058.00	3,141.00	3,239.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,754.08	2,838.08	2,624.08	2,836.08	2,749.08	2,633.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	1,967.20	2,027.20	1,874.34	2,025.77	1,963.63	1,880.77
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	420.00	474.00	89.00	540.00	272.00	398.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	165.35	186.61	35.04	212.60	107.09	156.69
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	4,034.00	4,196.00	4,000.00	3,955.00	4,051.00	3,865.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,801.85	1,840.59	1,839.30	1,813.17	1,856.54	1,724.08
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.24	2.28	2.17	2.18	2.18	2.24
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	2.05	2.09	2.00	2.00	2.00	2.06
15	MAX. DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	99.42%	101.23%	96.57%	96.86%	96.89%	99.55%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CONTROL DE HUMEDAD							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%
OBSERVACIONES:							

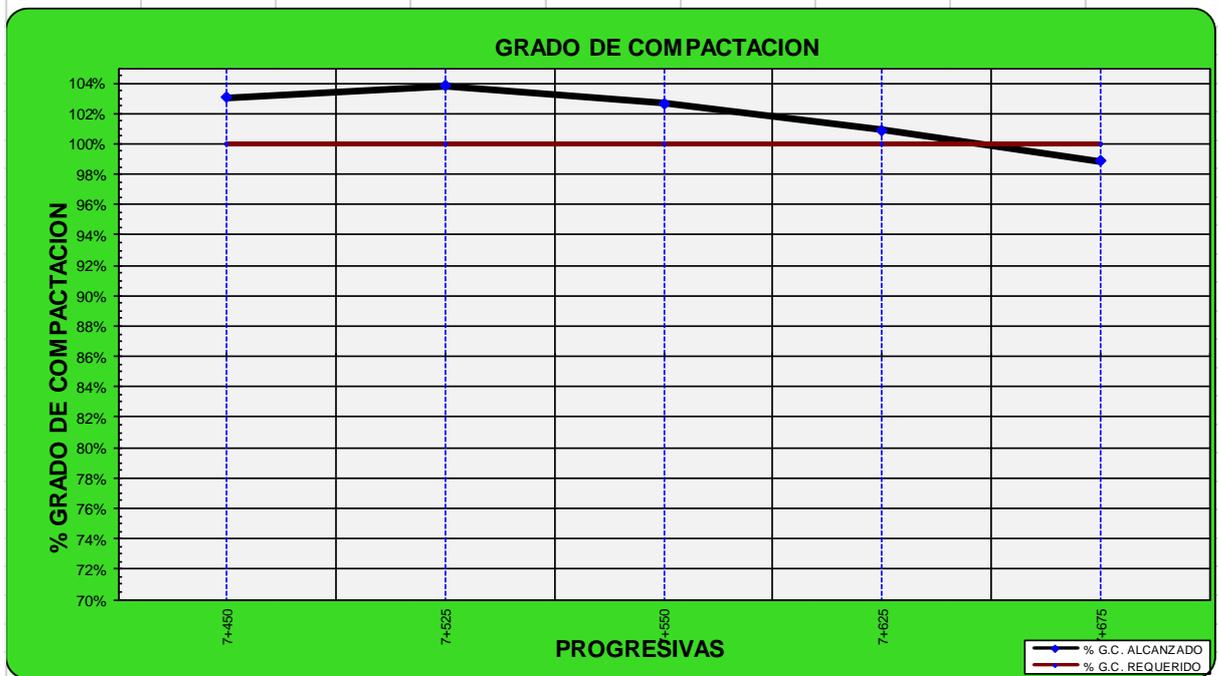
FICHA DE CONTROL N°07 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRAFICO DE COMPACTACION

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. REQUERIDO %	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO		101.40%	100.00%
VARIANZA		0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR		123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°08 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO

		<h2 style="color: green;">DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION</h2>					
<h3>CONTROL DE COMPACTACION</h3>							
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUIPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR							CAPA: TERRAPLEN 3-4
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUIPI (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		43	44	45	46	47	48
PROGRESIVA		5+700	5+775	5+850	5+925	6+000	6+075
LADO		IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
SECTOR		TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN
<h3>DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA</h3>							
PROFUNDIDAD (CM)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL	4,190.00	3,980.00	4,100.00	5,213.00	4,510.00	4,725.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,332.00	7,324.00	7,317.00	7,283.00	7,251.00	7,230.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,129.00	3,254.00	3,250.00	2,615.00	2,995.00	2,873.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,777.08	2,644.08	2,641.08	3,242.08	2,830.08	2,931.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	1,983.63	1,888.63	1,886.49	2,315.77	2,021.49	2,093.63
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	312.00	203.00	308.00	493.00	850.00	543.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	122.83	79.92	121.26	194.09	334.65	213.78
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	3,878.00	3,777.00	3,792.00	4,720.00	3,660.00	4,182.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,860.79	1,808.71	1,765.23	2,121.68	1,686.84	1,879.85
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.08	2.09	2.15	2.22	2.17	2.22
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.91	1.92	1.97	2.04	1.99	2.04
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	1.99	1.99	1.99	2.08	2.08	2.08
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	96.08%	96.27%	99.03%	98.27%	95.84%	98.26%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<h3>CONTROL DE HUMEDAD</h3>							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	9.10%	9.10%	9.10%	9.10%	9.10%	9.10%
OBSERVACIONES:							

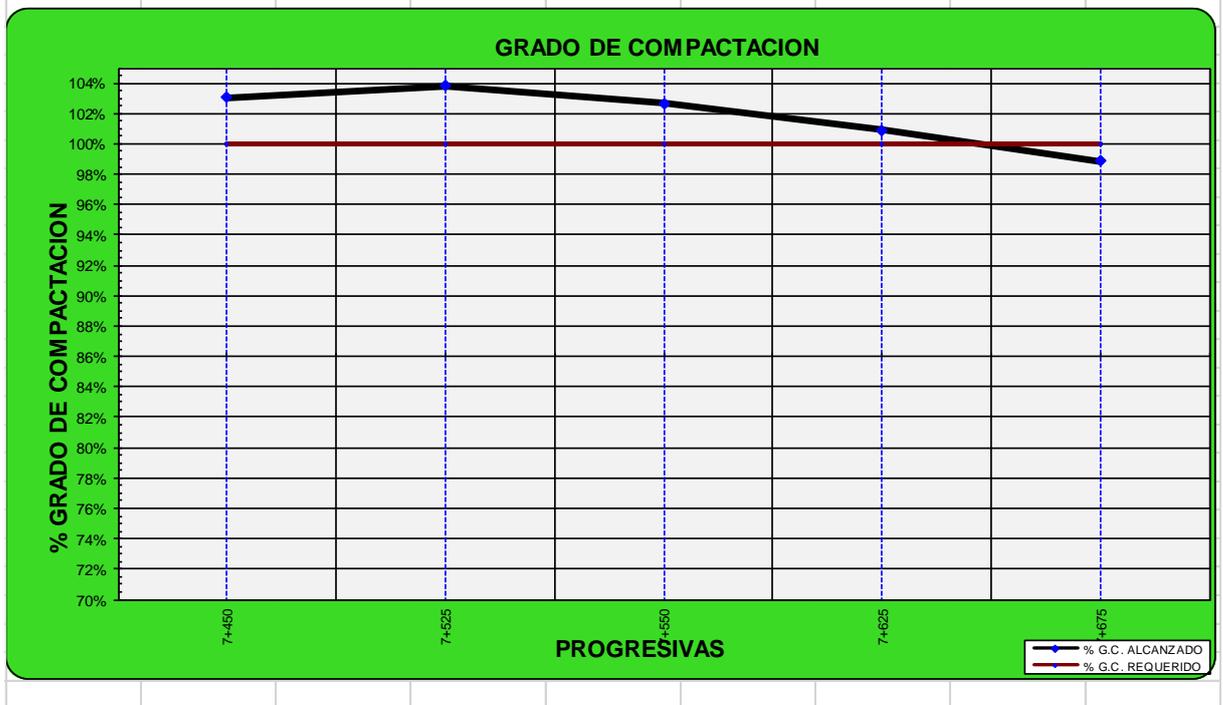
FICHA DE CONTROL N°08 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO	101.40%	100.00%
VARIANZA	0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR	123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°09 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

### CONTROL DE COMPACTACION

OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR				CAPA:		TERRAPLEN 3-4	
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		49	50	51	52	53	54
PROGRESIVA		6+150	6+225	6+300	6+375	6+450	6+525
LADO		DERECHA	CENTRO	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA	CENTRO
SECTOR		TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

### DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA

PROFUNDIDAD (CM.)		49	50	51	52	53	54
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	4,752.00	4,752.00	4,658.00	4,665.00	4,850.00	5,298.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,465.00	7,465.00	7,428.00	7,418.00	7,369.00	7,355.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,040.00	3,040.00	2,961.00	2,984.00	2,970.00	2,558.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,999.08	2,999.08	3,041.08	3,008.08	2,973.08	3,371.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,142.20	2,142.20	2,172.20	2,148.63	2,123.63	2,407.91
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	950.00	160.00	610.00	148.00	786.00	502.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	374.02	62.99	240.16	58.27	309.45	197.64
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	3,802.00	4,592.00	4,048.00	4,517.00	4,064.00	4,796.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,768.18	2,079.21	1,932.04	2,090.36	1,814.18	2,210.28
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.15	2.21	2.10	2.16	2.24	2.17
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.97	2.03	1.92	1.98	2.06	1.99
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	1.99	1.99	1.99	2.08	2.08	2.08
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	99.13%	101.82%	96.59%	95.45%	98.95%	95.85%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

### CONTROL DE HUMEDAD

1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	9.10%	9.10%	9.10%	9.10%	9.10%	9.10%

OBSERVACIONES:

SPEEDY

FICHA DE CONTROL N°09 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

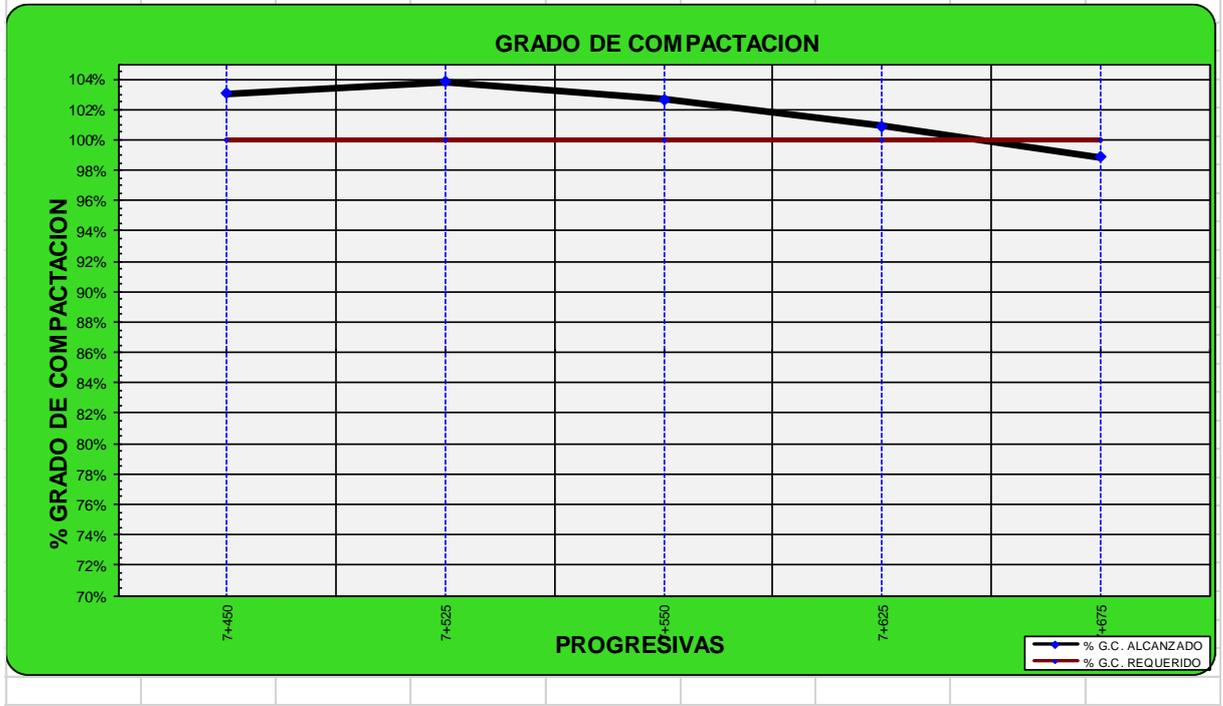


## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. REQUERIDO %	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO	101.40%	100.00%
VARIANZA	0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR	123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°10 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

CONTROL DE COMPACTACION							
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR				CAPA:	TERRAPLEN 1-2		
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°	55	56	57	58	59	60	
PROGRESIVA	6+600	6+675	6+750	6+825	6+900	6+975	
LADO	DERECHA	CENTRO	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA	CENTRO	
SECTOR	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	
DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA							
PROFUNDIDAD (CM.)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	4,432.00	4,420.00	4,658.00	4,665.00	4,850.00	5,298.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,313.00	7,300.00	7,428.00	7,418.00	7,369.00	7,355.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	3,019.00	2,937.00	2,961.00	2,984.00	2,970.00	2,558.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92	1,425.92
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,868.08	2,937.08	3,041.08	3,008.08	2,973.08	3,371.08
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,048.63	2,097.91	2,172.20	2,148.63	2,123.63	2,407.91
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	502.00	412.00	610.00	148.00	786.00	502.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	197.64	162.20	240.16	58.27	309.45	197.64
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	3,930.00	4,008.00	4,048.00	4,517.00	4,064.00	4,796.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,850.99	1,935.71	1,932.04	2,090.36	1,814.18	2,210.28
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.12	2.07	2.10	2.16	2.24	2.17
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	10.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.93	1.90	1.92	1.98	2.06	1.99
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	1.99	1.99	1.99	2.08	2.08	2.08
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	96.99%	95.46%	96.59%	95.45%	98.95%	95.85%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CONTROL DE HUMEDAD							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	10.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%	11.67%
OBSERVACIONES:							

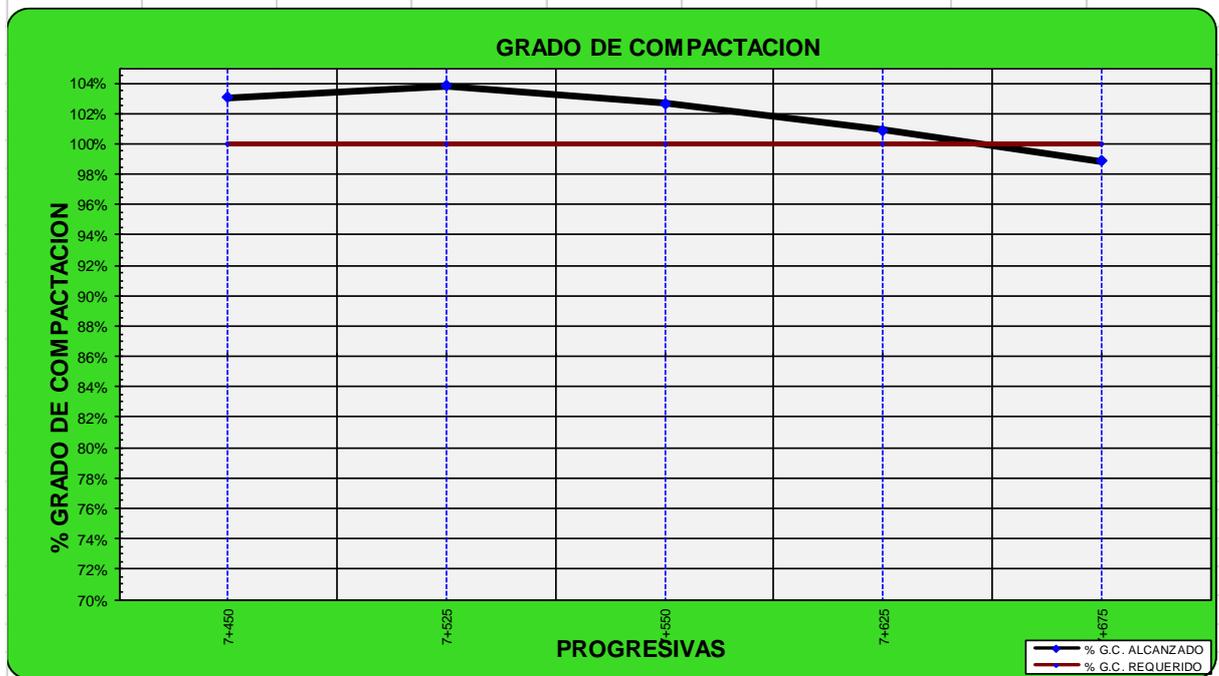
FICHA DE CONTROL N°10 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. REQUERIDO %	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO		101.40%	100.00%
VARIANZA		0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR		123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°11 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

