

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA



**“EVALUACIÓN DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LOS DIQUES Y
GEOMATERIALES DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LAS MARGENES
IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE:
COLLANA, PATASCACHI Y ALEDAÑOS DE LA PROVINCIA DE HUANCANE -
REGION PUNO”.**

TESIS

PRESENTADA POR:

JULIO CESAR ACROTA GUTIERREZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

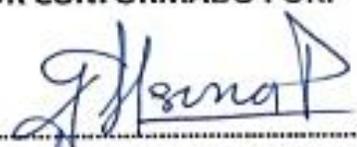
**EVALUACIÓN DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LOS DIQUES Y
GEOMATERIALES DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LAS MARGENES
IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE:
COLLANA, PATASCACHI Y ALEDAÑOS DE LA PROVINCIA DE HUANCANE -
REGION PUNO.**

**TESIS PRESENTADA POR:
JULIO CESAR ACROTA GUTIERREZ
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO GEÓLOGO

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

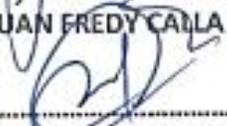
PRESIDENTE DEL JURADO


.....
Ing. GEORGES FLORENCIO LLERENA PEREDO

PRIMER MIEMBRO


.....
M.Sc. JUAN FREDY CALLA FERNANDEZ

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Ing. LUIS ALBERTO MAYDANA VILCA

DIECTOR DE TESIS


.....
M.Sc. LEONEL PALOMINO ASCENCIO

AREA: INGENIERÍA GEOTÉCNICA
TEMA: DEFENSA RIBEREÑA

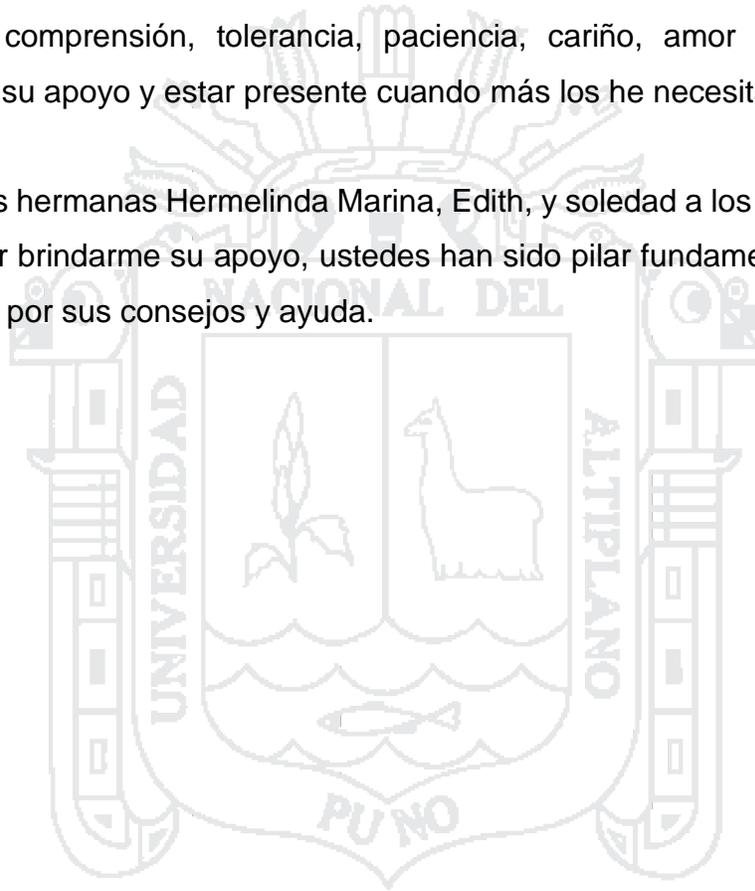
Puno – Perú
2016

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios todo poderoso, por ser mi guía y llevarme de la mano en cada momento de mi vida, por darme la fuerza, salud y voluntad para seguir adelante alcanzando mis metas soñadas.

A mi Madre Felipa que me ha sabido llevar por el buen camino, gracias por sus consejos, comprensión, tolerancia, paciencia, cariño, amor y sobre todo por brindarme su apoyo y estar presente cuando más los he necesitado.

A mis hermanas Hermelinda Marina, Edith, y soledad a los que quiero mucho, gracias por brindarme su apoyo, ustedes han sido pilar fundamental en el logro de esta meta, por sus consejos y ayuda.



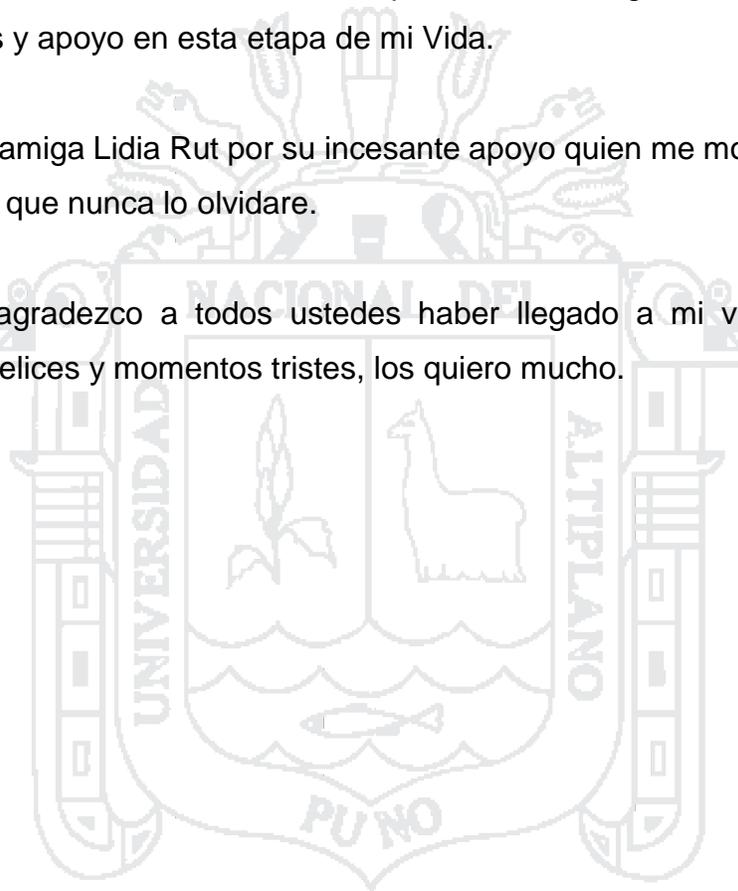
AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional del Altiplano y en especial a la Escuela de Ingeniería Geológica que me dieron la oportunidad de formar parte de ellas.

A los Catedráticos de la Escuela profesional de Ingeniería Geológica por sus enseñanzas y apoyo en esta etapa de mi Vida.

A mi amiga Lidia Rut por su incesante apoyo quien me motivo a realizar este trabajo y sé que nunca lo olvidare.

Les agradezco a todos ustedes haber llegado a mi vida y el compartir momentos felices y momentos tristes, los quiero mucho.



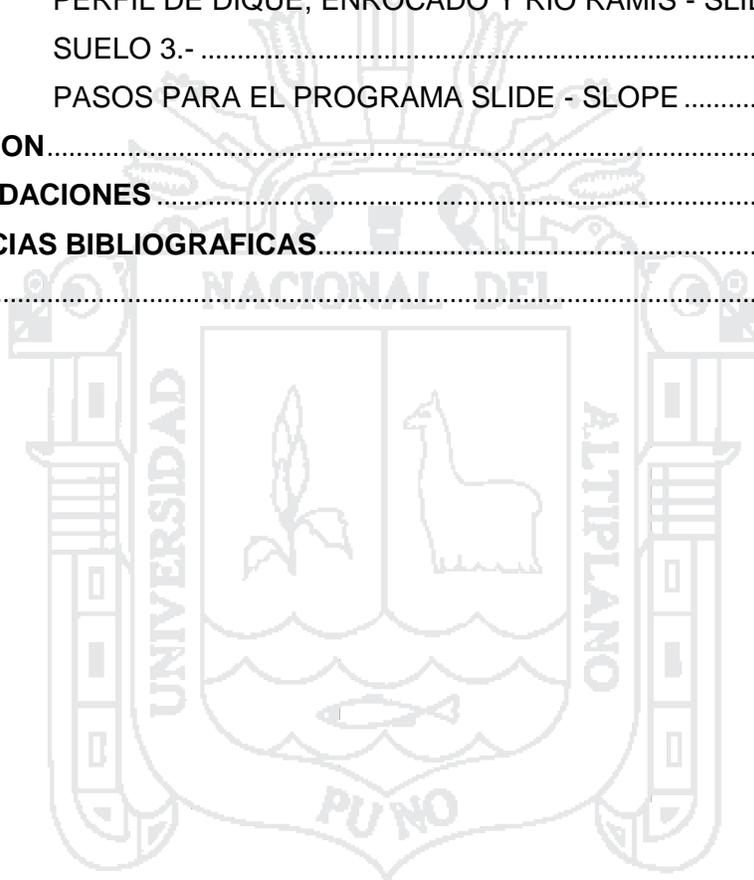
INDICE GENERAL

CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	1
1.2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
CAPITULO II	6
REVISION DE LITERATURA	6
2.1. MARCO TEORICO.....	6
2.1.1. RÍO.....	6
2.1.2. CLIMA.....	7
2.1.3. VEGETACIÓN.....	7
2.1.4. FLORA.....	8
2.1.5. FAUNA.....	8
2.1.6. DEFENSAS RIBEREÑAS.....	9
2.1.7. DIQUE.....	10
2.1.7.1. Diques Artificiales:.....	10
2.1.7.2. Diques Naturales.....	11
2.1.8. GEOMATERIALES.....	11
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	12
2.2.1. PROCESOS GEODINÁMICOS.....	12
2.2.1.1. Erosión de las riberas.....	12
2.2.1.2. Inundaciones.....	13
2.2.1.3. Deposición aluvial.....	13
2.2.1.4. Migración de cauces.....	13
2.2.2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
2.2.2.1. EL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
2.2.2.2. ESTRATIGRAFIA REGIONAL DE LA ZONA.....	14
2.2.2.3. ESTRATIGRAFIA LOCAL.....	18
2.2.3. HIDROGEOLOGÍA Y HIDROLOGIA FLUVIAL.....	18
2.2.3.1. HIDROGEOLOGIA.....	18

2.2.3.2.	EL RIO AZANGARO - RAMIS.....	19
2.2.3.3.	EL RIO AYAVIRI – PUCARA.....	19
2.2.4.	HIDRÁULICA FLUVIAL.....	20
2.2.4.1.	HISTORIA DE LAS INUNDACIONES EN ZONAS ALEDAÑAS DE RIO RAMIS 20	
2.2.5.	SISTEMA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RIO RAMIS.....	22
2.2.5.1.	SISTEMA HIDROGRÁFICO.....	22
2.2.5.2.	SUBCUENCAS TRIBUTARIAS DEL RIO RAMIS.....	22
2.2.6.	GEOMORFOLOGÍA.....	28
2.2.6.1.	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA.....	29
2.4.3.	CARACTERIZACIÓN REGIONAL DE LOS PARAMETROS METEOROLÓGICOS.....	35
2.4.3.1.	PRECIPITACIÓN EN LA REGIÓN DE PUNO.....	35
2.4.3.1.	TEMPERATURA.....	40
2.4.3.1.	EVAPORACIÓN.....	46
2.4.3.1.	HUMEDAD RELATIVA.....	54
CAPITULO III	56
3. MATERIALES Y METODOS	56
3.1.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	56
3.2.	SERVICIOS DURANTE LA INVESTIGACION.....	57
3.3.	METODOS DE INVESTIGACION.....	57
3.3.1.	ETAPA I: GABINETE.....	57
3.3.2.	ETAPA II: TRABAJOS EN CAMPO.....	57
3.3.3.	ETAPA III: TRABAJOS DE LABORATORIO.....	58
3.3.3.4.	Análisis Hidrológico.....	59
3.3.3.7.	Análisis de Mecánica de Suelos.....	59
3.3.3.8.	Clasificacion de Suelos S.U.C.S.....	60
3.3.3.9.	Ensayo de Corte Directo.....	62
3.3.3.10.	Capacidad Portante del Suelo.....	62
3.3.4.	ETAPA III: DE GABINETE II.....	64
CAPITULO IV	65
RESULTADOS Y DISCUSION	65
4.1.	INTRODUCCION.....	65
4.1.1.	UBICACION DEL PROYECTO.....	65
4.2.	CANTERAS.....	67
4.2.1.	UBICACIÓN DE CANTERAS.....	68

4.2.2.	Ensayos de Laboratorio.....	69
4.3.	REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	70
4.4.	DESCRIPCION DE LAS CANTERAS A UTILIZAR.....	72
4.4.1.	CANTERA YANAOCO CA – 01 (Roca).....	72
4.4.2.	CANTERA TAURAUTA CA – 02 (Roca).	73
4.4.3.	CANTERA YANAOCO CA – 03 (Afirmado)	75
4.4.4.	CANTERA COLLANA. CA – 04 (Afirmado).....	79
4.5.	Control de Calidad Compactaciones DEL DIQUE.....	82
4.5.1.	ENSAYOS REQUERIDOS	83
4.6.	INVESTIGACION GEOTECNICA EJECUTADA DE LA ZONA.....	84
4.6.1.	GEOTECNIA – CALICATAS DE PATASCACHI.....	84
4.6.1.1.	SITUACIÓN ACTUAL.....	84
4.6.1.2.	INVESTIGACIÓN EJECUTADA EN LA CIMENTACIÓN.....	85
4.6.1.3.	NIVEL FREÁTICO.....	86
4.6.1.4.	ENSAYOS REALIZADOS.....	86
4.6.1.5.	PARAMETROS GEOTECNICOS SECTOR JASANA HUARIZAN HASTA PUENTE RAMIS C-02 A 05.....	87
4.6.2.	GEOTECNIA – MARGEN IZQUIERDO – SECTOR COLLANA A SECTOR YANAOCO P. RAMIS.....	90
4.6.2.1.	SITUACIÓN ACTUAL.....	90
4.6.2.2.	INVESTIGACIÓN EJECUTADAS EN LA CIMENTACIÓN	91
4.6.2.3.	NIVEL FREATICO.....	92
4.6.2.4.	ENSAYOS REALIZADOS MARGEN IZQUIERDO.....	92
4.6.2.5.	PARAMETROS GEOTECNICO.....	93
4.7.	EVALUACIÓN GEOTECNICA DE LA CIMENTACIÓN	97
4.8.	ASPECTOS GEOTÉCNICOS DE LOS DIQUES A CONSTRUIR.....	98
4.9.	MATERIALES DE CONSTRUCCION (CANTERAS).....	99
4.9.1.	INVESTIGACIÓN DE CANTERA PARA AREAS DE PRESTAMO.....	99
4.9.1.1.	CANTERA IMPERMEABLE ANTATAKANA	100
4.9.1.2.	CANTERA DE MATERIAL IMPERMEABLE CANSAMPUNCO PATASCACHI.....	102
4.9.2.	INVESTIGACIÓN DE CANTERA DE ROCA PARA ENROCADOS.....	103
4.9.2.1.	CANTERA DE ROCAS PARA ENROCADOS PESADOS.	103
4.9.2.2.	CANTERA DE ROCA NINAKARKA CR-1.....	104
4.9.2.3.	CANTERA CR-2 - SECTOR JASANA CHICO	105
4.9.2.4.	CANTERA CR-3 - CERRO CCACCA	106

4.9.3.	COBERTURA VEGETAL PARA DIQUES.....	107
4.9.3.1.	EXTRACCIÓN DE COBERTURA VEGETAL	107
4.9.3.2.	TRANSPORTE DE COBERTURA VEGETAL	108
4.9.4.	CANTERA PARA TRAMO EN MANTENIMIENTO Y APERTURA.	108
4.10.	RESULTADO DE FILTRACION DE AGUA. – PROGRAMA SLIDE.....	109
4.10.1.	SUELO 1.-	109
4.10.2.	SUELO 2.-	110
4.10.3.	PERFIL DE DIQUE, ENROCADO Y RIO RAMIS - SLIDE	110
4.10.4.	SUELO 3.-	111
4.10.5.	PASOS PARA EL PROGRAMA SLIDE - SLOPE	111
	CONCLUSION	116
	RECOMENDACIONES	117
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	118
	ANEXOS	120



INDICE DE FIGURAS

FIG. N° 1 VISTA PANORÁMICO DEL RIO RAMIS.....	14
FIG. N° 2 MATERIAL ACUMULADO POR GRANDES AVENIDAS.....	17
FIG. N° 3 PLANO DE ÁREA DE INUNDACIÓN DEL PROYECTO.....	21
FIG. N° 4 SISTEMA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RÍO RAMIS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.27
FIG. N° 5 PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO RAMIS.....	34
FIG. N° 6 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN (MM)	38
FIG. N° 7 VARIACIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN.....	39
FIG. N° 8 VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MEDIA.....	42
FIG. N° 9 LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA TEMPERATURA	42
FIG. N° 10 VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA	45
FIG. N° 11 VARIACIÓN MENSUAL DE LA EVAPORACIÓN MENSUAL.....	48
FIG. N° 12 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EVAPORACIÓN ANUAL.....	49
FIG. N° 13 VARIACIÓN MENSUAL DE LA EVAPORACIÓN (MM).....	50
FIG. N° 14 UBICACIÓN DE LAS CANTERAS DE ROCAS, AGREGADOS	68
FIG. N° 15 FOTOGRAFÍA DE LA CANTERA DE ROCA – YANAOCO.....	72
FIG. N° 16 FOTOGRAFÍA DE LA CANTERA DE ROCA – YANAOCO.....	74
FIG. N° 17 CANTERA DE AGREGADO – YANAOCO.....	75
FIG. N° 18 CANTERA DE AGREGADO – COLLANA.....	79
FIG. N° 19 PERFIL DE LA CALICATA.....	87
FIG. N° 20 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA EN COLLANA.....	88
FIG. N° 21 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA HUARIZAN.....	89
FIG. N° 22 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA DE COLLANA 2...	93
FIG. N° 23 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA EN COLLANA 3...	95
FIG. N° 24 ILUSTRACIÓN VISTA DE CALICATA REALIZADA COLLANA....	97
FIG. N° 25 VISTA CANTERA ANTATAKANA MATERIAL IMPERMEABLE...	101
FIG. N° 26 VISTA DE FORMACIÓN HUANCANÉ CANTERA NINAKARKA..	105
FIG. N° 27 VISTA AFLORAMIENTO DE ROCA ANDESITA - ENROCADO...	106
FIG. N° 28 VISTA AFLORAMIENTO DE ROCA CALIZA	107
FIG. N° 29 VISTA CANTERA COALLO PARA APERTURA Y MANT.....	108

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DEL RÍO RAMIS Y SUBCUENCAS ...	29
TABLA 2 EL RÉGIMEN DE LA VARIACIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN.....	36
TABLA 3 PARÁMETRO DE PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN TARACO	39
TABLA 4 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) – PROMEDIO MULTIANUAL	
ESTACIONES DE LA REGIÓN (CUENCA DEL RÍO RAMIS)	41
TABLA 5 PARÁMETRO DE TEMPERATURA MÁX. MENSUAL ESTACIÓN CO.....	44
TABLA 6 PARÁMETRO DE TEMP. MEDIAS MENSUAL ESTACIÓN CO. TARACO	44
TABLA 7 PARÁMETRO DE TEMP. MEDIAS MÍNIMAS ESTACIÓN CO. TARACO	45
TABLA 8 EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL (MM) – TOTAL MULTIANUAL	
ESTACIONES DE LA REGIÓN (CUENCA DEL RÍO RAMIS)	47
TABLA 9 PARÁMETRO DE EVAPORACIÓN MENSUAL ANUAL. ESTACION TARACO	50
TABLA 10 RELACIÓN DE CANTERAS IDENTIFICADAS.....	68
TABLA 11 RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS – CANTERAS.....	70
TABLA 12 REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA EL AFIRMADO	71
TABLA 13. RESULTADO DE CANTERA YANAOCO CA – 01 (ROCA).....	73
TABLA 14 RESULTADOS DE LA CANTERA CA – 02 TAURAUTA (ROCA).....	74
TABLA 15 RESULTADOS DE LA CANTERA CA – 04 COLLANA (AFIRMADO).....	81

INDICE DE ACRONIMOS

AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials.
ASTM:	American Society of Testing and Materials.
CBR:	Valor Relativo de Soporte.
CO:	Estación Meteorológica.
°C:	Grados Centígrados.
CL:	Arcilla Baja Plasticidad.
DRI:	Defensa Ribereña del Margen Izquierdo.
DRD:	Defensa Ribereña del Margen Derecho.
Dv.	Desvió.
GC:	Grava Arcilloso.
GP:	Grava mal gradado.
GM:	Grava Limoso.
Has:	Hectáreas.
H:	Altura.
Hf:	Altura más Frecuente.
Hm:	Altura media.
IP:	Índice de Plasticidad.
Id:	Identidad de Drenaje.
I:	Ancho.
INGEMET:	Instituto geológico y metalúrgico.
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informatica.
K-mu:	Cretáceo formación muni.
K-hu:	Cretáceo formación Huancané.
Km.:	Kilómetros.
K:	Coeficiente.
L:	Longitud.
MINAG:	Ministerio de Agricultura

Mpa:	Mega pascales.
MTC:	Ministerio de transportes de comunicación.
ML:	Limo Baja Plasticidad.
m.s.n.m:	Metros Sobre el Nivel del Mar.
m:	Metros.
mm:	Milímetros.
Nr:	Numero de Ríos.
N:	Norte
PELT:	Proyecto Especial de Lago Titicaca.
P:	Perímetro.
SC:	Arena Arcilloso.
SM:	Arena Limoso.
SP:	Arena mal gradado.
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
SUCS:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
SD-ch:	Devónico – Siluriano formación chagrapi.
SD-ca:	Devónico – Siluriano formación Cabanillas.
TBa:	Terciario Grupo Barroso.
UTM:	Universal Transverse Mercator.

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló el objetivo de evaluar y dar seguridad, protección con infraestructura de enrocados en los diques de defensa ribereña, primero se deben realizar ciertos estudios preliminares como son: análisis hidrológico, morfológico, topográfico y estudio de la situación actual, para que estas puedan cumplir con eficiencia su objetivo y a su vez su vida útil, y poder así estimar su altura y la distancia a la que se deben colocar. Es importante determinar qué tipo de defensa se va a utilizar, de acuerdo a las condiciones hidráulicas y a la naturaleza del terreno, disponibilidad de los materiales y el tipo de uso que se da a las áreas aledañas, ya que en áreas rurales se usan diques de tierra, mientras que en las áreas urbanas se utilizan diques de hormigón o enrocados, en este caso utilizaremos el enrocado. Los ensayos de laboratorio para determinar las características físico, Químicas y mecánicas de los materiales de cantera, se evaluaron de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del (MTC, EM-2000), que son los siguientes, análisis granulométrico, Límites de Consistencia (Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad), Clasificación SUCS, Proctor Modificado, CBR, Abrasión los Ángeles, Abrasión de los angeles 1000 revoluciones, Gravedad específica de roca, Ensayo de durabilidad, Ensayo a la Compresión Simple y Densidad In Situ. Se han utilizado canteras de roca y agregado de las comunidades de Yanaoco, Taurauta, Collana y Ninakarka El dique es diseñado de una Forma Trapezoidal de Altura 3.20 m. y Pendiente 40° y sus respectivos bases de conformación, el dentellón – Uña de la Cimentación se han conformado de una Forma Trapezoidal invertido con una Altura 1.20 m. (Promedio) con la base mayor de dique 3.00 m. Base menor 1.00 m. y posteriormente el Enrocado de talud o de protección (en talud húmedo) Esta se colocó en el talud de la cara húmeda del dique a fin de proteger de la erosión por efecto de las avenidas máximas y oleajes del río. El enrocado como protección tiene características geométricas y el Volumen de roca es 1.50x2.00x0.60 m.

Palabras claves: Defensa Ribereña, Talud, Diques, Geotecnia y Cantera.

ABSTRACT

In the present work, the objective of evaluating and providing safety, protection with infrastructure of embankments in the riverside defense dams was developed, first, preliminary studies should be carried out, such as: hydrological, morphological, topographical and current situation studies. That they can efficiently meet their purpose and at the same time their useful life, and thus be able to estimate their height and the distance to which they should be placed. It is important to determine what type of defense is to be used, according to the hydraulic conditions and the nature of the terrain, availability of materials and the type of use given to the surrounding areas, since in rural areas dykes are used Land, while in urban areas we use concrete or cast-iron dikes, in this case we will use the casting. Laboratory tests to determine the physical, chemical and mechanical characteristics of quarry materials were evaluated according to the Road Material Testing Manual (MTC, EM-2000), which are as follows, granulometric analysis, Consistency (Liquid Limit, Plasma Limit and Plasticity Index), SUCS Classification, Modified Proctor, CBR, Los Angeles Abrasion, Abrasion of angles 1000 revolutions, Rock Specific Gravity, Durability Test, Simple Compression Test and In Situ Density. Rock and aggregate quarries have been used in the communities of Yanaoco, Taurauta, Collana and Ninakarka.

The dam is designed in a Trapezoidal shape of height 3.20 m. And Slope 40° and their respective bases of formation, the dentellón - Nail of the Foundation have been conformed of an inverted Trapezoidal Form with a Height 1.20 m. (Average) with the main base of dyke 3.00 m. Base less 1.00 m. And subsequently the slope or protection (in wet slope). This was placed on the slope of the wet face of the dam in order to protect from erosion by the effect of the maximum avenues and waves of the river. The cast as protection has geometric characteristics and the volume of rock is 1.50x2.00x0.60 m.

Keywords: Riparian Defense, batter, Dikes, Geotechnics and Quarry.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Existieron intervenciones, por el Gobierno Central - PELT, así como de Defensa civil, el primero en la ejecución de ciertos tramos del margen izquierdo (03 km) en el puente Ramis, además de los ya existentes que se encuentran en su mayoría consolidados, pero por entrevistas y comentarios de los comuneros, se ven aun en riesgo, puesto que el nivel, del agua está a solo 20 cm para sobrepasar las defensas ribereñas existentes. Por lo cual defensa civil realiza el uso de sacos terreros para evitar futuras inundaciones.

El área de influencia, corresponde al área geográfica del proyecto e incluye los centros poblados, comunidades y áreas productivas de los Distritos Taraco de la provincia de Huancané. El área está conformada por la población aledaña a los márgenes del Río Ramis, que constituye una zona inundable de 22,825.92 hectáreas, de esta el 96.26% esta destina a la actividad agrícola, específicamente para los cultivos, el 1.47% son totorales y el 2.27% se refiere a los pastos naturales.

Las comunidades y centros poblados con influencia directa son las que tienen colindancia con el Río Ramis, siendo estas las primeras en ser afectadas por el desborde del río, mientras que las comunidades y centros poblados con influencia indirecta se encuentran ubicadas detrás de las comunidades que colindan con el río y ante un eventual desborde del Río Ramis se verían afectadas por la inundación.

El Gobierno Regional en el 2013 a través de la Gerencia General decide realizar estudios de defensas ribereñas en zonas aledañas al Río Ramis, donde la finalidad principal es la recuperación de tierras, continúa mediante la ejecución del mejoramiento de diques de encauzamiento o defensas ribereñas en diferentes ríos, a raíz de las inundaciones ocurridas entre los años y tras año con un fin de evitar el deterioro de las áreas agrícolas y pecuarias, mediante la construcción de defensas ribereñas que eviten el desborde de las aguas de este río, en épocas de avenidas por las precipitaciones pluviales.

ANA (2013) “En el 2010 fue uno de los periodos más vulnerables en el ámbito de cuenca Ramis donde se identificó 14 puntos vulnerables a desbordes e inundaciones, de los cuales uno fue ejecutado por el Gobierno Regional de Puno, así mismo en el presente año en la parte baja de la cuenca Ramis, existe la mayor parte de las zonas vulnerables a los desbordes e inundaciones de las cuales serán ejecutados por el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca – PELT, en las zonas críticas, lo que permitirá el cuidado al medio ambiente, en las infraestructuras, hidráulicas, viviendas, vías de comunicación”.

1.2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Es posible Evaluar con resultados de los geomateriales para la defensa ribereña en el margen izquierdo y derecho del río Ramis, en las comunidades Collana, Patascachi y aledaños de la provincia de Huancané.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluación de los terrenos de fundación y los Geomateriales en la construcción de los Diques para el mejoramiento de la Defensa ribereña en los márgenes izquierda y derecha del Río Ramis, en las comunidades Collana, Patascachi y aledaños de la provincia de Huancané.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia de los Terrenos de fundación donde se instalarán las defensas de protección adecuadas en las riberas de ambas márgenes del río evitando la erosión y destrucción de zonas agrícolas, mediante defensas con enrocado pesado en zonas definidas del Río Ramis.
- Diseñar estructuras adecuadas: diques y enrocados, que permitan darle mayor seguridad a las comunidades y áreas agrícolas.
- Evaluar las canteras a usar en la construcción de diques de encausamiento.
- Evaluar las condiciones físicas mecánicas del dique actual.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

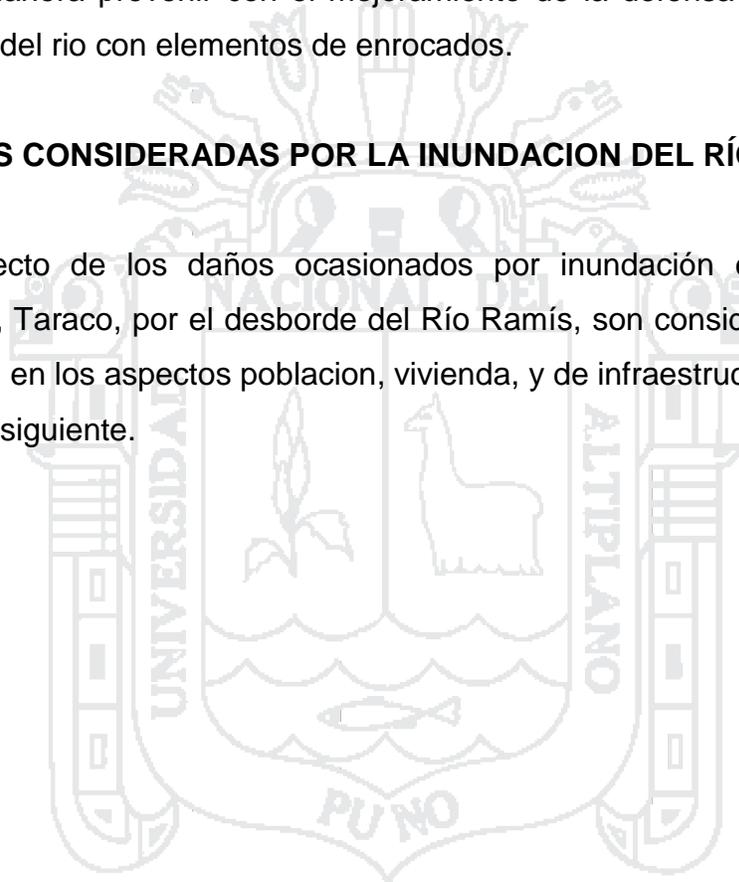
Durante las Épocas de avenidas, el Río Ramís causa inundación en ambas márgenes, produciendo perdidas de cultivos, erosión de las riberas, viviendas aledañas, además de poner en peligro las vías de comunicación, ya que en los anteriores años ensancharon significativamente el cauce del Río Ramís en la margen derecha e izquierda de la zona estudiada, erosionando y destruyendo áreas agrícolas y con ello el borde de la ribera derecha e izquierda, ubicados

en las comunidades, COLLANA, PATASCACHI, (RIO RAMIS) Y ALEDAÑOS DE LA PROVINCIA DE HUANCANE DE LA REGION DE PUNO obligando a la participación de los organismos encargados a velar por el Agro, dentro de ellos el Ministerio de Agricultura (MINAG), el Proyecto Especial Lago Titicaca (PELT), quienes con sus escasos recursos económicos implementan planes de contingencia, que son insuficientes para evitar que el Río cambie su curso.

De esta manera prevenir con el mejoramiento de la defensa ribereña en ambos márgenes del rio con elementos de enrocados.

PERDIDAS CONSIDERADAS POR LA INUNDACION DEL RÍO RAMÍS

Con respecto de los daños ocasionados por inundación en los Distritos de Huancané, Taraco, por el desborde del Río Ramís, son considerables los mismos que fueron en los aspectos población, vivienda, y de infraestructura como se indica en cuadro siguiente.