## CONTROL DE COMPACTACION

OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR				CAPA:	TERRAPLEN 1-2		
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		61	62	63	64	65	66
PROGRESIVA		7+050	7+125	7+200	7+275	7+350	7+425
LADO		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA
SECTOR		TERRAPL 1	TERRAPL 1	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2

## DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA

PROFUNDIDAD (CM.)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL	4,694.00	5,461.00	4,862.00	4,968.00	4,320.00	4,530.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,227.00	7,493.00	7,469.00	7,480.00	7,540.00	7,520.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	2,825.00	2,598.00	2,996.00	2,903.00	3,320.00	3,240.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,966.47	3,459.47	3,037.47	3,141.47	2,784.47	2,844.47
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,118.91	2,471.05	2,169.62	2,243.91	1,988.91	2,031.76
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	410.00	468.00	540.00	695.00	210.00	440.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	161.42	184.25	212.60	289.30	82.68	140.00
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	4,284.00	4,993.00	4,322.00	4,273.00	4,110.00	4,090.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,957.49	2,286.80	1,957.02	1,954.61	1,906.23	1,891.76
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.19	2.18	2.21	2.19	2.16	2.16
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	11.00%	11.00%	11.00%	11.00%	10.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.97	1.97	1.99	1.97	1.96	1.98
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	98.39%	98.16%	99.28%	98.28%	97.81%	98.98%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## CONTROL DE HUMEDAD

1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	11.00%	11.00%	11.00%	11.00%	10.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%

OBSERVACIONES:

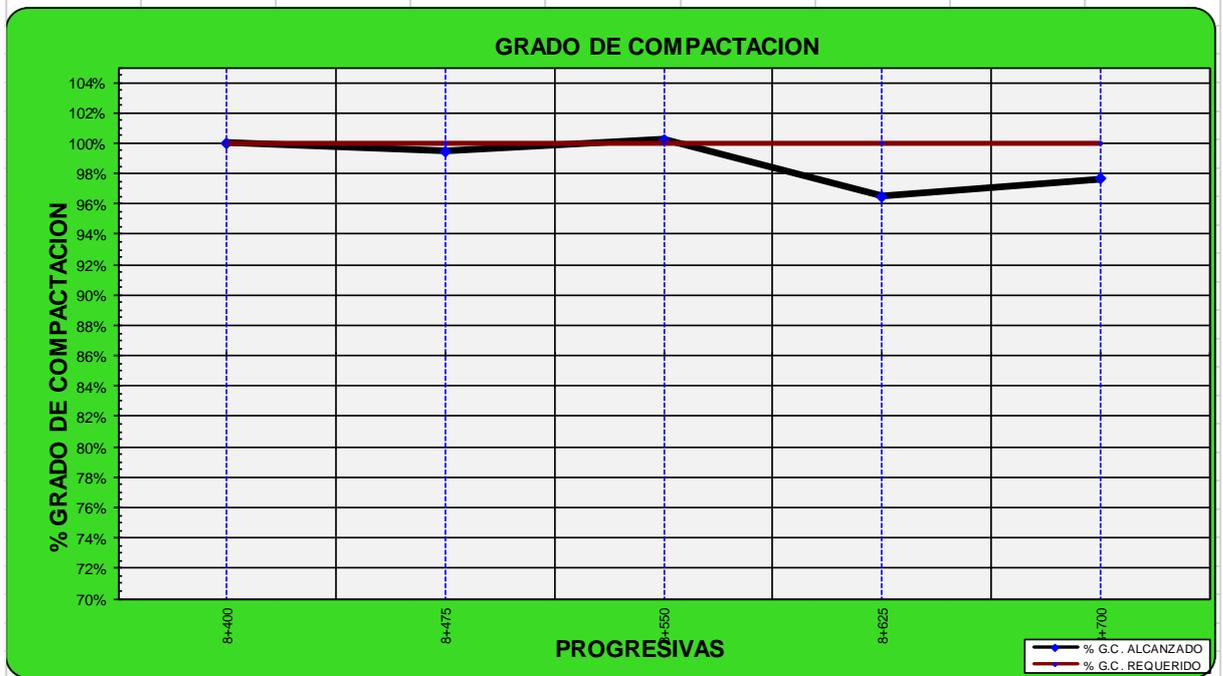
FICHA DE CONTROL N°11 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

## RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI							
	PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
79	8+400	8.00%	2.16	9.06%	2.00	2.09	100.00%	100.00%
80	8+475	8.00%	2.15	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.48%
81	8+550	9.00%	2.19	9.06%	2.01	2.09	100.00%	100.22%
82	8+625	9.00%	2.11	9.06%	1.93	2.09	100.00%	96.51%
83	8+700	8.00%	2.11	9.06%	1.96	2.09	100.00%	97.66%
84	8+775	9.00%	2.12	9.06%	1.95	2.09	100.00%	97.11%

PROMEDIO ARITMETICO		98.50%	100.00%
VARIANZA		0.03%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR		172%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°12 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

CONTROL DE COMPACTACION							
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR				CAPA:	TERRAPLEN 3-4		
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°	67	68	69	70	71	72	
PROGRESIVA	7+500	7+575	7+650	7725	7+800	7+875	
LADO	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA	
SECTOR	TERRAPL 1	TERRAPL 1	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2	
DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA							
PROFUNDIDAD (CM)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL	5,284.00	5,461.00	4,140.00	4,520.00	4,336.00	5,200.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,311.00	7,493.00	7,278.00	7,260.00	7,320.00	7,290.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	2,782.00	2,598.00	3,210.00	2,985.00	3,150.00	2,710.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	3,093.47	3,459.47	2,632.47	2,839.47	2,734.47	3,144.47
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,209.62	2,471.05	1,880.34	2,028.19	1,953.19	2,246.05
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	591.00	468.00	350.00	568.00	502.00	800.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	232.68	184.25	137.80	289.30	197.64	140.00
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	4,693.00	4,993.00	3,790.00	3,952.00	3,834.00	4,400.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,976.94	2,286.80	1,742.54	1,738.89	1,755.56	2,106.05
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.37	2.18	2.17	2.27	2.18	2.09
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	9.00%	11.00%	11.00%	11.00%	8.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	2.18	1.97	1.96	2.05	2.02	1.92
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	108.68%	98.16%	97.78%	102.17%	100.91%	95.64%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CONTROL DE HUMEDAD							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	9.00%	11.00%	11.00%	11.00%	8.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%
OBSERVACIONES:							

FICHA DE CONTROL N°12 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

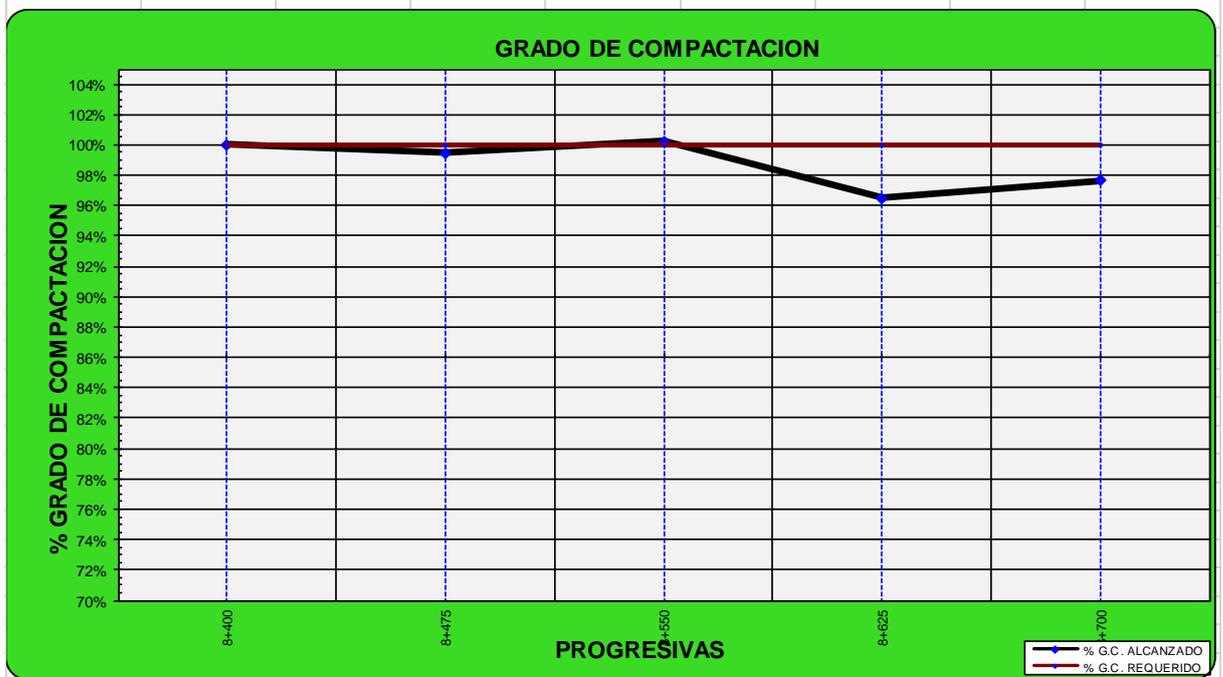
## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

**RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION**

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
79	8+400	8.00%	2.16	9.06%	2.00	2.09	100.00%	100.00%
80	8+475	8.00%	2.15	9.06%	199	2.09	100.00%	99.48%
81	8+550	9.00%	2.19	9.06%	2.01	2.09	100.00%	100.22%
82	8+625	9.00%	2.11	9.06%	193	2.09	100.00%	96.51%
83	8+700	8.00%	2.11	9.06%	196	2.09	100.00%	97.66%
84	8+775	9.00%	2.12	9.06%	195	2.09	100.00%	97.11%

PROMEDIO ARITMETICO  
 VARIANZA  
 DESVIACION ESTÁNDAR

98.50%      100.00%  
 0.03%      0.00%  
 1.72%      0.00%



FICHA DE CONTROL N°13 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

CONTROL DE COMPACTACION							
OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR							CAPA: TERRAPLEN 3-4
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		73	74	75	76	77	78
PROGRESIVA		7+950	8+025	8+100	8+175	8+250	8+325
LADO		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA
SECTOR		TERRAPL 1	TERRAPL 1	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2
DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA							
PROFUNDIDAD (CM.)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	4,596.00	4,940.00	4,996.00	4,600.00	5,020.00	5,240.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,025.00	7,220.00	7,290.00	7,110.00	7,130.00	7,290.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	2,680.00	2,600.00	2,690.00	2,360.00	2,380.00	2,710.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	2,909.47	3,184.47	3,164.47	3,314.47	3,314.47	3,144.47
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,078.19	2,274.62	2,260.34	2,367.48	2,367.48	2,246.05
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	800.00	460.00	360.00	210.00	502.00	800.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	314.96	181.10	141.73	320.00	197.64	140.00
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	3,796.00	4,480.00	4,636.00	4,390.00	4,518.00	4,440.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,763.23	2,093.52	2,118.60	2,047.48	2,169.84	2,106.05
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.15	2.14	2.19	2.14	2.08	2.11
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	10.00%	8.00%	10.00%	9.00%	8.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	1.96	1.98	1.99	1.97	1.93	1.93
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	97.66%	98.87%	99.27%	98.16%	96.20%	96.51%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CONTROL DE HUMEDAD							
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	10.00%	8.00%	10.00%	9.00%	8.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%
OBSERVACIONES:							

SPEEDY

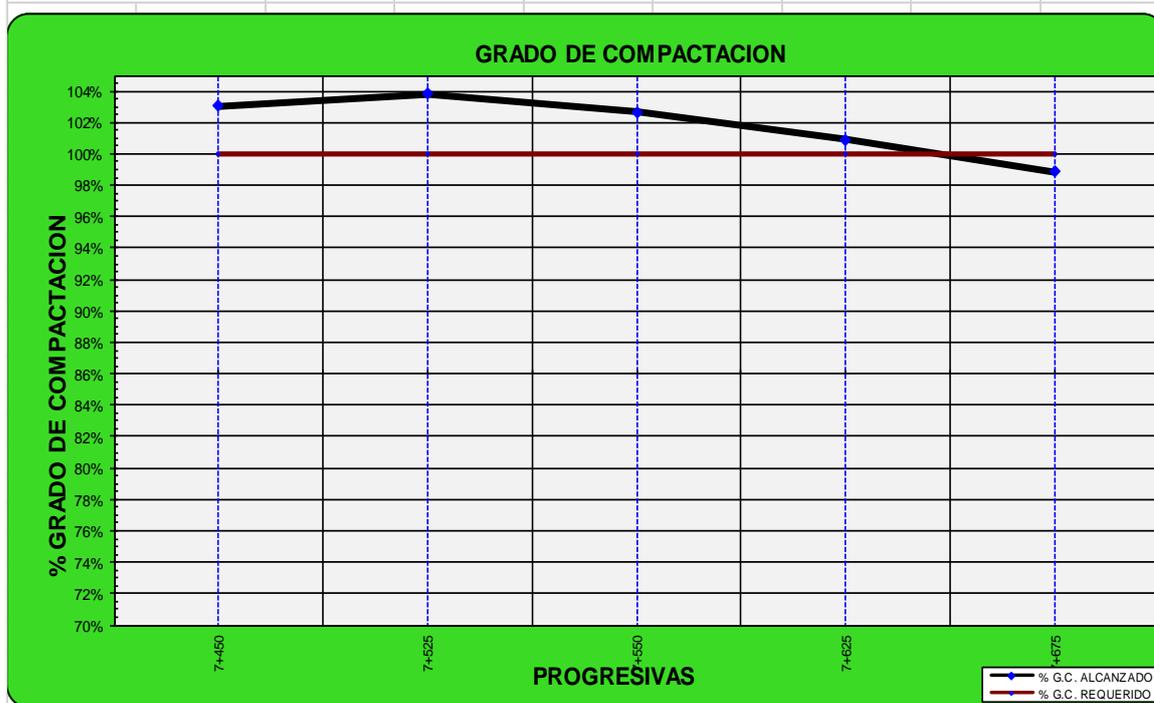
FICHA DE CONTROL N°13 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

### RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION

<b>OBRA</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO							
<b>SOLICITA</b>	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)							
<b>LUGAR</b>	DIST. CUPU PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO							
<b>ENCARGADO</b>	:							
<b>ESTRUCTURA</b>	COMPACTADO DE TERRA PLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU (canal principal)							
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2015							
PRUEBA No,	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
1	7+450	9.00%	2.25	9.06%	2.06	2.09	100.00%	103.04%
2	7+525	9.00%	2.27	9.06%	2.08	2.09	100.00%	103.82%
3	7+550	9.00%	2.24	9.06%	2.06	2.09	100.00%	102.68%
4	7+625	9.00%	2.20	9.06%	2.02	2.09	100.00%	100.91%
5	7+675	9.00%	2.16	9.06%	1.98	2.09	100.00%	98.84%
6	7+725	9.00%	2.17	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.12%