COMUNIDADES Y PARCIALIDADES		AREA TOTAL has	AREA INUNDABL E has	Comunidades Con Influencia	Comunidade s con influencia
DISTRITO TARACO	COMUNIDAD HUANCOLLUSCO	3,642.00	2,180.52		2,180.52
	COMUNIDAD DE COLLANA	2,328.30	1,590.08	1,590.08	
	PARCIALIDAD DE SACASCO	3,764.79	3,624.93	3,624.93	
	PARCIALIDAD DE JASANA	2,158.83	2,037.15		2,037.15
	PARCIALIDAD DE JASANA	923.13	829.8	829.8	
	PARCIALIDAD DE JASANA	841.68	295.38		295.35
	PARCIALIDAD DE CHAPAJACHI	419.4	419.4		419.4
	COMUNIDAD DE RAMIS	1,853.82	1,316.52	1,316.52	
	COMUNIDAD TUNI GRANDE	840.9	747	747	
	COMUNIDAD DE TUNI	1,246.00	1,246.00		1,246.00
	COMUNIDAD DE REQUENA	656.28	656.28		656.28
	PARCIALIDAD DE JASANA	820.35	238.86		238.86
	COMUNIDAD DE PATASCACHI	1,224.40	1,170.90	1,170.90	
TOTAL Has	DISTRITO DE TARACO	20,719.88	16,352.82	9,279.23	7,073.56
DISTRITO SAMÁN	COMUNIDAD DE CHUCARIPO	3,983.80	1,622.68		1,622.68
	COMUNIDAD CHACAMARCA	745.5	635.22	635.22	
TOTAL Has	DISTRITO DE SAMAN	4,729.30	2,257.90	635.22	1,622.68
DISTRITO HUANCAN É	COMUNIDAD DE YARECOA	1,567.82	926.06	926.06	
	COMUNIDAD DE TITIHUE	1,102.05	583.56	583.56	
	COMUNIDAD DE YANAHOCO	3,520.26	2,551.95	2,551.95	
	COMUNIDAD DE CUPISCO	118.26	118.26	118.26	
	COMUNIDAD DE COHASIA	447.21	35.37	35.37	
TOTAL Has	DISTRITO DE HUANCANE	6,755.60	4,215.2	4215.2	
TOTAL		32,204.7	22,825.92	14,129.65	8,696.27

FUENTE: Senamhi – 2012

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. RÍO

ELIOSKA G. M. Y LICCETT R. M. (2007). “Es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente.

La variación de caudal lo define el régimen hidrológico, estas variaciones temporales se dan durante o después de las tormentas. En casos extremos se puede producir la crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas. El agua que circula bajo tierra (caudal basal) tarda mucho más en alimentar el caudal del río y puede llegar a él en días, semanas o meses después de la lluvia que generó la escorrentía.

Los desbordamientos en los tramos bajos de las corrientes naturales donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida, puede provocar inundaciones, las cuales pueden traer consecuencias socioeconómicas graves en la medida que afecten asentamientos humanos,

centros de producción agrícola o industrial e infraestructura vial.

Para controlar el nivel máximo dentro de la llanura de inundación, se deben colocar protecciones, entre las alternativas de obras de defensas fluviales se puede mencionar: Limpieza y rectificación del cauce, obras de canalización, obras de abovedamiento, entre otras”.

2.1.2. CLIMA

IRVIN T. (2011). “El clima es muy variado, frígido con heladas intensas en invierno durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, este último con fuertes vientos; es suave y templado durante los meses primaverales de setiembre, octubre y noviembre; es lluvioso matizado con nevadas y granizados durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo a veces hasta abril.

El clima en los distritos de Samán, Taraco y Huancané es semi-seco, frígido, ventoso y heladizo en época seca, y durante el día hay fuerte sensación de calor, sobre todo en los meses de septiembre hasta marzo.

La distribución de la lluvia a lo largo del año permite identificar fácilmente los meses de máximas precipitaciones en los meses de diciembre, enero, febrero, y marzo; y los meses de mínima precipitación durante el invierno (meses de junio, julio y agosto), durante las cuales la disminución de temperaturas llega a valores inferiores a cero, produciéndose las heladas, en la zona de Huancané”.

La precipitación pluvial normal es de 649.8 mm/año (promedio de 20 años), con temperatura media promedio de 7.9 °C, con una mínima de -0,6 °C, con oscilación de temperatura que llega a los 17 °C.

2.1.3. VEGETACIÓN.

IRVIN T. (2011). “La vegetación predominante son los totorales, no existen gran variedad de pastos naturales y cultivados en la zona de estudio, porque los factores climáticos no permiten realizarlo”.

2.1.4. FLORA.

IRVIN T. (2011). “La clasificación de las unidades de cobertura vegetal está en relación a las características fisonómicas, su distribución espacial, el nivel altitudinal y a las condiciones climáticas presentes en la zona de estudio como temperatura, humedad, así como la calidad de los suelos. Una descripción resumida de las unidades establecidas, nos permite tener una idea más clara de la condición de la vegetación en la zona de estudio.

Se han identificado 03 formaciones vegetales en las salidas de campo, llevadas a cabo en el mes de setiembre del 2013 (temporada seca), y posterior revisión bibliográfica. Se tomaron muestras de flora, identificando el punto de muestreo en coordenadas UTM, así como la toma de fotografías panorámicas durante el recorrido de la defensa ribereña, de manera que evaluando los parámetros directamente relacionados con la vegetación, tales como la fisonomía, composición florística, la condición de humedad del suelo (expresión del clima) y la fisiografía del terreno se ha logrado determinar cada unidad de vegetación, se adjuntaran en anexos las fotografías correspondientes”.

ICHU DE LA ZONA.

Es un pasto del altiplano andino empleado como forraje para el ganado, principalmente de auquénidos los cuales están presentes.

TOTORA DE LA ZONA (Patascachi)

Es una planta que crece en la zona del proyecto, tanto de manera silvestre como cultivada, en lagunas, zonas pantanosas huachaqes y hualsares empleado como alimento para el ganado.

2.1.5. FAUNA.

NAVARRO ET (1993). “La fauna silvestre puede ser utilizada como indicadora de la calidad del ecosistema, por ejemplo, los herbívoros son fundamentales para mantener la estructura y distribución espacial de las comunidades vegetales,

mientras que los carnívoros mantienen en equilibrio los flujos de energía que se establecen en las cadenas tróficas del ecosistema: siendo estas relaciones entre especies muy importantes para el mantenimiento del ecosistema y el flujo de energía constante en el ambiente natural.

La avifauna es también considerada como un indicador de la calidad del ecosistema pues este grupo ha sido clave en el desarrollo de las ciencias biológicas por su importancia en la estructura de los ecosistemas, la diversidad de sus formas, su complicada e interesante conducta, el misterio de sus migraciones y, sobre todo, por la facilidad de ser observadas y fundamentalmente, por él, hecho que mantienen una estrecha relación con las condiciones del hábitat, ya que muchas son sensibles a cambios ambientales mínimos”.

El objetivo del estudio fue: Evaluar cualitativa y cuantitativamente la fauna del área de estudio por unidad de vegetación y determinar su nivel de importancia ecológica, se adjuntará en el anexo las fotografías correspondientes.

2.1.6. DEFENSAS RIBEREÑAS

ELIOSKA G. M. Y LICCETT R. M. (2007). “Son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de Verano, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la plataforma de la carretera. Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras.

Para llevar a cabo un proyecto de defensas fluviales es fundamental contar con

una serie de información preliminar o antecedentes que permitan diagnosticar el problema que se quiere solucionar; como: hidrológicos, topográficos y geomorfológicos. Así también se requerirá antecedentes sobre inundaciones anteriores, daños provocados, zonas afectadas, etc”.

El Ministerio de Agricultura ha ejecutado defensas ribereñas en el año 2010 en diferentes comunidades de la zona los puntos críticos (vulnerable) donde estaban casi por desborde los diques que se han construido por los pobladores de Zona.

2.1.7. DIQUE

ELIOSKA G. M. Y LICCETT R. M. (2007). “Es un terraplén natural o artificial, por lo general de tierra, paralelo al curso de un río. Entre los tipos de diques se pueden mencionar:

2.1.7.1. Diques Artificiales:

Son utilizados para prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos; sin embargo también se utilizan para encajonar el flujo de los ríos a fin de darle un flujo más rápido. Son conocidos como diques de contención. También son empleados para proteger determinadas áreas contra el embate de las olas. Estos diques tradicionalmente son construidos, amontonando tierra a la vera del río, amplio en la base y afilados en la cumbre, donde se suelen poner bolsas de arena. Modernamente los diques de defensas ribereñas son construidos siguiendo los criterios técnicos modernos para estructuras de tierra, y en muchos casos su estructura es compleja, comprendiendo una parte de soporte, un núcleo impermeable y drenes de pie para minimizar el riesgo de rupturas. Existen diferentes tipologías de diques, también llamados espigones:

- Diques En talud.
- Diques Verticales.
- Dique Flotante, etc.

2.1.7.2. Diques Naturales

Son originados del depósito de material arrastrado por el río en el borde del mismo, durante las inundaciones. Esto va causando, progresivamente, la elevación de la ribera.

- Muros de Concreto Armado
- Muros de Mampostería”.

2.1.8. GEOMATERIALES

CESAR A. R. & JUAN L. N. (2013). “El Programa Geomateriales Durabilidad y conservación del geomateriales del patrimonio construido, enmarcado en el IV Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica (IV PRICIT), fue concedido a través de su Convocatoria de Programas de I+D en Tecnologías 2009 (orden 679/2009). Iniciado el 1 de enero de 2010 y finalizado el 31 de mayo de 2014, el programa de investigación se plantea con una clara concepción experimental, pretendiendo dar solución y optimizando las actuaciones aplicadas para mejorar la durabilidad y conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio construido de la zona.

Los suelos son consolidados a partir de procesos naturales como la sedimentación o depositación de materiales, también es claro que algunas muestras de suelos permiten encontrar durante su análisis la presencia de materiales cementantes que se originan fundamentalmente por procesos biogénicos post-formacionales. Esto sucede, por ejemplo, en las arenas. Estos materiales aglutinantes por lo general generan procesos del siguiente orden: “Aumento de rigidez, aparición de cohesión efectiva”

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. PROCESOS GEODINÁMICOS

BERNAL I. & TAVERA H. (2002).” Con relación los procesos geodinámicos activos se genera a proceso geológico fluvial por el río Ramis, en períodos de grandes precipitaciones ocasionan, cambios sustanciales en la capacidad y descarga fluvial, originando los siguientes procesos geodinámicos: Erosión de Riberas, derrumbes remoción, migraciones de cauce, transporte y sedimentación, por los que es necesario prever estructuras de protección y encauzamiento para prevenir el ensanchamiento del cauce.

Los procesos Geodinámicos que se producen en el cauce, son mayormente son referidos a inundaciones, erosión y sedimentación, en caso de inundaciones este se produce cuando las fuertes precipitaciones pluviales sobrepasando la capacidad del cauce. Entre los procesos geodinámicos externos más característicos de la zona de estudio se tienen los siguientes”:

2.2.1.1. Erosión de las riberas.

Procesos que se presentan en mayor grado en casi todo el trayecto del proyecto; las causas directas están relacionadas a las crecientes de agua en las temporadas de lluvia y las variaciones de los procesos geológicos fluviales, la erosión afecta las terrazas por los procesos de erosión lateral y socavamiento, facilitando por los tipos de materiales que conforman las terrazas (arenas, limos y arcillas), el mayor efecto erosivo se dan en las curvas interiores de los meandros en donde incide la mayor energía del río, se ubicaron las más principales MI: 1+100, 4+650, 9+850, 14+100, 19+500 los más críticos.

2.2.1.2. Inundaciones.

Estos procesos ocurren en los tramos donde las terrazas fluviales son de bajo nivel en ambas márgenes del río Ramis como es caso de Sector Collana del 0+500 a 1+500 MI, la parte unión de Rio Tupín con Rio Ramis en ambas márgenes y finalmente alrededor de Puente Ramis.

2.2.1.3. Deposición aluvial.

El incremento de la acumulación de los sedimentos aluviales, así como de los materiales tecnógenos (desmonte, basura, etc.) ocasiona la disminución de la sección hidráulica; lo que incrementa el riesgo de inundaciones en las épocas de grandes avenidas, en las zonas de cause angosto y zonas de erosión biológica como es el caso en el mismo distrito de Taraco Margen Izquierdo 2+600.

2.2.1.4. Migración de cauces.

La evolución del río Ramis indica una edad senil que se caracteriza por cauces meándriformes y que por consiguiente en algunos casos ocasionan cambios o migraciones de los cauces. Las migraciones están en las partes más bajas, en donde van diariamente a beber agua al río, son ocasionados la erosión y finalmente migra las aguas en avenidas.

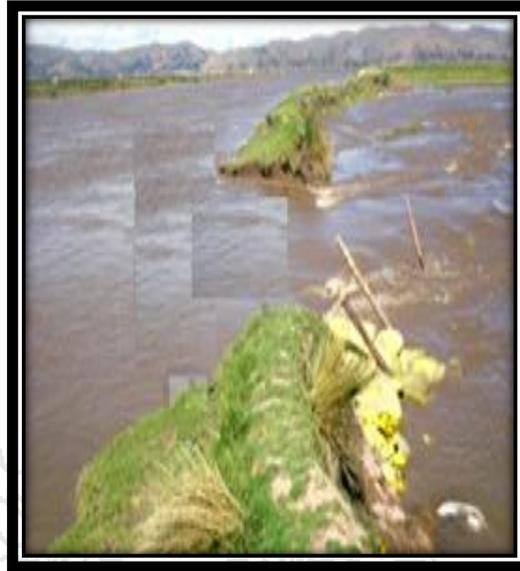


Fig. N° 1 Vista panorámico que se aprecia en Rio Ramis.

2.2.2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.2.1. EL ÁREA DE ESTUDIO

Se ha identificado como área de estudio, a la unidad vertiente del río Ramis, sin embargo, por estar este comprendido dentro de la intercuenca Ramis y por la necesidad de efectuar los análisis hidrológicos a nivel de unidad hidrográfica (cuenca) en este estudio, se ha optado por considerar a la cuenca del río Ramis desde su afluencia con el río Huancané hasta las aguas del distrito de Taraco, como ámbito de estudio.

2.2.2.2. ESTRATIGRAFIA REGIONAL DE LA ZONA.

LAUBACHER G. & MAROCCO R. (1990). "En general se va efectuar una descripción de las formaciones geológicas regionales, que afloran en la zona de influencia del Proyecto de investigación y de la micro-cuenca de las zonas, Describiendo de la más antigua a la más reciente:

Una columna estratigráfica es una representación utilizada en geología y sus subcampos de estratigrafía para describir la ubicación vertical de unidades de roca en una área específica. Una típica columna estratigráfica muestra una secuencia de rocas sedimentarias, con las rocas más antiguas en la parte inferior y las más recientes en la parte superior.

En áreas que son geológicamente más complejas, como las que contienen rocas intrusivas, fallas o metamorfismo, las columnas estratigráficas indican la posición relativa de esas unidades con respecto a las demás. Sin embargo, en estos casos, la columna estratigráfica debe ser una columna estructural, en la que las unidades se apilan tomando en cuenta la manera en que se han movido por las fallas, de acuerdo con lo observado en el campo, o una columna de tiempo en el que las unidades son apiladas en el orden en que se formaron.

PALEOZOICO

A.- Formación Chagrapi. (SD-ch)

Es de edad Devónico, aflora al N de la zona de estudio en la comunidad de Jasana huarizan. La litología dominante consiste principalmente de capas delgadas laminadas de areniscas con intercalaciones de lutitas gris verdosas. Son comunes los nódulos de limolita de grano muy fino.

B.- Formación Cabanillas. (SD-ch)

Es de edad Devónico – Siluriano, la sección típica fue definida por NEWEL en el área de Cabanillas, a 40Km. al sur oeste de Juliaca, a su vez esta se encuentra en el Distrito de Taraco a SW, en la comunidad de Patascachi, los cuales están compuesta por lutitas negras, lutitas oscuras y cuarcitas argilíceas verdosas de grano fino, con presencia de fósiles de Trilobites, Amonites, y otros.

MESOZOICO

A.- Formación Muni. (K- mu)

Corresponde a Cretáceo Inferior, el nombre de esta formación corresponde a una secuencia que aflora cerca de la hacienda Muni, en el Cuadrángulo de Huancané, aflora al N, NE y NW, de la zona de estudio, correspondiente a una secuencia de areniscas de grano fino, delgadamente estratificadas con limonitas areniscas color lila, gris verdoso y marrón rojizo bien estratificada, algunas capas muy delgadas de lutitas, donde esta formación es muy buena para utilizar como material de préstamo para conformar la Defensa Ribereña ya que es un material impermeable, cantera Yanaoco y Collana.

B.- Formación Huancané. (K-hu)

De Cretáceo Inferior, su mejor sección se encuentra en cerro Vizcachani al Sur de Huancané y aflora al N y NE de la zona de estudio, la formación es dividida en tres unidades litológicas principales son: conglomerados con estratificación de canal, areniscas cuarzosas con estratificación cruzada y areniscas lajosas con estratificación de canal en el Cerro Cupisco, las capas de conglomerados contienen clastos bien redondeados de cuarcitas blancas, gris y marrones, las areniscas son de grano medio a grueso, cuyo color varía de blanquecino a marrón anaranjado – marrón rojizo y blanco a rozado que son buenas rocas para enrocado de Taludes húmedas.

CENOZOICO

A. Grupo Barroso. (TBa)

Este grupo aflora en el corte de la Carretera Chupa a Huancané, y en centro poblado de Chucaripo exactamente en Laderas en mención, son de andesitas básicas de coloración gris pardo oscuras. Son rocas de buena resistencia para enrocados.

CUATERNARIO.

A. Depósitos Aluviales

Se presentan en toda la planicie de la zona y constituye la unidad donde se emplaza la zona de estudio, corresponden a arcillas, limos, arenas y gravas no consolidada en cause del rio, y en ambas márgenes del Río Ramis.

B. Depósitos Fluviales.

Corresponde a los suelos que se emplazan en el curso del río y están formados por suelos limosos - arenosos, que se encuentran en la zona de playas de los meandros, como se aprecia”.



Fig. N° 2 Material acumulado en las playas por grandes avenidas.

2.2.2.3. ESTRATIGRAFIA LOCAL

CENOZOICO.

A.- Depósitos Cuaternarios.

➤ Aluviales

Emplazados a ambos márgenes del curso principal del río Ramis se encuentra en una zona plana y corresponden a suelos in-consolidados finos, compuestos mayormente por limos inorgánicos y limos arenosos, con ligera plasticidad, cuya formación corresponde a la sedimentación de suelos en épocas de avenidas, como consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales y la deposición de suelos del tipo limosos.

➤ Fluviales

Corresponden a los suelos que tienen influencia con el emplazamiento del curso principal del río, se trata en este caso de los depósitos de las playas de sedimentación, las mismas que son temporales, en estas tenemos los suelos del tipo arenoso que se localizan en las playas de nivel baja y los suelos limosos arenosos depositados en las playas.

2.2.3. HIDROGEOLOGÍA Y HIDROLOGIA FLUVIAL.

2.2.3.1. HIDROGEOLOGIA.

BOLETIN N° 30 SERIE C – INGEMET. “El río Ramis es el regulador del sistema hidrológico superficial y subterráneo de la zona, es un cauce permanente con fuerte variación del nivel del agua durante las diferentes épocas de lluvias, es decir que cuando el nivel del agua sube en el río el nivel del agua subterránea hacia las

márgenes también sube, lo mismo sucede que cuando al nivel del río baja, el nivel freático decrece. Actualmente en las márgenes se tiene una capa freática a una profundidad entre 1.80 a 2.00m en promedio”.

2.2.3.2. EL RIO AZANGARO - RAMIS.

BOLETIN N° 30 SERIE C – INGEMET. “El Río Azángaro – Ramis, es afluente a Río Ramís, que tiene una longitud aproximada de 300Km. Nace en los deshielos de los Nevados de Ninacuyo (5,521 m.s.n.m) y Ananea (5,852 m.s.n.m.); penetra en la Laguna Rinconada, de donde salen sus aguas con el nombre de río Carabaya. Se desplaza con dirección Este –Oeste – Noroeste, hasta el centro poblado de Rosario, lugar donde cambia de rumbo y sigue una dirección Norte-Sur.

Al recibir las aguas del río Grande, su afluente por la margen derecha, toma la denominación de Río Azángaro, nombre que conserva hasta confluir con el río Pucará; a partir de la ladera Minastira se llama río RAMIS, hasta unirse con el Río Huancané, para luego verter sus aguas al Lago Titicaca.

Su valle densamente poblado entre la localidad de Azángaro y su desembocadura, se inunda fácilmente cuando el río sube el nivel de sus aguas, durante la época de precipitaciones pluviales”.

2.2.3.3. EL RIO AYAVIRI – PUCARA

BOLETIN N° 30 SERIE C – INGEMET. “Importante afluente del Río Azángaro por su margen derecha, nace al Norte de la Raya en él límite de los departamentos de Puno y Cuzco; su longitud es más o menos de 150 Km. y sus aguas corren de Noroeste a Sureste.

Pasa por Ayaviri y toma el nombre de este lugar hasta la estación de Pucará a partir de aquí se llama río Pucara, nombre que conserva hasta unirse con el río Azángaro; a lo largo de su valle se desplazan el ferrocarril y la Carretera Juliaca – Cuzco”.

2.2.4. HIDRÁULICA FLUVIAL

2.2.4.1. HISTORIA DE LAS INUNDACIONES EN ZONAS ALEDAÑAS DE RIO RAMIS.

PETL (2013). “Las inundaciones en las riberas del río Ramis han sido de bastante consideración en el año de 1983, en ambas márgenes en donde la población ha sido afectada, interrumpiendo la comunicación terrestre (Huancané y Juliaca), luego en el año 1997, 2002 y 2010.

Causas de fallas de diques existentes.

En este punto se ha analizado las causas que originan el desborde de los diques y riberas existentes, por:

- Falta de precisión en la altura de los diques existentes
- Utilización de materiales muy permeables en la construcción de los diques
- Falta de mantenimiento de los diques de encauzamiento ya existentes.

a) La falta de precisión de altura, se ha podido notar en los levantamientos topográficos, que muestran los diques existentes, carecen de una altura que permita absorber las crecidas del río siendo rebasados en casi todas las zonas cóncavas que forman el río en su discurrir hacia el lago Titicaca.

b) Las visitas de campo han permitido constatar que los diques actuales en su mayoría han sido construidos con materiales permeables de areniscas Huancané mezclado con material del mismo río, que durante la época de crecida es afectado por el fenómeno de la tubificación que causan su asentamiento y colapso “derrumbe”.

c) Señalamos que no existe una política desarrollada, por los organismos públicos y privados, sobre el mantenimiento que deben tener los diques actuales, para ser reparados después de cada época de avenida”.

d) realizar la depresión del cauce, con la limpieza de dicho Río, así tener los niveles bajos del caudal.

AREA DE INUNDACIONES

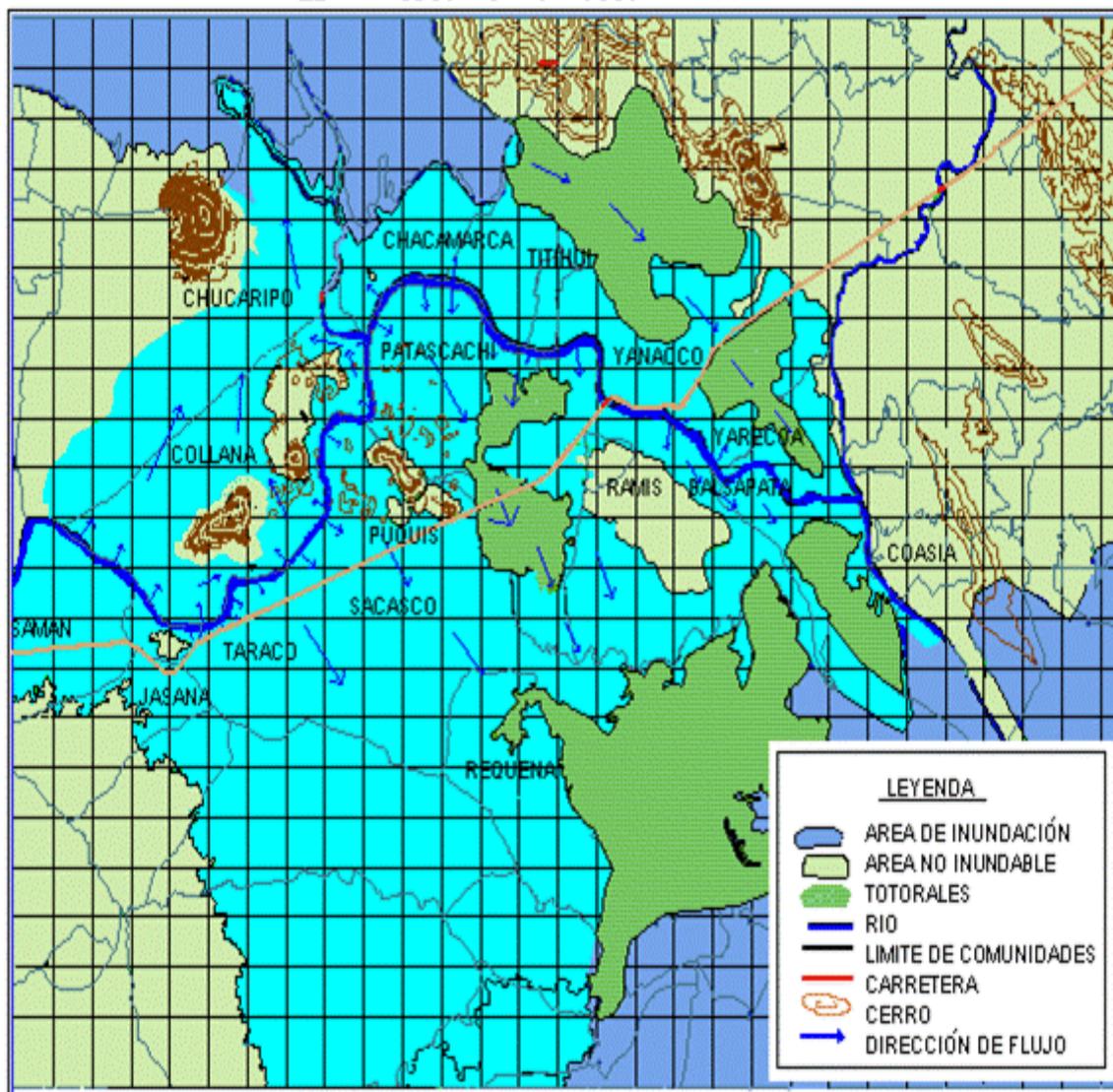


Fig. N° 3 Plano de Área de inundación del Proyecto de investigación, como se aprecia. – MAPA INUNDACIONES.

2.2.5. SISTEMA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RIO RAMIS

2.2.5.1. SISTEMA HIDROGRÁFICO

INRENA, (2003). “La cuenca del río Ramis es la de mayor extensión en relación al resto de cuencas aportantes al lago Titicaca con un área de 14803.62Km² y 1,006.01 Km de perímetro, su cota máxima es 5,750 msnm y una cota mínima de 3,810 msnm, que corresponde al nevado Ananea Chico y la desemboca al Lago Titicaca respectivamente.

La cuenca presenta numerosas lagunas, en una cantidad aproximada de 53 lagunas, los cuales son alimentados por los deshielos de los nevados y otros alimentados por la escorrentía superficial y precipitaciones pluviales. Estas lagunas por su representan un potencial hídrico para su aprovechamiento dentro de la cuenca”.

2.2.5.2. SUBCUENCAS TRIBUTARIAS DEL RIO RAMIS

INRENA, (2003). “Para efectos de describir a la cuenca del río Ramis, se procedió a dividir a la cuenca en ocho subcuencas, los cuales son:

1. Crucero.
2. Ñuñoa
3. Santa Rosa
4. Llallimayo
5. San José
6. Ayaviri
7. Azángaro
8. Ramis.

Para la selección de las subcuencas se ha utilizado los siguientes criterios: el orden de los ríos y el sistema hidráulico existente para el aprovechamiento de las fuentes de agua superficial”.

SISTEMA HIDRÁULICO:

Los cálculos hidráulicos se pueden realizarse, utilizando el programa "RIVER", que es para cálculos de obras de protección de cauces o defensas ribereñas pero en este caso no se utilizara el programa.

➤ **Subcuenca Crucero**

INRENA, (2003). "Esta subcuenca tiene un área de 4,403.12 Km², con un perímetro de 472.7Km, su parte más elevada está en la cota 5,750 msnm y se ubica en el nevado Ananea Chico y su parte más baja se ubica en la cota 3,875 msnm donde confluye con el río Ñuñoa, se ubica entre las coordenadas Norte de 8°366,395 a 8°445,589. Y Este de 339,513 a 454,336.

El río principal toma diferentes nombres en su recorrido desde sus orígenes así tenemos que en la parte alta se denomina río Grande, en la parte media río Crucero y en su parte baja río San Antón.

La longitud total del río principal es de 209 Km resultando una pendiente media de 0.0027 %, presenta una dirección de Noroeste, Suroeste y Sur. Tiene un drenaje sub dendrítico. El número de orden de la subcuenca es 6.

Los ríos principales de la subcuenca son: el río Crucero, Antauta, Ajoyani, San Juan, Cecilia, Billón, Inambari y las lagunas de importancia son: Pecharía, Saracocha, Aricoma, Rinconada, Suytucocha, Casa Blanca, Sillacunca (represada), y Ticllacocha. Como nevados principales tenemos al nevado Ananea Chico, Callejón y Ananea Grande".

➤ **Subcuenca Ñuñoa**

INRENA, (2003). Tiene un área de 2,763.03 Km² con un perímetro de 328.12 Km, su parte más elevada está en la cota 5,550 msnm y se ubica en el nevado Junurana y su parte más baja se ubica en la cota 3,875 donde confluye con el río Crucero, Se ubica entre las coordenadas Norte 8°353,229 a 8°443,335. y Este

285,817 a 361,549.

La longitud total del río principal es de 150 Km resultando una pendiente media de 0.0076, presenta una dirección Sureste. El tipo de drenaje es Dendrítico. El número de orden de la subcuenca es 5. La longitud total del río principal es de 150 Km resultando una pendiente media de 0.0076, presenta una dirección Sureste. El tipo de drenaje es Dendrítico. El número de orden de la subcuenca es 5.

Los ríos principales de la subcuenca son: el río Ñuñoa, Quenamari, Viluyo, Parina, Achaco, Hatunmayo, Patiani, Antacalla, Totorani, Palca, Huayco, Saluyo, Jurahuiña, Chillipalca, Lloncacarca, Challuta, Pite, Piscotira y las lagunas de importancia son: Ututo, Ñequecota, Humamanca, Quellacocha, Qomercocha, Caycopuncu, Jillocota y como nevados principales tenemos al Ñequecota, Quellma, Junurana, Sapanota, Pumanota, Cuchocho, Culi, Canta Casa”.

➤ **Subcuenca San José.**

INRENA, (2003). “Tiene un área de 954.17 Km² con un perímetro de 166.43 Km, su parte más elevada está en la cota 5,162 msnm y se ubica en el nevado Surapana y su parte más baja se ubica en la cota 3,850 donde confluye con el río Azángaro, Se ubica entre las coordenadas Norte de 8°340,303 a los 8°393,307. y Este de 365,497 a 399,791.

La longitud total del río principal es de 69.4 Km resultando una pendiente media de 0.0037%. Presenta la dirección Noreste a Suroeste y tiene un tipo de drenaje sub paralelo. El número de orden de la subcuenca es 5.

Los ríos principales de la subcuenca son: el río San José, Condoriri, Tintiri, Santa Ana, Quilcamayo, Jacara, Pirhuani, Lagoni, Carpani y Pariani y las lagunas de importancia son: Alta gracia y Salinas, como nevados principales se tiene al nevado de Surapana”

➤ **Subcuenca Santa Rosa**

INRENA, (2003). “Tiene un área de 1,973.64 Km² con un perímetro de 293.71 Km, su parte más elevada está en la cota 5,450 msnm en el nevado Chimboya y su parte más baja se ubica en la cota 3,875 msnm donde confluye con el río Llallimayo haciendo el río Ayaviri, Se ubica entre las coordenadas Norte de 8°36'32.59" a los 8°40'6.383" y Este de 72°28'26.32" a 72°28'32.871".

La longitud total del río principal es de 89 Km resultando una pendiente media de 0.0021%, presenta una dirección Sureste y tiene un tipo de drenaje sub dendrítico. El número de orden de la subcuenca es 5.

Los ríos principales de la subcuenca son: el río Santa Rosa, Parina, Achaco, Chosicani, Inkañan, Vilacota, los nevados de importancia son el nevado Kunurana y Chimboya”.

➤ **Subcuenca Llallimayo.**

INRENA, (2003). “Tiene un área de 933.32 Km² con un perímetro de 166.11 Km, su parte más elevada está en la cota 5,327 msnm en el nevado de Lamparasi y su parte más baja se ubica en la cota 3,875 donde el río Llallimayo confluye con el río Santa Rosa. Se ubica entre las coordenadas Este de 72°21'88.7" a 72°31'4.201" y Norte de 8°30'0.863" a 8°38'5.821".

La longitud total del río principal es de 88 Km resultando una pendiente media de 0.0051, presenta la dirección Este y tiene un tipo de drenaje dendrítico. El número de orden de la subcuenca es 6. Los ríos principales de la subcuenca son: el río Llallimayo, Cupimayo, Macarimayo, Turmana, Jayllahua, Sayna, Selque, Cachiunu, Ocuvi, Vilcamarca, Surapata y Hatunayllu, como lagunas principales tenemos: Laguna Chullpía (Transvasado de la cuenca del Apurímac), Iniquilla, Saguanani, Matarcocha y Calera, como nevados principales tenemos a los nevados de Lamparasi, Oscollani y Quilca”.