PROMEDIO ARITMETICO	101.40%	100.00%
VARIANZA	0.02%	0.00%
DESVIACION ESTÁNDAR	123%	0.00%



FICHA DE CONTROL N°14 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO



# DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

## CONTROL DE COMPACTACION

OBRA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI						
	PROVINCIA DE MELGAR - PUNO						
SOLICITA	Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR				CAPA:	TERRAPLEN 1-2		
ENCARGADO							
ESTRUCTURA	COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)						
FECHA	25 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA N°		79	80	81	82	83	84
PROGRESIVA		8+400	8+475	8+550	8+625	8+700	8+775
LADO		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA
SECTOR		TERRAPL 1	TERRAPL 1	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2	TERRAPL 2

## DENSIDAD DE CAMPO METODO CONO DE ARENA

PROFUNDIDAD (CM)		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1	PESO NETO DEL MATERIAL (BOLSA DE POLIETIL)	4,998.00	4,706.00	4,599.00	4,594.00	4,676.00	4,320.00
2	PESO DE LA ARENA + FRASCO	7,400.00	7,364.00	7,438.00	7,302.00	7,282.00	7,237.00
3	PESO DE LA ARENA QUE QUEDA GRS.	2,829.00	2,915.00	3,111.00	2,950.00	2,805.00	3,093.00
4	PESO DE LA ARENA EN EL EMBUDO GRS.	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53	1,435.53
5	PESO DE LA ARENA EN EL HUECO GRS	3,135.47	3,013.47	2,891.47	2,916.47	3,041.47	2,708.47
6	DENSIDAD DE LA ARENA	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
7	VOLUMEN DEL HUECO CM3.	2,239.62	2,152.48	2,065.34	2,083.19	2,172.48	1,934.62
8	PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE GRS.	800.00	471.00	561.00	877.00	502.00	513.00
9	VOLUMEN DE LA GRAVA DESPLAZADA CM3.	300.00	185.43	220.87	320.00	197.64	140.00
10	PESO NETO DEL SUELO GRS.	4,198.00	4,235.00	4,038.00	3,717.00	4,174.00	3,807.00
11	VOLUMEN DEL SUELO CM3.	1,939.62	1,967.05	1,844.47	1,763.19	1,974.84	1,794.62
12	DENSIDAD HUMEDA GRS/CM3	2.16	2.15	2.19	2.11	2.11	2.12
13	% DE LA HUMEDAD CONTENIDA	8.00%	8.00%	9.00%	9.00%	8.00%	9.00%
14	DENSIDAD SECA GRS/CM3.	2.00	1.99	2.01	1.93	1.96	1.95
15	MAX.DENSIDAD DETERMINADA EN LA CURVA	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
16	PORCENTAJE DE COMPACTACION	100.00%	99.48%	100.22%	96.51%	97.66%	97.11%
17	PORCENTAJE DE COMPACTACION ESPECIFICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## CONTROL DE HUMEDAD

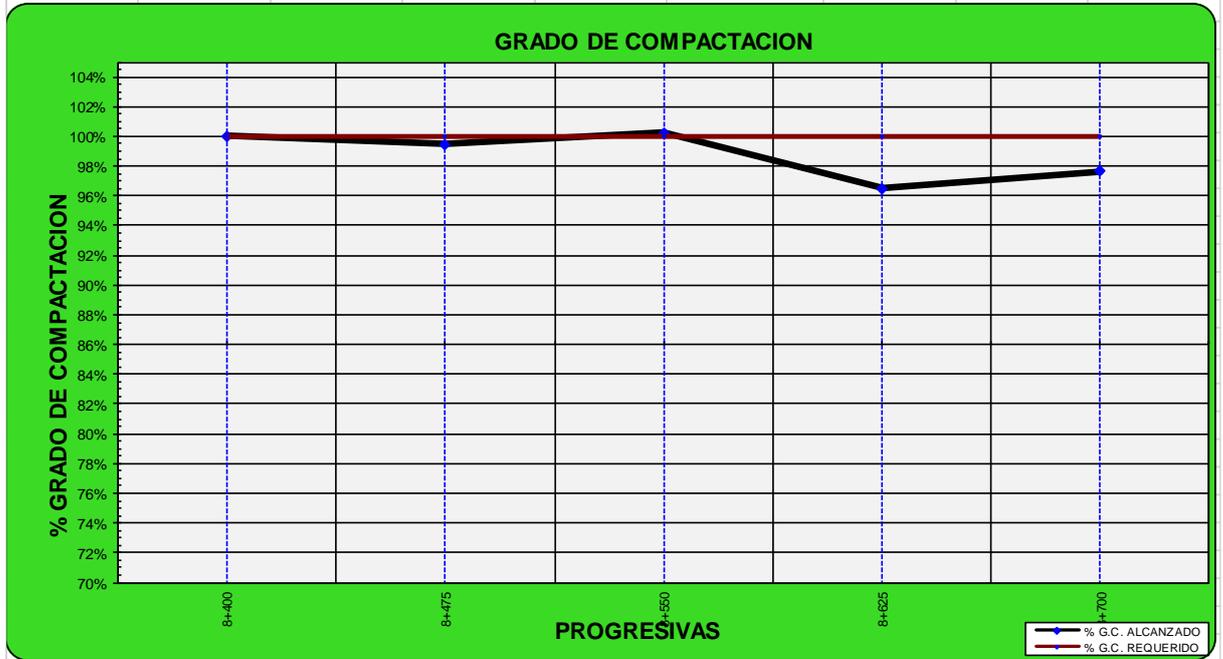
1	RECIPIENTE No.						
2	SUELO HUMEDO + RECIPIENTE GRS.						
3	SUELO SECO + RECIPIENTE GRS.						
4	PESO DEL AGUA						
5	PESO DEL RECIPIENTE						
6	PESO SUELO SECO						
7	% DE HUMEDAD	8.00%	8.00%	9.00%	9.00%	8.00%	9.00%
8	% DE HUMEDAD OPTIMA (DENSIDAD MAXIMA)	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%	10.05%

OBSERVACIONES:

FICHA DE CONTROL N°14 PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO RESUMEN Y GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

## DENSIDAD DE CAMPO GRADO DE COMPACTACION

RESUMEN : GRADO DE COMPACTACION								
OBRA		MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI PROVINCIA DE MELGAR - DPTO PUNO						
SOLICITA		Ing. LADISLAO RAFAEL MONTESINOS GALLEGOS (residente de obra)						
LUGAR		DIST. CUPI PROVINCIA DE MELGAR DPTO PUNO						
ENCARGADO		:						
ESTRUCTURA		COMPACTADO DE TERRAPLEN DEL CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI (canal principal)						
FECHA		30 DE NOVIEMBRE DEL 2015						
PRUEBA No.	PROGRESIVA KM.	CONTENIDO DE AGUA	DENSIDAD HUMEDAD GR/CM 3.	C.O.A. %	DENSIDAD SECA GR/CM 3.	MAX.DENS. SECA-CURVA GR/CM 3.	G.C. % REQUERIDO	G.C. %
79	8+400	8.00%	2.16	9.06%	2.00	2.09	100.00%	100.00%
80	8+475	8.00%	2.15	9.06%	1.99	2.09	100.00%	99.48%
81	8+550	9.00%	2.19	9.06%	2.01	2.09	100.00%	100.22%
82	8+625	9.00%	2.11	9.06%	1.93	2.09	100.00%	96.51%
83	8+700	8.00%	2.11	9.06%	1.96	2.09	100.00%	97.66%
84	8+775	9.00%	2.12	9.06%	1.95	2.09	100.00%	97.11%
PROMEDIO ARITMETICO				98.50%	100.00%			
VARIANZA				0.03%	0.00%			
DESVIACION ESTÁNDAR				172%	0.00%			

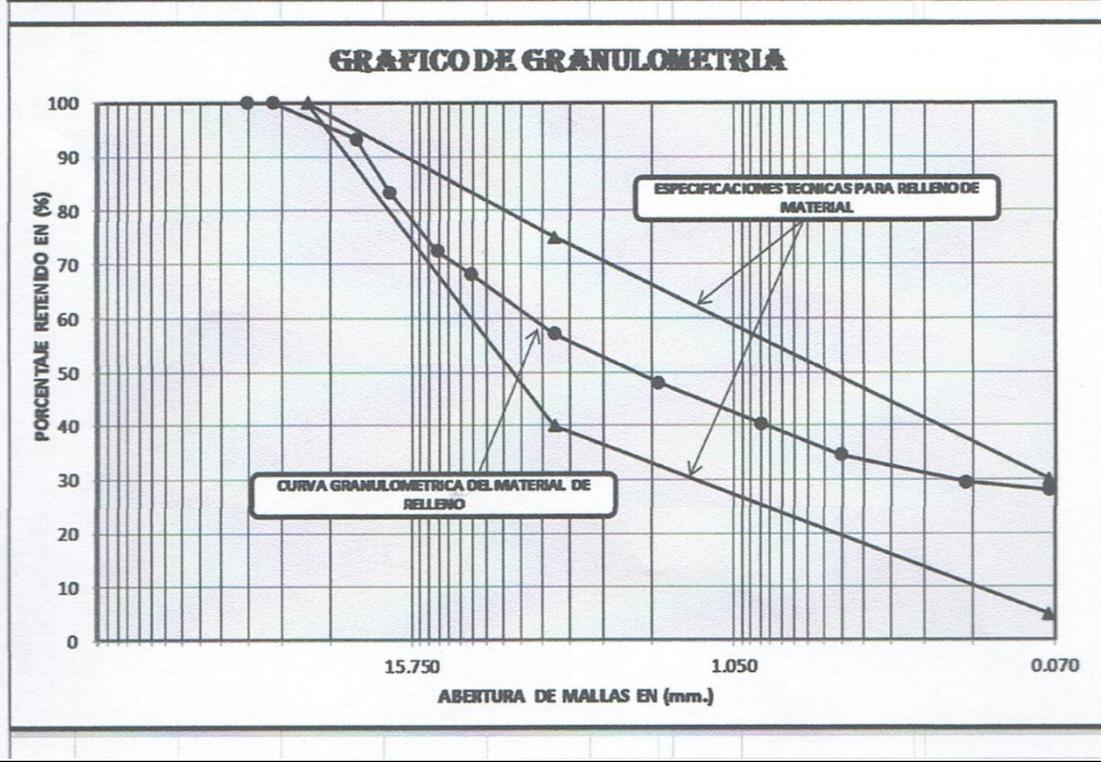


# **ANEXOS N° 2**

## **TOMA DE MUESTRAS DE CAMPO Y CLASIFICACION GEOMECANICA DE SUELOS**

**GOBIERNO REGIONAL PUNO**  
**PROGRAMA REGIONAL DE REGO Y DRENAJE**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>						
<b>PROYECTO</b> : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE REGO CANAL N.			<b>MEZCLA</b> : MATERIAL DE RELLENO 03 FINA YA			
<b>UBICACIÓN</b> : CUPU - MELGAR - PUNO						
<b>LUGAR</b> : CANAL N			<b>ENCARGADO</b> : B.T.S.			
<b>PROGRESIVA</b> : M.R - 03 Km. 3+300 LIA 300m. DE CL-07			<b>FECHA</b> : MARZO DEL 2013			
<b>PROCEDENCIA DEL MATERIAL</b> : MATERIAL DE RELLENO FINA YA					<b>NORMA</b> : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.	
DE DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES
3"	76.200					
2 1/2"	63.500				100.00	
2"	50.800	0.0	0.000	0.000	100.00	100
1 1/2"	38.100	0.0	0.000	0.000	100.00	
1"	25.400	64.7	6.789	6.789	93.21	
3/4"	19.050	94.2	9.882	16.672	83.33	
1/2"	12.700	103.5	10.859	27.530	72.47	
3/8"	9.525	42.2	4.426	31.957	68.04	
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	103.5	10.861	42.817	57.18	40 - 75
Nº 6	3.360					
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	87.2	9.153	51.970	48.03	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840	73.2	7.683	59.654	40.35	
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.426	55.3	5.802	65.456	34.54	
Nº 50	0.297					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149	47.6	4.994	70.450	29.55	
Nº 200	0.074	15.2	1.597	72.047	27.95	5 - 30
-200		266.31	27.953	100.000	0.00	





**GOBIERNO REGIONAL PUNO**  
**PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**



### ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS ASTM D-4318

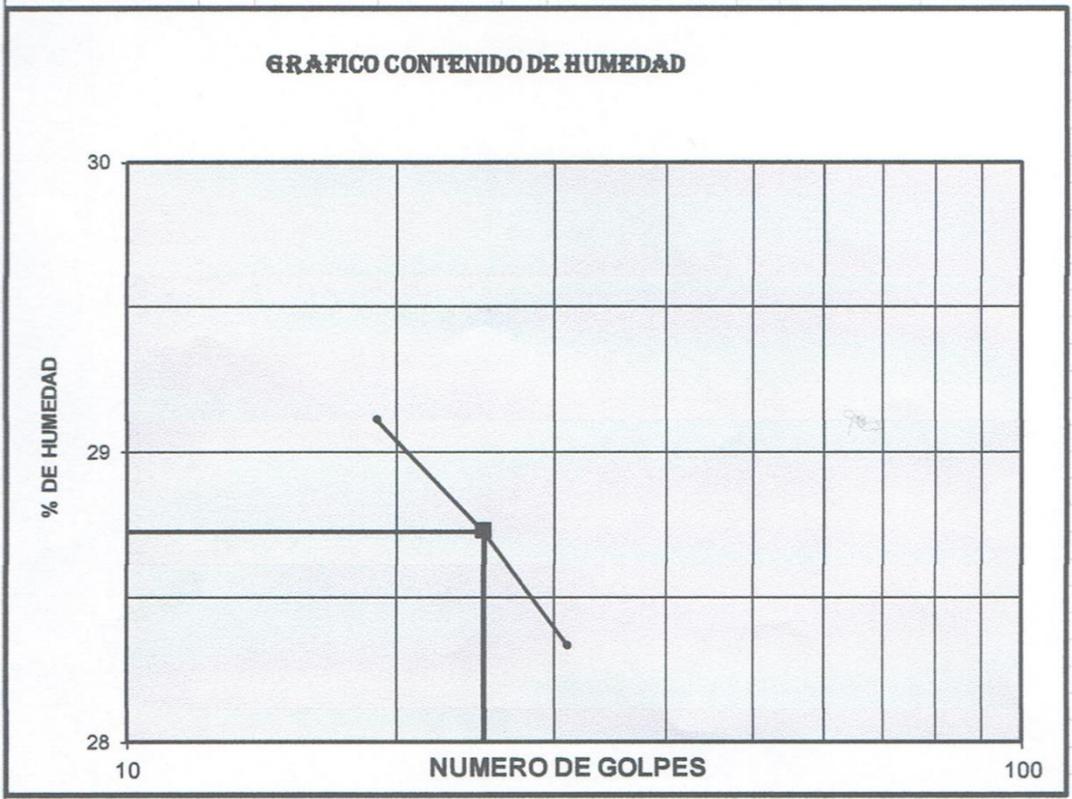
<b>PROYECTO</b> : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N. <b>UBICACIÓN</b> : CURI - MELGAR - PUNO <b>LUGAR</b> : CANAL N <b>PROGRESIVA</b> : MR- 03 Km 3+300 L/I A 300m. DE CL-07	<b>MEZCLA</b> : MATERIAL DE RELLENO 03 FINAYA <b>ENCARGADO</b> : B.T.S. <b>FECHA</b> : MARZO DEL 2013
---	---