➤ **Subcuenca Azángaro**

INRENA, (2003). “Tiene un área de 680.24 Km² con un perímetro de 179.41 Km, su parte más elevada está en la cota 4,560 msnm y se ubica en el cerro Veluyo y su parte más baja se ubica en la cota 3,825 msnm donde confluye con el río Ayaviri, para formar el río Ramis. Se ubica entre las coordenadas Norte de 8°308,975 a los 8°367,970. Y Este de 357,851 a 386,192

La longitud total del río principal es de 96 Km resultando una pendiente media de 0.0002. Presenta una dirección Sureste a Sur y tiene un tipo de drenaje Sub dendrítico. El número de orden de la subcuenca es 7. Los ríos principales de la subcuenca son: el río Azángaro, Arreromayo, Yanamayo, Chuñojani y las lagunas de importancia son: Quearia, Quequerani y San Juan de Salinas”.

- **Subcuenca Ayaviri**

INRENA, (2003). “Tiene un área de 2672.46 Km² con un perímetro de 299.92 Km, su parte más elevada está en la cota 5,100 msnm en el cerro Sapansalla y su parte más baja se ubica en la cota 3,825 msnm donde el río Ayaviri confluye con el río Azángaro, y conforman el río Ramis, se ubica entre las coordenadas Este de 300,814 a 375,340 y Norte de 8°301,125 a los 8°377,292.

La longitud total del río principal es de 152 Km resultando una pendiente media de 0.0003, presenta una dirección Sureste y tiene un tipo de drenaje sub dendrítico. El número de orden de la subcuenca es 6. Los ríos principales de la subcuenca son: el río Ayaviri, Cahuasiri – Puncu Puncu, Vilacarca, Umachiri, Condromilla; Actani, Vilcamayo, Machacmarca y Sora y como laguna principal es la laguna de Tantani”.

➤ **Subcuenca Ramis**

INRENA, (2003). “Tiene un área de 423.63 Km² con un perímetro de 134.97 Km, su parte más elevada está en la cota 4350 msnm en el cerro denominado Iniquito y su parte más baja se ubica en la cota 3802 donde el río Ramis desemboca al lago Titicaca, Se ubica entre las coordenadas Norte de 8°290,626 a 8°315,898. Y Este de 370,496 a 412,783.

La longitud total del río principal es de 52 Km resultando una pendiente media de 0.0005%. Presenta una dirección Oeste a Sur-Este y tiene un tipo de drenaje sub paralelo. El número de orden de la subcuenca es 7”.

MAPA DE LAS SUBCUENCAS DEL RIO RAMIS



Fig. N° 4 Sistema Hidrográfico de la cuenca del río Ramis.

2.2.6. GEOMORFOLOGÍA.

BOLETIN N° 30 SERIE C – INGEMET. “La geomorfología local de la zona de estudio corresponde a una zona plana o de pendiente muy suave, donde se ubica el curso principal Río Ramis, el mismo que tiene un curso m-eándrico y su orientación en el área de estudio en el proyecto de investigación es de oeste a este de Taraco.

Las sub-unidades que se puede mencionar en esta zona, corresponden al curso permanente del río, donde se encuentran la zona de playa baja, playa alta y curso permanente del río, hacia las márgenes derecha e izquierda, se encuentran las terrazas, las mismas que están a un nivel actual por encima de los 3 a 4 metros donde se desarrolla la agricultura de la zona.

Numerosos estudios tratan de establecer las relaciones entre el comportamiento del régimen hidrológico de una cuenca y las características físico – geográficos de la misma, casi todos los elementos de un régimen fluvial están relacionados directamente con las características geomorfológicas.

En la zona de estudio se tienen, las unidades geomorfológicas locales como bien identificadas”:

- Aluviales
- Fluviales
- Bofedales.

Los principales parámetros geomorfológicos en el área de estudio del río Ramis son:

1. Sistema de drenaje
 - Grado de ramificación
 - Densidad de drenaje
2. Formas de la cuenca
 - Ancho promedio
 - Coeficiente de compacidad
 - Factor de forma
3. Área de la cuenca
4. Perímetro de la cuenca

5. Longitud mayor de la cuenca
6. Pendiente media del río.

2.2.6.1. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA

Las principales características geomorfológicas de la cuenca de río Ramis y sus subcuencas integrantes se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Parámetros geomorfológicos del Río Ramis y Subcuencas

DESCRIPCION	Var.	Unid.	CUENCA	SUBCUENCAS							
			RAMIS	Ayaviri	Azangaro	Crucero	Llallimayo	Nuñoa	Ramis	San José	Santa Rosa
AREA	A	Km2	14803.62	2672.46	680.24	4403.12	933.32	2763.03	423.63	954.17	1973.64
PERIMETRO	Pe	Km	1006.01	299.92	179.41	472.70	166.11	328.12	134.97	166.43	293.71
CAUCE PRINCIPAL											
Longitud del cauce	L	Km	375.00	152.00	96.00	219.00	88.00	150.00	60.00	69.00	89.00
Pendiente	S		0.0009	0.0003	0.0002	0.0027	0.0051	0.0076	0.0005	0.0037	0.0021
FACTORES DE FORMA											
Coefficiente de Compacidad	Cc		2.33	1.64	1.94	2.01	1.53	1.76	1.85	1.52	1.86
Factor de Forma de Horton	Ff		0.11	0.12	0.07	0.09	0.12	0.12	0.12	0.20	0.25
SISTEMA DE DRENAJE											
Clasificación ordinal del Río Principal	n		7.00	6.00	7.00	6.00	6.00	6.00	7.00	5.00	5.00
Longitud total de los Ríos	Lt	Km	4727.00	1760.00	337.00	2998.00	1495.00	2006.00	118.00	732.00	688.00
Numero de Ríos	Ntr	Ríos	409.00	971.00	196.00	2015.00	946.00	1683.00	70.00	393.00	436.00
Numero de Ríos de Primer Orden	Nr1	Ríos	209.00	497.00	96.00	955.00	486.00	790.00	34.00	208.00	224.00
Frecuencia de Densidad de Ríos			0.03	0.36	0.29	0.46	1.01	0.61	0.17	0.41	0.22
Extencion Media de Escurrimiento	E	Km	3.13	1.52	2.02	1.47	0.62	1.38	3.59	1.30	2.87
Coefficiente de Torrencialidad	Ct	Km/ríos2	0.01	0.19	0.14	0.22	0.52	0.29	0.08	0.22	0.11
Coefficiente de Masividad	Cm	m/Km2	0.29	1.53	5.79	1.01	4.73	1.59	9.10	4.36	2.18
Densidad de Drenaje	Dd	Km/Km2	0.32	0.66	0.50	0.68	1.60	0.73	0.28	0.77	0.35
RELIEVE DE LA CUENCA											
Rectangulo Equivalenbte (Largo)	Le	Km	471.62	129.29	81.34	215.96	69.65	145.01	60.48	69.48	131.89
Rectangulo Equivalenbte (Ancho)	le	Km	31.39	20.67	8.36	20.39	13.40	19.05	7.00	13.73	14.96
Pendiente de la Cuenca	Sc		0.0041	0.0103	0.0090	0.0090	0.0113	0.0118	0.0091	0.0197	0.0225
Altura Maxima	Hmax	msnm	5750.00	5162.00	4560.00	5750.00	5327.00	5553.00	4400.00	5162.00	5472.00
Altura Media	Hmed	msnm	4307.00	4084.00	3940.00	4459.00	4415.00	4402.00	3856.00	4158.00	4309.00
Altura Minima	Hmin	msnm	3815.00	3839.00	3839.00	3869.00	3894.00	3869.00	3810.00	3850.00	3894.00

FUENTE: Senamhi – 2012.

a) Coeficiente de compacidad (k)

Se define como la relación entre el perímetro (P) de la cuenca y el perímetro de un círculo de área igual al de la cuenca. De esta relación se obtiene la expresión:

El coeficiente de compacidad indica la característica de redondez de una cuenca, tal es así que los coeficientes cercanos a 1, indican una igual distribución de áreas, tanto en largo como en ancho. Respecto al rango de variación de este coeficiente, se puede decir que está en función de la forma de la cuenca y de su magnitud. Así, cuencas muy alargadas pueden dar coeficientes de compacidad mayores a 2. En este caso, para un área de 14,803.62 km², se tiene un $k = 2.33$, que indica que la cuenca del Ramis es alargada.

b) Rectángulo equivalente

Resulta de comparar el perímetro de la cuenca con el perímetro de un rectángulo de área igual.

$P = 2 (l + L)$ y $A = (l \times L)$; en donde: l = ancho y L = largo

De las expresiones indicadas línea arriba se obtienen los valores correspondientes de l y L , sobre los que se puede graficar la distribución de las áreas según las cotas sobre el nivel del mar los valores hallados para un área de 14,803.62 km² y un perímetro de 1006.01 km, resultaron ser:

$$L = 47162\text{km} \quad l = 31.39\text{Km}$$

Estos valores corroboran lo señalado por el coeficiente de compacidad hallado para la cuenca.

Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes de la cuenca Ramis

c) Altura más frecuente (Hf)

Es la altura que se presenta con mayor frecuencia, es decir, corresponde a la mayor área distribuida dentro de dos cotas. Para el Ramis la altura más frecuente corresponde a la 3,950 msnm.

d) Pendiente media

La variación de la pendiente de una cuenca tiene notable importancia sobre la formación de los flujos superficiales y subterráneos.

La pendiente media está dada por el producto de la longitud total de la curva de

nivel comprendida en la cuenca, por la diferencia de cotas entre las curvas de nivel, dividida entre el área total de la cuenca. Las siguientes expresiones señalan el desarrollo de este parámetro. En donde:

\bar{I} = Pendiente

media

h = Diferencia de cotas entre 2 curvas de nivel

C = Longitud total de curva de nivel comprendida en la cuenca

S = Área total

C_1 = Longitud de la curva de nivel comprendida en la franja

S_1 = Área de la franja comprendida entre 2 curvas de nivel

La pendiente media indica una característica general del relieve y puede afirmarse que para el Ramis, el valor encontrado es de $\bar{I} = 0.041$.

e) La altura media u ordenada media (hm)

Resulta de la sumatoria del producto de la semisuma de dos cotas, por el área comprendida entre las dos cotas divididas entre el área total de las cuencas, en forma sucesiva. En donde:

S_i = Superficie entre las dos cotas

ST = Superficie total

La altura media correspondiente al Ramis es de 4,307 msnm.

f) Altura de frecuencia media

Es la altura correspondiente al 50% del área total. En la figura que corresponde a la curva hipsométrica, si se ingresa en el eje de las abscisas con un valor del 50% del área, se encuentra el valor de la altura de frecuencia media. El valor hallado corresponde a 4,300 msnm.

Puede decirse que el valor hallado guarda relación con la altura media, confirmado así la existencia de la relación área – altitud.

g) Densidad de drenaje (ld)

La densidad de drenaje se calcula a partir de la longitud total de la red de drenaje natural (LT) y el área total de la cuenca (AT), empleando la siguiente expresión:
Para el caso de la cuenca de Ramis, según parámetros geomorfológicos el valor hallado corresponde a: 0.32 km/km^2 que indica en la tabla 1.
Podría decirse que de acuerdo con el valor indicado, que el relieve del Ramis favorece una alta retención del agua.

h) Frecuencia de ríos (F)

Horton definió la frecuencia de ríos como la relación entre el número de cauces y su área correspondiente.
Dónde: $\sum N_i$ es la sumatoria de todos los ríos de orden 'k' y A_k el área de la cuenca de orden 'k'.
La frecuencia de ríos el 4to orden del río Ramis es de 0.03 km^2 según parámetros geomorfológicos de la cuenca de Río Ramís.

i) Factor de forma (FF)

El factor de forma es la relación entre el ancho medio y la longitud del cauce principal de la cuenca. El ancho medio se obtiene dividiendo el área de la cuenca entre la longitud del cauce principal.
Para el caso del río Ramis el factor de forma es de 0.11

j) Extensión media del escurrimiento (Lm)

Se define como la distancia media que el agua debería escurrir sobre la cuenca para llegar al cauce y se estima por la relación que existe entre el área y 04 veces la longitud de todos los cauces de la cuenca.
Para el caso del río Ramis la extensión media del escurrimiento es de: 3.13 km.

k) Coeficiente de Torrencialidad

Se define como el cociente de la cantidad de precipitación total media areal (mm/año) y el área de recepción de dicha precipitación (km^2).

Caudal (Q): Es el volumen del líquido que pasa por un punto (sección del canal) del canal en un determinado tiempo. La sección del canal se obtiene realizando un corte ideal en forma vertical, donde se mide la altura del agua, el ancho de la base y el ancho del pelo de agua. $Q = A \times V$, Caudal = Área x Velocidad.

LUGAR	Caudal anual	Caudal En febr.	Caudal En sept.
Subcuenca de Río Ramís	75.6 m ³ /s	209.8 m ³ /s	9.4 m ³ /s

FUENTE: Inrena 2010.

En esta subcuenca se realizaron 1 punto de aforo y se tiene 01 punto planteado para su evaluación obligatoria la misma que se ubica en el puente Ramis y 01 punto de aforo de segundo orden de prioridad ubicado en el puente Saman.

Para el caso del río Ramis, según parámetros geomorfológicos el coeficiente de Torrencialidad de la cuenca es de 0.01 km/km².

l) Coeficiente de masividad

El coeficiente de masividad se define como el cociente entre la pendiente media de la cuenca y el área de la cuenca. Para el caso de la cuenca del río Ramis el coeficiente de masividad es de: 0.29 m/km².

m) Perfil longitudinal

El perfil longitudinal de los ríos Ramis, Ayaviri, Santa Rosa, Ñuñoa, San José y Macarimayo se muestran en la Figura N° 5.

Las aguas corrientes modelan, por ablación y deposición, un perfil longitudinal de su lecho cuya pendiente tiende a disminuir aguas abajo. El perfil longitudinal, que en realidad no es otra cosa que un corte topográfico, tiene una forma cóncava, pero localmente presenta irregularidades que se expresan en forma de rápidos y cascadas, y tramos de aguas tranquilas.

El perfil longitudinal de un río es muy característico. La línea ideal que dibuja un río desde su nacimiento hasta su desembocadura se llama talweg. Se representa gráficamente como una curva cuya forma ideal es la de una curva exponencial cóncava; hacia arriba en la cabecera y a la altura del nivel de base en la desembocadura. La profundidad y la anchura del lecho aumenta aguas abajo, en la medida que disminuye la pendiente. Esto es debido a que aguas abajo aumenta el caudal, y por tanto la velocidad, por lo que es posible transportar la carga material del río con una pendiente menor.

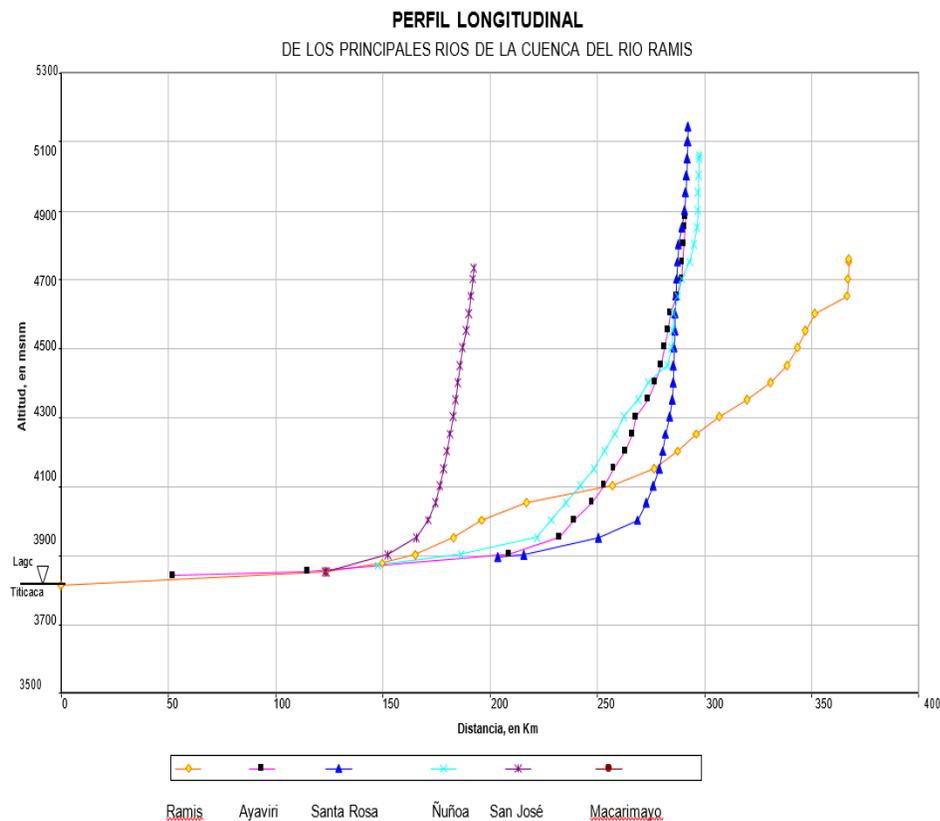


Fig. N° 5 perfil longitudinal de los principales subcuencas del Rio Ramis.

En la Figura N° 5 La curva ideal se alcanzaría en un perfil en equilibrio, es decir en un río en el que no hubiese ni erosión ni acumulación. El perfil de equilibrio se define como una curva regularizada, de forma que en todos sus puntos la velocidad de la corriente asegura el transporte de la totalidad de la carga sólida procedente de la parte superior sin que haya excavación ni acumulación. Esto implica el aumento

gradual del caudal, de la carga-masa, y una disminución gradual de la carga-calibre, condiciones que no se dan en la naturaleza.

2.4.3. CARACTERIZACIÓN REGIONAL DE LOS PARAMETROS METEOROLÓGICOS.

SENAMHI (2012) “La caracterización de los parámetros meteorológicos se efectuó a nivel de la cuenca del río Ramis y en base a información de las estaciones meteorológicas dentro y próximas a la zona en estudio monitoreados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, los parámetros meteorológicos analizados fueron: precipitación, temperatura, evaporación, humedad relativa, horas sol día y velocidad del viento.

Con fines de comparación de los parámetros meteorológicos para este análisis se empleó información de algunas estaciones próximas a la cuenca del río Ramis como apoyo para el análisis espacial, asimismo se eliminó los errores más resaltantes en las series de registros meteorológicos de cada una de las estaciones utilizadas en este análisis”.

2.4.3.1. PRECIPITACIÓN EN LA REGIÓN DE PUNO

Las características estacionales del clima en la región se manifiestan principalmente en la variación del régimen de las precipitaciones. El conjunto de estaciones de la región muestra gran estacionalidad ya que en promedio el 69.6% se produce de Dic – Mar, y el 79.2% de Nov – Mar.

Se efectuó el análisis de consistencia, corrección y completación de datos de la variable precipitación media de 28 estaciones a nivel regional y de 13 estaciones ubicadas en el ámbito de la cuenca Ramis.

Se muestra el Tabla N° 2 las precipitaciones medias mensuales y anuales obtenidas con los datos completados y ampliados. Las cuales no presentan

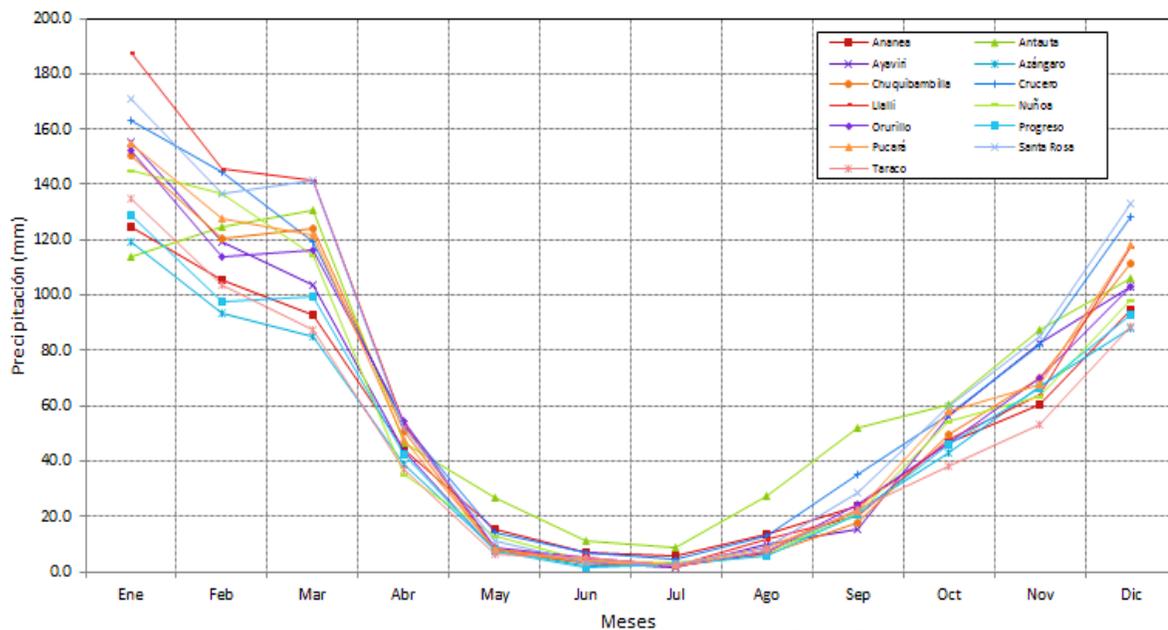
diferencias que puedan repercutir negativamente en representar el comportamiento del fenómeno de precipitación en la zona de estudio.

Tabla 2 El régimen de la variación mensual de la precipitación

N°	Observatorio	Cuenca	Altitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1	Ananea	Ramis	4660	124.6	105.4	92.5	44.4	15.4	7.1	5.9	13.5	23.9	46.5	60.4	94.5	634.2
2	Antauta	Ramis	4150	113.7	124.4	130.5	46.8	26.6	10.8	8.6	27.2	51.8	60.1	87.4	106.1	794.0
3	Arapa	Titicaca	3830	141.8	111.9	115.0	48.1	12.2	6.2	3.3	12.1	26.0	49.7	67.8	97.5	691.6
4	Ayaviri	Ramis	3928	155.3	119.2	103.8	43.5	7.5	3.5	1.7	9.7	15.4	56.2	82.8	102.8	701.3
5	Azángaro	Ramis	3863	119.4	93.3	85.2	38.8	8.0	1.9	2.1	7.8	21.8	43.1	67.2	88.1	576.7
6	Capachica	Titicaca	3933	176.5	154.1	148.8	50.9	10.2	4.3	3.5	10.4	23.7	44.5	58.5	104.0	789.4
7	Chuquibambilla	Ramis	3971	150.3	120.1	124.1	50.5	7.6	3.5	2.1	6.3	18.0	49.5	69.7	111.6	713.4
8	Cojata	Suches	4380	148.1	116.3	105.1	52.3	15.7	7.8	5.5	14.3	33.0	54.6	67.0	102.0	721.7
9	Condorama	Colca	4160	159.3	131.0	118.8	41.3	7.1	2.9	1.6	8.7	12.0	24.8	43.4	90.2	640.9
10	Crucero	Ramis	4130	163.2	144.2	119.2	53.2	14.3	6.9	4.7	12.7	35.1	56.6	81.9	128.2	820.4
11	Huancané	Huancané	3890	138.0	107.5	103.5	41.1	11.5	4.9	3.9	9.8	28.8	46.4	63.8	107.6	666.7
12	Juliaca	Coata	3826	134.7	101.2	92.8	40.9	9.1	4.6	1.8	7.1	18.6	44.2	55.2	83.1	593.3
13	La Raya	Vilcanota	4120	189.6	148.0	149.4	78.7	22.2	4.4	6.2	10.3	28.0	59.5	98.6	122.8	917.8
14	Lampa	Coata	3892	153.1	126.4	110.8	46.1	7.3	3.9	1.6	8.2	21.2	45.0	64.0	110.6	698.3
15	Llalli	Ramis	3980	187.8	145.4	141.4	53.0	8.3	4.6	2.2	12.0	20.1	47.5	64.1	117.7	804.1
16	Macusani	Inambari	4341	109.6	113.4	91.6	34.9	8.9	3.3	4.4	10.8	16.8	37.0	49.2	98.6	578.3
17	Muñani	Huancané	3948	136.9	106.8	90.3	46.4	9.1	4.3	3.4	8.6	25.8	45.1	63.8	99.5	639.9
18	Nuñoa	Ramis	4135	144.9	136.5	114.7	35.1	12.7	4.1	3.6	6.7	20.4	54.1	63.5	97.9	694.3
19	Orurillo	Ramis	3920	152.2	114.0	116.5	54.1	8.8	5.0	2.1	6.6	24.4	46.3	69.7	103.1	703.0
20	Pampahuta	Coata	4400	174.8	156.1	131.7	50.6	10.4	3.1	3.1	8.3	15.0	37.9	68.8	124.3	784.1
21	Progreso	Ramis	3970	129.1	97.8	99.7	42.4	7.4	1.5	2.8	5.8	20.8	45.9	66.3	92.8	612.2
22	Pucará	Ramis	3910	154.6	127.7	121.7	47.9	8.1	4.2	2.8	8.9	21.9	57.9	67.5	117.9	741.1
23	Putina	Huancané	3878	147.4	104.0	102.0	49.7	11.5	5.0	4.2	8.9	29.3	52.0	73.2	97.6	684.8
24	Quillisani	Coata	4600	173.7	180.5	149.5	52.5	9.2	3.9	3.6	12.7	22.5	40.1	77.6	135.7	861.5
25	Santa Rosa	Ramis	3966	170.7	136.7	141.4	51.9	11.0	3.5	2.8	8.8	28.7	59.5	84.8	133.3	833.2
26	Sicuani	Vilcanota	3546	134.7	116.5	110.9	53.5	15.6	5.1	5.1	8.2	22.1	49.6	72.3	102.9	696.3
27	Taraco	Ramis	3820	134.9	103.8	87.2	37.1	6.5	5.3	2.0	7.2	22.7	37.9	53.3	88.8	586.7
28	Yauri	Apurimac	3940	187.6	174.3	131.2	61.3	11.6	6.2	2.3	8.9	19.6	39.2	59.5	123.2	825.0

FUENTE: Senamhi – 2012

Se observa el régimen de la variación mensual de la precipitación (promedio multianual) de las estaciones dentro de la cuenca del río Ramis según a la tabla 2.



FUENTE: Senamhi - 2012

En la Figura N° 6 se muestra la distribución espacial de la precipitación. Se observa claramente que la precipitación se concentra en la parte norte y suroeste de la cuenca del río Ramis, específicamente en las cabeceras de cuenca ubicadas sobre los nevados

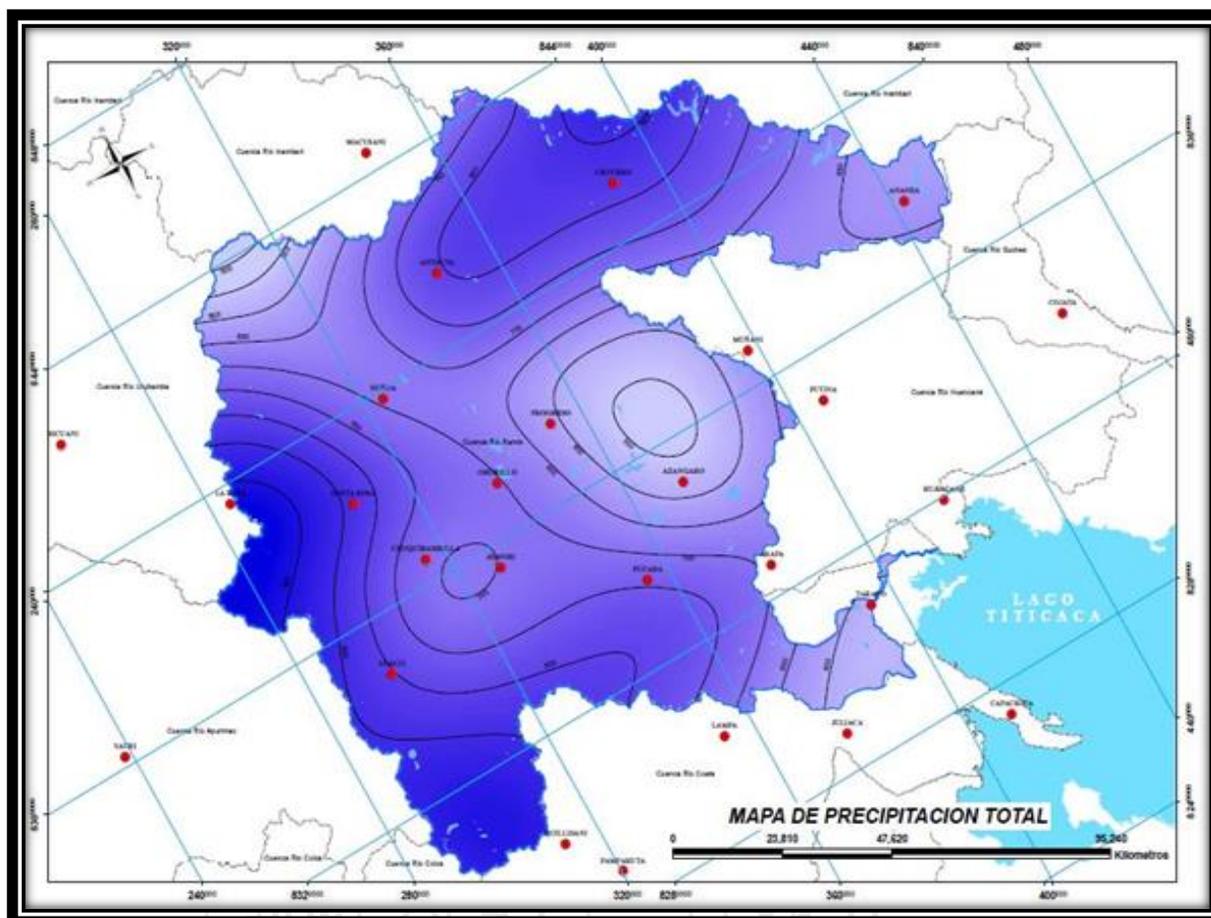


Fig. N° 6 Distribución espacial de la precipitación (mm) en la cuenca del río Ramis.

La precipitación media en la cuenca Ramis es de 708.80 mm/año, en la cordillera la Precipitación alcanza los 925.00 mm/año, el cual está concentrado en núcleos en el parte aguas con la cuenca Urubamba y Alto Apurímac.

La información de precipitación media de la zona de emplazamiento del proyecto, se ha obtenido de la estación meteorológica C.O. Taraco, ubicado en el área del proyecto.

La zona del emplazamiento del proyecto de defensa ribereña. Los registros de precipitación media total oscilan entre 432.1 a 710.9 mm/año y la precipitación media es de 558.9 mm/año. Ver Tabla 3.

Tabla 3 Parámetro de Precipitación mensual y anual en Taraco

AÑOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1991	168.7	102.6	126.9	26.2	23.5	55.0	0.0	0.0	27.0	28.9	32.8	63.7	655.30
1992	137.7	116.4	26.6	9.3	0.0	0.0	6.2	58.1	3.8	59.7	45.5	79.0	542.30
1993	149.5	50.7	98.9	46.2	15.4	4.6	0.0	6.6	23.8	22.0	75.2	123.8	616.70
1994	140.6	196.4	76.6	58.5	11.2	0.0	0.0	0.0	2.4	12.6	25.7	98.4	622.40
1995	135.7	179.8	129.1	22.0	3.2	0.0	0.0	0.0	12.6	23.2	40.4	107.1	653.10
1996	74.2	51.0	79.1	19.6	3.8	0.0	0.0	12.8	16.8	21.2	55.4	98.2	432.10
1997	190.2	146.4	109.0	27.8	0.0	0.0	0.0	17.8	44.1	22.0	61.6	92.0	710.90
1998	123.6	98.6	58.4	64.6	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	54.6	43.8	34.3	484.30
1999	99.6	96.0	115.8	67.2	5.8	0.0	0.0	0.0	39.4	56.2	26.0	38.6	544.60
2000	135.0	73.4	74.0	2.4	8.0	19.3	0.0	5.0	5.6	81.2	1.8	54.0	459.70
2001	111.8	109.8	144.0	11.8	9.6	2.8	0.0	2.2	6.6	37.0	31.0	79.6	546.20
2002	93.6	126.2	63.8	33.4	6.4	0.0	12.0	0.0	39.0	109.2	34.5	53.6	571.70
2003	197.0	100.2	102.4	14.4	10.0	4.8	0.0	4.0	25.0	21.8	32.2	78.2	590.00
2004	157.2	127.0	107.0	37.6	9.4	5.2	4.6	19.8	20.2	8.8	49.6	47.2	593.60
2005	78.4	110.6	105.4	26.6	0.0	0.0	0.0	1.0	21.2	75.0	71.2	108.2	597.60
2006	187.6	47.8	66.2	16.2	1.4	2.0	0.0	1.4	26.6	58.6	44.6	125.6	578.00
2007	89.2	46.2	123.5	76.6	6.2	1.2	0.6	1.8	36.8	18.8	64.4	69.8	535.10
2008	154.0	60.0	67.8	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	3.8	37.4	34.0	98.4	456.80
2009	67.0	150.0	50.4	6.4	0.0	0.0	3.0	0.0	20.2	31.4	60.2	72.0	460.60
2010	103.0	145.4	63.8	39.6	18.4	0.0	0.0	0.0	3.6	24.0	7.4	121.8	527.00
Prom	129.68	106.73	89.44	30.32	6.69	5.07	1.32	6.53	18.93	40.18	41.87	82.18	558.90

FUENTE: Senamhi – 2012.

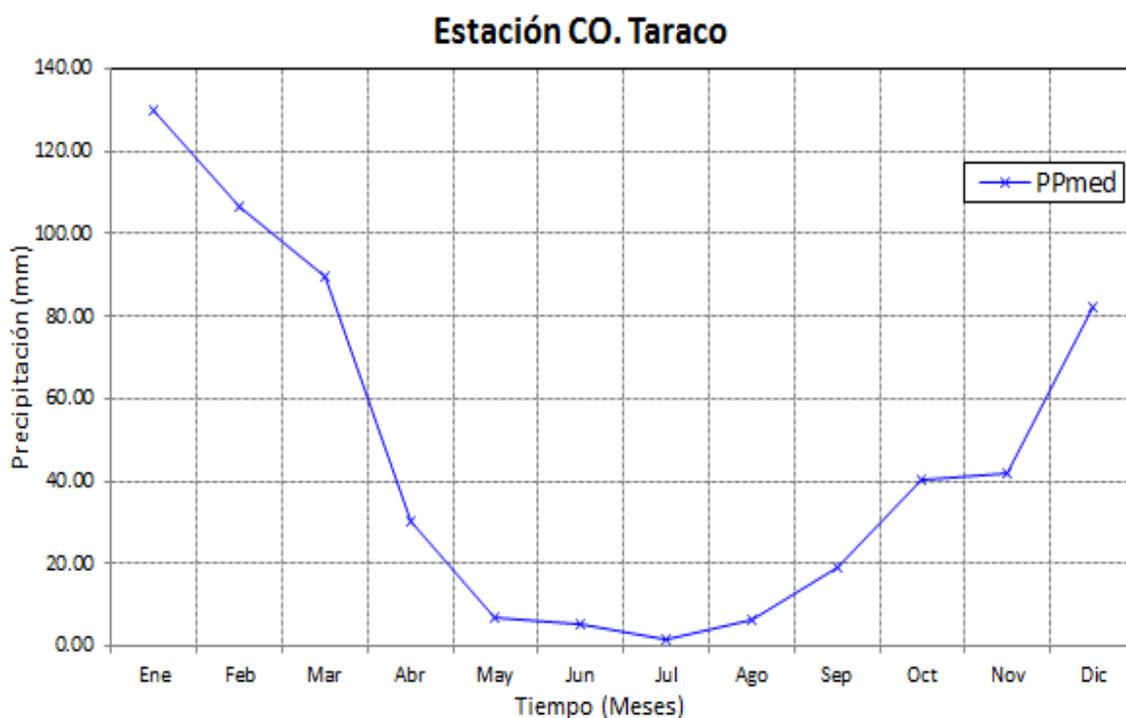


Fig. N° 7 Variación mensual de la precipitación

En la figura N°7: El período de lluvias de mayor magnitud comienza a partir del mes de diciembre y se prolonga hasta marzo y corresponde al 73% en promedio de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación en las estaciones meteorológicas durante los 4 meses oscilan de 60 a 84.5%.

El período seco (invierno), comprende los meses de Mayo a Agosto, las precipitaciones con sus mínimos valores llegan a ser el 3.5% en promedio de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación varía de 0.2 a 12%.

Los meses transitorios corresponden a Abril y Setiembre a Noviembre, presentan el 23.7% de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación oscila entre 14.2 a 37.8%.

2.4.3.1. TEMPERATURA

SENAMHI (2012) “La temperatura es la medida del calor y el frío, esta juega un papel importante en todos los procesos, químicos, físicos y biológicos, de las plantas, puesto que los cambios de calor o las transformaciones de luz en calor y viceversa determinan grandemente las velocidades a las cuales se efectúan las reacciones.

En cada etapa del desarrollo los vegetales requieren condiciones externas complejas y particulares, la más importante de ellas es precisamente la temperatura. Las mayores temperaturas se presentan entre los meses de septiembre a Marzo, ver Tabla N° 4. La estación de Ananea, ubicada a una altitud de 4,660 msnm, registra la menor temperatura (4.1°C) y la estación Azángaro con una altitud de 3,863 msnm, el mayor valor de 8.7°C en promedio anual. Como se aprecia en la Figura 8 la variación mensual de la temperatura es similar para todas las estaciones en estudio”

Tabla 4 Temperatura Media Mensual (°C) – Promedio Multianual Estaciones de la región (Cuenca del río Ramis).

ID	ESTACION	ALTITUD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	T. MED. PROM
1	ARAPA	3830	4.5	4.8	4.6	4.7	4.2	3.3	3.0	3.4	3.3	4.2	4.6	4.4	4.1
2	AYAVIRI	3928	10.2	10.3	10.1	9.5	8.1	6.8	6.6	7.7	9.1	10.2	10.5	10.5	9.1
3	AZANGARO	3863	9.5	9.5	9.4	8.5	6.3	4.3	4.0	5.6	7.9	9.4	9.8	9.9	7.8
4	CAPACHICA	3933	10.3	10.3	10.0	9.3	7.2	5.6	5.5	6.8	8.6	10.1	10.4	10.5	8.7
5	CHUQUIBAMBI	3971	9.3	9.4	9.2	8.7	7.1	5.8	5.6	6.5	7.8	8.8	9.1	9.3	8.1
6	HUANCANE	3890	9.1	9.1	9.0	7.8	5.1	3.3	2.9	4.5	6.5	8.1	8.7	9.1	6.9
7	JULIACA	3826	6.4	6.7	6.0	5.5	3.4	1.7	0.8	1.7	3.8	5.4	6.2	6.5	4.5
8	LAMPA	3892	8.4	8.5	8.0	7.0	4.8	3.1	2.6	3.7	5.8	7.2	7.9	7.9	6.2
9	LLALLI	3980	9.3	9.2	8.9	8.0	6.3	5.0	4.6	5.8	7.6	8.8	9.4	9.4	7.7
10	MUÑANI	3948	10.2	10.3	10.0	9.0	6.5	4.9	4.4	6.0	7.8	9.5	10.4	10.5	8.3
11	PAMPAHUTA	4400	10.0	9.9	9.7	8.7	6.5	5.0	4.7	6.0	7.6	8.8	9.6	10.0	8.0
12	PROGRESO	3970	8.8	8.8	8.4	7.6	5.7	4.1	3.9	5.2	7.1	8.4	8.8	9.1	7.2
13	MACUSANI	4341	6.8	6.5	6.4	5.9	4.4	3.0	2.3	3.3	4.8	5.9	6.5	6.7	5.2
14	ANANEA	4660	9.4	9.5	9.4	9.0	7.8	6.5	6.3	7.5	8.7	9.4	9.7	9.8	8.6
15	ANTAUTA	4150	6.4	6.4	6.2	5.2	2.9	1.0	0.6	1.7	3.3	4.7	5.5	6.2	4.2
16	COJATA	4380	9.7	9.6	9.5	9.1	7.7	6.5	6.3	7.5	8.9	9.9	10.1	10.0	8.7
17	CONDOROMA	4160	10.0	10.5	10.2	9.2	6.2	4.4	4.2	5.9	7.7	9.3	9.6	10.1	8.1
18	CRUCERO	4130	9.7	9.7	9.2	7.7	4.9	3.6	3.1	4.8	6.4	7.6	9.5	9.8	7.1
19	LA RAYA	4120	8.0	8.1	7.8	7.1	5.3	3.8	3.4	4.5	6.0	7.3	7.9	8.1	6.5
20	NUÑO A	4135	8.0	8.0	7.8	7.1	5.3	3.8	3.4	4.5	6.0	7.2	7.8	8.0	6.4
21	ORURILLO	3920	8.2	8.3	8.0	7.3	5.4	4.0	3.6	4.7	6.2	7.5	8.1	8.3	6.6
22	PUCARA	3910	8.1	8.2	7.9	7.2	5.4	3.9	3.5	4.6	6.1	7.4	8.0	8.2	6.5
23	PUTINA	3878	9.6	9.6	9.3	8.5	6.4	4.9	4.5	5.9	7.6	8.9	9.5	9.7	7.9
24	QUILLISANI	4600	9.8	9.9	9.6	8.7	6.6	5.1	4.8	6.1	7.9	9.2	9.8	10.0	8.1
25	SANTA ROSA	3966	5.0	5.1	4.8	4.5	3.2	1.8	1.2	1.9	2.9	4.1	4.6	4.8	3.7
26	SICUANI	3546	9.3	9.3	9.0	8.2	6.2	4.7	4.3	5.6	7.3	8.6	9.2	9.4	7.6
27	TARACO	3820	12.1	12.1	11.8	10.7	8.2	6.6	6.4	8.1	10.2	11.6	12.2	12.4	10.2
28	YAURI	3940	9.4	9.5	9.2	8.4	6.3	4.8	4.4	5.8	7.5	8.8	9.4	9.6	7.8

FUENTE: senamhi - 2012.

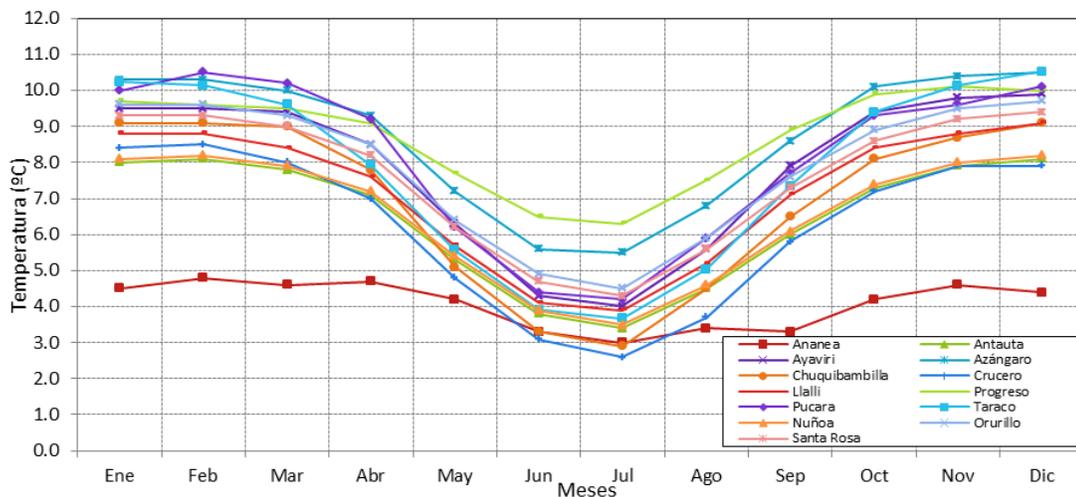


Fig. N° 8 Variación mensual de la temperatura media

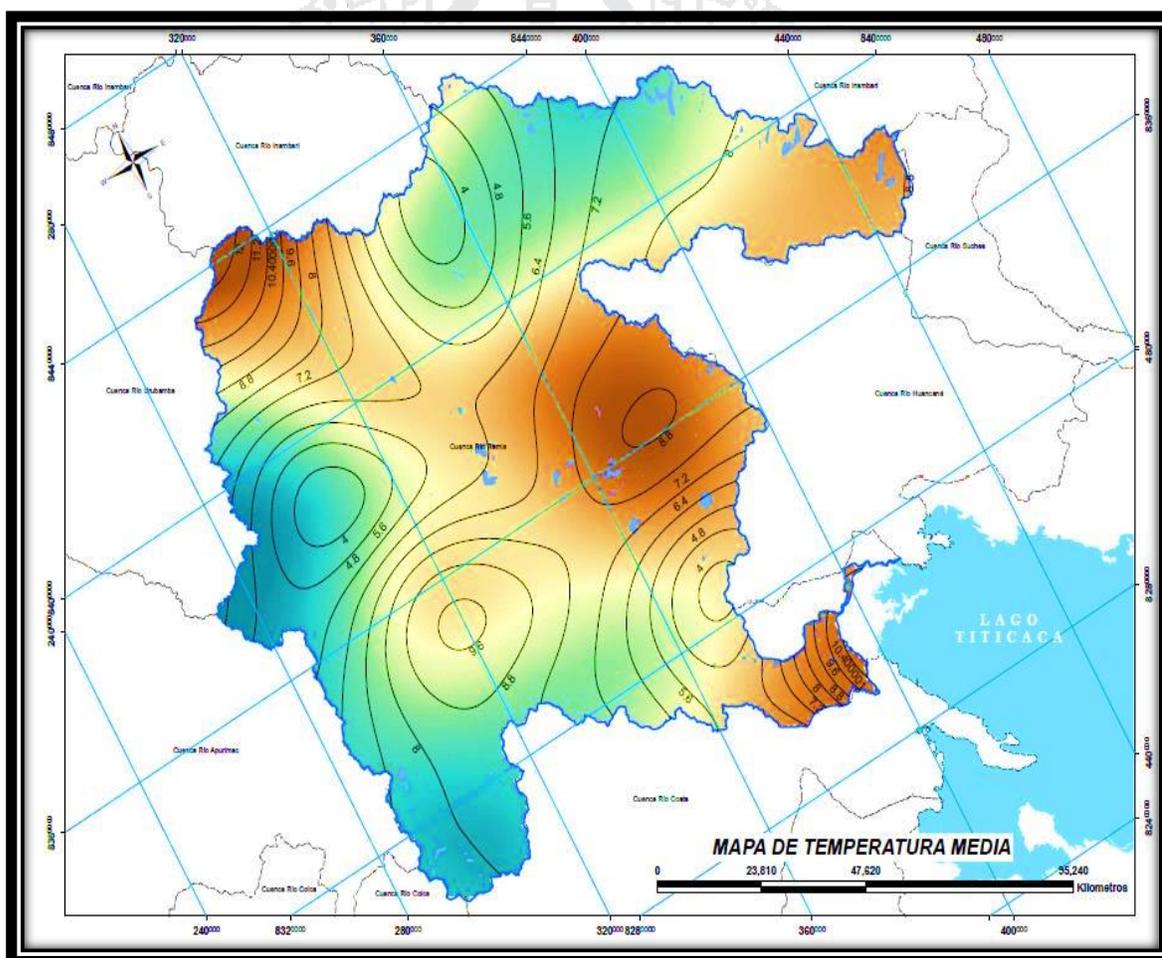


Fig. N° 9 Se muestra la variabilidad espacial de la temperatura media anual (isotermas) en la cuenca del río Ramis, de donde se observa que la temperatura media en la cuenca varía de 4.1°C (zona Ananea) a 8.7°C (zona Progreso).

La información de Temperatura máxima media y mínima de la zona de emplazamiento del proyecto, se ha obtenido de la estación meteorológica La C.O.Taraco, ubicado en el área del proyecto.

La temperatura promedio máxima registrada fue de 19.5°C durante el mes de noviembre del año 2011 y una mínima máxima de 12.9°C ocurrida el mes de enero del año 2001 en el Tabla N°5 se aprecia la variación del promedio mensual de temperatura máxima.

La temperatura media mensual ha variado de 2.2°C a 11.5°C ocurridas respectivamente en los meses de julio y noviembre de los años 2006 y 1,994 y el promedio multianual mínimo es de 3.1°C que se da en el mes de julio y el promedio multianual máximo es de 9.0°C que corresponde al mes de diciembre. En el Tabla N° 6 se aprecia la variación del promedio mensual de la temperatura media.

La Temperatura media mínima ha registrado -12.1°C., ocurrida en el mes de junio del año 2009 y la máxima promedio mínimo se ha registrado en 6.0°C en el mes de enero del año 2010, En el Tabla N°7 se aprecia la variación del promedio mensual de la temperatura mínimas.

Tabla 5 *Parámetro de Temperatura Máx. mensual Estación CO.*

AÑOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1994	15.9	15.6	15.4	15.3	15.8	15.4	15.5	15.6	15.7	16.5	17.9	17.5	16.01
1995	16.5	16.6	14.6	16.4	17.0	16.2	16.6	17.2	17.2	18.7	17.8	16.2	16.75
1996	15.9	15.3	16.7	16.2	16.0	15.4	14.9	15.6	16.9	18.9	16.7	16.5	16.25
1997	14.4	14.2	14.9	14.9	16.0	15.6	15.8	14.7	16.6	16.9	17.1	18.8	15.83
1998	17.5	18.4	17.8	18.0	17.9	16.2	16.3	17.7	18.0	18.0	17.3	18.1	17.60
1999	15.6	14.7	14.4	14.8	15.3	15.1	15.5	15.7	16.2	16.1	17.5	17.4	15.69
2000	15.0	14.6	14.9	16.5	16.7	15.0	15.0	15.7	17.7	15.7	18.5	15.3	15.88
2001	12.9	14.1	14.4	16.0	15.3	14.8	14.2	14.9	16.9	17.3	18.0	16.7	15.46
2002	16.4	14.7	15.1	14.9	15.8	15.5	14.3	16.2	16.2	16.1	17.1	16.6	15.74
2003	15.4	15.8	14.6	16.0	15.2	14.1	15.1	15.0	15.2	16.9	17.8	17.4	15.71
2004	14.3	15.2	15.9	15.8	16.3	14.3	14.5	14.7	15.4	17.1	17.7	17.1	15.69
2005	15.8	14.7	16.2	16.3	16.6	15.4	15.9	15.7	17.0	16.7	16.8	16.0	16.09
2006	13.8	15.6	15.7	15.0	15.7	14.9	14.5	16.2	16.6	17.0	16.5	16.8	15.69
2007	16.4	15.9	14.6	15.3	16.0	15.6	14.8	16.9	15.6	17.1	16.8	16.2	15.93
2008	14.4	15.0	14.4	15.6	14.9	15.2	14.3	15.3	16.9	16.6	17.7	15.5	15.48
2009	14.9	15.0	14.9	15.4	16.1	15.3	15.8	16.1	17.8	18.5	17.4	17.1	16.19
2010	15.7	16.1	16.5	17.5	16.9	17.4	17.0	17.5	18.8	18.6	19.5	16.7	17.35
Prom	15.34	15.38	15.35	15.88	16.09	15.38	15.29	15.92	16.75	17.22	17.54	16.82	16.08

FUENTE: Senamhi - 2012.

Tabla 6 *Parámetro de Temp. Medias mensual Estación CO. Taraco*

AÑOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1994	10.4	10.1	9.2	9.3	7.5	5.6	5.6	6.2	9.7	10.5	11.5	11.4	8.92
1995	10.9	10.6	9.5	8.9	6.8	5.6	5.8	6.7	8.8	10.1	10.5	9.9	8.68
1996	10.2	9.9	9.8	7.1	7.4	5.7	4.4	7.4	8.3	10.7	10.3	10.6	8.48
1997	9.6	9.3	9.8	8.5	7.5	5.4	6.2	6.8	9.1	9.7	10.5	11.9	8.69
1998	11.6	12.2	11.0	9.8	5.2	5.0	3.8	6.0	6.3	9.3	9.8	11.0	8.42
1999	9.7	9.5	9.4	7.5	4.6	2.3	2.8	4.2	6.2	8.4	9.0	10.2	6.98
2000	10.1	9.7	8.9	7.0	5.5	3.7	2.9	5.6	6.6	8.4	9.2	9.2	7.23
2001	9.1	9.6	9.9	7.6	5.2	4.0	3.1	4.3	7.5	9.2	11.0	10.3	7.57
2002	10.7	10.5	10.1	8.8	6.5	4.5	3.7	5.7	8.0	9.5	10.1	10.7	8.23
2003	10.4	10.6	9.7	8.3	5.7	2.6	3.7	4.4	6.0	8.7	9.9	10.9	7.58
2004	10.1	10.1	10.0	8.1	4.4	3.4	3.2	4.8	6.5	9.1	10.9	10.7	7.61
2005	10.9	10.5	9.9	8.6	4.8	2.1	3.2	3.1	7.1	9.9	9.7	10.0	7.48
2006	9.2	9.6	10.0	6.7	3.6	3.4	2.2	5.2	6.3	9.5	10.3	10.9	7.24
2007	10.8	10.6	9.6	8.4	6.1	3.6	3.4	4.8	7.7	8.6	8.8	9.7	7.68
2008	9.8	9.1	7.8	5.9	3.0	2.9	1.8	3.3	6.0	9.1	10.3	10.0	6.58
2009	9.7	9.5	8.6	5.9	4.4	1.6	3.3	2.3	7.3	9.2	11.0	11.1	6.99
2010	10.8	11.0	10.1	8.6	6.3	5.0	3.2	4.8	7.4	9.9	9.6	10.5	8.10
Prom	10.24	10.14	9.61	7.94	5.56	3.91	3.66	5.04	7.34	9.40	10.14	10.53	7.79

FUENTE: Senamhi - 2012

Tabla 7 Parámetro de Temp. Medias Mínimas Estación CO. Taraco

AÑOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1994	4.8	4.7	3.0	3.3	-0.8	-4.1	-4.4	-3.2	3.7	4.4	5.1	5.3	1.82
1995	5.3	4.7	4.4	1.4	-3.4	-5.1	-4.9	-3.8	0.4	1.6	3.2	3.7	0.63
1996	4.4	4.5	2.9	-1.9	-1.1	-4.0	-6.1	-0.8	-0.4	2.5	3.8	4.7	0.71
1997	4.8	4.4	4.7	2.0	-1.1	-4.8	-3.5	-1.1	1.6	2.5	3.9	4.9	1.53
1998	5.7	6.1	4.3	1.5	-7.4	-6.2	-8.6	-5.7	-5.4	0.6	2.2	4.0	-0.74
1999	3.9	4.3	4.4	0.4	-6.1	-10.5	-9.9	-7.2	-3.7	0.8	0.5	3.1	-1.67
2000	5.1	4.8	3.0	-2.6	-5.6	-7.7	-9.1	-4.6	-4.4	1.1	-0.1	3.1	-1.42
2001	5.2	5.2	4.7	-0.7	-4.8	-6.7	-8.0	-6.2	-1.9	1.2	4.0	3.9	-0.34
2002	5.0	6.3	5.0	2.7	-2.9	-6.5	-6.9	-4.7	-0.2	2.9	3.1	4.8	0.72
2003	5.4	5.5	4.8	0.5	-3.7	-8.9	-7.8	-6.1	-3.2	0.5	2.0	4.4	-0.55
2004	5.9	5.0	4.0	0.4	-7.5	-7.6	-8.1	-5.1	-2.4	1.1	4.1	4.4	-0.48
2005	5.9	6.3	3.5	1.0	-6.9	-11.3	-9.5	-9.4	-2.9	3.1	2.6	4.0	-1.13
2006	4.6	3.6	4.3	-1.5	-8.5	-8.0	-10.4	-5.8	-4.1	2.0	4.1	5.0	-1.23
2007	5.2	5.1	4.5	1.4	-3.8	-8.3	-12.0	-7.2	-0.2	0.1	0.8	3.1	-0.94
2008	5.3	3.3	1.2	-3.9	-9.0	-9.4	-10.6	-8.7	-5.0	1.7	3.0	4.6	-2.29
2009	4.5	4.1	2.5	-4.3	-7.4	-12.1	-9.2	-11.4	-3.2	-0.1	4.5	5.1	-2.25
2010	6.0	6.0	3.7	-0.3	-4.3	-7.5	-10.5	-7.8	-3.9	1.3	-0.2	4.3	-1.10
Prom	5.12	4.94	3.82	-0.04	-4.96	-7.57	-8.21	-5.81	-2.07	1.61	2.74	4.26	-0.51

FUENTE: Senamhi - 2012

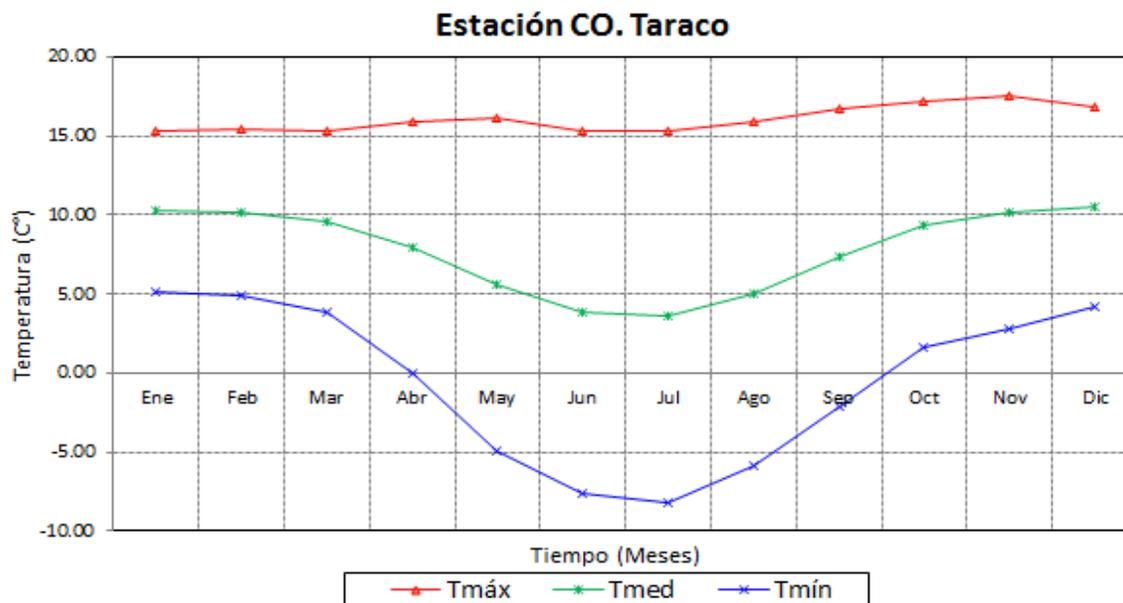


Fig. N° 10 Variación mensual de la temperatura máxima, media y mínima

La temperatura máxima, media y mínima media es de 16.08, 7.79 y -0.51 °C., respectivamente.

2.4.3.1. EVAPORACIÓN

SENAMHI (2012) “El termino evaporación se refiere, en climatología al agua transferida a la atmósfera a partir de las superficies libres de agua; la transferencia de vapor de agua a la atmósfera se denomina transpiración.

El agua se pierde de la superficie del suelo por la evaporación, bajo la influencia de una serie de factores como son la capacidad de la atmósfera para absorber al vapor de agua, la condición de la superficie del suelo, la cantidad de agua presente en las capas superficiales y que está sujeta a evaporación, y la capacidad de retención de humedad de las capas profundas.

La evaporación es un proceso físico continuo por medio del cual el agua, a una temperatura inferior al punto de ebullición, cambia del estado líquido al de vapor. Esta transferencia del vapor del agua puede ocurrir desde superficies libres de agua, gotas en las nubes o neblina, pequeñas películas depositadas en sólidos, tales como partículas de suelo e igualmente desde la superficie foliácea de las plantas terrestres o acuáticas.

El comportamiento mensual de la evaporación se muestra en la Figura 12, los valores más bajo se registran en la estación Taraco con un total anual de 1442.7mm/año, y los valores máximos se registran en la estación Progreso con 1860.7 mm/año, y con un promedio anual de 1692.3 m”

Tabla 8 Evaporación Total Mensual (mm) – Total Multianual Estaciones de la región (Cuenca del río Ramis)

N°	Observatorio	Altitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1	Capachica	3933	149.1	129.9	141.1	130.3	123.4	117.4	128.7	147.1	161.6	182.6	180.5	162.5	1754.2
2	Chuquibambilla	3971	137.0	130.2	140.2	131.0	132.3	127.9	140.0	152.7	163.1	176.1	165.2	153.3	1749.0
3	Huancané	3890	123.7	107.0	114.4	108.0	111.8	98.8	113.0	134.9	154.9	169.8	163.4	141.8	1541.5
4	Pampahuta	4400	116.1	105.4	108.6	107.6	110.7	101.8	110.6	127.6	143.8	154.5	153.2	139.1	1479.0
5	Progreso	3970	147.8	135.3	147.6	143.9	151.8	145.3	154.4	163.7	171.7	172.1	169.1	158.0	1860.7
6	Quillisani	4600	127.4	113.1	123.9	126.8	132.0	133.2	130.2	146.9	144.4	159.8	150.2	137.9	1625.8
7	Santa Rosa	3966	138.8	125.7	136.2	125.8	126.5	123.3	131.0	140.3	147.2	155.0	164.8	154.3	1668.9
8	Ananea	4660	119.5	107.1	114.5	118.1	123.4	122.1	121.1	137.7	140.2	153.2	146.8	134.9	1538.6
9	Antauta	4150	134.7	121.7	130.8	125.6	128.0	122.4	130.7	145.8	155.8	168.0	163.9	149.9	1677.3
10	Arapa	3830	144.2	130.9	141.0	130.3	130.9	122.6	136.7	150.9	165.5	177.3	174.6	159.3	1764.2
11	Ayaviri	3928	141.3	128.1	137.9	128.9	130.0	122.6	134.9	149.3	162.6	174.4	171.3	156.4	1737.7
12	Azángaro	3863	143.2	130.0	139.9	129.8	130.6	122.6	136.1	150.3	164.5	176.3	173.5	158.3	1755.1
13	Cojata	4380	127.8	115.1	123.5	122.3	126.0	122.3	126.4	142.1	148.8	161.3	156.2	143.2	1615.0
14	Condorama	4160	134.4	121.4	130.5	125.5	128.0	122.4	130.5	145.6	155.5	167.7	163.5	149.6	1674.6
15	Crucero	4130	135.3	122.3	131.4	125.9	128.2	122.4	131.1	146.1	156.4	168.6	164.6	150.5	1682.8
16	Juliaca	3826	144.3	131.0	141.1	130.4	131.0	122.6	136.8	150.9	165.7	177.4	174.7	159.4	1765.3
17	La Raya	4120	135.6	122.6	131.7	126.1	128.3	122.4	131.3	146.2	156.7	168.9	164.9	150.8	1685.5
18	Lampa	3892	142.4	129.1	139.0	129.4	130.4	122.6	135.6	149.9	163.6	175.5	172.5	157.5	1747.5
19	Llalli	3980	139.7	126.6	136.2	128.1	129.6	122.5	133.9	148.5	161.0	172.9	169.6	154.9	1723.5
20	Macusani	4341	129.0	116.2	124.7	122.8	126.3	122.3	127.1	142.7	149.9	162.5	157.5	144.3	1625.3
21	Mañani	3948	140.7	127.5	137.2	128.6	129.9	122.5	134.5	149.0	161.9	173.9	170.7	155.9	1732.3
22	Nuñoa	4135	135.1	122.1	131.3	125.8	128.2	122.4	131.0	146.0	156.2	168.4	164.4	150.4	1681.3
23	Orurillo	3920	141.5	128.3	138.1	129.0	130.1	122.6	135.0	149.4	162.8	174.7	171.6	156.7	1739.8
24	Pucará	3910	141.8	128.6	138.4	129.2	130.2	122.6	135.2	149.6	163.1	175.0	171.9	157.0	1742.6
25	Putina	3878	142.8	129.5	139.4	129.6	130.5	122.6	135.8	150.1	164.1	175.9	173.0	157.9	1751.2
26	Sicuaní	3546	152.7	139.1	150.0	134.5	133.5	122.8	142.1	155.4	174.2	185.5	184.1	167.7	1841.6
27	Taraco	3820	112.3	100.3	113.6	119.1	130.0	122.3	122.7	125.3	119.4	124.6	129.6	123.5	1442.7
28	Yauri	3940	140.9	127.7	137.5	128.7	129.9	122.6	134.7	149.1	162.2	174.1	170.9	156.1	1734.4

FUENTE: Senamhi - 2012

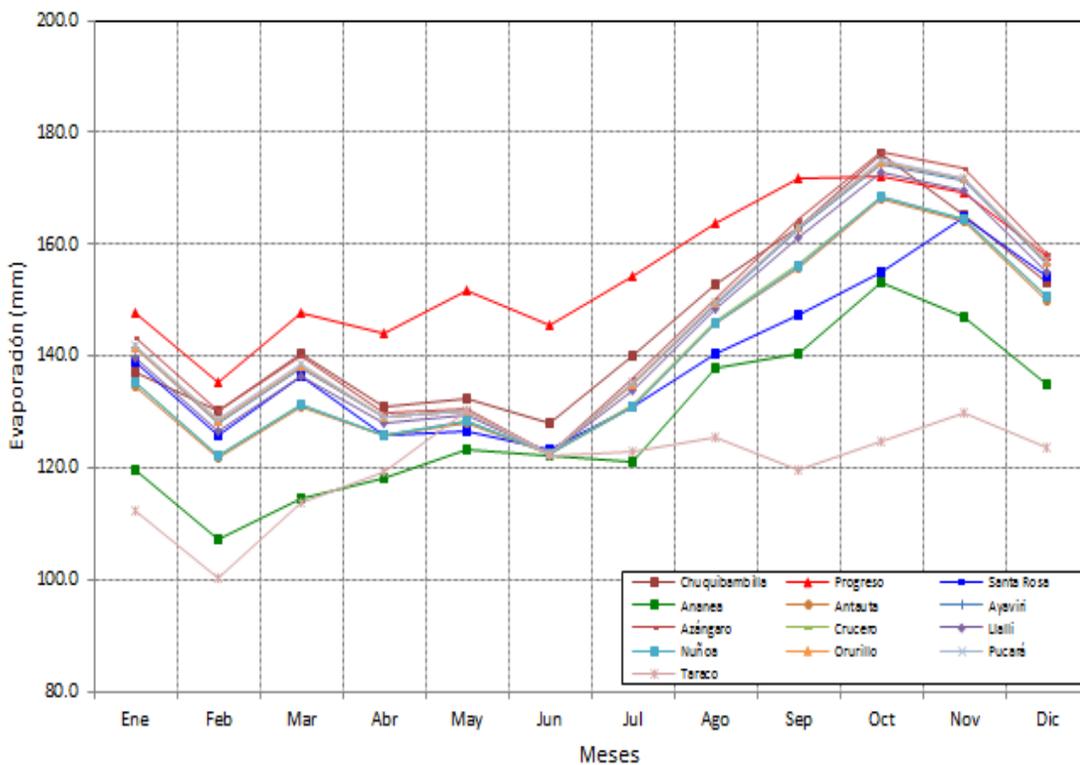


Fig. N° 11 Variación mensual de la evaporación total mensual

En la Figura 11. Se muestra la variabilidad espacial de la evaporación total anual en la cuenca del río Ramis, en donde se observa que la evaporación total se puntualiza en la zona de San Antón y Asillo con 1880 mm.