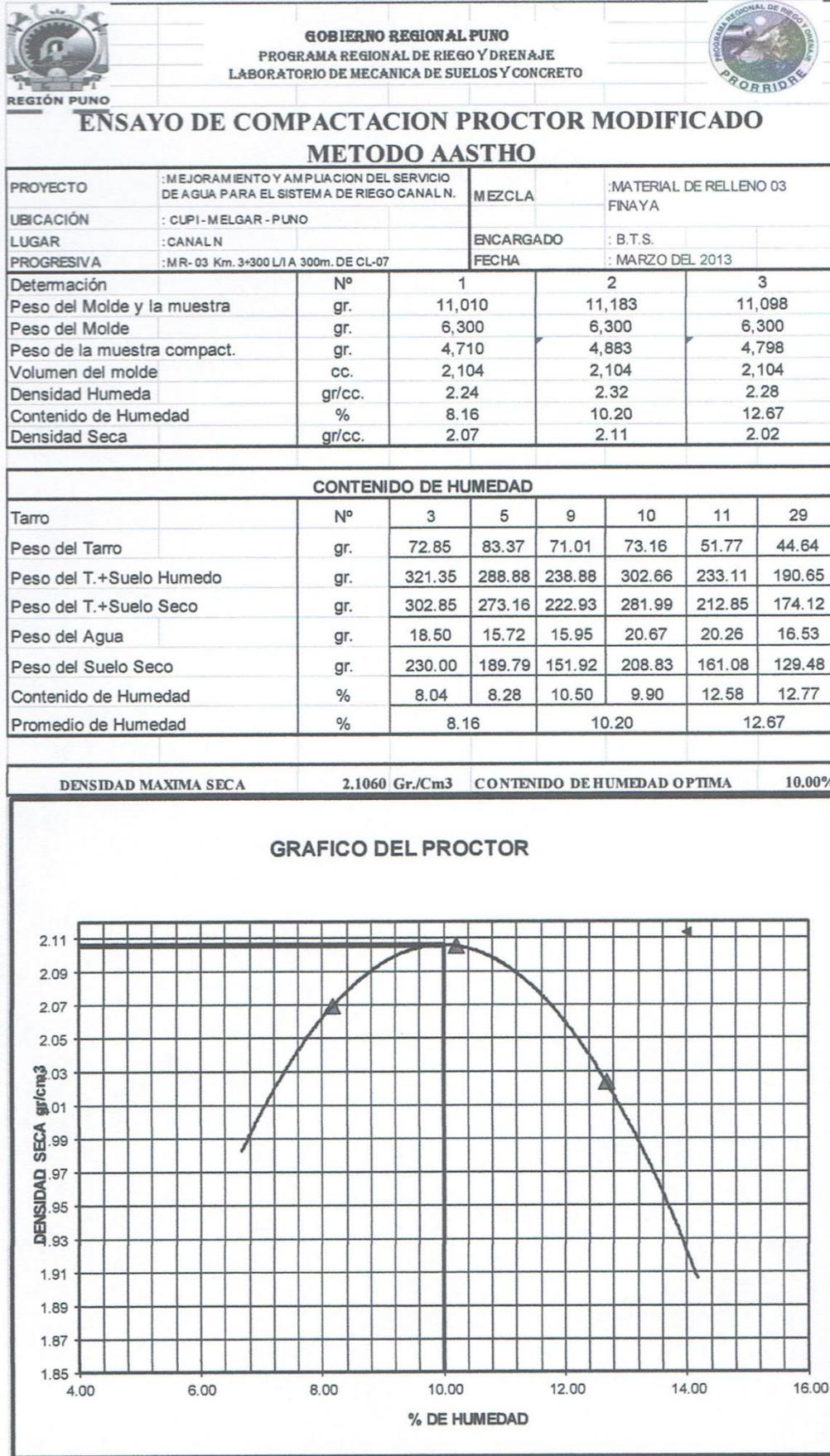
LIMITE LIQUIDO			
Nro. De Tarro	Nº	2	8
T. + Suelo Húmedo	Gr.	26.03	27.98
T. + Suelo Seco	Gr.	22.76	24.08
Agua	Gr.	3.27	3.90
Peso del Tarro	Gr.	11.22	10.68
Suelo Seco	Gr.	11.54	13.40
% de Humedad	%	28.34	29.11
Nro. De Golpes	Nº	31	19

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL			
Nro. De Tarro	Nº	L	6
T. + Suelo Húmedo	Gr.	390.74	349.18
T. + Suelo Seco	Gr.	371.35	327.95
Agua	Gr.	19.39	21.23
Peso del Tarro	Gr.	115.61	73.20
Suelo Seco	Gr.	255.74	254.75
% de Humedad	%	7.58	8.33
Humedad Natural	%	7.96	

LIMITE PLASTICO			
Nro. De Tarro	Nº	10	23
T. + Suelo Húmedo	Gr.	9.32	9.03
T. + Suelo Seco	Gr.	8.46	8.24
Agua	Gr.	0.86	0.79
Peso del Tarro	Gr.	4.27	4.32
Suelo Seco	Gr.	4.19	3.92
% de Humedad	%	20.53	20.15
Humedad Promedio	%	20.34	

<b>LL = Wn * (N/25) + 0.121</b>	
DONDE	
LL	: Límite líquido
Wn	: Contenido de humedad promedio
N	: Número de golpes
DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD	
L.L.	= 28.73 %
L.P.	= 20.34 %
I.P.	= 8.39 %





**GOBIERNO REGIONAL - PUNO**  
**PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO METODO AASTHO**

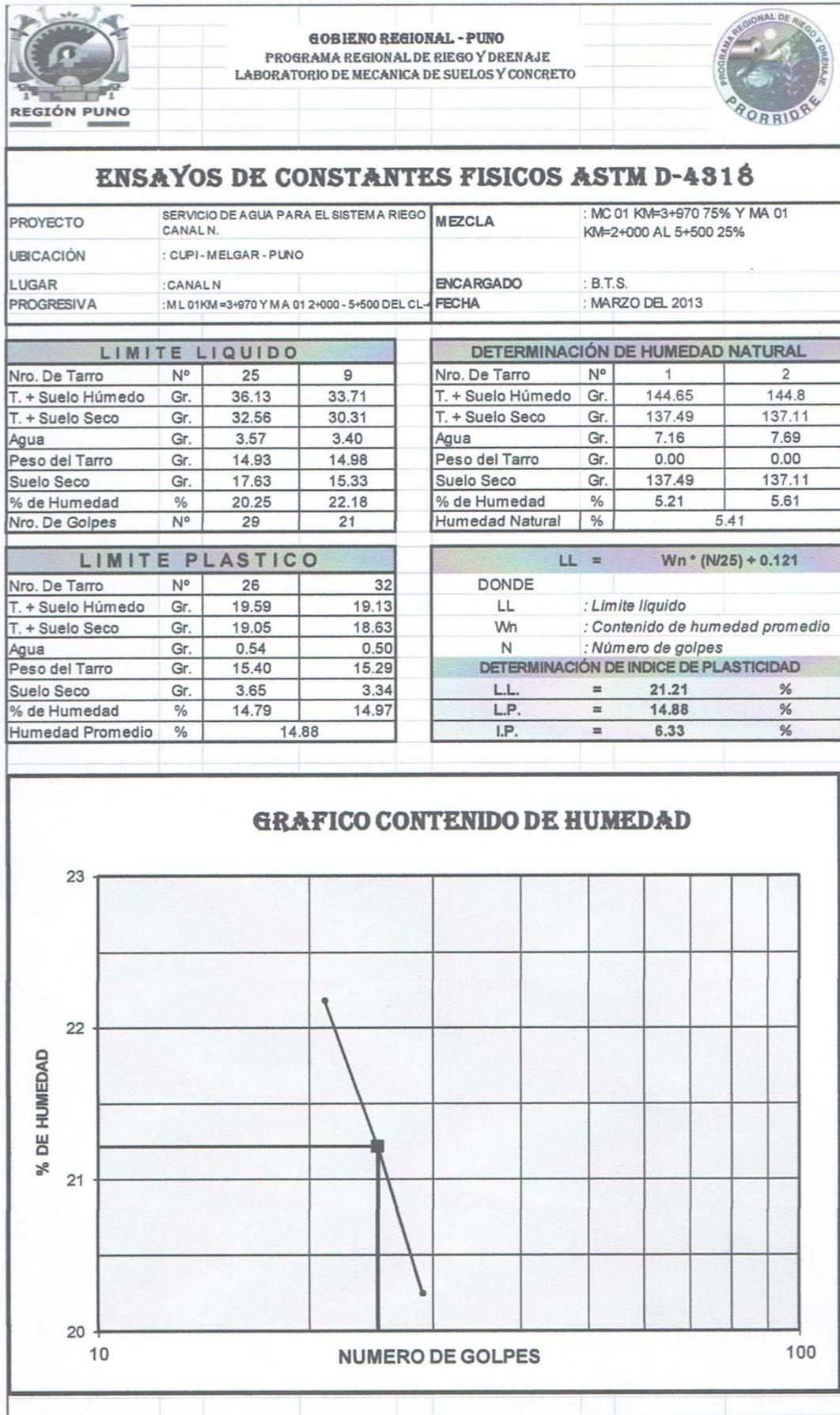
PROYECTO	: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA RIEGO CANAL N.	MEZCLA	: MC 01 KM=3+970 75% Y MA 01 KM=2+000 AL 5+500 25%
UBICACIÓN	: CUPU - MELGAR - PUNO		
LUGAR	: CANAL N	ENCARGADO	: B.T.S.
PROGRESIVA	: ML 01 KM=3+970 Y MA 01 2+000 - 5+500 DEL CL-4 A 500 m.	FECHA	: MARZO DEL 2013

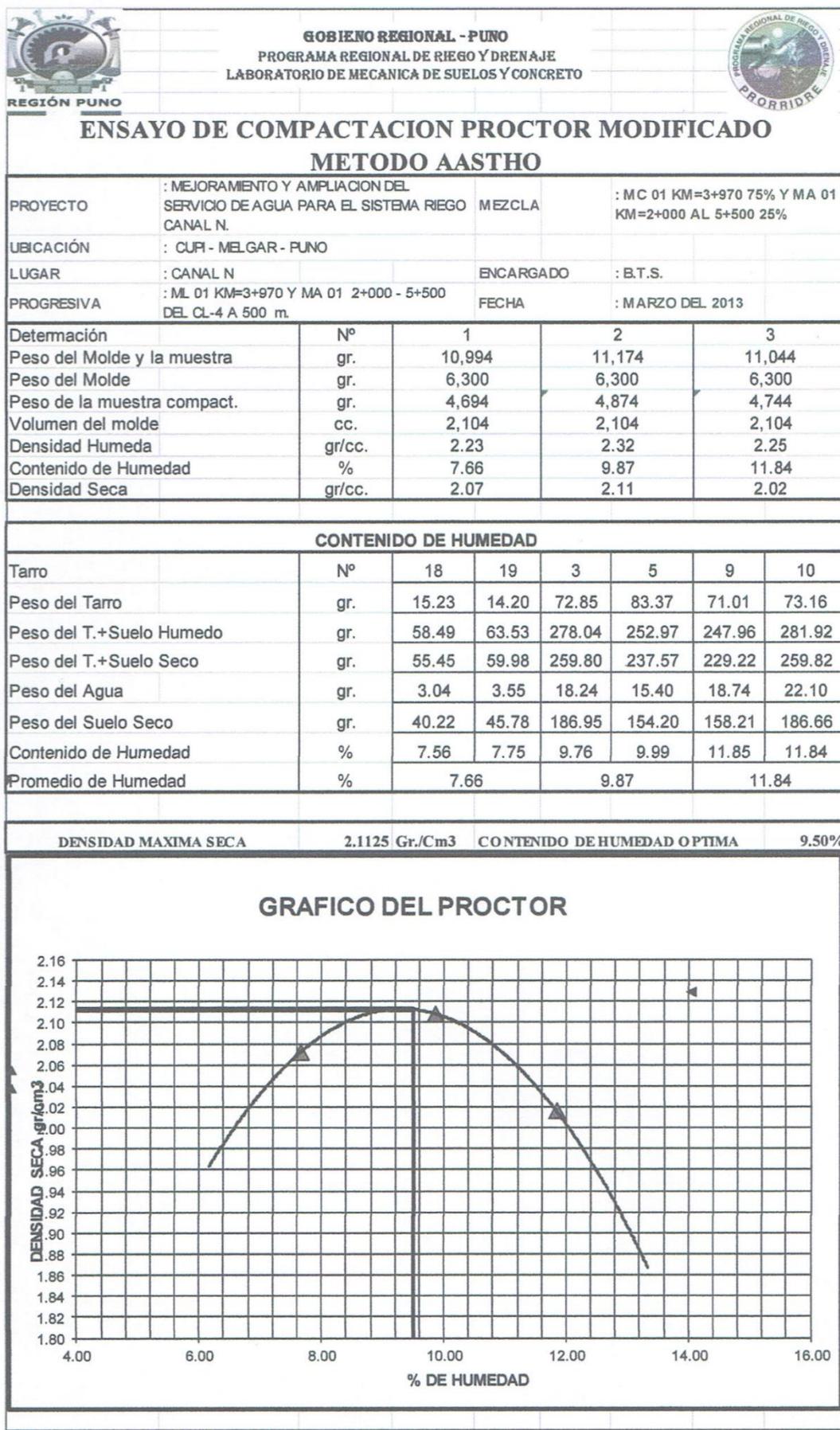
Determinación	Nº	1	2	3
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,994	11,174	11,044
Peso del Molde	gr.	6,300	6,300	6,300
Peso de la muestra compact.	gr.	4,694	4,874	4,744
Volumen del molde	cc.	2,104	2,104	2,104
Densidad Humeda	gr/cc.	2.23	2.32	2.25
Contenido de Humedad	%	7.66	9.87	11.84
Densidad Seca	gr/cc.	2.07	2.11	2.02

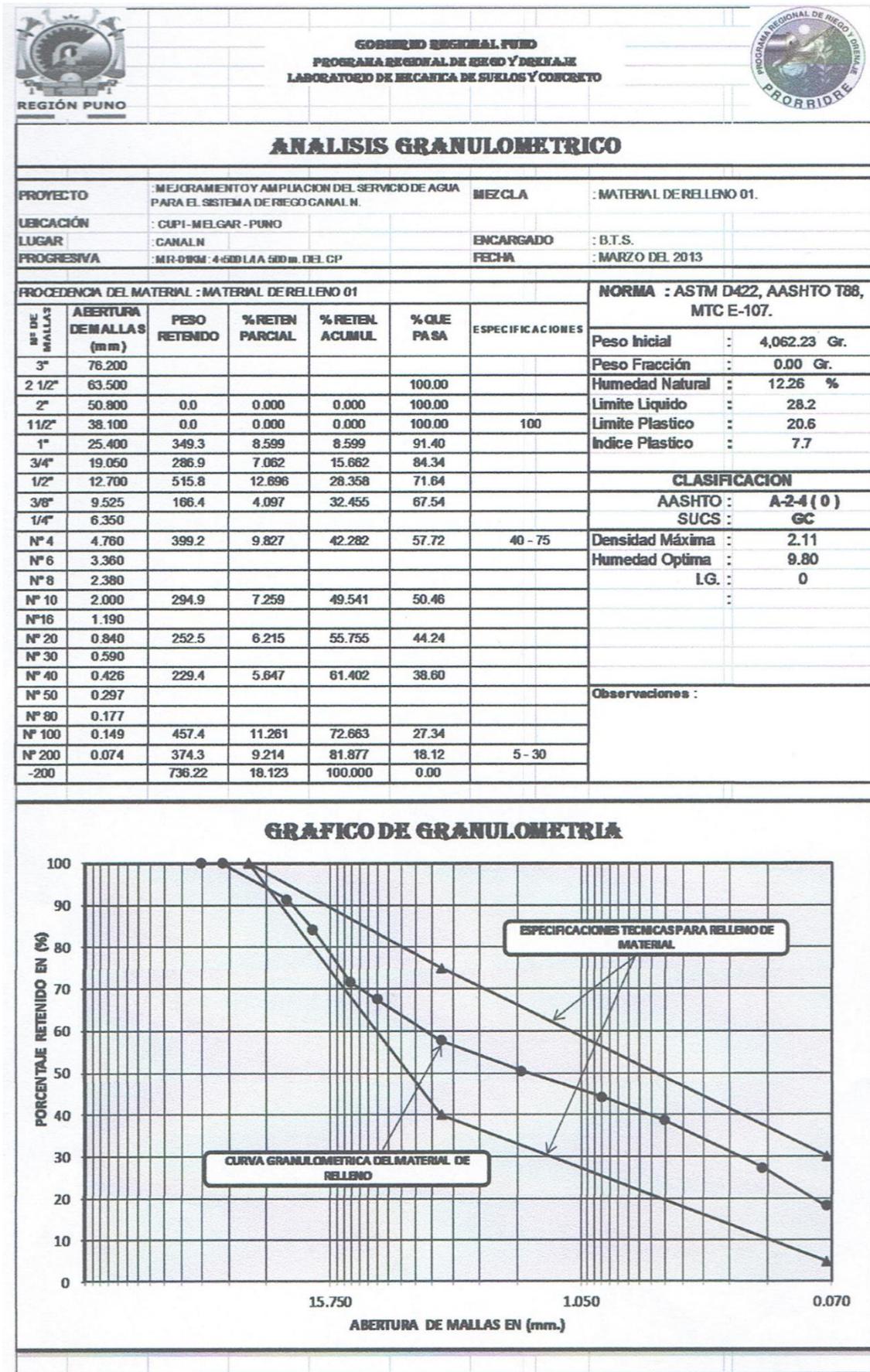
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tarro	Nº	18	19	3	5	9	10
Peso del Tarro	gr.	15.23	14.20	72.85	83.37	71.01	73.16
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	58.49	63.53	278.04	252.97	247.96	281.92
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	55.45	59.98	259.80	237.57	229.22	259.82
Peso del Agua	gr.	3.04	3.55	18.24	15.40	18.74	22.10
Peso del Suelo Seco	gr.	40.22	45.78	186.95	154.20	158.21	186.66
Contenido de Humedad	%	7.56	7.75	9.76	9.99	11.85	11.84
Promedio de Humedad	%	7.66		9.87		11.84	