Tabla 9 Parámetro de evaporación mensual anual. Estacion Taraco

AÑOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1996	222.4	129.6	152.3	152.0	156.2	160.0	150.0	149.7	156.5	172.2	148.0	152.8	1901.7
1997	145.4	148.6	157.2	141.2	165.7	149.0	143.6	133.0	116.4	126.1	132.5	143.9	1702.6
1998	125.6	122.1	147.7	163.7	173.9	137.9	151.4	164.0	136.3	135.5	145.0	153.2	1756.3
1999	121.0	89.1	107.8	126.1	132.5	140.4	135.8	150.2	144.6	134.7	157.4	162.6	1602.2
2000	116.4	125.4	126.7	140.9	151.7	150.4	162.4	154.5	144.8	130.2	160.7	129.7	1693.8
2001	98.4	97.4	115.4	145.6	151.7	146.7	132.7	126.5	130.1	140.2	128.8	136.0	1549.5
2002	133.2	99.3	112.7	111.3	127.2	127.6	119.3	143.1	115.9	109.0	118.6	125.7	1442.9
2003	81.4	105.1	109.2	135.0	126.3	112.6	119.7	117.1	111.4	141.7	154.4	146.5	1460.4
2004	91.7	89.5	100.2	86.8	109.4	88.7	85.2	90.6	115.2	142.6	143.1	113.7	1256.7
2005	109.0	72.9	105.0	98.1	112.1	94.6	107.9	121.6	107.4	105.2	122.0	106.3	1262.1
2006	91.4	96.7	98.3	83.8	109.6	102.9	96.1	96.7	109.0	113.0	90.3	94.3	1182.1
2007	91.3	88.3	76.1	79.0	96.3	78.7	93.2	100.8	67.7	98.2	96.4	89.2	1055.2
2008	74.0	86.6	90.4	106.5	106.1	97.0	100.3	107.4	105.4	89.0	115.4	103.6	1181.7
2009	97.6	77.9	108.3	122.0	122.4	128.5	115.9	115.8	120.0	105.4	99.9	100.9	1314.6
2010	86.4	76.7	96.1	93.8	109.1	118.9	127.1	107.8	110.2	126.5	132.0	94.8	1279.4
Prom	112.3	100.3	113.6	119.1	130.0	122.3	122.7	125.3	119.4	124.6	129.6	123.5	1442.7

FUENTE: Senamhi - 2012

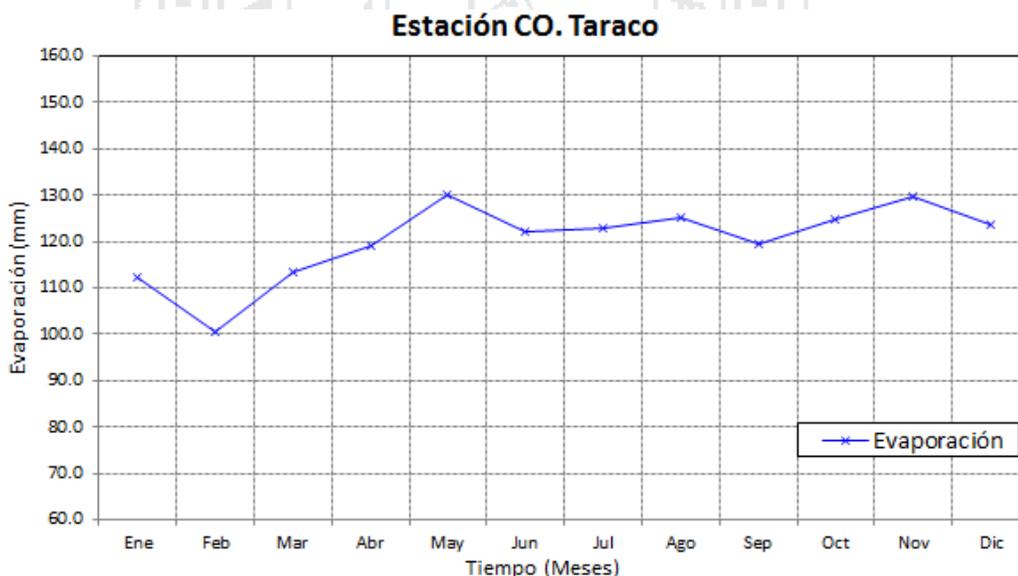


Fig. N° 13 Variación mensual de la evaporación (mm)

La zona del emplazamiento del proyecto de defensa ribereña. La evaporación media es de 120.2 mm., y la evaporación total de 1442.7 mm.

PARA LOS CALCULOS DE LOS PARAMETROS

1. METODO DE GUMBEL.

El método de Gumbel se utiliza para predecir magnitudes máximas de variables hidrológicas asumiendo que estos valores son independientes entre sí. Además se conoce que este método es adecuado cuando se utiliza como datos las descargas máximas anuales en un punto de control de una vertiente o un río.

El procedimiento es el siguiente:

1. Se toman las descargas máximas en las mismas unidades de medida (m^3/s).

2. Calcular la Media \bar{Y} y la Desviación Standard de las observaciones donde :

$$\bar{Y} = \sum Y / N \quad Y: \text{descarga anual (m}^3/\text{s)}$$

N : Longitud de registro (años)

$$S = \left[\frac{(\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / N)}{(N - 1)} \right]$$

3. Determinar de la Tabla, la media esperada Y_n y la desviación Standard esperada σ_N en función del número de años registro N .

4. Calcular $1/\alpha = S / \sigma_N$

5. Calcular la moda $U = \bar{Y} - \bar{Y}_N(1/\alpha)$

6. La ecuación de predicción de Gumbel es:

$$Y = U + 1/\alpha (W)$$

De la que conocemos U , $1/\alpha$; W es la variable reducida.

7. Para plotear, seleccionar varios valores de W correspondiente a varios periodos de retorno T , calcular \bar{Y} y plotear \bar{Y} vs W .

8. Los valores seleccionados de la variable reducida W son: -5, 0, 0.5, 1, 1.5.

2. METODO DE LOG. PEARSON III.

Está dado por la función de densidad:

$$F(X) = \frac{a y e^{-ax} x^{y-1}}{r y}$$

Existen métodos que simplifican todo el procedimiento de cálculo de estos parámetros, por la complejidad de desarrollar estas ecuaciones; una manera rápida es utilizando una forma simplificada (º), y utilizando tablas especialmente elaboradas, puede verse en la Tabla, la cual relaciona el coeficiente de asimetría con la probabilidad y periodo de retorno, entablándose la siguiente ecuación:

$$X = \bar{X} + S(K)$$

$$\text{Log } Y = \text{Log } \bar{Y} + \sigma \log Y(K)$$

El procedimiento para la determinación de descargas máximas es:

- Se procede a determinar los logaritmos de las descargas.
- Se calcula la media ($\bar{X} = \text{Log } \bar{Y}$) y la desviación Standard S ($\sigma \log Y$) de los logaritmos de las descargas.
- Se determina el coeficiente de sesgo (g):

$$g = \frac{N \sum (\log Y - \log \bar{Y})^3}{(N-1)(N-2)(\sigma \log Y)^3}$$

- Con ayuda de la Tabla, encontramos los valores de K (variable reducida para cada nivel de probabilidad deseada o también en función al intervalo de recurrencia).
- En la ecuación de predicción:

$$X = \bar{X} + S(K)$$

$$\text{Log } Y = \text{Log } \bar{Y} + \sigma \log Y (K)$$

Tomando antilogaritmos encontramos el valor de la descarga.

Determinación del Riesgo y el Periodo de Retorno.

El diseño de estructuras para el control de agua incluye la determinación de riesgos. Una estructura puede fallar si la magnitud correspondiente al periodo de retorno de diseño T_r se excede durante la vida útil de la estructura. Este riesgo natural de falla se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}}$$

$$P = 1 - 1/T$$

$$R = 1 - (1 - P)^n$$

Se ha establecido que las estructuras se proyecten para un periodo de retorno de 50 años.

Donde:

R: Riesgo permisible que el suceso ocurra en cualquier periodo.

P: Probabilidad de que un evento ocurra al menos una vez.

n: Vida útil de la estructura.

T_r : Periodo de retorno.

Para una vida útil de la estructura de $n = 20$ años y un periodo de retorno de 50 años, se tiene:

La probabilidad $P = 98\%$ y el Riesgo $R = 33\%$

VALORES DE PERIODO DE RETORNO “T” ASOCIADO AL RIESGO R

RIESGO (R)	Vida Util de la Obra					
	1.00	10	20	50	100	200
0.01	100	995	1990	4975	9950	19900
0.1	10	95	190	475	950	1899
0.33	3	25	50	125	250	500
0.5	2	15	29	73	145	289
0.75	1.3	7.7	14.9	36.6	72.6	144.8
0.99	1.0	2.7	4.9	11.4	22.2	43.9

FUENTE: Tabla de Gumbel.

Datos del estudio que se utilizan para determinar el periodo de retorno de 50 años, la probabilidad de 0.98 y las descargas máximas para una vida útil de obra de 20 años y un riesgo de falla de la estructura de 0.33.

2.4.3.1. HUMEDAD RELATIVA

SENAMHI (2012) “Es la relación en porcentaje de la cantidad presente de vapor de agua contenido en un volumen de aire.

La humedad relativa es una variable climática de primera magnitud muy relacionado, a través de diversos mecanismos físicos, con la nubosidad, la precipitación, la visibilidad, y de forma muy especial con la temperatura: la cantidad de agua en forma de vapor que puede encontrarse en la atmósfera es función directa de la temperatura. La humedad relativa es la forma más común de expresar la humedad atmosférica por su explícita relación con el bienestar climático y el crecimiento de las plantas. Por lo general, la humedad relativa sigue un ritmo diario, cambiando la humedad, de baja durante el día a muy alta en la noche cuando el aire se enfría.

DENSIDAD IN SITU DE COLLANA							
DATOS DEL MATERIAL COMPACTADO							
Defensa Ribereña N°		DR - 1	DR - 2	DR - 3	DR - 4	DR - 9	DR - 9
Sector		Collana	Collana	Collana	Collana	Patascachi	Patascachi
Espesor de Capa (m):		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1.- Peso de Arena + Frasco	g	6828	6732	6687	6520	6632	6532
2.- Peso del Frasco	g	1699	2190	2187	2043	2012	1865
3.- Peso de la Arena (1-2)	g	5129	4542	4500	4477	4620	4667
4.- Peso de la Arena en el cono	g	1667	1667	1667	1667	1667	1667
5.- Peso de la arena en la excavacion (3-4)	g	3462	2875	2833	2810	2953	3000
6.- Densidad de la arena	g/cm3	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
7.- Volumen de material extraido (5/6)	cm3	2564	2130	2099	2081	2187	2222
8.- Peso del suelo + recipiente	g	5578	4766	4598	4587	4912	5011
9.- Peso del recipiente	g	0	0	0	0	0	0
10.- Peso del suelo (8-9)	g	5578	4766	4598	4587	4912	5011
11.- Peso retenido en la malla 3/4"	g	465	1256	655	788	766	802
12.- Densidad de la grava	gr/cm3	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
13.- Volumen de la grava (11/12)	cm3	185	498	260	313	304	318
14.- Peso neto del suelo (10-11)	g	5113	3510	3943	3799	4146	4209
15.- Volumen del suelo (7-13)	cm3	2380	1631	1839	1769	1883	1904
16.- Densidad Humeda (14/15)	gr/cm3	2.148	2.152	2.145	2.148	2.201	2.211
Contenido de Humedad (ASTM D 4959)							
17.- Peso del recipiente + suelo húmedo	g	7277	6956	6785	6630	6924	6876
18.- Peso del recipiente + suelo seco	g	6812	5700	6130	5842	6158	6074
19.- Peso del agua (17 - 18)	g	465	1256	655	788	766	802
20.- Peso del recipiente	g	1699	2190	2187	2043	2012	1865
21.- Peso del Suelo seco (18 - 20)	g	5113	3510	3943	3799	4146	4209
22.- % de Humedad (19/21)*100	%	9.1	8.6	9.1	9.2	9.1	8.9
RESULTADOS							
23.- Densidad seca (16/22)	gr/cm3	1.960	1.972	1.957	1.958	1.961	1.961
24.- Maxima Densidad Seca	gr/cm3	2.07	2.07	2.07	2.07	2.13	2.13
25.- Optimo contenido de Humedad	%	9.1	9.1	9.1	9.1	8.6	8.6
26.- % de compactacion (23/24)*100	%	94.8	95.3	94.6	94.6	94.8	94.8
Especificaciones	%	95	95	95	95	95	95
Aprobacion (SI/NO)		SI	SI	SI	SI	SI	SI

FUENTE: Elaboración Propia.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

Los materiales y métodos que han utilizado en la “Evaluación del terreno de Fundación de los Diques y Geomateriales de la Defensa Ribereña de las márgenes izquierda y derecha del Río Ramís en las comunidades de: Collana, Patascachi y aledaños de la provincia de Huancané - Región Puno. Estos materiales y métodos han sido utilizados durante la ejecución del proyecto, tanto en gabinete, laboratorio y en Campo. Los cuales mencionaremos a continuación.

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS.

- Computadora
- Flexometro de 5 m.
- Wincha metálica de 50 m.
- Martillo del geólogo.
- Brújula brunton y GPS
- Equipo y material de dibujo
- Tablero De Apuntes
- Laboratorio de suelos
- Cuaderno De Campo
- Digitalización y ploteo de planos
- Cámara Fotográfica
- Movilidad (Alquiler de Camioneta, Motocicleta, Triciclo y Otros)

3.2. SERVICIOS DURANTE LA INVESTIGACION.

- Transporte publico
- Impresiones
- Alimentos (3 raciones/día)
- Ambiente

IMPREVISTOS: varios

3.3. METODOS DE INVESTIGACION

Con la información existente, se realizó visitas de reconocimiento preliminar a la zona en estudio, para tener mayor conocimiento in-situ, de la situación real en cuanto a daños, suelos, vegetación, características del cauce y ubicación de tramos críticos, es decir, se utilizó el método de observación directa como primer Etapa.

3.3.1. ETAPA I: GABINETE

Recopilación y análisis de información sobre la geología regional.

Recopilación de proyectos, estudios realizados y expedientes técnicos, planos, bancos de BMs son los puntos permanentes en el terreno de origen natural o artificial, datos del control planimétrico, texto de Ingeniería aplicada y otros que serán utilizados en etapa de Campo.

3.3.2. ETAPA II: TRABAJOS EN CAMPO

Muestreo sistemático en lugar estratégico y representativo previo a un programa, mediante calicatas a cielo abierto, efectuándose calicatas de acuerdo a la litología presente del Proyecto como es (Terreno Natural y Canteras).

Cartografiado geológico de las canteras que existen en el lugar.

Muestreo de materiales

Levantamiento de mapa geológico de las áreas de Evaluación del terreno de Fundación de los Diques y Geomateriales de la Defensa Ribereña de las márgenes izquierda y derecha del Río Ramís en las comunidades de: Collana, Patascachi y aldeaños de la provincia de Huancané - Región Puno y de las canteras.

3.3.3. ETAPA III: TRABAJOS DE LABORATORIO

Consiste en el ensayo de muestras en laboratorio de mecánica de suelos y concreto, determinación cualitativa y cuantitativa a partir de los resultados obtenidos en laboratorio.

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físico, Químicas y mecánicas de los materiales de cantera, se efectuaron de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del (MTC, EM-2000), que son los siguientes:

- Análisis Granulométrico (granulometría por tamizado)
- Límites de consistencia (Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad).
- Clasificación de SUCS
- Proctor Modificado
- CBR (Valor Relativo de Soporte)
- Ensayo de Abrasión los Ángeles
- Gravedad específica de roca
- Ensayo de durabilidad
- Ensayo a la Compresión Simple
- Densidad In Situ.

Las muestras fueron llevados al laboratorio de Suelos y de Materiales Particular Asesores Técnicos J&L EIRL de la ciudad de Puno, especializado para los análisis correspondientes.

Evaluación y caracterización de materiales para mejoramiento de los Diques de la Defensa Ribereña de las Márgenes Izquierda y Derecha del Río Ramis.

Planos geológicos (INGEMMET).

3.3.3.4. Análisis Hidrológico.

Dado que la planeación y el diseño se refieren a eventos del futuro, cuyo tiempo de ocurrencia o magnitud no pueden predecirse recurriéndose al estudio de la probabilidad con la cual un determinado caudal o volumen de flujo puede ser igualado o excedido.

En la selección del nivel de probabilidad apropiado para un diseño, el riesgo que se considera, depende de las condiciones económicas.

Los métodos estadísticos considerados para determinar la máxima avenida probable del río Ramis en las inmediaciones de la comunidad de Patascachi y collana son:

1. La función teórica de distribución binomial de Gumbel.
2. La función teórica Logarítmica Pearson Tipo III.

3.3.3.7. Análisis de Mecánica de Suelos.

El análisis de suelos tiene como finalidad determinar el comportamiento y la capacidad de resistencia a la acción erosiva del flujo de agua sobre el cauce del río y sus riberas, así como también determinar la capacidad de carga del terreno.

El análisis se realizó con la finalidad de analizar y determinar las características del suelo, sobre el cual se proyectaran las distintas obras de defensas ribereñas.

El estudio de campo consistió en realizar la perforación directa mediante calicatas a cielo abierto, siendo 6 el número total de estas.

Muestreo.

El muestreo consiste en obtener una porción del material del suelo para su investigación, debiendo ser de los más representativos y adecuados para la realización de los ensayos y pruebas de laboratorio.

Muestras Alteradas.

Son aquellas en las que no se conservan las condiciones naturales o la estructura misma del suelo. En nuestro estudio se han obtenido 9 muestras alteradas, los mismos que han servido para determinar las propiedades físicas del suelo así como su respectiva clasificación.

Muestras Inalteradas.

Son aquellas que cuando son extraídas trata de conservar sus características naturales, con estas muestras se determinan las propiedades mecánicas del suelo. En el presente estudio se tomaron 2 muestras para el ensayo de corte directo.

Para la selección y ubicación de los puntos de muestreo se han realizado seis calicatas de 1.00 x 1.00 m. de ancho y de 2.00 m. de profundidad.

Para el presente estudio, los ensayos de laboratorio se llevaron a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y de materiales particular asesores técnicos J&L. EIRL de la ciudad de Puno. Especializado en los análisis correspondientes tal como se muestra en los resultados cap. V.

3.3.3.8. Clasificación de Suelos S.U.C.S.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS (IRAM 10509 y ASTM D 2487 y 2488) es el de uso más extendido en la práctica geotécnica. Está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico) de los suelos.

De acuerdo con la distribución de tamaño de las partículas del material que pasa el tamiz de 75 mm, el suelo se clasifica como suelo granular si más del 50% es retenido por el tamiz N° 200, o suelo fino si el 50% o más pasa el tamiz N° 200. Estos grupos se dividen a su vez en subgrupos; que asigna un símbolo formado por una letra prefijo y un sufijo.

Los suelos granulares se designan con el siguiente grupo de símbolos:

Letras Prefijo:

- G – grava, si el 50% o más de la fracción granular es retenida por el tamiz N° 4.
- S – arena, si más del 50% de la fracción granular pasa por el tamiz N° 4.

Letras Sufijo:

- W – bien gradado. (La selección depende de los valores de Cu y Cc).
- P – mal gradado.
- M – limoso. (La selección depende de los valores de LL e IP).
- C – arcilloso.

Si menos del 5% del material pasa por el tamiz N° 200 los sufijos que se utilizan son W o P dependiendo de los valores del coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de curvatura (Cc), si más del 12% pasa por el tamiz N° 200 los sufijos que se utilizan son M o C dependiendo de los valores del límite líquido (LL) y el índice de plasticidad (IP).

Si el porcentaje de finos está entre el 5 y el 12%, se utiliza una clasificación intermedia con símbolos dobles. Los suelos finos se designan con el siguiente grupo de símbolos:

Letras prefijo:

- M: Limo
- C: Arcilla
- O: Suelo Orgánico.

Letras Sufijo:

- L: Baja Plasticidad (LL <50%)
- H: Alta Plasticidad (LL >50%)

La clasificación se basa solo en los límites de Atterberg de la fracción de suelo que pasa por el tamiz N° 40.

3.3.3.9. Ensayo de Corte Directo.

Es un ensayo especial practicado a una muestra inalterada de un suelo, cuya finalidad es determinar su resistencia al esfuerzo cortante. Para tal efecto se toma una muestra inalterada en el estrato a cimentar.

$$S = \sigma T g \emptyset C$$

Donde:

σ : Esfuerzo normal que actúa sobre el plano de ruptura.

C : Cohesión del material del terreno.

\emptyset : Angulo de fricción interna del material del terreno.

El ensayo de corte directo nos determina los parámetros “C” y “ \emptyset ”, los mismos que también nos permitirán calcular la capacidad portante del suelo en estudio.

El método consiste en colocar la muestra inalterada en la máquina de corte directo.

Se somete a un esfuerzo tangencial “T” y a una carga “P”, con cargas de 0.50, 1.00 y 1.50 kg. De peso, obteniéndose variados esfuerzos de ruptura T.

Con estos valores se traza la gráfica obteniéndose la cohesión y el ángulo de fricción interno “ \emptyset ”, datos que se utilizan para el cálculo de la capacidad portante del suelo.

3.3.3.10. Capacidad Portante del Suelo.

En varias áreas de la ingeniería, el período de retorno es el tiempo esperado o tiempo medio entre dos sucesos de baja probabilidad. Por ejemplo, en ingeniería hidráulica es el tiempo medio entre dos avenidas con caudales iguales o superiores a uno determinado, mientras que en ingeniería sísmica es el tiempo medio entre dos terremotos de magnitud mayor que un cierto valor.

También llamado período de recurrencia, el período de retorno es un concepto estadístico que intenta proporcionar una idea de hasta qué punto un suceso puede considerarse raro. Suele calcularse mediante distribuciones de variables extremas, sobre la base de series de valores extremos registrados dentro de periodos iguales y consecutivos; por ejemplo, en hidrología, se realiza el

estudio a partir de tablas con la precipitación máxima recogida en 24 horas en un año, durante una serie de años consecutivos; en ingeniería marítima, tablas con los valores de la mayor altura de ola alcanzada en un año, igualmente a lo largo de una serie de años consecutivos. El ajuste de los datos y la predicción de valores extremos suele realizarse mediante las distribuciones de Gumbel, Log-Pearson, raíz cuadrada del tipo exponencial (sqrt-ETmax).

En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales:

- Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento.
- Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por éste, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.

De manera análoga, la expresión capacidad portante se utiliza en las demás ramas de la ingeniería para referir a la capacidad de una estructura para soportar las cargas aplicadas sobre la misma.

Para el diseño estructural de las defensas del encauzamiento del río es necesario conocer la capacidad portante del suelo, la cual en ningún momento debe ser menor a las reacciones del terreno, debido al peso de las estructuras.

La capacidad portante del suelo será determinada utilizando la fórmula de Terzaghi, del cual según las estructuras a proyectar se ha considerado la expresión de cimientos corridos, siendo la siguiente:

$$qd = c' N'c + \delta m Df N'q + 0.5 \delta m BN'r$$

Dónde:

- q_d : Capacidad portante del suelo (kg/cm^2).
- B : Ancho de la base de la estructura (m).
- D_f : Profundidad de cimentación (m).
- Δm : Peso volumétrico húmedo (kg/cm^3).
- c' , N'_c , N'_q , N'_r : Coeficientes que dependen de la cohesión (c) y el ángulo de fricción interna (\emptyset).

Para efectos de cálculo, Terzaghi introdujo nuevos valores de C y \emptyset

$$C' = 2/3 C$$

$$Tg \emptyset' = 2/3 Tg \emptyset = \text{arctan} 2/3 Tg \emptyset$$

Es decir, se asigna al suelo una Resistencia menor que es las 2/3 partes de la real, siendo en definitiva la capacidad de carga ultima con respecto a la falla local, dada por la expresión:

$$q_d = c' N'_c + \delta m D_f N'_q + 0.5 \delta m B N'_r$$

Donde N'_c , N'_q y N'_r los factores de carga modificados.

3.3.4. ETAPA III: DE GABINETE II

Dibujo de planos de ubicación y mapeo geológico de puntos críticos para mejoramiento de los Diques de la Defensa Ribereña de las Márgenes Izquierda y Derecha del Rio Ramis y de las canteras.

Los software que se han utilizado son los siguientes: AutoCat, ArcGis, Slide y todo los paquetes de Microsoft.

Ordenamiento y procesamiento de la información obtenida en campo y otras fuentes.

Redacción del trabajo de investigación final.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. INTRODUCCION

Siendo las canteras, la fuente de aprovisionamiento de suelo y rocas necesarias para la construcción de las defensas ribereñas se procedió a efectuar el reconocimiento de los depósitos existente para ver la calidad de las canteras asimismo conocer la suficiente potencia y rendimiento del mismo y ubicando el tipo de material a usar.

4.1.1. UBICACION DEL PROYECTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO	COORDENADAS	SUPERFICIE TOTAL
Departamento de Puno	NORTE: 8308513	198,02 Km ²
Provincia de Huancané	ESTE: 412800	
Distrito de Taraco,		
Comunidades de Collana y Patascachi.		

FUENTE: Elaboración Propia.

En el año 2010 tenía una población de 14 657 habitantes y una densidad poblacional de 74 personas por km². Abarca un área total de 198,02 km²

Noroeste: distrito de Samán	Norte: distrito de Samán y distrito de Huancané	Noreste: distrito de Huancané
Oeste: distrito de Samán		Este: lago Titicaca
Suroeste distrito de Samán	Sur: distrito de Pusi	Sureste: lago Titicaca

FUENTE: Elaboración Propia.

ACCESIBILIDAD

La vía de acceso principal a la zona de estudio, es la carretera Asfaltada Puno - Juliaca- Huancané, con 85.00 Km. Aproximadamente de Puno hasta el Puente Ramis, y los accesos locales se distribuyen en lo siguiente:

Cuadro de accesibilidad de diferentes lugares de trabajo.

Lugar de origen.	Destino.	Tipo de vía.	Km.	Tiempo aproximado.
Cantera winiwi	DRD9	Asfaltada y trocha carrozable	30	42 minutos
Cantera yanaoco	DRD9	Asfaltada y trocha carrozable	18	35 Minutos
Cantera Taurauta	DRD9	Asfaltada y trocha carrozable	42	58 Minutos
Cantera Collana	DRI3	trocha carrozable	5	15 minutos
Taraco	C.C. Collana	Trocha carrozable	5	30 minutos
Taraco	C.C. Tuni Grande	Asfaltada y trocha carrozable	9	30 minutos
Taraco	Parc Jasana Huarizan	Asfaltada y trocha carrozable	4	05 minutos
Taraco	Parc Jasana Central	Trocha carrozable	7	30 minutos
Huancané	Taraco	Asfaltada	29	32 minutos
Huancané	Puente Ramis	Asfaltada	19	21 minutos
Huancané	C.C. Cupisco	Asfaltada y trocha c	15	45 minutos
Huancané	C.P. Puquis	Asfaltada	23	23 minutos

FUENTE: Elaboración Propia.

4.2. CANTERAS

Las canteras corresponden a los depósitos de materiales naturales producto de la descomposición física de las rocas o de la acumulación por transporte, que tengan las cualidades técnicas para ser utilizados en los trabajos de mantenimiento de la vía. El estudio de canteras comprende la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales, agregados inertes para el enrocamiento de las defensas ribereñas y la colocación de la corona con material de préstamo.

Estos depósitos fueron evaluados en cuanto a su disponibilidad y la potencia utilizable en las diferentes partidas de enrocado y conformación del terraplén, con esta finalidad se ha recorrido los cuatro lugares adyacentes al proyecto, para identificar las eventuales canteras, tomar las muestras y las mediciones del caso. Las muestras fueron conducidas al laboratorio de Suelos y de Materiales Particular Asesores Técnicos J&L EIRL de la ciudad de Puno, especializado para los análisis correspondientes. Se muestra en los anexos todos los ensayos realizados.

Adicionalmente se verifica que la explotación de las canteras seleccionadas cumpla con las exigencias de la conservación ambiental.

Previo a la etapa de exploración se investigaron las canteras indicadas propuestas para el proyecto de investigación, con dicha información se realizó el reconocimiento de campo en toda el área de influencia del proyecto, fijándose las áreas donde existan depósitos de materiales inertes cuyas características eran aparentemente adecuadas para ser utilizadas como material de agregados para la rehabilitación de algunas obras.

Una vez ubicados los depósitos, se procedió a su investigación mediante el muestreo, según lo establecido para determinar las características del material, su potencia, ubicación respecto al camino, etc.

MAPA DE UBICACIÓN DE LAS CANTERAS Y ZONA DE ENROCADO

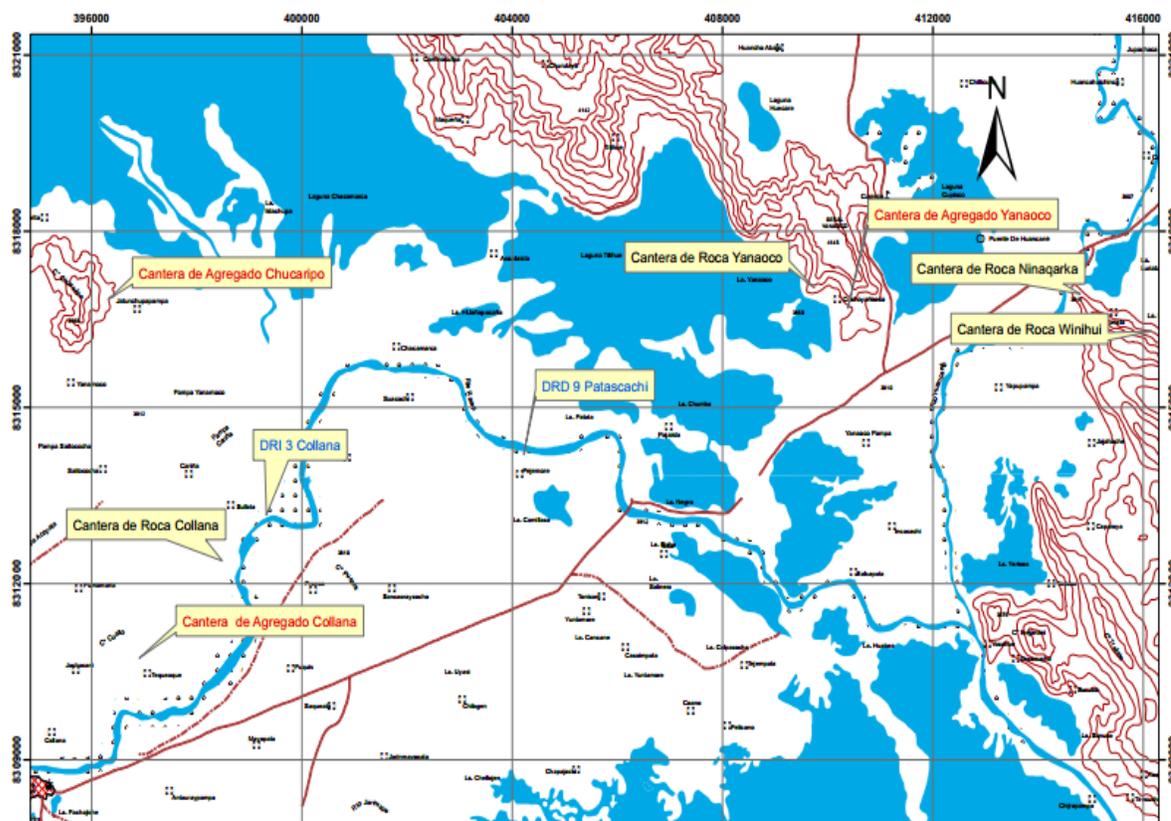


Fig. N° 14 Ubicación de las Canteras de Rocas, Agregados y del Proyecto.

4.2.1. UBICACIÓN DE CANTERAS

Tabla 10 Relación de Canteras identificadas

Cantera N°	Ubicación (progresiva)	Margen	Acceso (m.)	Volumen (m3)			Usos
				Total	Rend.	Aprov.	
CA-01 Roca Yanaoco	8.0 Km. Dv. Arapa	Derecho	50	70000	100%	70000	Enrocado
CA-02 Roca Taurauta	22.0 Km. Dv. Putina	Izquierdo	80	25000	100%	25000	Enrocado
CA-03 Relleno Yanaoco	7.0 Km. Dv. Arapa	Derecho	20	30000	70%	21000	Afirmado
CA-04 Relleno Collana	11.0 comunidad Collana	Derecho	50	20000	100%	20000	Afirmado

FUENTE: Elaboración Propia.

4.2.2. Ensayos de Laboratorio.

Los trabajos de laboratorio permiten evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos. Mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de rocas y suelos, provenientes de cada una de las exploraciones de las canteras fueron sometidas a ensayos de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Testing and Materials (ASTM).

Los ensayos de laboratorio fueron realizados con el objetivo de conocer la calidad de los materiales que serán usados principalmente como estructura de pavimento (sub base granular) y concreto, cumpliendo especificaciones en cuanto a su calidad y resistencia mecánica.