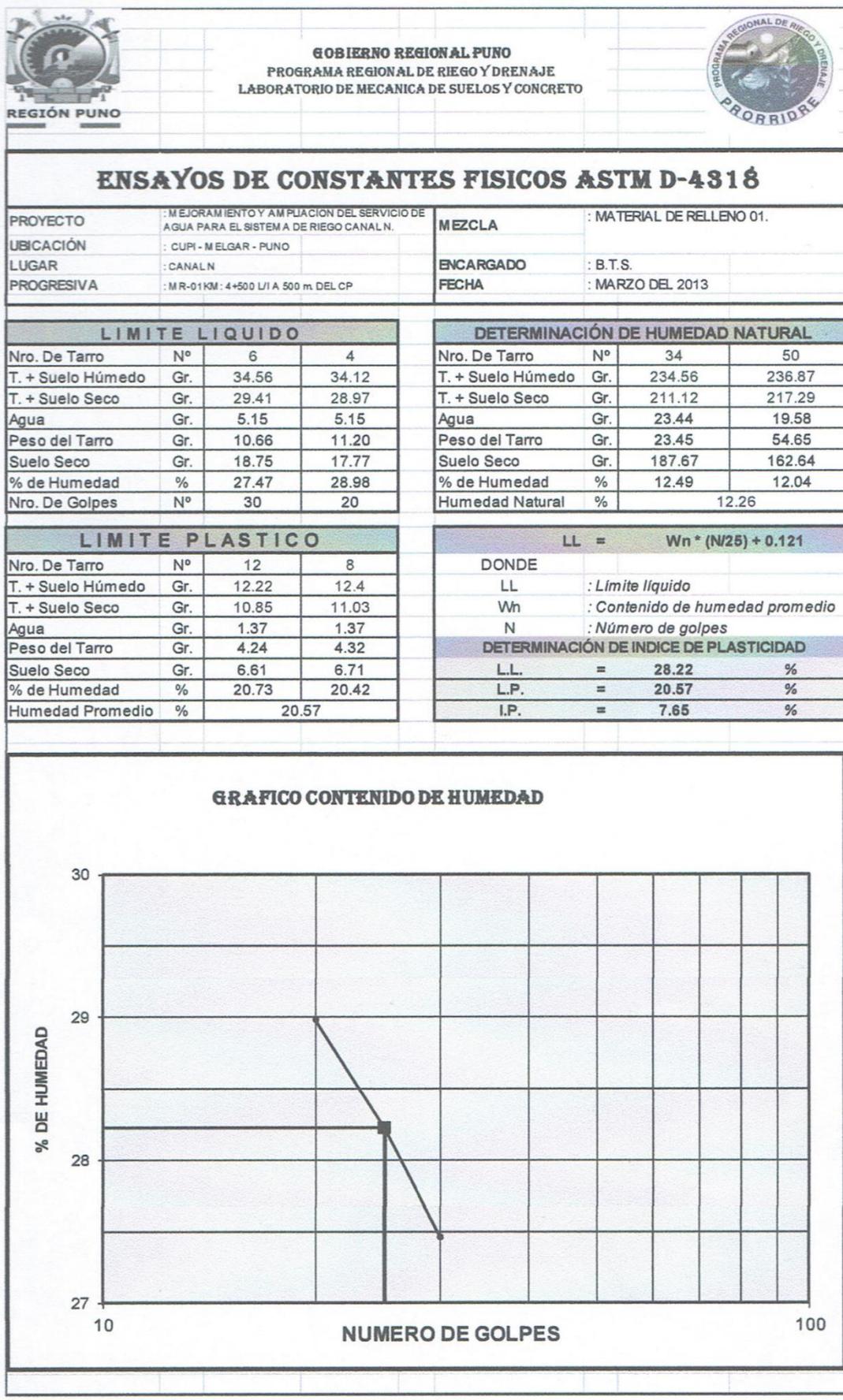
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.1125 Gr./Cm3	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	9.50%
----------------------	----------------	-----------------------------	-------

**GRAFICO DEL PROCTOR**









**GOBIERNO REGIONAL PUNO**  
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

### ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO METODO AASTHO

PROYECTO	: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N.	MEZCLA	: MATERIAL DE RELLENO 01.
UBICACION	: CUPI - MELGAR - PUNO	ENCARGADO	: B.T.S.
LUGAR	: CANAL N	FECHA	: MARZO DEL 2013
PROGRESIVA	: MR-01KM:4+500 L/A 500 m. DEL CP		

Determinación	Nº	1	2	3
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,989	11,185	11,123
Peso del Molde	gr.	6,300	6,300	6,300
Peso de la muestra compact.	gr.	4,689	4,885	4,823
Volumen del molde	cc.	2,104	2,104	2,104
Densidad Humeda	gr/cc.	2.23	2.32	2.29
Contenido de Humedad	%	7.89	9.85	11.83
Densidad Seca	gr/cc.	2.07	2.11	2.05

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tarro	Nº	2	5	6	8	1	9
Peso del Tarro	gr.	83.40	74.38	71.16	72.78	73.38	73.32
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	239.80	256.61	202.07	231.18	283.84	238.43
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	228.23	243.45	190.33	216.99	261.53	221.01
Peso del Agua	gr.	11.57	13.16	11.74	14.19	22.31	17.42
Peso del Suelo Seco	gr.	144.83	169.07	119.17	144.21	188.15	147.69
Contenido de Humedad	%	7.99	7.78	9.85	9.84	11.86	11.79
Promedio de Humedad	%	7.89		9.85		11.83	

**DENSIDAD MAXIMA SECA**      2.1140 Gr./Cm<sup>3</sup>      **CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA**      9.80%

#### GRAFICO DEL PROCTOR

Moisture Content (%)	Dry Density (gr/cm³)
7.89	2.07
9.85	2.11
11.83	2.05





**GOBIERNO REGIONAL PUNO**  
**PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**



**ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS ASTM D-4318**

PROYECTO	: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N.	MEZCLA	: MATERIAL DE RELLENO 02 AQUESAYA.
UBICACIÓN	: CUI - MELGAR - PUNO	ENCARGADO	: B.T.S.
LUGAR	: CANAL N	FECHA	: MARZO DEL 2013
PROGRESIVA	: M R-02 KM: 8+600 L/ A 200 m DEL CP		

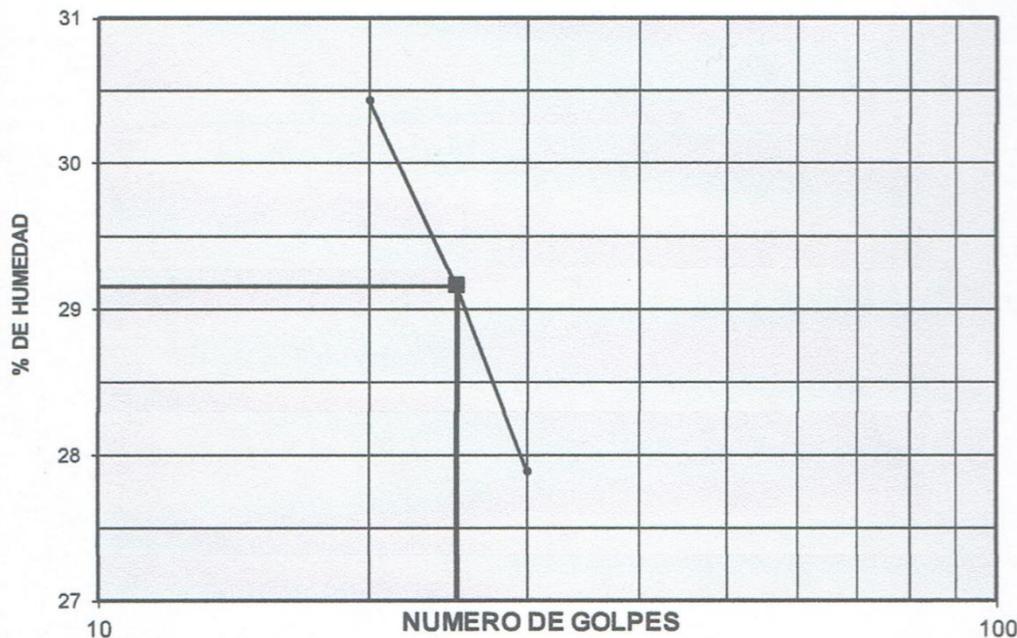
LIMITE LIQUIDO			
Nro. De Tarro	Nº	3	4
T. + Suelo Húmedo	Gr.	53.19	58.35
T. + Suelo Seco	Gr.	46.65	50.09
Agua	Gr.	6.54	8.26
Peso del Tarro	Gr.	23.20	22.95
Suelo Seco	Gr.	23.45	27.14
% de Humedad	%	27.89	30.43
Nro. De Golpes	Nº	30	20

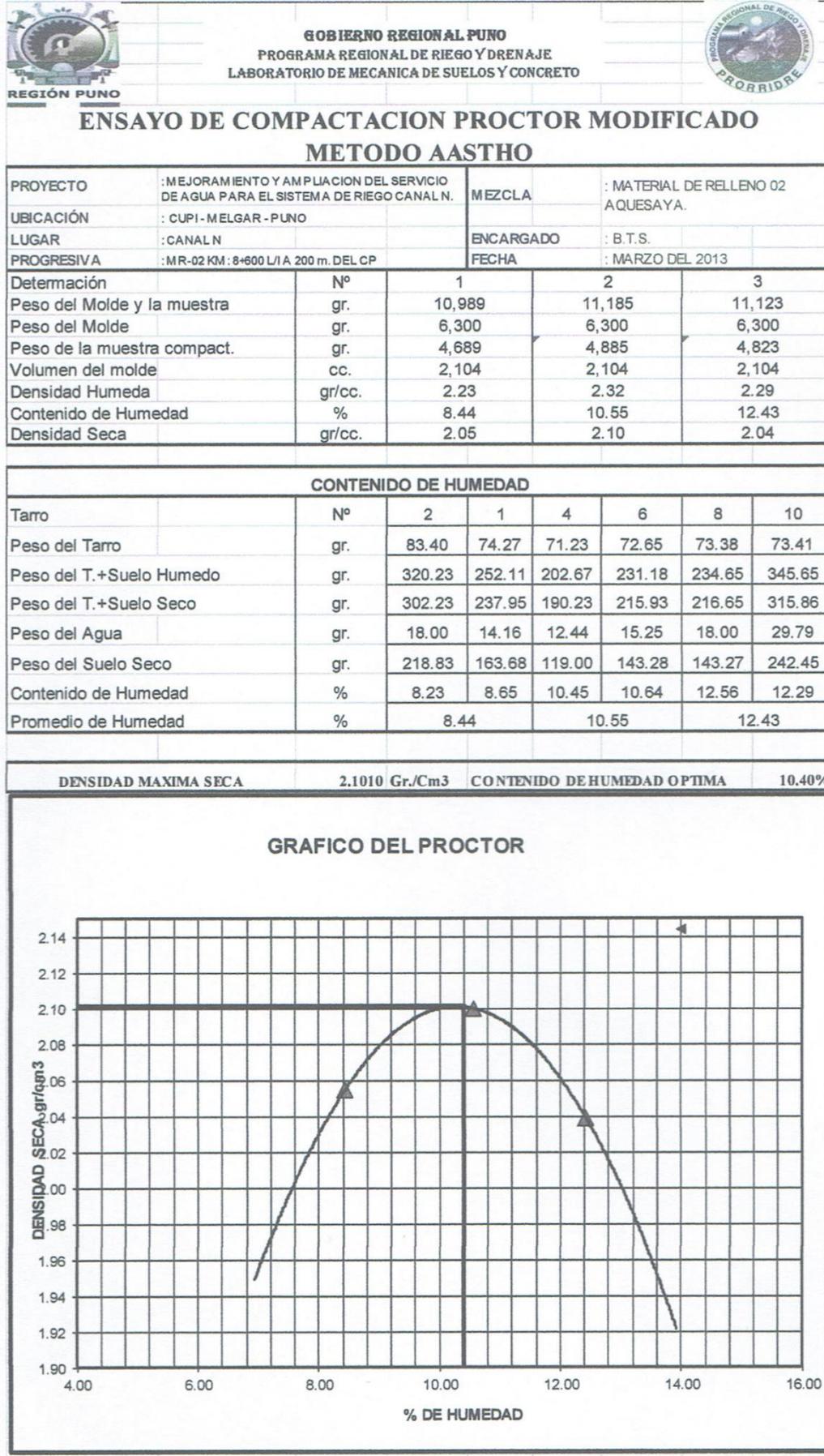
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL			
Nro. De Tarro	Nº	33	32
T. + Suelo Húmedo	Gr.	56.12	67.72
T. + Suelo Seco	Gr.	49.42	58.86
Agua	Gr.	6.70	8.86
Peso del Tarro	Gr.	14.81	14.35
Suelo Seco	Gr.	34.61	44.51
% de Humedad	%	19.36	19.91
Humedad Natural	%	19.63	

LIMITE PLASTICO			
Nro. De Tarro	Nº	5	34
T. + Suelo Húmedo	Gr.	13.31	23.03
T. + Suelo Seco	Gr.	12.06	21.55
Agua	Gr.	1.25	1.48
Peso del Tarro	Gr.	5.90	14.33
Suelo Seco	Gr.	6.16	7.22
% de Humedad	%	20.29	20.50
Humedad Promedio	%	20.40	

<b>LL =</b>		<b>Wn * (N/25) + 0.121</b>
DONDE	LL	: Limite líquido
	Wn	: Contenido de humedad promedio
	N	: Número de golpes
DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD		
L.L.	=	29.16 %
L.P.	=	20.40 %
I.P.	=	8.77 %