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físico, Químicas y mecánicas de los materiales de cantera, se efectuaron de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del (MTC, EM-2000), que son los siguientes:

- Análisis Granulométrico (granulometría por tamizado).
- Límites Consistencia (Límite líquido, límite plástico e índice de Plasticidad).
- Clasificación SUCS
- Proctor Modificado
- CBR (Valor Relativo de Soporte)
- Abrasión los Ángeles
- Abrasión de los angeles 1000 revoluciones
- Gravedad específica de roca
- Ensayo de durabilidad
- Ensayo a la Compresión Simple
- Densidad In Situ

Con los resultados de las propiedades índices y granulométricas se presenta a continuación la clasificación de los suelos de las canteras, que resume los resultados principales de los materiales ensayados, incluyendo la clasificación SUCS.

Tabla 11 Resumen de Clasificación de Suelos – Canteras

Cantera N°	Cantera	SUCS	AASTHO	Uso Propuesto
CA – 01	Yanaoco Roca	Roca Arenisca Cuarçitica		Enrocado
CA – 02	Taurauta Roca	Roca Arenisca Cuarzosa		Enrocado
CA – 03	Yanaoco Relleno	GC - GM	A-2-4 (0)	Afirmado
CA – 04	Collana Relleno	GP - GC	A-2-4 (0)	Afirmado

FUENTE: Elaboración Propia.

La selección de las canteras para la corona de las 2 defensas ribereñas se base principalmente en los requisitos granulométricos, plasticidad necesaria, resistencia abrasiva y CBR dejando como requisito secundario otros requerimientos; ello se considera para un mejor rendimiento en la economía de la vía, sin estos considerandos la construcción de la misma sería inviable económicamente debido a la gran distancia a la que se encuentran canteras de mayor calidad.

4.3. REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

Para que los materiales constituyentes de la sub rasante sean aceptados como tales, es necesario que estos cumplan con los requisitos técnicos establecidos en Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013. Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos granulométricos efectuados, los materiales evaluados se acondicionaron al uso granulométrico que se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 12 Requisitos granulométricos para el afirmado

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	---				
37.5 mm (1 1/2")	100	---				
25 mm (1")	90– 100	100	100	100	100	100
19 mm (3/4")	65– 100	80 - 100				
9.5 mm (3/8")	45 – 80	65 - 100	50 -85	60 - 100		
4,75 mm (N°4)	30 – 65	50 -85	35 - 65	50 -85	55 - 100	70 - 100
2,00 mm (N°10)	22 – 52	33 – 67	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
425 um (N°40)	15 – 35	20 – 45	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
750 um (N°200)	05 – 20	5 -20	5 - 20	5 - 20	6 - 20	8 - 25

FUENTE: AASHTO M – 147

Además, el material deberá cumplir los requisitos indicados en la siguiente tabla para la comparación de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos que han obtenido por laboratorio de Suelos y de Materiales Particular Asesores Técnicos J&L EIRL de la ciudad de Puno.

- Degaste de los Ángeles 50% Max. (MTC E 207)
- Limite Liquido 35% Max (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad 4-9% (MTC E 111)
- CBR% 40%min (MTC E 132)

4.4. DESCRIPCION DE LAS CANTERAS A UTILIZAR

4.4.1. CANTERA YANAOCO CA – 01 (Roca).

Esta Cantera de Roca es utilizado para el Dentellon – Uña y Enrocado de talud puesto que, esta roca es muy resistente por el buen contenido de cuarzo y es denominado como ARENICAS CUARCITICAS los cuales son utilizado en las Comunidades de Patascachi y Collana (DRI3 Y DRD9) El material varia de tamaño desde 0.40 m a 1.80 m de longitud y de un ancho de 0.20 m a 1.30 m y su altura es de 0.20 m a 1.20 m por lo tanto tiene un Volumen min. De 0.016 m³ y un Max. De 2.8 m³ en el Anexo se muestran los resultados del ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE.

Ubicación : A 8.0 Km de la vía Dv. Putina – Arapa
Acceso : 3.5 Km margen derecho

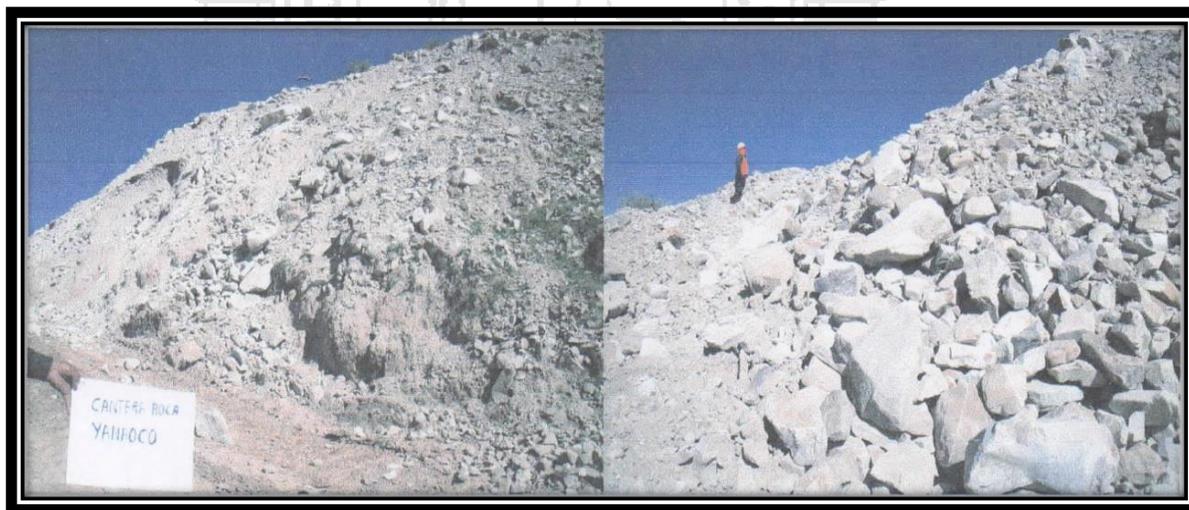


Fig. N° 15 Fotografía de la Cantera de Roca - Yanaoco

Principales características. -

Potencia : Volumen total = 70000 m³
 Rendimiento = 100% enrocado
 Volumen útil = 70000m³

Usos : Dentellón y Enrocado en la comunidad de Patascachi.

Propiedades : según los resultados de los ensayos de laboratorio, el material de la cantera presenta las siguientes propiedades.

Tabla 13. RESULTADO DE CANTERA YANAOCO CA – 01 (Roca).

Ensayo	Cantera Yanaoco		
	Resultados	Especificación	Observación
Tipo de Roca	Arenisca Cuarcítica	Roca Masiva	Cumple
Peso Específico g/cm ³	2.601	2.50 min.	Cumple
Durabilidad (%)	10.04	18% max.	Cumple
Abrasion (%)	23.6	40% max.	Cumple
Resistencia a la Compresión	132.6	49 Mpa min.	Cumple

FUENTE: Elaboración Propia.

Evaluación: el tipo de roca es de muy buena calidad de origen sedimentario conformado por bloques masivos de rocas areniscas cuarcíticas de grano fino de color gris blanquecino, la roca en la parte exterior se encuentra meteorizadas por óxidos (limonitas).

Procedimiento: Mediante la extracción se tendrá que realizar voladura.

Explotación: el periodo de explotación se hace durante todo el año siempre que no haya precipitaciones fluviales intensas.

4.4.2. CANTERA TAURAUTA CA – 02 (Roca).

En esta cantera de roca es utilizado para el Dentellón – Uña y Enrocado de talud en las Comunidades de Patascachi y Collana, El material varia de tamaño desde 0.40 m a 2.00 m de longitud y de un ancho de 0.25 m a 1.40 m y su altura es de 0.35 m a 1.20 m por lo tanto tiene un Volumen min. De 0.035 m³ y un Max. De 3.36 m³ en el Anexo se muestran los resultados de ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE UCS NORMA ASTM D 2938 – 95 DE LA CANTERA DE ROCA TAURAUTA.

Ubicación : A 22.0 Km de la vía Dv. Huancane – Putina.

Acceso : 0.20 Km margen Izquierdo.



Fig. N° 16 Fotografía de la Cantera de Roca – TAURAUTA

Principales características. -

Potencia : Volumen total = 25000 m³
 Rendimiento = 100% enrocado
 Volumen útil = 25000 m³

Usos : Una y Enrocado en las comunidades de Patascachi y Collana

Propiedades : según los resultados de los ensayos de laboratorio, el material de la cantera presenta las siguientes propiedades.

Tabla 14 Resultados de la Cantera CA – 02 TAURAUTA (Roca).

Ensayo	Cantera Taurauta		
	Resultados	Especificación	Observación
Tipo de Roca	Arenisca cuarzosa	Roca semi Fracturada	Cumple
Peso específico g/cm ³	2.556	2.50min.	Cumple
Durabilidad (%)	13.08	18% max.	Cumple
Abrasión (%)	32.6	40%max.	Cumple
Resistencia a la Compresión	56.5	49 Mpa min.	Cumple

FUENTE: Elaboración propia.

Evaluación: el tipo de roca es de muy buena calidad de origen sedimentario conformado por bloques masivos de rocas areniscas cuarzosa de grano medio a Grueso de color Rosado.

Explotación: el periodo de explotación se hace durante todo el año siempre que no haya precipitaciones fluviales extensas.

4.4.3. CANTERA YANAOCO CA – 03 (Afirmado)

A.- UBICACIÓN Y ACCESO.

Se emplaza a la izquierda de la carretera entre el puente Ramis – Dv. Huancané a Putina A 2.0 Km de la vía Dv. Putina – Chupa.

El acceso se realiza partiendo de puente Ramis en dirección hacia Huancané, con una distancia de 6.5 Km. existe un desvío mediante Carretera asfaltado hacia Putina a izquierda con una distancia de 2.0 Km. se llega a la cantera de préstamo “Cupisco”, por donde pasa la carretera a Chupa, que corresponde a una ladera de materiales coluviales, constituidos por grava limo arcillosa con cantos rodados de 0.32 m margen derecho como la cantera de préstamo de material impermeable, y que esta cantera reúne los condiciones geotécnicas.

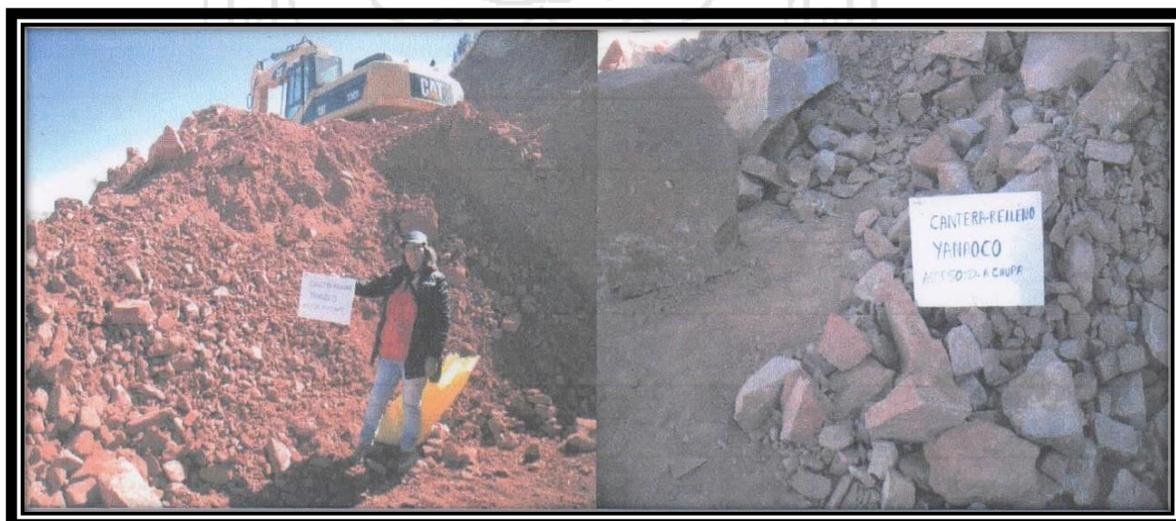


Fig. N° 17 Cantera de Agregado para la conformación – Yanaoco.

B.- CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA YANAOCO (afirmado)

- Geología : Depósitos aluviales-coluviales, mezclado de arcillas, arenas, con presencia de cantos rodados de 20cm.
- Clasificación SUCS : GC - SC
- Malla N° 10 : 86.3
- Malla N° 40 : 71.0
- Malla N° 200 : 41.29
- Limite Líquido : 32.4 %
- Límite Plástico : 22.3%
- Índice de plasticidad : 10.1%
- Densidad de Proctor : 1.94 gr/cm³
- Humedad Proctor : 11.40
- Permeabilidad : 2.10x10⁻⁸ cm/seg
- Resistencia al Esfuerzo cortante
- Ang. De fricción : 20 - 25°
- Cohesión : 0.20Kg/cm²
- Distancia : A 8.50 km de la zona a P. Ramis
- Volumen : 48,000m³.
- Rendimiento : 90%
- Maquinaria : Solo excavadora y martillo perforador

Principales Características. -

Potencia : Volumen total = 30000 m³
 Rendimiento = 70% enrocado
 Volumen útil = 21000m³

Usos : Se prevee en la obras de concreto, previa selección en cancha.

Propiedades : Según los resultados de los ensayos de laboratorio, el material de la cantera presenta las siguientes propiedades así como se muestran en los

anexos el análisis de granulometría, densidad In Situ, límites de consistencia entre otros.

EVALUACION:

Los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras indican que el material corresponde a un GC-GM, gravas arcillosas a gravas limosas con material granular equivalente a 70% de grava y arena, como corresponde a material de una colina alta moderada plasticidad Asi como se muestra en el ANEXO. Límites de consistencia.

El agregado grueso es de forma ángulos y los agregados pétreos satisfacen los requisitos de calidad para su empleo en la conformación del afirmado, siendo una de las canteras de mayor uso en toda la zona. Su clasificación en el sistema en el sistema SUCS es GC-GM, es decir, se trata de un agregado limoso a arcilloso.

Procesamiento: Se explota mediante la acumulación con cargador frontal y zarandeo de los elementos, luego se realiza el carguío a volquetes y colocar el material en la corona de la defensa ribereña.

Explotación: La explotación es mayormente durante todo el año.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107)

Tamiz		Material retenido			Material pasante (%)	Especificacion		Descripcion	
Ø		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		Min (%)	Max (%)		
Pulgada	mm								
10"	254	0	0.0	0.0	100.0				
9"	228.6	0	0.0	0.0	100.0				
8"	203.2	0	0.0	0.0	100.0				
7"	117.8	0	0.0	0.0	100.0				
6"	152.4	0	0.0	0.0	100.0				
5"	127	0	0.0	0.0	100.0			% de Humedad	
4"	100	0	0.0	0.0	100.0			% de Grava:	81.8
3"	75	0	0.0	0.0	100.0			% de Arena:	12.1
2 1/2"	63.5	0	0.0	0.0	100.0			% de Finos:	6.1
2"	50.8	0	0.0	0.0	100.0	100	100	Tamano Max.	
1 1/2"	38.1	218	6.5	6.5	93.5			% pasante N° 200:	6.1
1"	25.4	530	15.7	22.2	77.8			Peso inicial:	3366
3/4"	19.0	516	15.3	37.6	62.4			Porcion de Finos:	
1/2"	12.7	532	15.8	53.4	46.6			Color:	rojizo
3/8"	9.53	350	10.4	63.8	36.2	30	65	LL:	22.48
1/4"	6.35	0	0.0	63.8	36.2			LP:	15.52
N°4	4.75	607.3	18.0	81.8	18.2	25	55	IP:	6.98
N°8	2.36	0	0.0	81.8	18.2			MF:	
N°10	2	247	7.3	89.1	10.9	15	40	Clasif. SUCS:	GC-GM
N°16	1.19	0	0.0	89.1	10.9				
N°20	0.85	30.8	0.9	90.1	9.9			Tamano Max. De Over:	1 1/2"
N°30	0.6	0	0.0	90.1	9.9			Cu:	
N°40	0.42	54.3	1.6	91.7	8.3	8	20	Cc:	
N°50	0.3	0	0.0	91.7	8.3				
N°60	0.25	0	0.0	91.7	8.3				
N°80	0.18	0	0.0	91.7	8.3				
N°100	0.15	39.8	1.2	92.9	7.1				
N°200	0.07	36	1.1	93.9	6.1	2	8		
Bandeja		204.5	6.1	100.0	0.0				
		3365.7	100.0						

FUENTE. Elaboración propia.

4.4.4. CANTERA COLLANA. CA – 04 (Afirmado)

A.- UBICACIÓN Y ACCESO.

El material se ubica al frente al Distrito de Taraco entre el puente Taraco – Comunidad Collana. El acceso se realiza partiendo del puente Taraco en dirección hacia Rio Tupin, con una distancia de 1.30 Km. existe un desvío mediante Trocha carrozable, se llega a la cantera de préstamo “Coallo 1”, por donde pasa la carretera a Chacamarca, que corresponde a una ladera de materiales coluviales, constituidos por grava limo arcillosa.

La distancia a la zona de estudio del proyecto es de 3.20 Km. De cantera Coallo 1 hasta sector Collana MI, que constituye la zona más alejada en la margen Izquierdo y Derecho como la cantera de préstamo de material impermeable, y que esta cantera reúne los condiciones geotécnicas.



Fig. N° 18 Cantera de Agregado para la conformación – Collana

B.- CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA COLLANA (afirmado)

- Geología : Depósitos aluviales-coluviales, mezclado de arcillas, arenas, con presencia de cantos rodados de 15cm.
- Clasificación SUCS : SC
- Malla N° 10 : 58.92
- Malla N° 40 : 40.27
- Malla N° 200 : 17.58
- Limite Líquido : 27.51 %
- Límite Plástico : 18.69%
- Índice de plasticidad : 8.82%
- Densidad de Proctor : 2.18 gr/cm³
- Humedad Proctor : 11.70
- Permeabilidad : 2.10x10⁻⁵ cm/seg
- Resistencia al Esfuerzo cortante
- Ang. De fricción :25 - 28°
- Cohesión : 0.18Kg/cm²
- Distancia : A 3.00 Km. de la zona a Sect. Collana
- Volumen : 30,000m³.
- Rendimiento : 80%
- Maquinaria : excavadora y cargador frontal.

Principales características. –

Potencia: Volumen Total = 20,000 m³

Rendimiento = 100 %

Volumen Útil = 20,000 m³

Usos: Se prevé para las obras, previa selección en cancha.

Propiedades: Según los resultados de los ensayos de laboratorio, el material de la cantera presenta las siguientes propiedades:

Tabla 15 Resultados de la Cantera CA – 04 Collana (Afirmado)

Ensayo	Cantera Collana		
	Resultados	Especificación	Observación
Granulometría	Uso	A - 1	Cumple
Limite liquido (%)	28,2	35% máx.	Cumple
Índice de Plasticidad (%)	9,0	4 - 9%	Cumple
Abrasión (%)	34,8	50% máx.	Cumple
CBR (%)	44,2	40% máx.	Cumple

FUENTE: Elaboración propia.

Evaluación: Deposito coluviales conformado por una mezcla de arena y grava ubicadas en ladera del cerro Collana.

Los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras indican que el material corresponde a un GP-GC, gravas arcillosas a gravas limosas con material granular equivalente a 100% de grava y arena, como corresponde a material de colina y de moderada plasticidad.

El agregado grueso es de forma angulosos y los agregados pétreos satisfacen los requisitos de calidad para su empleo en la conformación del afirmado, siendo una de las canteras de mayor uso en toda la zona.

Procesamiento: Se explota mediante la acumulación con cargador frontal, luego cargó a volquetes y el colocado del material en la corona de la defensa ribereña.

Explotación: La explotación es mayormente durante todo el año.

4.5. CONTROL DE CALIDAD COMPACTACIONES DEL DIQUE

Establecidas la conformación del Afirmado en la parte Superior de la Corona de las Defensas Ribereñas se usaron las dos canteras de material suelto como es de Yanaoco y Collana se realizaron criterios de compactación, generalmente con limitaciones de humedad y densidad ha sido necesario utilizar el método del cono de arena para la verificación de los resultados. En todos los proyectos pequeños y grandes, esta verificación es realizada por el método señalado de balón de densidad.

Básicamente, tanto el método del cono de arena como el método del balón de densidad utilizan los mismos principios. O sea, se obtiene el peso del suelo húmedo de una pequeña excavación de forma algo irregular (un agujero) realizado sobre la superficie compactada. El método del cono de arena representa una forma indirecta de obtener el volumen del agujero.

La arena utilizada (a menudo de Ottawa) es generalmente material que pasa el tamiz N° 10 y retenida por el tamiz N° 20; generalmente es deseable tener una arena uniforme o "de un solo tamaño" para evitar problemas de segregación (un volumen de arena fina puede pesar más que el mismo volumen de arena gruesa, y un volumen de la mezcla puede pesar aún más), de forma que en las mismas condiciones de vaciado pueda lograrse la misma estructura del suelo (de la misma densidad) y duplicación requerida.

Se ha utilizado un material de arena de densidad constante 1,35 gr/cm³. El aparato de cono de arena de plástico de una capacidad de un galón, con suficiente material para rellenar un hueco no mayor de 3800 cm³. En general, los agujeros para los ensayos ejecutados han sido entre 1787 cm³ a 1834 cm³.

COMPACTACION (ASTM D - 1557)

(NORMA MTC E - M115, 5116)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS PAVIMENTADOS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS DIQUES DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, PATASCACHI Y ALEDAÑOS DE LA PROVINCIA DE HUANCANE - REGION PUNO

SOLICITANTE : TESISTA **ING. RESPONSABLE:** Ing. LHAT

MATERIAL : CANTERA YANAOC **FECHA** :

DATOS DE LA MUESTRA

PTO MUESTREO CANTERA **Certifica** :

MUESTRA M - 1 **Lado** :

METODO DE COMPACTACION: **FECHA DE ENSAYO:**

Peso suelo + molde	gr	10560	10736	10652
Peso molde	gr	5887	5887	5887
Peso suelo humedo compactado	gr	4673	4849	4765
Volumen del molde	cm ³	2095	2095	2095
Peso volumetrico humedo	gr	2.23	2.31	2.27
Recipiente N°		10	17	D
Peso del suelo humedo + tara	gr	333.4	341.8	402.1
Peso del suelo seco + tara	gr	316.7	319.2	375
Tara	gr	73.8	67.2	124.9
Peso de agua	gr	16.7	22.6	27.1
Peso del suelo seco	gr	242.9	252	250.1
Contenido de agua	%	6.88	8.97	10.84
Peso volumetrico seco	gr/cm ³	2.087	2.124	2.052

Densidad max. gr/cm ³		2.09
Humedad optima (%)		8.9



Los diques de encauzamiento de tierra llamada **defensas ribereñas** y normalmente se presentan para cualquier tipo de fundación, desde la roca compacta, hasta suelos impermeables, existe una cierta variabilidad en el tipo de dique de arcilla, que podrá ser homogénea con sus respectivos ensayos.

ESTRUCTUR A	NOMBRE DEL ENSAYO
DEFENSA RIBEREÑA Y OBRAS DE ARTE	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-4318
	Densidad Natural ASTM D-1556.
	Peso Específico Relativo de Sólidos (ASTM D854)
CANTERAS DE AGREGADO Y RELLENO	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-4318
	Densidad Natural ASTM D-1556.
	Peso Específico Relativo de Sólidos (ASTM D854)
	Proctor modificado. ASTM D-1557.
	Análisis granulométrico por tamizado MTC E-204 para agregados

FUENTE: Elaboración Propia.

4.6. INVESTIGACION GEOTECNICA EJECUTADA DE LA ZONA.

Esta investigación Corresponden a Mecánica de Suelos orientadas a determinar las principales características geotécnicas en los sectores en donde se ubicarán las defensas ribereñas. Se acompañarán las Investigaciones Geotécnicas ejecutadas: calicatas, ubicación, profundidad, niveles freáticos, etc.

4.6.1. GEOTECNIA – CALICATAS DE PATASCACHI.

4.6.1.1. SITUACIÓN ACTUAL.

Se han identificado zonas vulnerables como boquerones, erosión de riveras donde tenía defensa ribereña rústica conformada por champas, de altura y ancho variable, mayormente deteriorado y en muchos lugares ha sufrido colapsos. A través de este

dique, se produce filtraciones cuando el agua se incrementa, en otros lugares la altura de los diques es insuficiente, para asimilar el total del caudal que pasa en épocas de avenidas, ello también se debe al incremento de sólidos en arrastre en el cauce disminuye la capacidad de conducción.

4.6.1.2. INVESTIGACIÓN EJECUTADA EN LA CIMENTACIÓN.

Dentro de las investigaciones de Mecánica de Suelos, se han excavado 07 calicatas con una profundidad de 1.50 a 2.00m. En la cuales se han correlacionado para las investigaciones Geotécnicas y poder determinar y recomendar los niveles de cimentación acordes con la naturaleza y resistencia del suelo.

Las calicatas excavadas han sido según la siguiente relación:

CAL.	UBIC. CAL.	PROF. (m)	OBSERVACIONES	SECTOR
C-1	EJE	2.00	ARENA LIMOSA	J. HUARIZAN
C-2	EJE	2.00	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDAD	TARACO
C-3	EJE	2.00	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDAD	SACASCO
C-4	EJE	2.00	LIMO INORGANICO BAJA PLASTICIDAD	PATASCACHI
C-5	EJE	2.00	LIMO ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	PATASCACHI
C-6	EJE	2.00	ARENA LIMOSA	TUMI GRANDE
C-7	EJE	2.00	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDAD	TUMI GRANDE

En donde a estas descripciones se dio por conveniente de dar las recomendaciones técnicas, que se pueda aplicar en este Margen Derecho, consiste en construcción de un NUEVO DIQUE con material de préstamo “arcilla” COMPACTADO, cuya altura se definirá por la máxima avenida, este dique en los tramos vulnerables y (Boquerones), debe ir acompañado por un enrocado en Talud Húmeda con cimentación y acomodado, el mismo que debe contener un filtro. Los tramos definidos se muestreará en el plano topográfico de Parcialidad Jasana Huarizan hasta Puente Ramis AGUAS ARRIBA.

4.6.1.3. NIVEL FREÁTICO.

El nivel del agua subterránea en la zona de la cimentación de los Diques en la margen Derecha, varía de 1.80 a 2.00 m. de profundidad en meses de estiaje y mientras en avenida sube, por lo que se debe construir la defensa ribereña en los meses de estiaje, donde no ha sido identificado en el presente estudio.

4.6.1.4. ENSAYOS REALIZADOS

- Humedad Natural
- Granulometrías
- Límite líquido
- Límite plástico
- Índice de plasticidad
- Clasificación SUCS
- Corte Directo

**RESUMEN DE ENSAYOS DE MARGEN DERECHO - SECTOR DISTRITO
TARACO HASTA PATASCACHI**

SECTOR	UBICACIÓN	GRANULOMETRIA				LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		HUEMDAD NATURAL %	TIPO DE MATERIAL
	EN	% QUE PASA				L.L.	L.P.	IP	SUCS	AASHTO		
	(Km.)	# 200	# 40	# 4	# 2	(%)	(%)	(%)				
JASANA HUARIZA	KM= 0+850 C-1 M-2	33.82	73.84	92.61	100.00	24.39	22.47	1.93	SM	A-2-4 (0)	8.66	ARENA LIMOSA
DISTRITO TARACC	KM= 2+520 C-2 M-2	61.71	87.26	100.00	100.00	33.09	21.63	11.47	CL	A-6 (6)	12.55	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDA
SACASCO	KM= 7+400 C-3 M-2	56.67	91.39	100.00	100.00	30.54	22.23	8.31	CL	A-4 (4)	9.13	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDA
PATASCACHI	KM= 10+500 C-4 M-2	52.25	80.85	100.00	100.00	27.70	22.14	5.57	ML	A-4 (3)	10.75	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDA
	KM= 15+000 C-5 M-2	59.77	86.05	98.05	100.00	27.54	21.68	5.86	ML-CL	A-4 (5)	16.54	LIMO Y ARCILLA INORG. BAJA PLASCIDA
TUMI GRANDE	KM= 18+850 C-6 M-2	47.21	81.73	97.64	100.00	26.00	21.85	4.15	SM	A-4 (2)	14.30	ARENA LIMOSA
	KM= 20+000 C-7 M-2	50.29	81.97	95.49	100.00	36.34	22.64	13.69	CL	A-6 (4)	12.88	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDA

FUENTE: Elaboración Propia

4.6.1.5. PARAMETROS GEOTECNICOS SECTOR JASANA HUARIZAN HASTA PUENTE RAMIS C-02 A 05

A.- PERFIL ESTRATIGRAFICO.- Se puede observar según las calicatas que los materiales son muy similares a continuación detallamos las calicatas

ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD D m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	Simbologia	Clasificación	Descripción	
	0.10	0.30	NO PRESENTA NIVEL FREATICO	E-1		ML	Material limo con restos de plantas típicas del lugar	
	0.20							
	0.30							
	0.40	1.70 m.		NO PRESENTA NIVEL FREATICO	E-2		A-4(4) CL	Es un material de tipo residual con 0.00% de grava, 100% material fino, consistente de limosa arcillosa de baja plasticidad, presenta coloración pardo grisáceo, profundiza uniforme hacia profundidad.
	0.50							
	0.60							
	0.70							
	0.80							
	0.90							
	1.00							
	1.10							
	1.20							
	1.30							
	1.40							
	1.50							
	1.60							
	1.70							
	1.80							
	1.90							
	2.00							

Fig. N° 19 Perfil de la calicata

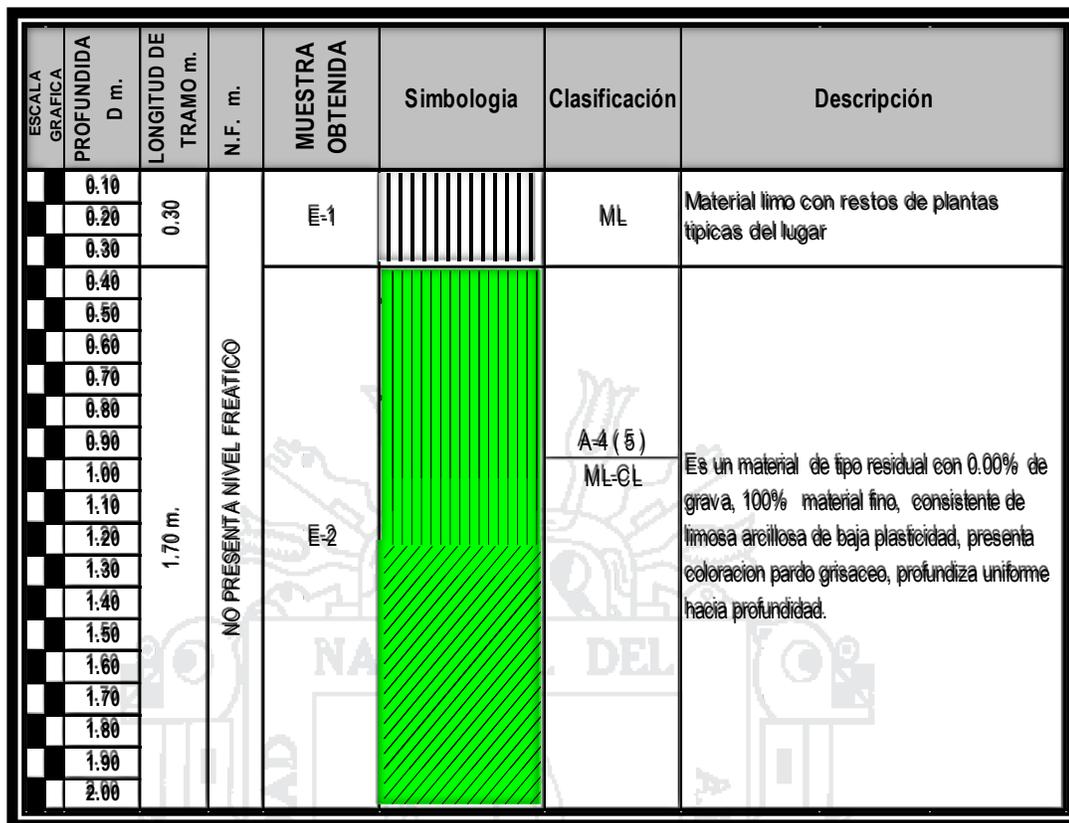


Fig. N° 20 Perfil estratigráfico de la calicata en comunidad de collana.

B.- RESULTADO DE ENSAYO.

La cimentación de las obras de los terraplenes de dique en este proyecto de investigación Margen Derecho, en vista que los suelos son homogéneos todo el trayecto con la única diferencia de suelos de tipo arena que son no cohesivo y de baja plasticidad, por lo que determinados los parámetros a tomar como sigue:

- Geología : Suelos Aluviales y residuales
- Clasificación SUCS : CL, ML – CL, ML
- Malla N° 10 : 100.0 – 98.50
- Malla N° 40 : 98.00 – 80.00
- Malla N° 200 : 62.20 – 50.20
- Limite Líquido : 36.34 – 27.00
- Limite Plástico : 22.50 – 20.00
- Índice de Plasticidad : 13.70 – 5-50
- Humedad Natural : 10.00 – 16.50

- Resistencia al Esfuerzo Cort.
- Ang. de fricción interna :18°
- Cohesión : 0.126 Kg/cm²
- Permeabilidad : 2.5 x 10⁻⁴ – 6.5 x 10⁻⁷ m/seg.
- Capacidad portante de T. Fund.: 0.40 a 0.65 kg/cm²
- Peso específico Natural : 1.60 a 1.80 g/cm³

SECTOR JASANA HUARIZAN (COLLANA) C-01.

A.- PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD D m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	Simbologia	Clasificación	Descripción
	0.10	0.30	NO PRESENTA NIVEL FREATICO	E-1		ML	Material limo con restos de plantas típicas del lugar
	0.20						
	0.30						
	0.40	1.70 m.	NO PRESENTA NIVEL FREATICO	E-2		A-24 (0) SM	Es un material de tipo residual con 0.00% de grava, 100% material fino, consistente de arena limosa de baja plasticidad, presenta coloración pardo grisáceo, profundiza uniforme hacia profundidad, con presencia de estratos de arena bien limpia.
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
	1.10						
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						

Fig. N° 21 Perfil estratigráfico de la calicata sector jasana Huarizan

B.- RESULTADO DE ENSAYO.

Las cimentaciones de las obras de los terraplenes de dique, es como sigue para suelos de tipo arena, limos sin cohesión:

- Geología : Suelos Aluviales

- Clasificación SUCS : SM, SC, ML
- Malla N° 10 : 100.00 – 90.00
- Malla N° 40 : 90.00 – 80.00
- Malla N° 200 : 50.00 – 30.50
- Limite Líquido : 26.00 – 24.00
- Limite Plástico : 20.00 – 22.00
- Índice de Plasticidad : 5.00 – 0.00, Carecen de plasticidad
- Resistencia al Esfuerzo Cort. : Ang. de fricción interna=18° a 21°
- Cohesión : 0.00 Kg/cm²
- Permeabilidad : 2.00 x 10⁻² a 5.00 x 10⁻⁷ cm/seg.
- Capacidad portante de T. Fund.: 0.50 a 0.80 kg/cm²
- Peso específico Natural : 1.60 a 1.90 g/cm³

4.6.2. GEOTECNIA – MARGEN IZQUIERDO – SECTOR COLLANA A SECTOR YANAOCO P. RAMIS.

4.6.2.1. SITUACIÓN ACTUAL

Se han identificado como zonas vulnerables como boquerones, erosión de riveras y filtraciones, donde tenía defensa ribereña rústica conformada por champas, de altura y ancho variable, mayormente deteriorado y en muchos lugares ha sufrido colapsos. A través de este dique, se produce filtraciones cuando el agua se incrementa, en otros tramos la altura de los diques es insuficiente, para asimilar el total del caudal que pasa en épocas de avenidas, ello también se debe al incremento de sólidos en arrastre en el cauce disminuye la capacidad de conducción, en algunos tramos principalmente en los meandros; el material es variable notándose claramente limos sin cohesión.

4.6.2.2. INVESTIGACIÓN EJECUTADAS EN LA CIMENTACIÓN

Dentro de las investigaciones de Mecánica de Suelos, se han excavado 06 calicatas con una profundidad de 2.00m. En la cuales se han correlacionado para las investigaciones Geotécnicas y poder determinar y recomendar los niveles de cimentación acordes con la naturaleza y resistencia del suelo, a su vez se tomó en consideración a tramos críticos o vulnerables del tramo margen izquierdo, las calicatas muestreadas son según su vulnerabilidad.

Resumen de calicatas de margen izquierdo

CAL.	UBIC. CAL.	PROF. (m)	OBSERVACIONES	SECTOR
C-1	EJE	2.00	LIMO Y ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDAD	COLLANA COLLANA
C-2	EJE	2.00	LIMO Y ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDAD	CHACAMARCA
C-3	EJE	2.00	ARENA MAL GRADADA Y ARENA LIMOSA	CHACAMARCA
C-4	EJE	2.00	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDAD	YANAOCO
C-5	EJE	2.00	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD	YANAOCO
C-6	EJE	2.00	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDAD	YANAOCO

FUENTE: Elaboración Propia.

En donde a estas descripciones se dio por conveniente para dar las recomendaciones técnicas, que se pueda aplicar en este Margen Izquierdo, consiste en construcción de un NUEVO DIQUE con material de préstamo “arcilla” COMPACTADO, cuya altura se definirá por la máxima avenida, este dique en los puntos vulnerables y (Boquerones), debe ir acompañado por un enrocado en Talud Húmeda con cimentación y acomodado, el mismo que debe contener un filtro consistente de arenas bien gradadas compactadas. Los puntos definidos se mostrarán en el plano topográfico desde inicio de tramo hasta el final del tramo del

margen derecho, como inicio de tramo Sector Collana hasta fin de tramo Patascachi, hacia aguas arriba del Puente Ramis.

4.6.2.3. NIVEL FREÁTICO.

El nivel del agua subterránea en la zona de la cimentación de los Diques en la margen Izquierdo, variará de 1.60 a 2.00m. De profundidad, en meses de estiaje y mientras en épocas de avenida sube, por lo que se debe construir la defensa ribereña en los meses de estiaje con fines de impermeabilizar mediante cimentación como uñas del Dique.

4.6.2.4. ENSAYOS REALIZADOS MARGEN IZQUIERDO.

Los ensayos realizados corresponden a:

- Humedad Natural
- Granulometrías
- Límite líquido
- Límite plástico
- Índice de plasticidad
- Clasificación SUCS
- Corte Directo

RESUMEN DE ENSAYOS MARGEN IZQUIERDO - SECTOR COLLANA, SACASCO Y CHACAMARCA

SECTOR	UBICACIÓN	GRANULOMETRIA				LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		HUEMIDAD NATURAL %	TIPO DE MATERIAL
		EN	% QUE PASA				L.L.	L.P.	IP	SUCS		
	(Km.)	# 200	# 40	# 4	# 2	(%)	(%)	(%)				
COLLANA	KM= 0+550 C-1 M-2	59.87	86.61	97.65	100.00	25.64	20.12	5.52	ML-CL	A-4 (5)	15.67	LIMO Y ARCILLA INORG. BAJA PLASCIDA
	KM= 1+100 C-2 M-2	60.92	90.60	99.37	100.00	25.53	19.87	5.66	ML-CL	A-4 (5)	10.33	LIMO Y ARCILLA INORG. BAJA PLASCIDA
	KM= 1+100 C-2 M-3	9.47	42.78	83.00	100.00	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-b (0)	13.61	ARENA MAL GRADADA, ARENA LIMOSA
CHACAMARCA	KM= 13+550 C-1 M-2	73.31	96.85	100.00	100.00	28.06	22.25	5.81	ML	A-4 (8)	18.34	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDA
	KM= 14+000 C-2 M-2	60.62	91.82	100.00	100.00	28.78	20.47	8.31	CL	A-4 (5)	20.91	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDA
	KM= 14+000 C-2 M-3	25.96	56.74	93.64	100.00	24.20	20.86	3.34	SM	A-2-4 (0)	22.63	ARENA LIMOSA
YANAOCO	KM= 19+000 C-3 M-2	92.48	99.23	100.00	100.00	37.50	25.02	12.49	ML	A-6 (9)	22.07	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDA
	KM= 20+000 C-4 M-2	86.40	95.01	100.00	100.00	32.67	21.09	11.57	CL	A-6 (9)	26.65	ARCILLA INORGANICA BAJA PLASTICIDA

FUENTE: Elaboración Propia.

4.6.2.5. PARAMETROS GEOTECNICO SECTOR COLLANA C-01, 02

A.- PERFIL ESTRATIGRAFICO.- Compone dos estratos.

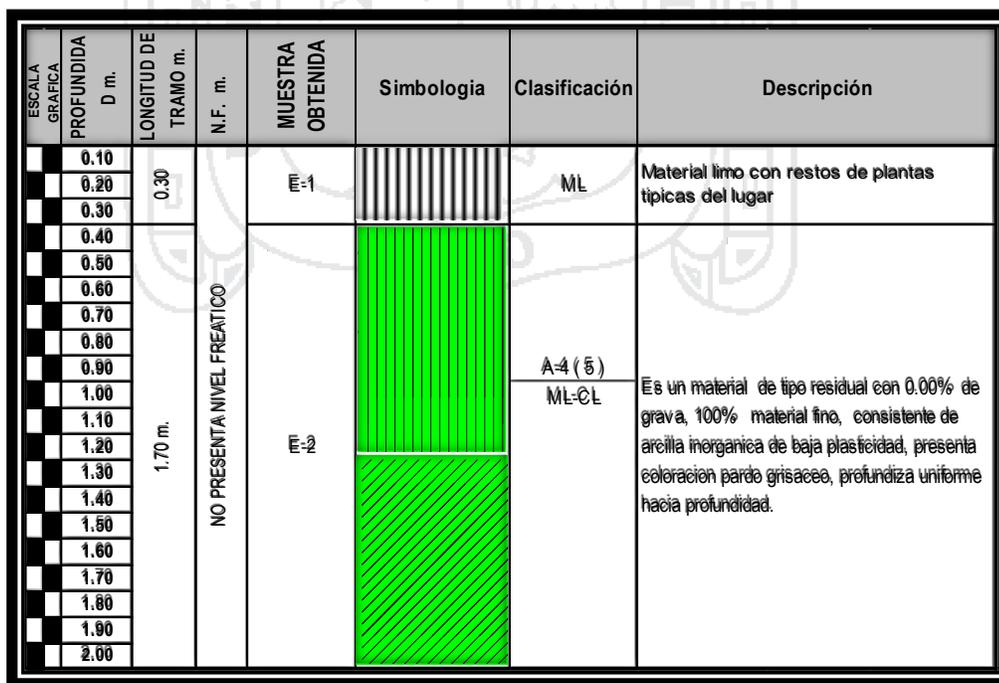


Fig. N° 22 Perfil estratigráfico de la calicata en comunidad de collana.

ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD D m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	Simbologia	Clasificación	Descripción				
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 1.00 1.10 1.20	0.30	NO PRESENTA NIVEL FREATICO		E-1		ML	Material limo con restos de plantas típicas del lugar				
				E-2		A-4 (5)	Es un material transportado de tipo residual consistente en inorganicas con baja plasticidad de color pardo grisaceo.				
						CL					
				1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00	0.80 m.	NO PRESENTA NIVEL FREATICO		E-3		A-1-b (0)	Es un material transportado de tipo residual consistente en arena limosa y arcilla de con baja plasticidad de color pardo grisaceo, continua material limo arcilloso hacia profundidad
										SP-SM	

B.- RESULTADO DE ENSAYO DE MARGEN IZQUIERDO.

La cimentación de las obras de los terraplenes de dique, es como sigue a excepción del tercer estrato que son conformado de arenas sin cohesión que se encuentran a partir de los 1.20 a 1.50 donde no será afectado para la cimentación para estos casos la solución será el enrocado de talud húmeda.

- Geología : Suelos Aluviales y residuales
- Clasificación SUCS : ML - CL
- Malla N° 10 : 100.00 – 95.00
- Malla N° 40 : 90.00 – 80.20
- Malla N° 200 : 50.50 – 60.00
- Limite Líquido : 30.60 – 25.00
- Limite Plástico : 20.00 – 25.00
- Índice de Plasticidad : 6.00 – 2.00 y carecen plasticidad.
- Humedad Natural : 15.00 – 10.00
- Resistencia al Esfuerzo Cort.

- Ang. de fricción interna : 22.5°
- Cohesión : 0.10 Kg/cm²
- Permeabilidad : 2.5 x 10⁻⁶m/seg.
- Capacidad portante de T. Fund.: 0.50 a 0.75 kg/cm²
- Peso específico Natural : 1.60 a 1.85 gr/cm³

COMUNIDAD DE CHACAMARCA C-01, C-02, C-03

A.- PERFIL ESTRATIGRAFICO

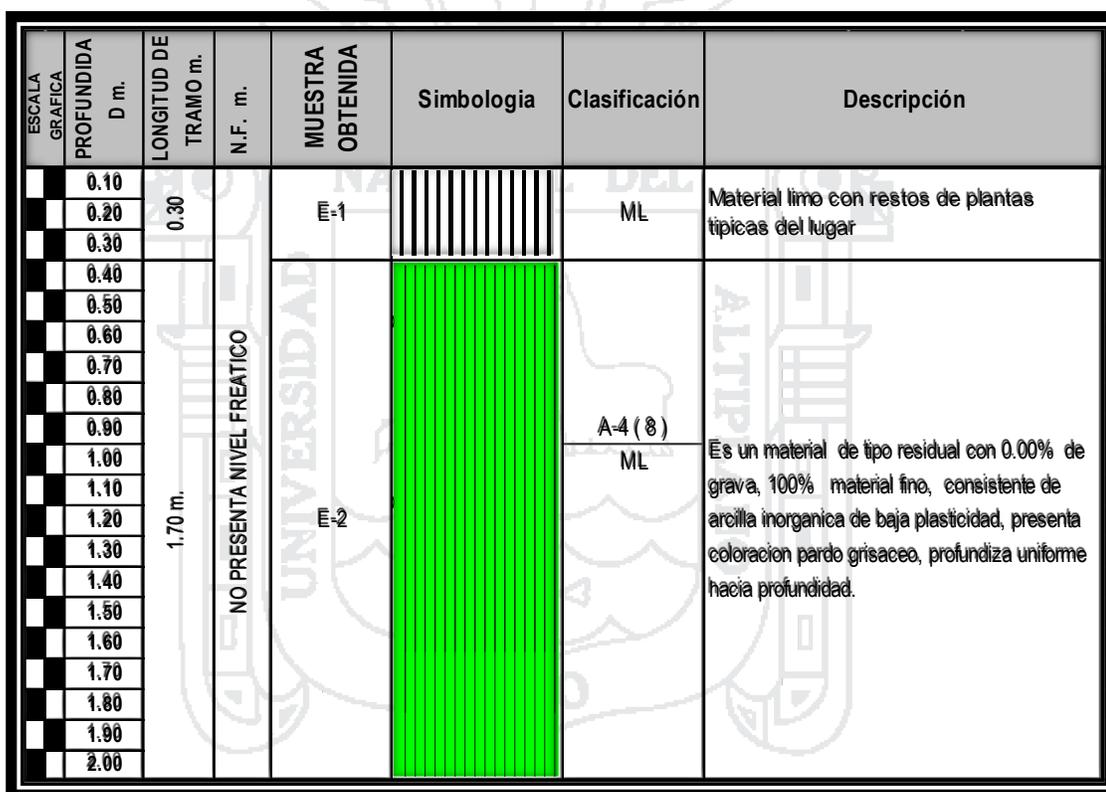


Fig. N° 23 Perfil estratigráfico de la calicata en comunidad de Collana.

B.- RESULTADO DE ENSAYO.

Las cimentaciones de las obras de los terraplenes de dique, es como sigue:

- Geología : Suelos Aluviales
- Clasificación SUCS : ML - CL

- Malla N° 10 : 0.00
- Malla N° 40 : 95.50 – 90.00
- Malla N° 200 : 80.00 – 60.50
- Limite Líquido : 30.50 – 20.50
- Limite Plástico : 25.00 – 20.00
- Índice de Plasticidad : 6.60 – 15.00
- Resistencia al Esfuerzo Cort.
- Ang. de fricción interna : 18° a 20°
- Cohesión : 0.15 Kg/cm²
- Permeabilidad : 1.5×10^{-6} cm/seg.
- Capacidad portante de T. Fund.: 0.40 a 0.70 kg/cm²
- Peso específico Natural : 1.50 a 1.80 g/cm³.

C.- RESULTADO DE COMUNIDAD DE COLLANA C-01, C-02

La cimentación de las obras de los terraplenes de dique, es como sigue:

- Geología : Suelos Aluviales y residuales
- Clasificación SUCS : ML - CL
- Malla N° 10 : 0.00
- Malla N° 40 : 89.23 – 92.25
- Malla N° 200 : 65.74 – 68.00
- Limite Líquido : 17.77 – 17.39
- Limite Plástico : 12.51 – 13.59
- Índice de Plasticidad : 3.80 – 5.27
- Humedad Natural : 15.30 – 18.30
- Resistencia al Esfuerzo Cort.
- Ang. de fricción interna : 18° a 21°
- Cohesión : 0.13 Kg./cm²
- Permeabilidad : 3.5×10^{-7} m/seg.
- Capacidad portante de T. Fund.: 0.50 a 0.85 kg/cm²
- Peso específico Natural : 1.75 a 2.05 g/cm³



Fig. N° 24 Ilustración Vista de calicata realizada en Sector Collana

4.7. EVALUACIÓN GEOTECNICA DE LA CIMENTACIÓN

Según los resultados de la Investigaciones de campo y los resultados del Laboratorio de Mecánica de Suelos, la cimentación de las obras del dique será compuesta por rellenos compactados y enrocados en el talud, estarán emplazadas sobre suelos clasificados como ML y CL, limos y arcillas inorgánicas de ligera plasticidad a baja plasticidad, principalmente a lo largo de ambos márgenes como Izquierdo y Derecho, con distribución uniforme solo varia de los que son impermeables no teniéndose problemas por filtraciones, por lo que el dentellón no se necesita muy profundo. Respecto a la capacidad de carga de 0.60 Kg/cm^2 Para el tipo de estructura que se ejecutará, no habrá problemas de cimentación.

Para el dentellón se excavo una profundidad de 1.50m. Para el Sector Jasana Huarizan, Taraco, Patascachi Margen Derecho con enrocado en tramos vulnerables y para Sector Collana, que pertenecen a Margen Izquierdo con 1.50m y tener cuidado de nivel freático, en los meses de Avenida del Rio.

Respecto a la profundidad de la uña del enrocado, esta al tratarse de suelos limo - arcilloso, deberá estar concordante con la profundidad de erosión del río, sin embargo de acuerdo al tipo de suelo, este se recomienda que sea una profundidad mínima de 1.50m.con enrocado en talud de agua húmeda.

4.8. ASPECTOS GEOTÉCNICOS DE LOS DIQUES A CONSTRUIR

Los diques a construir, deberán ser rellenados y compactados con material de préstamo, que para el caso se recomienda usar el área de préstamo canteras recomendadas y si hay cambio de cantera se deberá realizar sus análisis correspondientes. La compactación debe ser como mínimo de 95% del Proctor, previamente se deberá efectuar un nivelado de la sub-rasante, compactación y colocación del relleno compactado en espesores de 0.30cm. Cada capa de relleno.

Los dentellones a construir, deberán ser rellenados y compactados con material de préstamo, se recomienda usar el área de préstamo cantera recomendadas y si hay cambio se cantera se deberá realizar sus análisis correspondientes. La compactación debe ser como mínimo de 95% del Proctor, previamente se deberá efectuar un nivelado y cada capa en 0.30 cm de espesor, los materiales deberá ser impermeables.

Las características de los materiales a usarse como préstamo para relleno ya sea para dentellones o diques se indican a continuación con todas las características de tal forma para su uso en cada sector, en vista que los accesos a los canteras es bastante el recorrido, para lo cual se adjuntara un plano de ubicación con sus respectivas distancia en donde se recomienda la explotación de cantera cohesivos (arcillas) para la mezcla en los meses de agosto a noviembre ya que en los meses de lluvia las canteras de arcillas normalmente se depositan agua. Se considera las mismas canteras del estudio de nivel pre factibilidad para no variar el costo de explotación de canteras y el acceso es dificultoso para cada sector.

4.9. MATERIALES DE CONSTRUCCION (CANTERAS).

4.9.1. INVESTIGACIÓN DE CANTERA PARA AREAS DE PRESTAMO

Siendo las canteras, la fuente de aprovisionamiento de suelo y rocas necesarias para la construcción y/o mejoramiento de la defensa ribereña, se procedió a efectuar el reconocimiento de los depósitos existentes para ver la calidad de las canteras, conocer si cumplirá con las condiciones de las especificaciones del material que se busca, asimismo se deberá conocer el suficiente volumen y rendimiento del mismo, el estado de los accesos y su situación legal.

Se han realizado las investigaciones de campo y laboratorio, lo suficientemente conveniente como para determinar las características de los materiales de préstamos y canteras desde el punto de vista de su utilización en la construcción de las subestructuras, de las defensas ribereñas de acceso y obras complementarias. La investigación geológica ha tratado el problema fundamental previo, consistente en la valorización de las disponibilidades de cada uno de estos materiales.

Las características de los materiales de préstamos y canteras, se han determinado con la ejecución de los ensayos clásicos de identificación de los materiales, con las muestras representativas, que definan sus propiedades físicas y mecánicas donde en algunas canteras no cumplen por tal razón se ha realizado Diseño de 2 canteras para su uso. En las zonas de canteras se evaluaron las calidades de la roca mediante la aplicación de Tablas de Clasificación Geo mecánica, complementadas con los ensayos estándar de mecánica de rocas; se estimó el volumen del desencape y los grados de meteorización y fracturamiento de los afloramientos rocosos.

Las áreas se localizan a lo largo de vías existente y/o adyacentes a ella, lo que facilita las fases de: Explotación, carguío y transporte; los que disminuyen los costos de explotación y por consiguiente el de las obras. En un plano general se muestra la posición en planta de estos medios de explotación y los datos sobre sus ubicaciones e identificaciones. La correlación, evaluación y análisis geotécnico de

la información técnica existente con la obtenida en la presente fase de investigaciones complementarias han permitido caracterizar las principales propiedades ingenieriles de cada área. Las características de los materiales y según su utilización, serán calificados de acuerdo a las Normas ASTM y del Manual del U.S Department of the Interior del Bureau of Reclamation.

Se han explorado áreas de préstamo, lastrado de vías de acceso y rellenos de filtros, tratando de que sea lo más cercano posible y que por sus características geotécnicas sean de buena calidad y exista el suficiente volumen para ser usado en la obra.

La más recomendable son los materiales de préstamo de Antatakana y Mecla grava Muñani huecco y arcilla Llasñupampa, como material impermeable (arcilla) y para enrocado la Cantera de Roca Jasana Chico, para lo cual se propone las canteras como sigue:

4.9.1.1. CANTERA IMPERMEABLE ANTATAKANA

A.- UBICACIÓN Y ACCESO.-

Esta cantera se encuentra en margen Izquierdo del Proyecto. Su acceso se debe Realizar mediante Carretera asfaltada Huancané Dv. Chupa con 9.00Km hasta puente Ramis, se encuentra en la ladera muy suave conformado de material impermeable de suelos residuales y deluviales, constituidos por suelos arcillosos con arenas y cantos rodados. La distancia total es de 12 Km. hasta la zona de estudio Comunidad Copisco que corresponde a la margen Izquierda del Río Ramis.



Fig. N° 25 Vista Cantera Antatakana

B.- CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA

- Geología : Depósitos residuales aluviales-coluviales, mezclado con arcillas, con presencia de cantos rodados de 15cm.
- Clasificación SUCS : GP - GM
- Malla N° 4 : 97.17%
- Malla N° 10 : 94.63%
- Malla N° 40 : 89.52%
- Malla N° 200 : 48.28%
- Limite Líquido : 30.5
- Límite Plástico : 18.6
- Índice de plasticidad : 11.9
- Densidad de Proctor : 2.12 gr/cm³
- Humedad Proctor : 8.00
- Permeabilidad : 2.14x10⁻⁶ m/seg
- Resistencia al Esfuerzo cortante
- Ang. De fricción : 20° a 24°
- Cohesión : 0.13Kg/cm²
- Volumen : 50,000m³.
- Rendimiento : 90%
- Maquinaria : Solo excavadora.

4.9.1.2. CANTERA DE MATERIAL IMPERMEABLE CANSAMPUNCO PATASCACHI.

La cantera de préstamo de material impermeable es de Espinar Miyi y Cansampunco (Puquis) se utilizara en construcciones de Defensas Ribereñas, donde ha sido utilizado anteriormente en la construcción del Dique o defensa Ribereña para sector Sacasco y Patascachi y Tuni grande MD por sus características de impermeabilidad.

A.- UBICACIÓN Y ACCESO.

Se emplaza a la Derecha de Rio Ramis Sector Puquis entre Sacasco y Patascachi El acceso se realiza partiendo de Puquis en dirección hacia Rio Ramis en colindancia entre Sacasco y Patascachi, con una distancia de 2.50 Km. existe un desvío mediante Trocha carrozable, por donde existe una trocha y falta apertura de 1Km hacia el Rio Ramis, que constituye por grava limo arcillosa en forma de Mezcla. La distancia a la zona de estudio del proyecto es de 2.50 Km. Desde cantera Cansampunco hasta Km: 11+000 sector Sacasco y Patascachi que es colindancia MD, que constituye la zona más Adecuada acceso a la margen Derecho como la cantera de préstamo de material impermeable, y que esta cantera reúne los condiciones geotécnicas.

B.- CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA

- Geología : Depósitos aluviales-columiales, mezclado de arcillas, A residuales en mezcla de dos canteras.
- Clasificación SUCS : GC
- Malla N° 10 : 59.72
- Malla N° 40 : 49.88
- Malla N° 200 : 31.72
- Limite Líquido : 33.9 %

- Límite Plástico : 22.8%
- Índice de plasticidad : 11.1%
- Densidad de Proctor : 2.04 gr/cm³
- Humedad Proctor : 9.15
- Permeabilidad : 3.10x10⁻⁶ cm/seg

Resistencia al Esfuerzo cortante

- Ang. De fricción : 22 - 26°
- Cohesión: 0.225Kg/cm²

Uso : Cuerpo de los Defensa Ribereña
proyectado MD para Sector Sacasco, Patascachi y Tuni

- Distancia : A 2.50 Km. de la zona a 11+000 MD.
- Volumen : 30,000m³.
- Rendimiento : 90% en Mezcla
- Maquinaria : Solo excavadora.

4.9.2. INVESTIGACIÓN DE CANTERA DE ROCA PARA ENROCADOS

Se han explorado áreas que pueden servir para los enrocados, sean estos para enrocados pesados, uña, talud húmedo del río, tratando en lo posible que sean de 2x1.5x0.8 y sus características geotécnicas han reunido de buena calidad y de suficiente cantidad para ser usado en las obras del proyecto.

Por la magnitud, accesibilidad y necesidades de volúmenes requeridos de rocas para las obras, se ha priorizado zona de investigación de estos materiales, cuya definición es como sigue.

4.9.2.1. CANTERA DE ROCAS PARA ENROCADOS PESADOS.

Con relación a de tipo de roca, mencionaré que en los trabajos desarrollados se ha ubicado una zona que servirá como fuente de aprovechamiento de rocas para las obra como enrocados pesados. Las canteras estudiadas en rocas son:

CANTERA	CODIGO	UBICACIÓN
1	CR-1	Ninakarka, antes de llegar a Prov. De Huancané
2	CR-2	Sector Jasana Chico
3	CR-3	Cerro Ccacca en sector de Puente Tupin

Sus principales son: litológicas, ubicación, acceso, etc. Sus ensayos principales están adjuntados al final de la descripción de canteras.

4.9.2.2. CANTERA DE ROCA NINAKARKA CR-1

- UBICACIÓN : Se ubica en la zona de Ninakarka, se ingresa a la izquierda del Dv. de la carretera asfaltada Juliaca-Huancané, con 12.00 Km a Puente MI Rio Ramis
- TIPO DE ROCA : Sedimentaria
- LITOLOGÍA : Areniscas compactas y duras “CUARCITA”
- EDAD : Cretáceo (formación Huancané)
- FORMA : En bancos de hasta 3m. Mayormente se recupera tamaños de 1.40 a 1.00m a más.
- EXPLOTACIÓN : Voladura
- VOLUMEN : Referencial 25,000 m³
- RENDIMIENTO : 70%
- ACCESO : Se tiene un acceso mediante una trocha del cantera Huancané
- ABRASION : Buena Resistencia (ver certificado Abrasión).
- PESO ESPECIFICO : 2.60



Fig. N° 26 Vista de Formación Huancané - la cantera de roca Ninakarka

4.9.2.3. CANTERA CR-2 - SECTOR JASANA CHICO

- UBICACIÓN : Se ubica en la Sector Jasana Chico a Margen Izquierdo del Proyecto Defensa Ribereña Rio Ramis
- TIPO DE ROCA : Intrusivo
- LITOLOGÍA : compactas y duras "Andesitas"
- EDAD : Cretáceo (Formación Barroso)
- FORMA : En bancos de hasta 1m. Mayormente se Recupera tamaños de 1.50 a 1.50m a más.
- EXPLOTACIÓN : Voladura
- VOLUMEN : Referencial 90,000 m³
- RENDIMIENTO : 60%
- ACCESO : Se tiene un acceso por Sector Chacamarca.
- ABRASION : Regular a Buena resistencia (ver certificado)
- PESO ESPECIFICO : 2.70



Fig. N° 27 Vista Afloramiento de roca Andesita para enrocado.

Vista de Cantera Roca de Formación Barroso conformado de rocas Andesitas, donde esta roca es Buena para estos tipos de obras.

4.9.2.4. CANTERA CR-3 - CERRO CCACCA

- **UBICACIÓN** : Se ubica en la Sector Collana a Margen Izquierdo del Proyecto Defensa Ribereña Rio Ramis
- **TIPO DE ROCA** : Sedimentaria
- **LITOLOGÍA** : compactas y duras “CALIZA Y DOLOTITAS”
- **EDAD** : Cretáceo (Formación Ayavacas)
- **FORMA** : En bancos de hasta 1m. Mayormente se Recupera tamaños de 1.50 a 1.50m a más.
- **EXPLORACIÓN** : Voladura
- **VOLUMEN** : Referencial 12,000 m³
- **RENDIMIENTO** : 60%
- **ACCESO** : Se tiene un acceso por Sector Chacamarca.
- **ABRASION** : Regular a Buena resistencia (ver certificado)
- **PESO ESPECIFICO** : 2.60



Fig. N° 28 Vista Afloramiento de roca Caliza para enrocado en tramos secos

Vista de Cantera Roca de Formación Ayavacas conformado de rocas Carbonatadas CALIZA donde esta roca es Buena en Zonas Secas, mas no en contacto con agua ya que se disuelve y tiene reacciones químicas con el contacto directo en agua.

4.9.3. COBERTURA VEGETAL PARA DIQUES

Para los Diques con protección de Cobertura Vegetal consiste en la extracción, transporte de la cobertura vegetal "Champas".

4.9.3.1. EXTRACCIÓN DE COBERTURA VEGETAL

Las coberturas vegetales se ubican en terrenos húmedas y bofedales, de donde son extraídos en estado húmedo, éstas se encuentran enraizadas por vegetación tipo pastos Kemillo o Totorilla corta, su extracción se realiza manualmente roturando la parte superficial del suelo para finalmente realizar la extracción propiamente dicha, la forma de la cobertura vegetal es geométricamente regular paralelepípedo de dimensiones de 0.30 x 0.30 x 0.15 m.

4.9.3.2. TRANSPORTE DE COBERTURA VEGETAL

Estas protecciones de cobertura vegetal serán transportadas a volquetes, donde la carga y descarga se realiza manualmente, es necesario indicar la fragilidad de éstas por lo que es necesario ejecutar el trabajo delicado, evitando su deterioro y pérdida porque se necesitaba en gran cantidad para cubrir todo el talud húmedo y seco del dique.

Las canteras consideradas para la cobertura son:

4.9.4. CANTERA PARA TRAMO EN MANTENIMIENTO Y APERTURA.

Para caso de mantenimiento de vías de acceso, como vía carrozables, y apertura de accesos se utilizara la cantera. Utilizar el material de Coallo 2 de 75% con material cohesivo Coallo 1 con 25%, se podra utilizar individaul cantera de Coallo 2, realizando una adecuada explotación y uso el material deberá cumplir estrictamente las especificaciones técnicas de MTC-Carreteras de bajo volumen de transito TIPO 1.



Fig. N° 29 Vista Cantera Coallo 2 para Apertura y Mantenimiento de accesos

Material afirmado le corresponderá una granulometría

2"(50.000)	100	100
1"(25.000)	50	80
N°4(4.750)	20	50
N°200(0.074)	4	12

Además deberá satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste los Ángeles : 50% Max. (MTC E 207)
- Limite Liquido : 35% Max. (MTC E 110)
- CBR : 40% Min. (MTC E 132)

La capa que se debe considerar en Vías carrozables ya sea para mantenimiento y apertura con espesor de 20cm como mínimo para perfilar y compactado adecuadamente. La Granulometría de la cantera Coallo presenta GP-GM, solo necesita un porcentaje de material cohesivo como se aprecia. Así como se muestra en el ANEXO N° 25.

4.10. RESULTADO DE FILTRACION DE AGUA. – PROGRAMA SLIDE

En este resultado se muestra la filtración de Agua del Dique que se ha construido en la Comunidad de Patascachi, Para obtener esta imagen se han utilizados los siguientes requerimientos de SLIDE y para hacer correr el programa se ha utilizado SUELO 1, 2 y 3.