**GRAFICO CONTENIDO DE HUMEDAD**





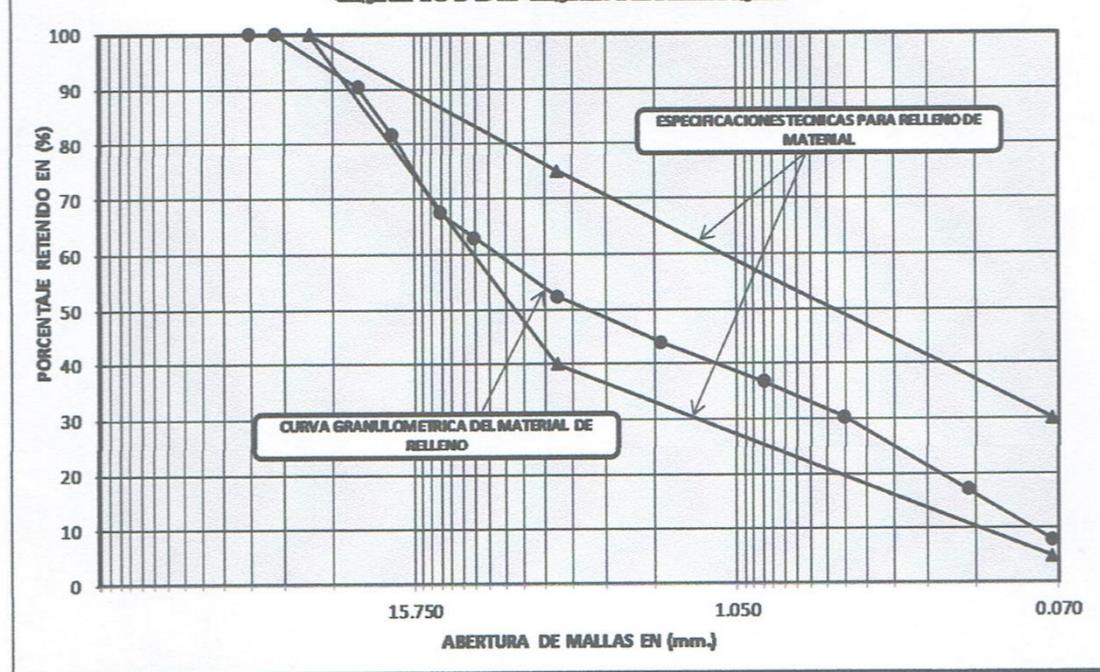
**GOBIERNO REGIONAL PUNO**  
**PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

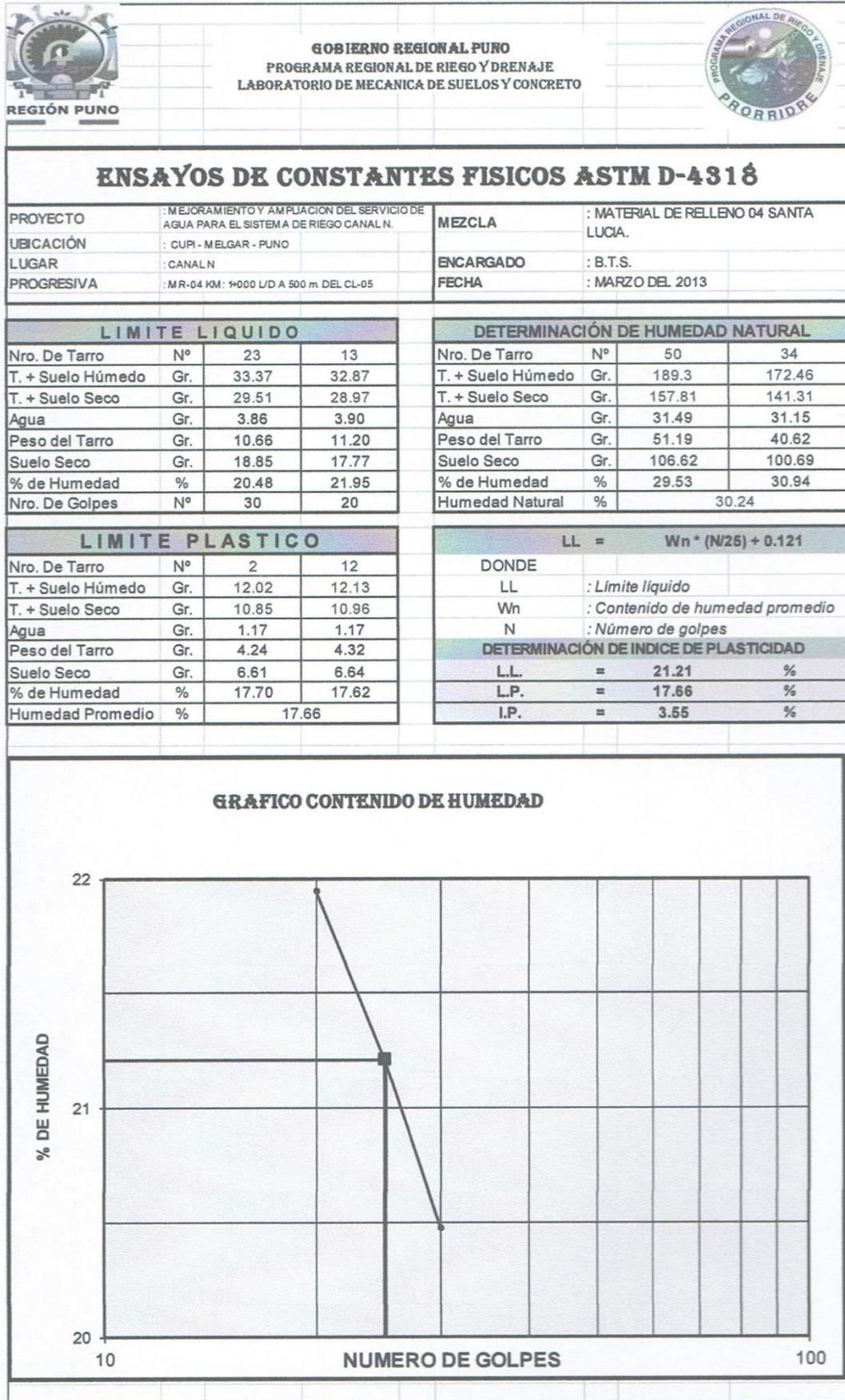
## ANALISIS GRANULOMETRICO

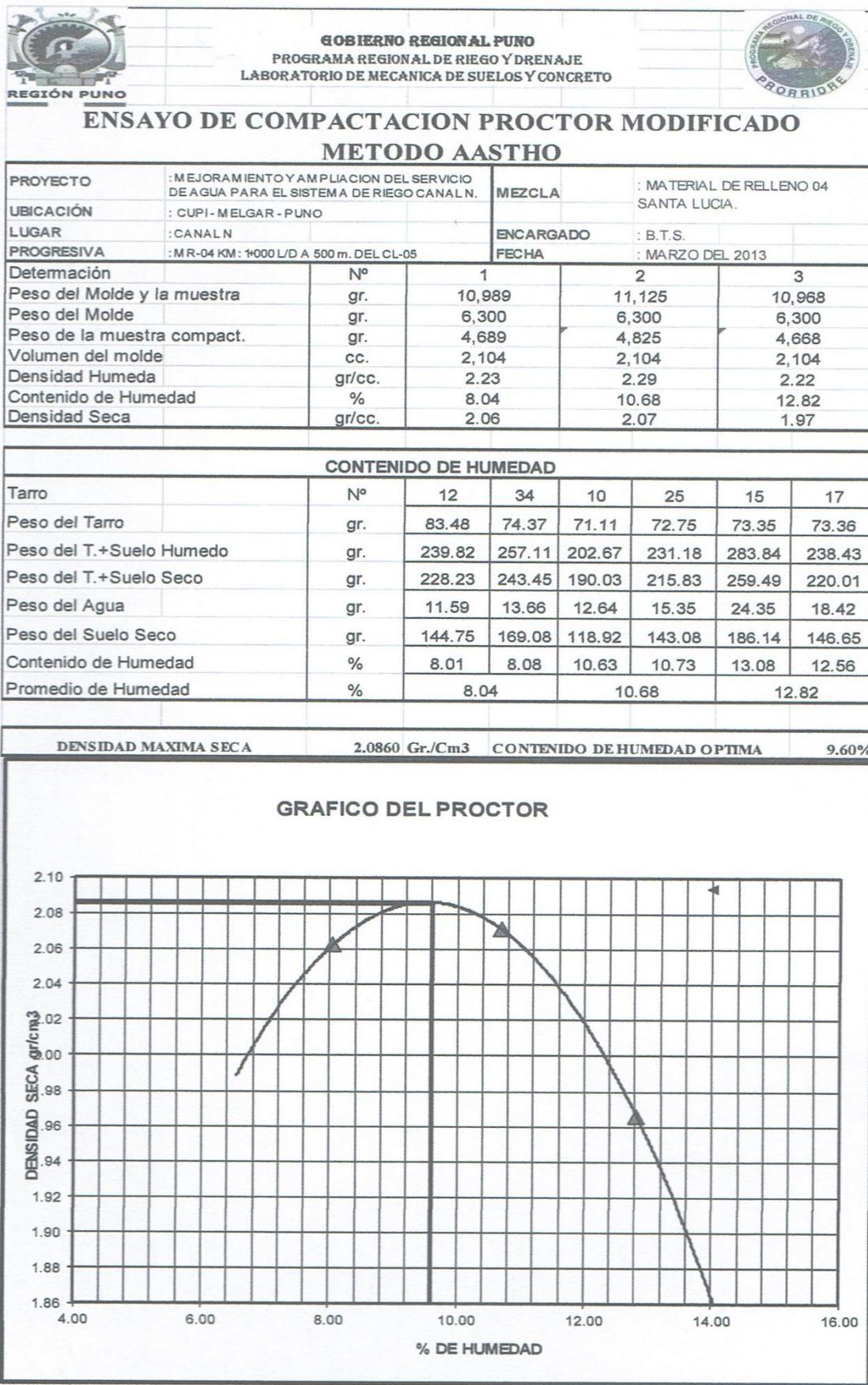
<b>PROYECTO</b> : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N.	<b>MEZCLA</b> : MATERIAL DE RELLENO 04 SANTA LUCIA.
<b>UBICACION</b> : CUPI-MELGAR - PUNO	
<b>LUGAR</b> : CANAL N	<b>ENCARGADO</b> : B.T.S.
<b>PROGRESIVA</b> : MR-04KM : 1000 LD A 500 m. DEL CL-05	<b>FECHA</b> : MARZO DEL 2013

<b>PROCEDENCIA DEL MATERIAL : MATERIAL DE RELLENO SANTA LUCIA</b>						<b>NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.</b>	
N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3"	76.200						<b>Peso Inicial</b> : 1,146.48 Gr.
2 1/2"	63.500				100.00		<b>Peso Fracción</b> : 0.00 Gr.
2"	50.800	0.0	0.000	0.000	100.00		<b>Humedad Natural</b> : 30.24 %
1 1/2"	38.100	0.0	0.000	0.000	100.00	100	<b>Limite Liquido</b> : 21.2
1"	25.400	110.4	9.633	9.633	90.37		<b>Limite Plastico</b> : 17.7
3/4"	19.050	99.6	8.690	18.323	81.68		<b>Indice Plastico</b> : 3.6
1/2"	12.700	161.9	14.123	32.446	67.55		
3/8"	9.525	51.5	4.490	36.937	63.06		
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	123.1	10.734	47.670	52.33	40 - 75	
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	96.3	8.399	56.069	43.93		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	83.2	7.253	63.322	36.68		
N° 30	0.590						
N° 40	0.426	73.5	6.407	69.729	30.27		
N° 50	0.297						
N° 80	0.177						
N° 100	0.149	151.5	13.213	82.942	17.06		
N° 200	0.074	104.8	9.138	92.079	7.92	5 - 30	
-200		90.81	7.921	100.000	0.00		

### GRAFICO DE GRANULOMETRIA









**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO METODO ASTM D-1557**

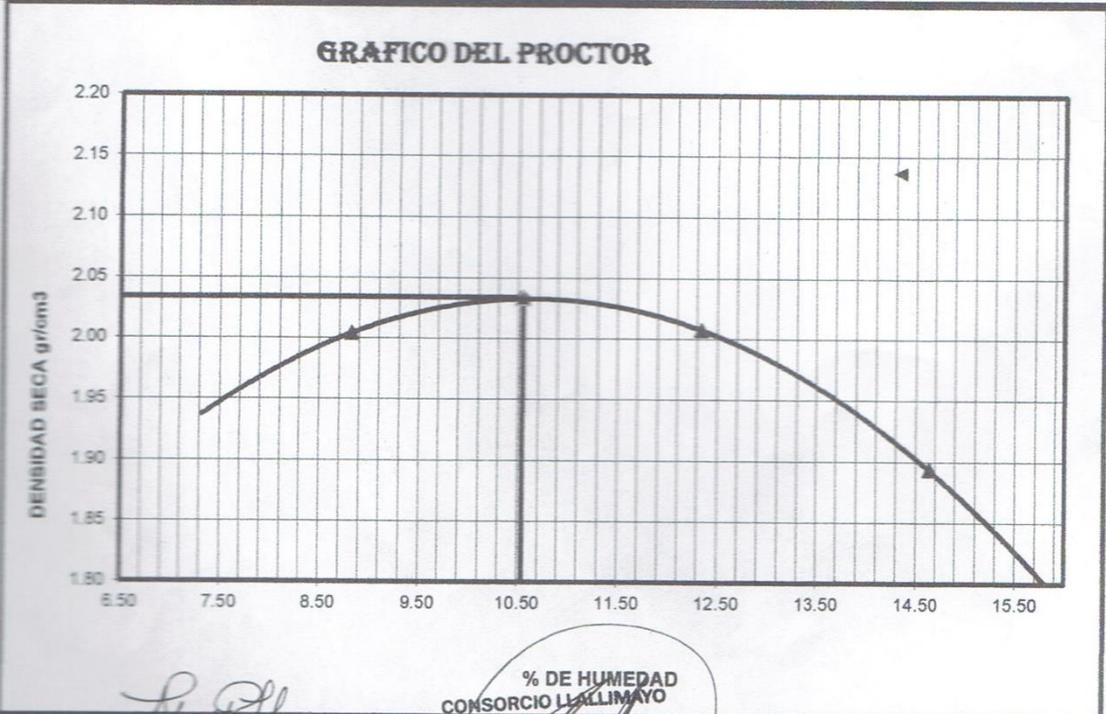
<b>PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI	<b>OPERADOR</b>	: Ing. Froilan placido huanacuni choque
<b>UBICACIÓN</b>	: CUPI - MELGAR - PUNO	<b>MUESTRA</b>	: MC - SANTA LUCIA 04 ULTIMO
<b>LUGAR</b>	: CANAL N	<b>ENCARGADO</b>	: Ing. F.P.H.CH.
<b>CANTERA</b>	: SANTA LUCIA (M-4) ULTIMO	<b>FECHA</b>	: JULIO DEL 2015

Determinación	Nº	1	2	3
Peso del Molde y la muestra	gr.	11,040	11,198	11,019
Peso del Molde	gr.	6,410	6,410	6,410
Peso de la muestra compact.	gr.	4,630	4,788	4,609
Volumen del molde	cc.	2,123	2,123	2,123
Densidad Humeda	gr/cc.	2.18	2.26	2.17
Contenido de Humedad	%	8.82	12.34	14.63
Densidad Seca	gr/cc.	2.00	2.01	1.89

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tarro	Nº	11	12	11	16	1	3
Peso del Tarro	gr.	27.13	23.97	27.14	25.91	58.59	51.33
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	76.85	79.67	64.03	61.84	134.22	112.23
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	73.29	74.64	60.20	57.68	124.80	104.27
Peso del Agua	gr.	3.56	5.03	3.83	4.16	9.42	7.96
Peso del Suelo Seco	gr.	46.16	50.67	33.06	31.77	66.21	52.94
Contenido de Humedad	%	7.71	9.93	11.58	13.09	14.23	15.04
Promedio de Humedad	%	8.82		12.34		14.63	

DENSIDAD MAXIMA SECA **2.0340 Gr./Cm3**      CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA **10.54%**





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

**ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS ASTM D-4318**

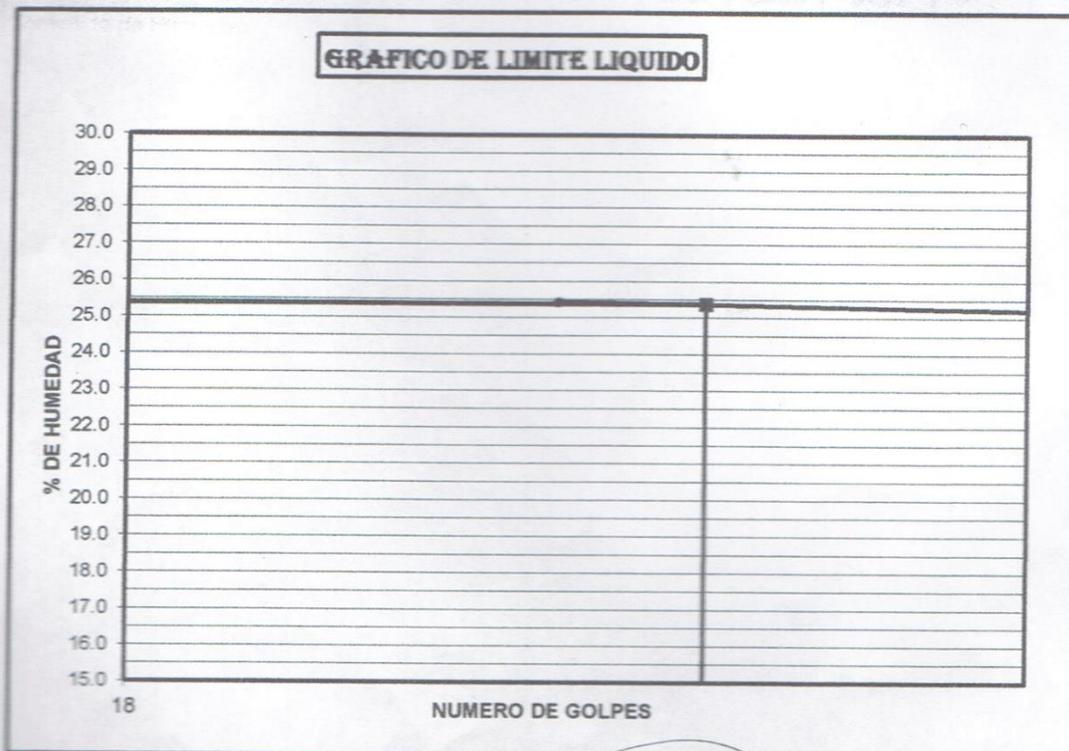
PROYECTO	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI	OPERADOR	: Ing. Froilan placido huanacuni choque
UBICACION	: CUPI - MELGAR - PUNO	MUESTRA	: MC - SANTA LUCIA 04 ULTIMO
LUGAR	: CANAL N	ENCARGADO	: Ing. F.P.H.CH.
PROGRESIVA	: SANTA LUCIA (M-4) ULTIMO	FECHA	: JULIO DEL 2015

LIMITE LIQUIDO			
Nro. De Tarro	Nº	12	23
T. + Suelo Húmedo	Gr.	36.36	35.32
T. + Suelo Seco	Gr.	33.85	32.84
Agua	Gr.	2.51	2.48
Peso del Tarro	Gr.	23.98	22.93
Suelo Seco	Gr.	9.87	9.91
% de Humedad	%	25.43	25.03
Nro. De Golpes	Nº	23	38

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL			
Nro. De Tarro	Nº	4	5
T. + Suelo Húmedo	Gr.	132.28	126.3
T. + Suelo Seco	Gr.	123.05	117.37
Agua	Gr.	9.23	8.93
Peso del Tarro	Gr.	51.50	49.99
Suelo Seco	Gr.	71.55	67.38
% de Humedad	%	12.90	13.25
Humedad Natural	%	13.08	

LIMITE PLASTICO			
Nro. De Tarro	Nº	21	22
T. + Suelo Húmedo	Gr.	24.81	25.98
T. + Suelo Seco	Gr.	24.47	25.53
Agua	Gr.	0.34	0.45
Peso del Tarro	Gr.	22.49	23.01
Suelo Seco	Gr.	1.98	2.52
% de Humedad	%	17.17	17.86
Humedad Promedio	%	17.51	

LL =		$W_n * (N/25) + 0.121$	
DONDE			
LL	:	Límite líquido	
W <sub>n</sub>	:	Contenido de humedad promedio	
N	:	Número de golpes	
INDICE DE PLASTICIDAD			
L.L.	=	25.38	%
L.P.	=	17.51	%
LP.	=	7.86	%



*Alfredo Parihuacani*  
 Ing. ALFREDO PARIHUACANI  
 DNI: 43244803

CONSORCIO LALLIMAYO  
 Ing. FROILAN PLACIDO HUACUNI CHOQUE

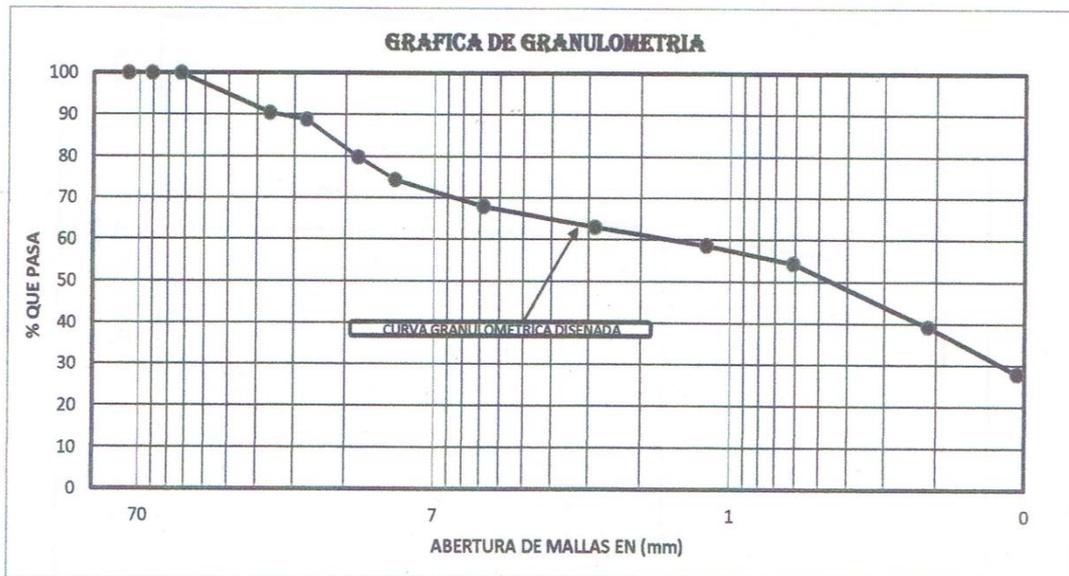


**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

ANALISIS GRANULOMETRICO						
PROYECTO		MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU			OPERADOR	: Ing. Froilan placido huacacuni choque
UBICACION		: CUPU - MELGAR - PUNO			MUESTRA	: MR-1 + AGREGADO RIO LLALLIMAYO
LUGAR		: CANAL N			ENCARGADO	: Ing. F.P.H.CH.
CANTERA		: MR-1 + AGREGADO RIO LLALLIMAYO			FECHA	: JULIO DEL 2015
PROCEDENCIA DEL MATERIAL: MR-1+ AGREGADO RIO LLALLIMAYO						
Nº DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES
3"	76.200				100.00	
2 1/2"	63.500				100.00	
2"	50.800	0.0	0.000	0.000	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.000	0.000	100.00	100 - 100
1"	25.400	87.5	9.598	9.598	90.40	
3/4"	19.050	14.6	1.595	11.193	88.81	
1/2"	12.700	82.3	9.018	20.211	79.79	
3/8"	9.525	50.4	5.526	25.736	74.26	
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	58.5	6.409	32.146	67.85	40 - 75
Nº 6	3.360					
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	45.0	4.934	37.079	62.92	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840	39.4	4.318	41.397	58.60	
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.426	39.1	4.286	45.682	54.32	
Nº 50	0.297					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149	137.2	15.041	60.724	39.28	
Nº 200	0.074	103.9	11.388	72.112	27.89	5 - 30
-200		254.370	27.888	100.000	0.00	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.	
Peso Inicial	: 0,912.10 Gr.
Peso Fracción	: -
Humedad Natural	: 13.08%
Limite Liquido	: 29.06%
Limite Plastico	: 23.38%
Indice Plastico	: 5.68%
<b>CLASIFICACION</b>	
AASHTO	: A-2-4 (0)
SUCS	: SM
I.G.	: 0.00
C.C.	: 0.00
C.U.	: 0.00
P.E.	: -
DENSIDAD MAXIMA	: 2.066
HUMEDAD OPTIMA	: 9.54
CBR AL 100%	: -
CBR AL 95%	: -
Observaciones : Es un material para conformacion de terraplen y es grava limosa y grava mal gradada.	



**RENE ALFREDO PARI HUACANI**  
 DNI 43244803  
 TECNICO LABORATORISTA

**CONSORCIO LLALLIMAYO**  
 ING. FROILAN PLACIDO HUACACUNI CHOQUE  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 CIP. N° 162798



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS ASTM D-4318

PROYECTO	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPU	OPERADOR	: Ing. Froilan placido huanacuni choque
UBICACIÓN	: CUPU - MELGAR - PUNO	MUESTRA	: MR-1 + AGREGADO RIO LLALLIMAYO
LUGAR	: CANAL N	ENCARGADO	: Ing. F.P.H.CH.
PROGRESIVA	: MR-1 + AGREGADO RIO LLALLIMAYO	FECHA	: JULIO DEL 2015

LIMITE LIQUIDO			
Nro. De Tarro	Nº	16	14
T. + Suelo Húmedo	Gr.	39.12	40.16
T. + Suelo Seco	Gr.	36.33	37.38
Agua	Gr.	2.79	2.78
Peso del Tarro	Gr.	25.90	28.18
Suelo Seco	Gr.	10.43	9.20
% de Humedad	%	26.75	30.22
Nro. De Golpes	Nº	35	20

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL			
Nro. De Tarro	Nº	4	5
T. + Suelo Húmedo	Gr.	132.28	126.3
T. + Suelo Seco	Gr.	123.05	117.37
Agua	Gr.	9.23	8.93
Peso del Tarro	Gr.	51.50	49.99
Suelo Seco	Gr.	71.55	67.38
% de Humedad	%	12.90	13.25
Humedad Natural	%	13.08	

LIMITE PLASTICO			
Nro. De Tarro	Nº	21	23
T. + Suelo Húmedo	Gr.	24.79	24.86
T. + Suelo Seco	Gr.	24.41	24.45
Agua	Gr.	0.38	0.41
Peso del Tarro	Gr.	22.49	22.93
Suelo Seco	Gr.	1.92	1.52
% de Humedad	%	19.79	26.97
Humedad Promedio	%	23.38	

$LL = Wn * (N/25) + 0.121$

DONDE

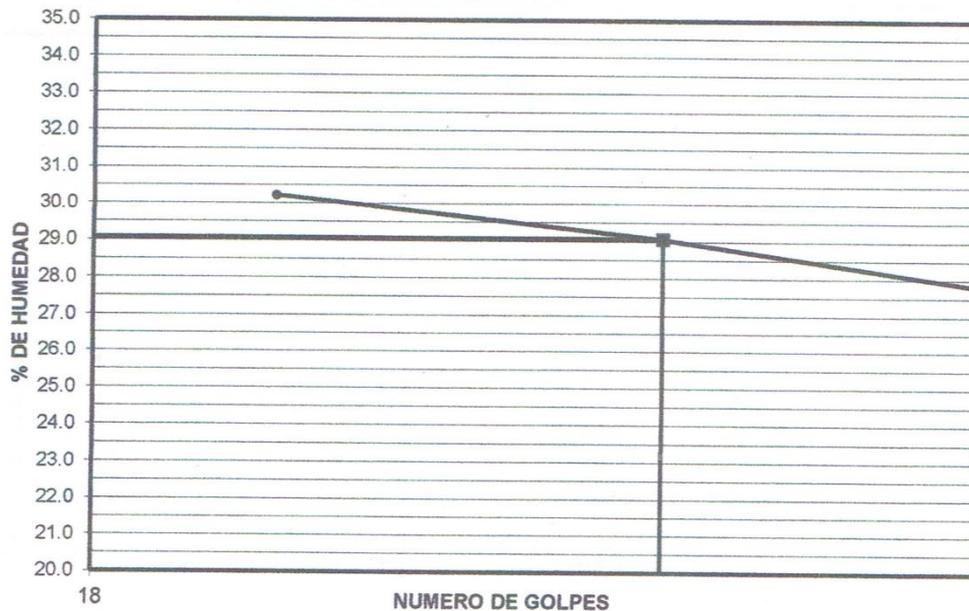
LL : Límite líquido

Wn : Contenido de humedad promedio

N : Número de golpes

INDICE DE PLASTICIDAD		
L.L.	=	29.06 %
L.P.	=	23.38 %
I.P.	=	5.68 %

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



RENE ALFREDO PARI HUACANI  
DNI. 43244803



CONSORCIO LLALLIMAYO  
ING. FROILAN PLACIDO HUACUNI CHOQUE  
JEFE DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO METODO ASTM D-1557**

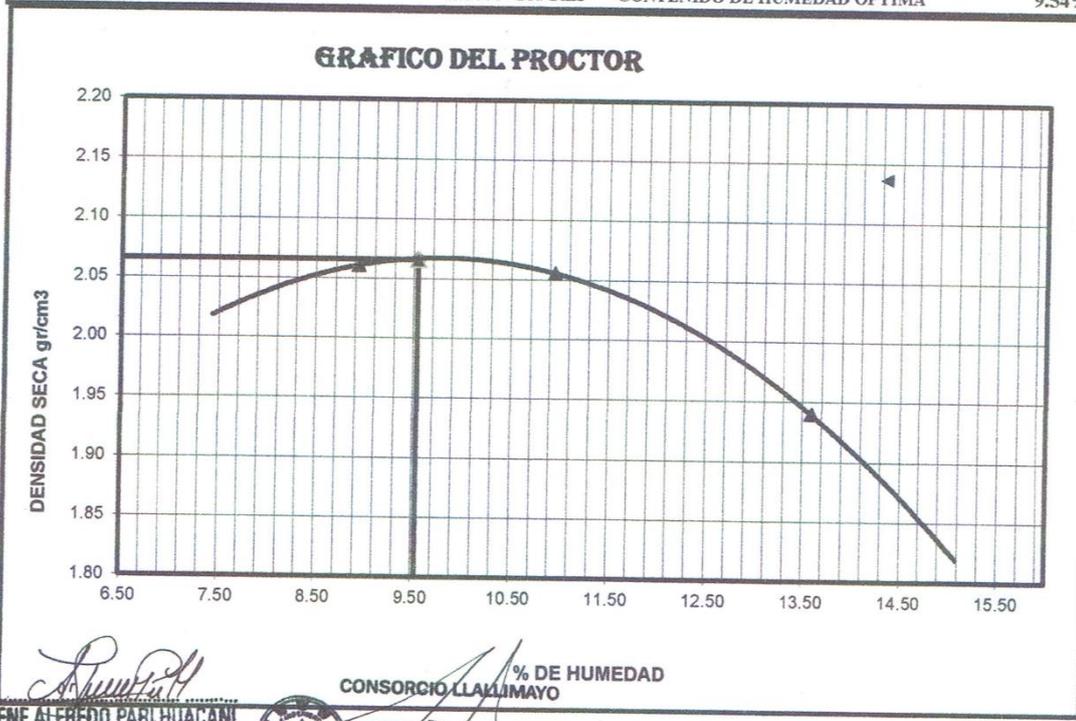
<b>PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI		<b>OPERADOR</b>	: Ing. Froilan placido huanacuni choque
<b>UBICACIÓN</b>	: CUPI - MELGAR - PUNO		<b>MUESTRA</b>	: MR-1 + AGREGADO RIO LLALLIMAYO
<b>LUGAR</b>	: CANAL N		<b>ENCARGADO</b>	: Ing. F.P.H.CH.
<b>CANTERA</b>	: MR-1 + AGREGADO RIO LLALLIMAYO		<b>FECHA</b>	: JULIO DEL 2015

Determinación	Nº	1	2	3
Peso del Molde y la muestra	gr.	11,176	11,252	11,088
Peso del Molde	gr.	6,410	6,410	6,410
Peso de la muestra compact.	gr.	4,766	4,842	4,678
Volumen del molde	cc.	2,123	2,123	2,123
Densidad Humeda	gr/cc.	2.24	2.28	2.20
Contenido de Humedad	%	8.93	10.94	13.59
Densidad Seca	gr/cc.	2.06	2.06	1.94

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tarro	Nº	1	3	14	13	4	5
Peso del Tarro	gr.	58.59	51.34	28.18	25.38	51.50	50.00
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	135.81	122.21	92.27	87.59	131.03	130.68
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	129.35	116.52	85.93	81.47	121.27	121.28
Peso del Agua	gr.	6.46	5.69	6.34	6.12	9.76	9.40
Peso del Suelo Seco	gr.	70.76	65.18	57.75	56.09	69.77	71.28
Contenido de Humedad	%	9.13	8.73	10.98	10.91	13.99	13.19
Promedio de Humedad	%	8.93		10.94		13.59	

DENSIDAD MAXIMA SECA 2.0660 Gr./Cm3      CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA 9.54%



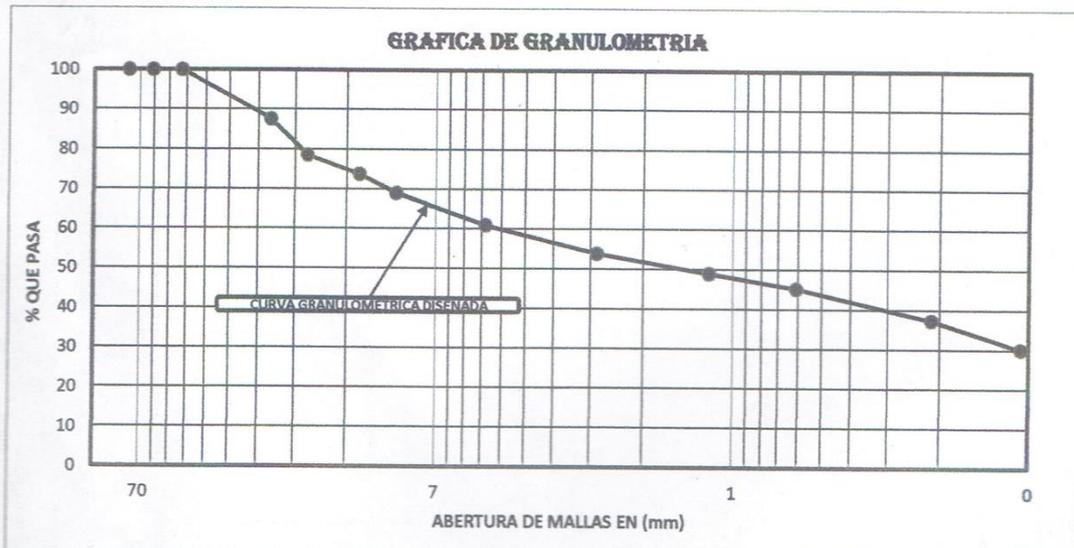


**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

<b>PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUIPI	<b>OPERADOR</b>	: F.P.H.CH.
<b>UBICACION</b>	: CUIPI - MELGAR - PUNO	<b>MUESTRA</b>	: MC - 03 - MR - 02 AQUESAYA
<b>LUGAR</b>	: CANAL N	<b>ENCARGADO</b>	: Ing. Froilan Placido Huanacuni Choque
<b>CANTERA</b>	: MR - 02 (M-3) AQUESAYA	<b>FECHA</b>	: JULIO DEL 2015

PROCEDENCIA DEL MATERIAL: MR - 02 (M-3) AQUESAYA							NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.	
N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		
3"	76.200				100.00		Peso Inicial	: 0,918.70 Gr.
2 1/2"	63.500				100.00		Peso Fracción	: -
2"	50.800	0.0	0.000	0.000	100.00		Humedad Natural	: 10.42%
1 1/2"	38.100	65.2	7.099	7.099	92.90	100	Limite Liquido	: 21.50%
1"	25.400	49.5	5.389	12.488	87.51		Limite Plastico	: 14.81%
3/4"	19.050	82.5	8.981	21.469	78.53		Indice Plastico	: 6.69%
1/2"	12.700	44.1	4.805	26.274	73.73		<b>CLASIFICACION</b>	
3/8"	9.525	43.9	4.774	31.048	68.95		AASHTO :	A-2-4 ( 0 )
1/4"	6.350						SUCS :	GM
N° 4	4.760	74.0	8.057	39.105	60.89	40 - 75	I.G. :	0.00
N° 6	3.360						C.C. :	0.00
N° 8	2.380						C.U. :	0.00
N° 10	2.000	64.7	7.040	46.146	53.85		P.E. :	-
N°15	1.190						DENSIDAD MAXIMA	: 2.004
N° 20	0.840	44.8	4.881	51.026	48.97		HUMEDAD OPTIMA	: 11.5
N° 30	0.590						CBR AL 100%	: -
N° 40	0.425	34.6	3.766	54.793	45.21		CBR AL 95%	: -
N° 50	0.297						<b>Observaciones :</b> Es un material para conformacion de terraplen del caja canal de riego es grava limosa.	
N° 80	0.177							
N° 100	0.149	72.9	7.938	62.731	37.27			
N° 200	0.074	66.7	7.265	69.996	30.00	5 - 30		
-200		275.650	30.004	100.000	0.00			



**RENE ALFREDO PARI HUACANI**  
 DNI. 43244803

**CONSORCIO LLAMAYO**  
 ING. FROILAN PLACIDO HUACACUNI CHOQUE  
 JEFE DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 CIP. N° 9162708



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS ASTM D-4318

PROYECTO	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUIPI	OPERADOR	: F.P.H.CH.
UBICACIÓN LUGAR	: CUIPI - MELGAR - PUNO : CANAL N	MUESTRA ENCARGADO	: MC - 03 - MR - 02 AQUESAYA : Ing. Froilan Placido Huanacuni Choque
PROGRESIVA	: MR - 02 (M-3) AQUESAYA	FECHA	: JULIO DEL 2015

LIMITE LIQUIDO			
Nro. De Tarro	Nº	14	15
T. + Suelo Húmedo	Gr.	41.56	40.12
T. + Suelo Seco	Gr.	37.54	38.44
Agua	Gr.	4.02	1.68
Peso del Tarro	Gr.	27.35	28.18
Suelo Seco	Gr.	10.19	10.26
% de Humedad	%	39.45	16.37
Nro. De Golpes	Nº	18	27

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL			
Nro. De Tarro	Nº	3	1
T. + Suelo Húmedo	Gr.	122.13	102.93
T. + Suelo Seco	Gr.	116.07	98.37
Agua	Gr.	6.06	4.56
Peso del Tarro	Gr.	51.35	58.62
Suelo Seco	Gr.	64.72	39.75
% de Humedad	%	9.36	11.47
Humedad Natural	%	10.42	

LIMITE PLASTICO			
Nro. De Tarro	Nº	11	12
T. + Suelo Húmedo	Gr.	30.79	28.35
T. + Suelo Seco	Gr.	30.35	27.75
Agua	Gr.	0.44	0.60
Peso del Tarro	Gr.	27.14	23.98
Suelo Seco	Gr.	3.21	3.77
% de Humedad	%	13.71	15.92
Humedad Promedio	%	14.81	

$LL = Wn * (N/25) + 0.121$

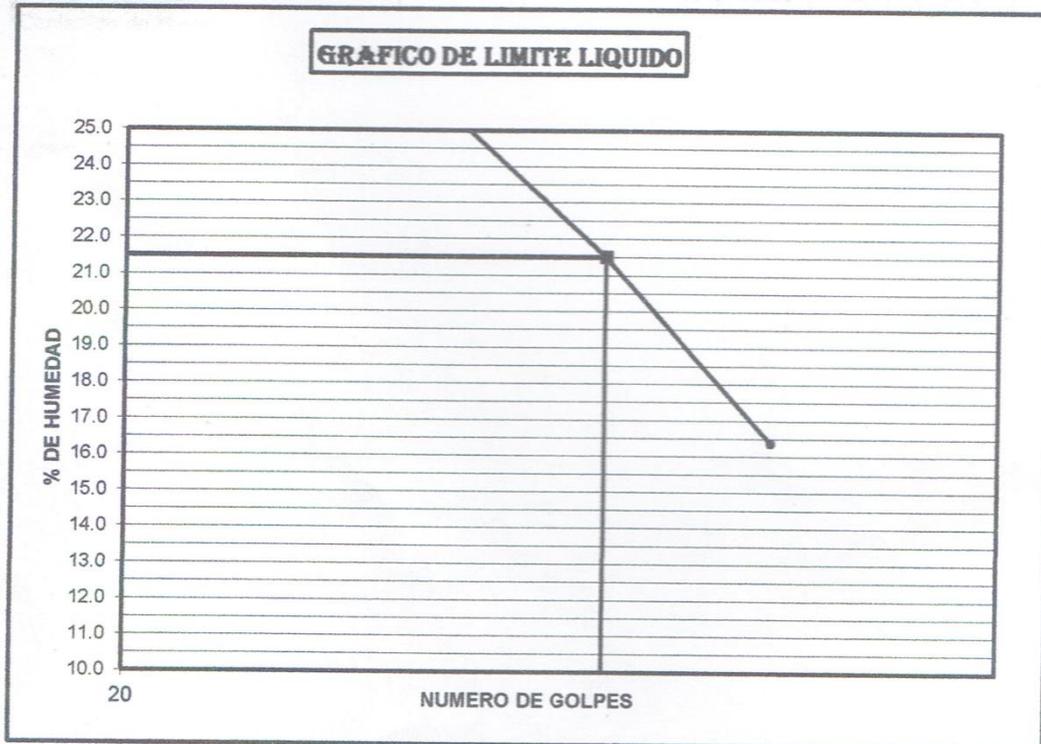
DONDE

LL : Límite líquido

Wn : Contenido de humedad promedio

N : Número de golpes

INDICE DE PLASTICIDAD		
L.L.	=	21.50 %
L.P.	=	14.81 %
I.P.	=	6.69 %



*Alfredo Pari Huacani*  
**ING. ALFREDO PARI HUACANI**  
 DNI. 43244803

**CONSORCIO LLALLIMAYO**  
  
 ING. FROILAN PLACIDO HUACACUNI CHOQUE



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO METODO**

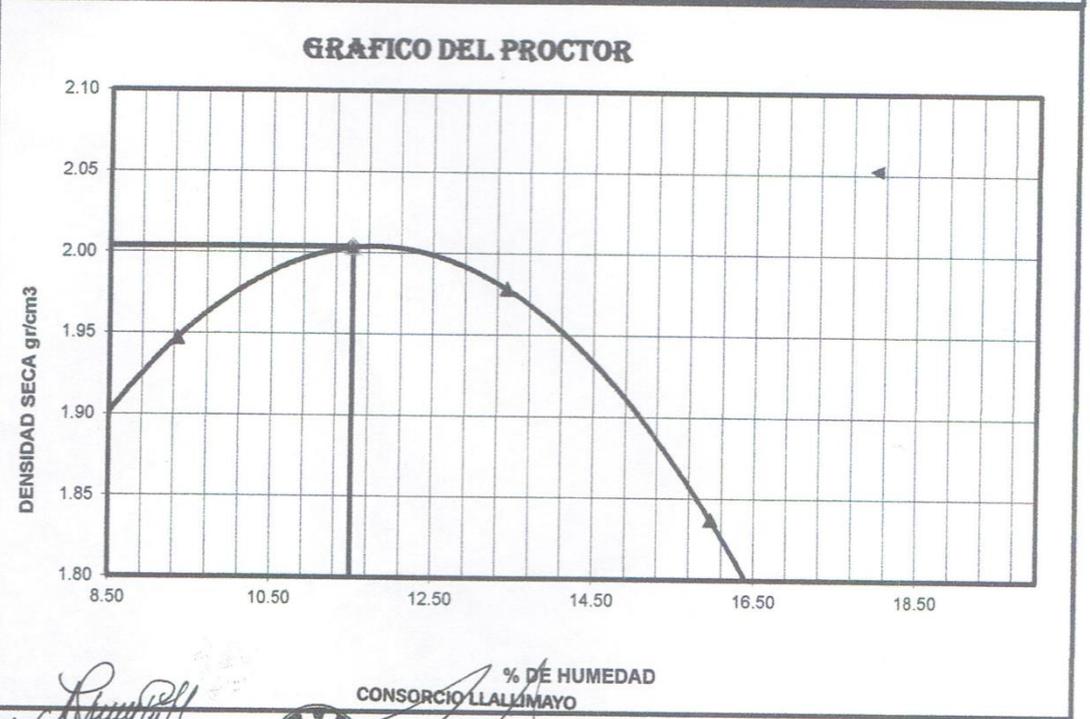
**ASTM D-1557**

<b>PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE RIEGO CANAL N DEL DISTRITO DE CUPI	<b>OPERADOR</b>	: F.P.H.CH.
<b>UBICACIÓN</b>	: CUPI - MELGAR - PUNO	<b>MUESTRA</b>	: MC - 03 - MR - 02 AQUESAYA
<b>LUGAR</b>	: CANAL N	<b>ENCARGADO</b>	: Ing. Froilan Placido Huanacuni Choque
<b>PROGRESIVA</b>	: MR - 02 (M-3) AQUESAYA	<b>FECHA</b>	: JULIO DEL 2015

Determinación	Nº	1	2	3
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,930	11,174	10,933
Peso del Molde	gr.	6,410	6,410	6,410
Peso de la muestra compact.	gr.	4,520	4,764	4,523
Volumen del molde	cc.	2,123	2,123	2,123
Densidad Humeda	gr/cc.	2.13	2.24	2.13
Contenido de Humedad	%	9.34	13.41	15.96
Densidad Seca	gr/cc.	1.95	1.98	1.84

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tarro	Nº	4	1	15	16	13	14
Peso del Tarro	gr.	51.50	58.59	27.35	25.90	25.37	28.17
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	98.48	99.45	73.15	80.35	86.66	100.65
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	94.55	95.89	67.65	74.01	78.32	90.56
Peso del Agua	gr.	3.93	3.56	5.50	6.34	8.34	10.09
Peso del Suelo Seco	gr.	43.05	37.30	40.30	48.11	52.95	62.39
Contenido de Humedad	%	9.13	9.54	13.65	13.18	15.75	16.17
Promedio de Humedad	%	9.34		13.41		15.96	

DENSIDAD MAXIMA SECA **2.0040 Gr./Cm3**    CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA **11.50%**



# ANEXOS N° 3

## PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTOGRAFÍA 01:** Se muestra el equipo de medición de densidad de campo.



**FOTOGRAFIA 02:** Se realiza la medición de humedad natural con el equipo de SPEEDY.



**FOTOGRAFÍA 03:** Se realiza la medición de compactación con el equipo de densidad de campo.



**FOTOGRAFÍA 04:** Sarandeo de material de cantera



**FOTOGRAFÍA 05:** Se realiza trabajos de enrocado con maquinaria



**FOTOGRAFÍA 06:** Se realiza trabajos de conformación de terraplen



**FOTOGRAFÍA 07:** Se observa la medición de la humedad del terraplen



**FOTOGRAFÍA 08:** Se observa los equipos de laboratorio de suelos y concretos

# **ANEXOS N° 4**

## **PLANOS**

**PLANO 01 PLANO DE UNVICACION GEOGRAFICA**

**PLANO 02 PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS**

**PLANO 03 PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERAS**

**PLANO 04 PLANO DE GEOLOGICO**