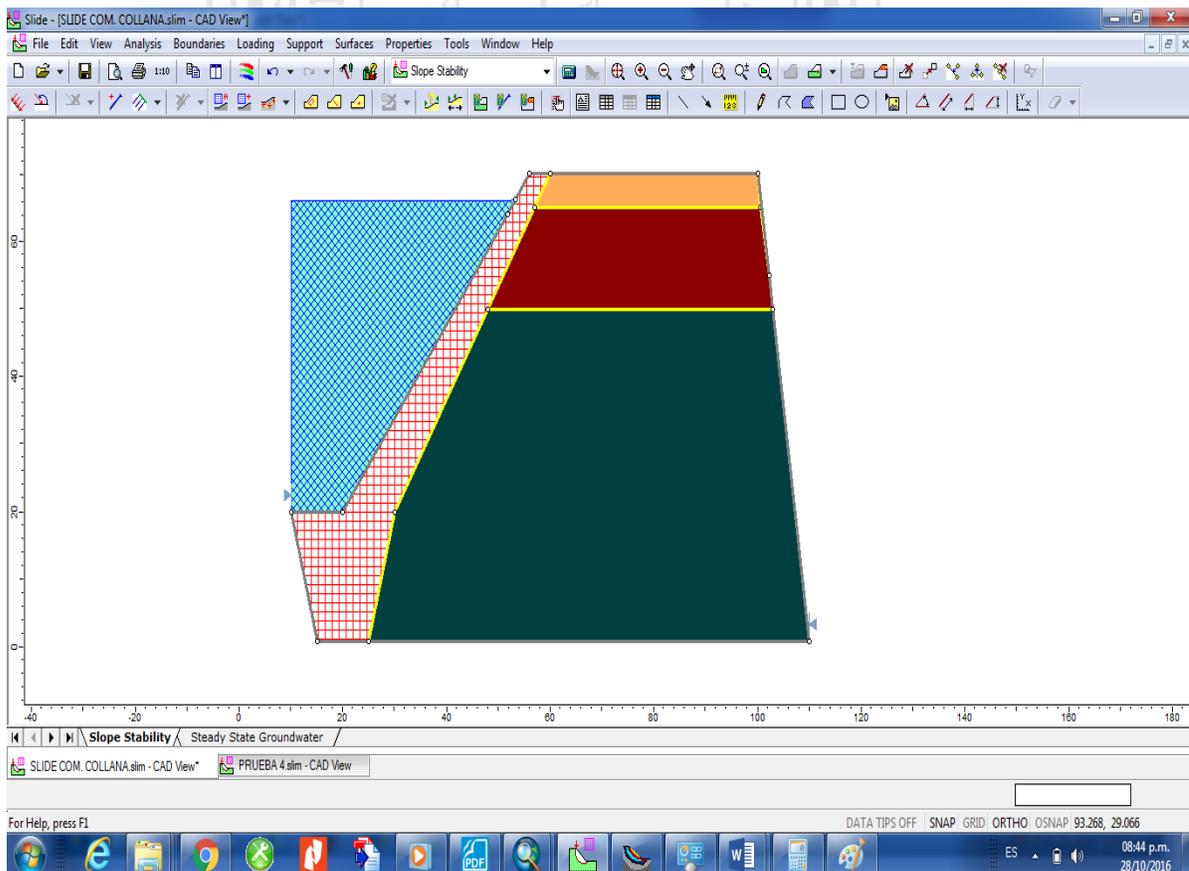
4.10.1. SUELO 1.- Este suelo pertenece a la calicata de la comunidad de Patascachi se hizo con una profundidad de 2m las especificaciones están en el ítem 4.7.2.5 en la sección de calicatas, los datos que se ingresaron son los siguientes:

- Ang. de fricción interna : 18° a 20°
- Cohesión : 0.15 Kg/cm²
- Permeabilidad : 1.5 x 10⁻⁶ cm/seg.
- Peso específico Natural : 1.50 a 1.80 g/cm³

4.10.2. SUELO 2.- Este suelo pertenece a la comunidad de Yanaoco se hizo diferentes Ensayos de Materiales para Carreteras del (MTC, EM-2000), que son los siguientes: Análisis Granulométrico (granulometría por tamizado), Límites de Consistencia (Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad), Clasificación SUCS, Proctor Modificado, Abrasión los Ángeles, Gravedad específica de roca y Densidad In Situ.

- Densidad de Proctor : 1.94 gr/cm³
- Humedad Proctor : 11.40
- Permeabilidad : 2.10x10⁻⁸ cm/seg
- Resistencia al Esfuerzo cortante : Ang. De fricción = 20 - 25°
- Cohesión : 0.20Kg/cm²

4.10.3. PERFIL DE DIQUE, ENROCADO Y RIO RAMIS - SLIDE



FUENTE: Elaboración Propia.

4.10.4. SUELO 3.- Este suelo pertenece a la comunidad de Collana se hizo diferentes Ensayos como lo especifica en el suelo 2.

- Densidad de Proctor : 2.18 gr/cm³
- Permeabilidad : 2.10x10⁻⁵ cm/seg
- Ang. De fricción = 25 - 28°
- Cohesión = 0.18Kg/cm²

Este programa nos ayuda salir de dudas de dos puntos muy importantes como son:

1. Factor de seguridad de un talud
2. Filtración de agua en un dique

Ha Continuación nos muestra la imagen los resultados obtenidos de los tres suelos como se muestra en la imagen y los cuales han sido obtenidos por el laboratorio L&R EIRL. Así como se muestra todos los resultados en los ANEXOS.

4.10.5. PASOS PARA EL PROGRAMA SLIDE - SLOPE

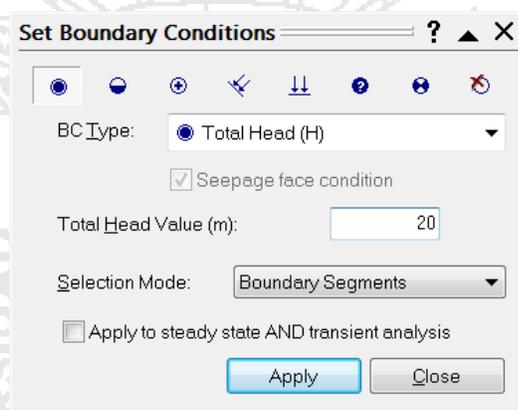
1. Tener datos completos para insertar en programa SLIDE y ver en que escala se va trabajar.
2. Insertaremos los datos de talud.
3. Ir a la pestaña y dar click en project settings
4. **Agua Subterránea (“Groundwater”)**
5. Ahora, es momento de configurar el modelo del elemento finito para calcular el comportamiento del agua subterránea. Primero, configuraremos el estado inicial que existe antes del descenso del nivel; por lo tanto, seleccione el tabulador
6. **Estado Estacionario de Agua Subterránea (“Steady State Groundwater”)** en la parte inferior de la pantalla.
7. **Generar Malla (“Mesh”):** 

Antes que podamos configurar las condiciones del límite, necesitamos crear una malla de elemento finito al seleccionar **Malla → Discretice y Genere Malla.**

8. Condiciones del Límite (“Boundary Conditions”):



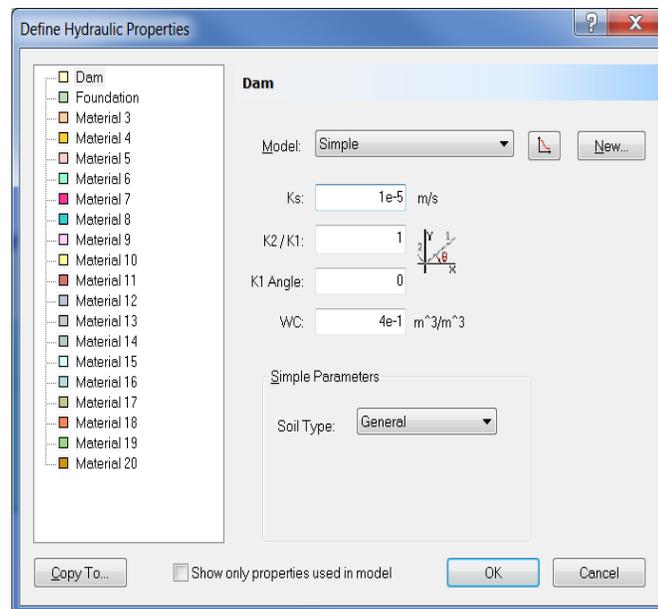
Configuraremos las condiciones del límite para simular el agua estancada en el lado derecho. Seleccione **Malla** → **Configure Condiciones de Límite** (“Mesh → **Set Boundary Conditions**”) Para el tipo BC, elija la Altura Manométrica Total (“Total Head”) y configure el valor de la Altura Manométrica Total (“Total Head”) a 20 m. No coloque check en el recuadro de “Aplicar al estado estacionario Y análisis transitorio” (‘Apply to steady state AND transient analysis’)



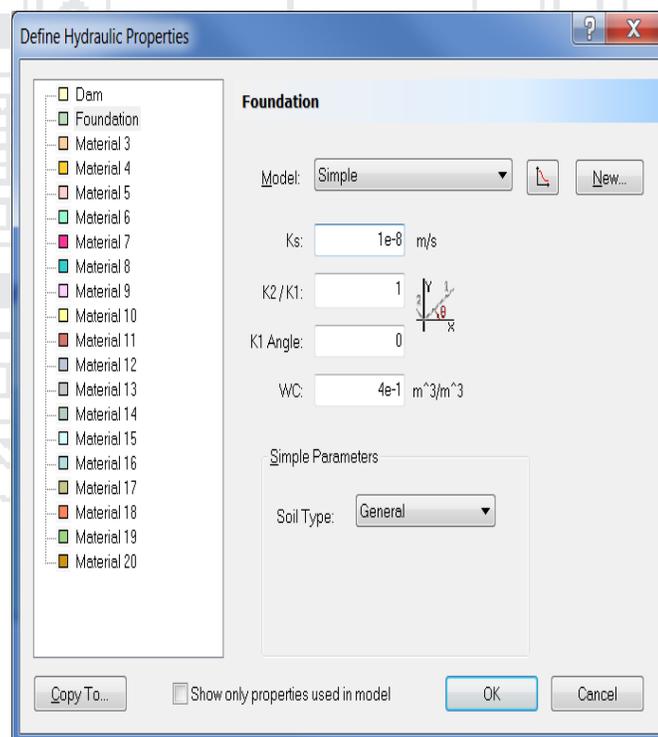
9. Propiedades del Material (Agua Subterránea) (“Material Properties (Groundwater)”):



Haga clic en el enlace para el material de la Presa (“Dam”). Para el Modelo (“Model”), elija Simple (“Simple”). Esta es una función integrada que relaciona a la permeabilidad y el contenido del agua con la succión matricial. Para visualizar las relaciones, haga clic en el ícono gráfico de la derecha. Configure la permeabilidad K_s para que sea $1e-5$ m/s. Deje el contenido del agua W_C , como el valor de defecto de 0,4. tana de diálogo debe aparecer como sigue.



Haga clic en el enlace para el material Cimentación (“Foundation”). Configure Ks a 1e-8 m/s.



Haga clic en OK para cerrar la ventana de diálogo.

10. Computar



Guarde el modelo, utilizando la opción **Guardar Como** (“**Save As**”) en el menú **Archivo** (“**File**”). Ahora, usted puede elegir



Computar (“**Compute**”) (agua subterránea) desde el menú Análisis (“**Analysis**”) para llevar a cabo el análisis de agua



subterránea. Sin embargo, en este tutorial, deseamos que se computen ambos resultados, tanto el de agua subterránea,

como el de estabilidad del talud. Por lo tanto, seleccione el tabulador en la parte inferior **Estabilidad del Talud** (“**Slope Stability**”).

Ahore, seleccione **Análisis** → **Computar** (“**Analysis** → **Compute**”). Esto computará ambos resultados

de agua subterránea y estabilidad del talud. Podría tomar unos minutos realizar el cálculo. Cuándo haya finalizado, elija

Interpretar (“**Interpret**”) (agua subterránea) desde el menú **Análisis** (“**Analysis**”) para visualizar los resultados.

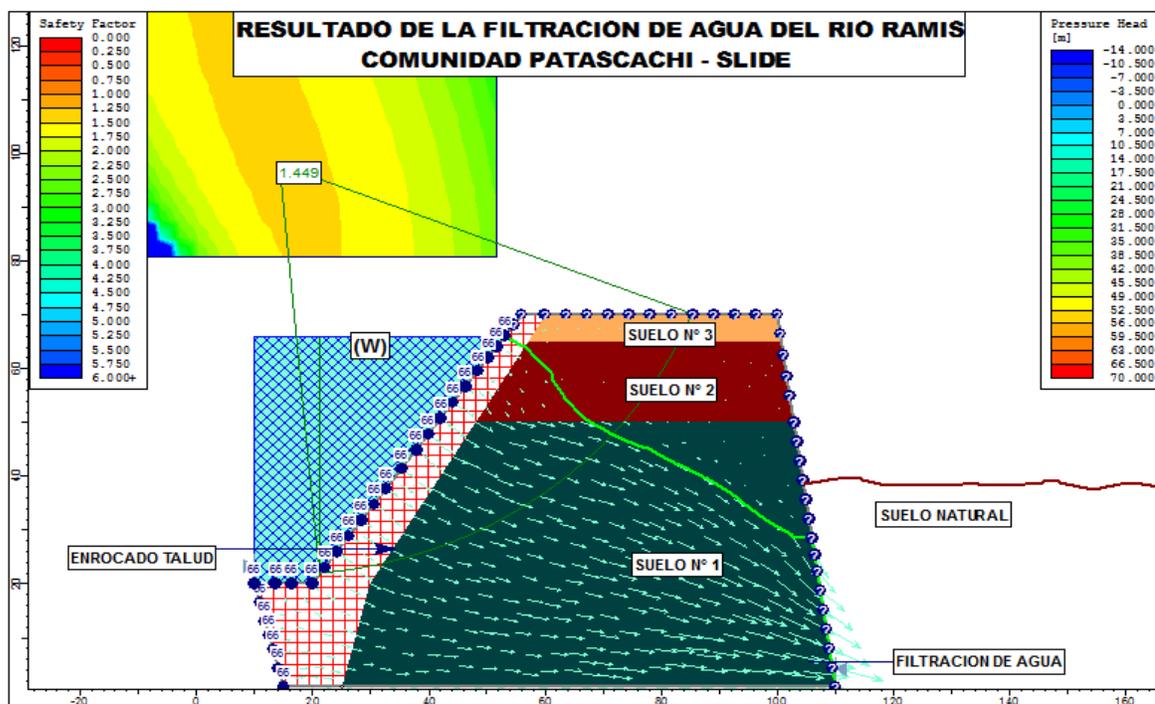
11. Interpretar (Interpret)



Ahora, usted verá la presión de cabeza para el estado inicial.

Asimismo, para mostrar el factor de seguridad, haga clic en el botón **Estabilidad del Talud y Agua Subterránea** (“**Slope Stability and Groundwater**”) de la barra de herramientas.

12. Resultados de la filtración y factor de seguridad de agua del rio Ramís comunidad Patascachi.



FUENTE: Elaboración Propia.

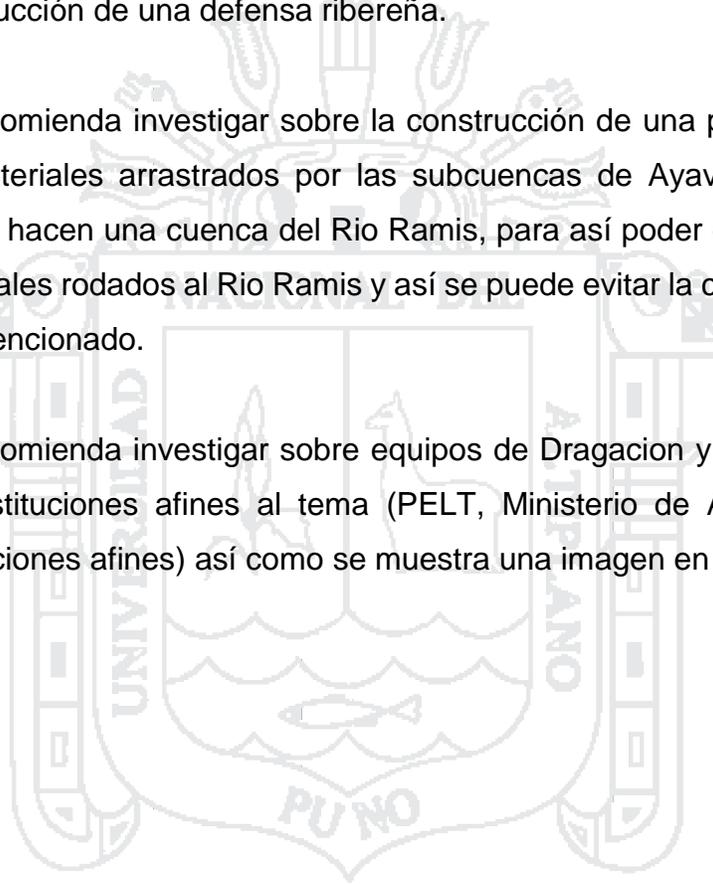
En la imagen se muestra el resultado final de la programa Slide, lo principal, la línea **Verde** indica el nivel de filtración del Rio Ramis a una altura máxima del Rio (Febrero y Marzo) como se muestra en la imagen, así mismo el factor de Seguridad del Talud lo cual es 1.449 ello indica que esta en el rango permisible todo esto se concluye con los datos antes mencionado.

CONCLUSIONES

1. Se concluye la Evaluando el terreno de fundación de los diques y Geomateriales, Según los resultados de la Investigaciones de campo y los resultados del Laboratorio de Mecánica de Suelos, se han realizado los siguientes: Análisis Granulométrico (granulometría por tamizado), Límites de Consistencia (Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad), Clasificación SUCS, Proctor Modificado, Abrasión los Ángeles, Gravedad específica de roca y Densidad In Situ, Densidad de Proctor, Humedad Proctor, Permeabilidad, Resistencia al Esfuerzo cortante y Angulo de fricción. El dique está compuesta por materiales de prestamo de la Cantera Yanaoco y la Cantera de Collana (afirmado) los cuales han sido transportados desde su punto de origen hasta la zona de proyecto, posterior a estos los rellenos han sido compactados en el Dique y para enrocados en el talud se han utilizado dos canteras de Roca (Taurauta y Yanaoco). Para luego ser enrocado en el talud húmeda
2. De acuerdo a los estudios realizados podemos concluir que la calidad de los materiales de Roca y Afirmado son de buena calidad (Areniscas cuarcíticas y limo arcillosas) respectivamente, las características de las canteras vienen garantizados por los ensayos de laboratorio practicados.

RECOMENDACIONES

1. Para que no ocurra el desborde del Rio Ramis, se recomienda investigar sobre la des colmatación de toda la cuenca para así poder evitar el desborde del Rio, porque si esta investigación no se realiza, por más que se construyan más defensas ribereñas seguirá desbordando, con esto no se descarta la construcción de una defensa ribereña.
2. Se recomienda investigar sobre la construcción de una planta de selección de materiales arrastrados por las subcuencas de Ayaviri y Azángaro los cuales hacen una cuenca del Rio Ramis, para así poder evitar el ingreso de materiales rodados al Rio Ramis y así se puede evitar la colmatación de este Rio mencionado.
3. Se recomienda investigar sobre equipos de Dragacion y des colmatación a las instituciones afines al tema (PELT, Ministerio de Agricultura y a las instituciones afines) así como se muestra una imagen en el anexo N°26.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BARBOZA CABRERA, SEGUNDO (1997) Informe de Ingeniería “Defensa Ribereña y Encauzamiento del rio Chaman-Sector Huacablanca”. Carretera Panamericana Tramo II.
2. BOLETIN N° 30 SERIE C – INGEMMET Estudio Geoambiental de la cuenca del rio Ramis
3. BERNAL I. & TAVERA H. (2002) Geodinámica Sismicidad y energía sísmica en Perú. Instituto geofísico del Perú.
4. BLAIR ENRIQUE F.(1959) “Manual de Riegos y Avenamiento”
5. CUEVA MOSCOL ELVIS Y PANTA MONTEZA JOSE: TESIS: Año 1997 “Estudio Definitivo de Encauzamiento y Diseño de Defensas Ribereñas en el rio Motupe -Sector Pueblo Joven el Salvador – Jayanca.
6. CESAR A. R. & JUAN L. N. Análisis Experimental de Geomateriales Cementados Artificialmente (2013).
7. INRENA (2010). “Estudio Integral de los Recursos Hídricos de la cuenca del rio Ramis”.
8. ELIOSKA GALANTON M. Y LICEET ROMERO M. Descripción de las Defensas Ribereñas (2007).
9. JUAREZ BADILLO, G.: “Mecánica de Suelos III” - 7ma. Edición. México, EDITORIAL LIMUSA, 1984. 414 páginas.
10. IRVIN TINTAYA, Ensayo Monográfico de Distrito de Taraco, Provincia de Huancané (2011).
11. REIMBERT M y A. (1976). Muros de Contención. Tomo I.
12. MINISTERIO DE AGRICULTURA y AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (2010). Tratamiento de Cauce del Río para el control de Inundaciones en la Cuenca Ramis
13. MONTES DE OCA: “Topografía”. Edición representaciones Miguel y Servicios de Ingeniería – México. 1976.

14. MINISTERIO DE AGRICULTURA y AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Tratamiento de Cauce del Río para el control de Inundaciones en la Cuenca Ramis. (2010).
15. LINSLEY RAY K. y JOSEPH B. FRANZINI: "Ingeniería de Recursos Hidráulicos". Campaña Editorial Continental, S.A. De C.V., México.
16. LINSLEY, KOHLER, PAULUS: "Hidrología para Ingenieros" – Segunda Edición. Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A.
17. PAULET I. MANUEL: "Análisis de Frecuencias de Fenómenos en Hidrología – Método de Gumble". Publicación N° 34. Año 1974.
18. ROCHA FELICES, ARTURO: 1998. "Introducción a la Hidráulica Fluvial". Primera Edición. Noviembre
19. REYES SALAZAR, JORGE. (2012). Curso: "Diseño de Obras Hidráulicas Menores". Colegio de Ingenieros del Perú. Octubre del 2003.
20. SENAMHI "Evaluación Hidrológica Cuenca Lago Titicaca"
21. TERAN, RUBEN: 1998. "Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas".





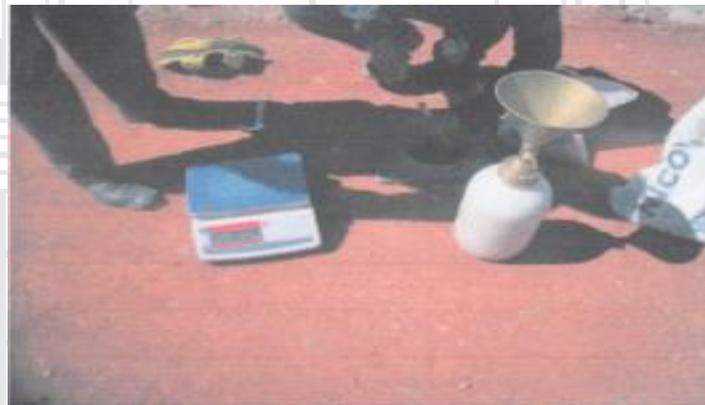


ANEXO 1. PANEL FOTOGRAFICO

1. Prueba Realizada de compactacion en la DR-3 en la progresiva 0+040 en la comunidad collana.



2. Prueba Realizada de compactacion en la DR-3 en la progresiva 0+040 en la comunidad collana.



3. Prueba Realizada de compactacion en la DR-3 en la progresiva 0+050 en eje comunidad collana en presencia de Ing. Especialista en Geologia y Geotecnia .



4. Prueba Realizada de compactacion en la DR-9 en la progresiva km. 0+300 en eje comunidad patascachi.



5. Prueba Realizada de compactacion en la DR-9 en la progresiva km. 0+500 en eje comunidad patascachi.



6. Ensayo de laboratorio preparados ya los testigos en forma cilíndrica de 3.8 mm de diámetro y la altura es el doble del diámetro 7.6 mm de h. de las dos canteras YANAOCO Y TAURAUTA.





7. MUESTRAS SOMETIDAS A LAS PRUEBAS DE COMPRESION DE LA CANTERA TAURAUTA



8. MUESTRAS SOMETIDAS A LAS PRUEBAS DE COMPRESION DE LA CANTERA YANAOCO



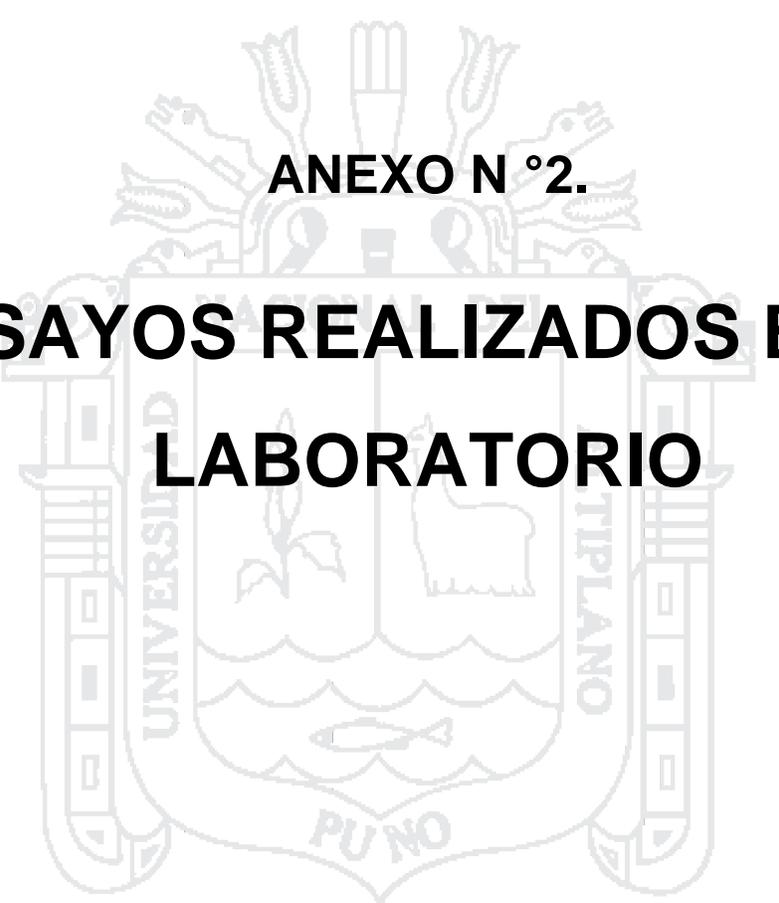


9. SE OBSERVA LAS MUESTRAS DESPUES DE LOS ENSAYOS A LA COMPACTACION SIMPLE UCS



10. IMAGEN UNA MAQUINARIA DESCOLMATAACION





ANEXO N °2.

**ENSAYOS REALIZADOS EN EL
LABORATORIO**

17. ENSAYO DE ABRASION DE LA CANTERA DE ROCA YANAOCO.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(Norma ASTM E - 307)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBERENA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLAMA, CHICAMARCA, TITHUE, CURINGO, YANAOCO, SACABCO, PATACACHI Y TUNE GRANDE. MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.		
SOLICITANTE	RESIDENTE DE OBRA	TÉCNICO	Téc. W.M.M.
MATERIAL	CANTERA DE ROCA YANAOCO	ING. RESPONSABLE	Ing. L.HAT
		FECHA	27-May-16

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	M-1	Certifica	:
MUESTRA		progresiva	:
PROP. (%)		Observaciones	:

TAMIZ	GRADUACIONES			
	E	B	C	D
3"				
2 1/2"	2500			
2"	2500			
1 1/2"	5000			
1"	0			
3/4"				
Nº 4				
PESO TOTAL	10000			
PESO RETENIDO DE LA MALLA Nº12	7543			
PESO PASANTE DE LA MALLA Nº 12	2357			
Nº DE REVOLUCIONES	1000			
Nº DE ESFERAS	12			
PESO DE LAS ESFERAS	5021			
PORCENTAJE DE PERDIDA	23.6%			

OBSERVACIONES :



INGENIERO GEOLOGO
CIP 15485

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS Nº 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: 077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

18. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE ROCA YANAOCO.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(FORMA MTC E - 205)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES (IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE COLLANA, CHACAMARCA, TITHUE, CUPISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUMI GRANDE, MULTISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.

SOLICITANTE : RESIDENTE DE OBRA

MATERIAL : CANTERA DE ROCA YANAOCO

PROGRESIVA :

ING. RESPONSABLE : Ing. LHAT
FECHA : 27-may-16
TECNICO : Téc. W.M.M.

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :
MUESTRA :
PROF. (m) :

Certifca :
Progresiva :
Observaciones :

AGREGADO FINO MTC E 205				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)			
B	Peso Frasco + agua			
C	Peso Frasco + agua + A (gr)			
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)			
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)			
F	Pw. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)			
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)			
	Pe bulk (Base seca) = F/E			
	Pe bulk (Base saturada) = A/E			
	Pe aparente (Base Seca) = F/G			
	% de absorción = ((A - F)/F)*100			

AGREGADO GRUESO MTC E 206				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1500.0	1512.0	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	903.2	911.2	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	596.8	600.8	
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	1467	1480.4	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	583.8	599.2	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.456	2.464	2.461
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.513	2.517	2.515
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.602	2.601	2.601
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	2.249	2.135	2.192

Observaciones:



ING. BENJAMÍN PACHECO VARGAS
INGENIERO GEÓLOGO
LIT. 116838

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
Cel.: 950-937629, rpm: *077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

19. ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA CANTERA DE ROCA YANAOCO.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE DURABILIDAD

(NORMA MTC E-209)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS
 : EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACAMARCA, TITIHUE, CUPISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI
 GRANDE, MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.

SOLICITANTE : RESIDENTE DE OBRA
 MATERIAL : CANTERA DE ROCA YANAOCO
 PROGRESIVA :

ING.RESPONSAB. Ing.LHAT
 TECNICO Téc. W.M.M.
 FECHA 27-may-16

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :
 MUESTRA :
 PROF. (m) :

Certifica
 Lado
 Observaciones

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		PESO REQUERIDO (gr)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
Pasa	Retiene					PESO	%		
2 1/2"	1 1/2"	5000 +/-300		5023.6	4533.0	490.60	9.77	77.2	7.534
1 1/2"	3/4"	1500 +/-50		1487.6	1324.3	163.30	10.98	22.80	2.503
3/4"	3/8"	1000 +/-10							
3/8"	N° 4	300 +/-5							
TOTALES									10.04%

AGREGADO FINO

TAMAÑO		SO REQUERIR (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
Pasa	Retiene					PESO	%		
3/8"	N° 04								
N° 04	N° 08								
N° 08	N° 16								
N° 15	N° 30								
N° 30	N° 50								
TOTALES									10.04%

TOTAL DE LA MUESTRA	10.04%
NORMA MTC-209 (MAGNESIO)	18.00%

OBSERVACIONES :
 Se realizo el ensayo con Sulfato de Magnesio



INGENIERO GEOLOGO
CIP: 116859

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: 077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

20. ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE UCS NORMA ASTM D 2938 – 95 DE LA CANTERA DE ROCA YANAOCO.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GESTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE DE COMPRESION SIMPLE UCS NORMA ASTM D 2938-95

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBERERA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACAMARCA, TITHUE, OJIPISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI GRANDE, MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.
 ENTIDAD : GOBIERNO REGIONAL PUNO
 SOLICITANTE : RESIDENTE DE OBRA Ing. RESPONS.: L.HAT.
 MATERIAL : TESTIGOS DE CONCRETO CILINDRICOS (3.85 mm Ø x 7.55 mm de altura) Tecnico : Bach. W.M.M.
 FECHA: 27 MAYO 2016

N°	DETALLE	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA (mm ²)	RELACION L/D	CARGA (kg - F)	UCS (kg/cm ²)	UCS (MPa)
1	CANTERA ROCA YANAOCO M-1	3.85	7.76	11.64	2	16810	1444.0	141.5
2	CANTERA ROCA YANAOCO M-2	3.85	7.77	11.84	2	15150	1301.4	127.5
3	CANTERA ROCA YANAOCO M-3	3.84	7.74	11.58	2	15200	1312.5	128.6
PROMEDIO							1352.6	132.6

NOTA : PRENSA DE CONCRETO DIGITAL CON CERTIFICACION VIGENTE



Luis Hilario Arcoz Tronzi
INGENIERO DE GELOGIA
CIP: 110259

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: *077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

21. ENSAYO DE ABRASION DE LA CANTERA DE ROCA TAURAUTA.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA ASTM C 307)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBERENA EN EL TRAMO II DE LAS MANGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHAGAMARCA, TITHUE, CURIBOO, YANACOO, SACASCO, PATASCACAS Y TUMI GRANDE. MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.		
SOLICITANTE	RESIDENTE DE OBRA	TÉCNICO	Téc. W.M.M.
MATERIAL	CANTERA DE ROCA TAURAUTA	ING. RESPONSABLE	Ing. LHAAT
		FECHA	27-may-16

DATOS DE LA MUESTRA			
CALCATA	:		Certifica
MUESTRA	:	M-1	progresiva
PROC. (n)	:		Observaciones

TAMIZ	GRADUACIONES			
	E	B	C	D
3"				
2 1/2"	2512			
2"	2510			
1 1/2"	5023			
1"	0			
3/4"				
N° 4				
PESO TOTAL	10045			
PESO RETENIDO DE LA MALLA N°12	6774			
PESO PASANTE DE LA MALLA N° 12	3271			
N° DE REVOLUCIONES	1000			
N° DE ESFERAS	12			
PESO DE LAS ESFERAS	5021			
PORCENTAJE DE PERDIDA	32.6%			

OBSERVACIONES : _____



Luis Arcos Yacona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 115826

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: 077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

22. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE ROCA TAURAUTA.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL TRAMO # DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACAMARCA, TITHUE, CUPISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI GRANDE, MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.

OBRA :	RESIDENTE DE OBRA	ING. RESPONSABLE :	Ing.LHAT
MATERIAL :	CANTERA DE ROCA TAURAUTA	FECHA :	27-may-16
PROGRESIVA :		TECNICO :	Téc. W.M.M.

DATOS DE LA MUESTRA

CALIGATA :	RESIDENTE DE OBRA	Certifica :	:
MUESTRA :		Progresiva :	
PROF. (m) :		Observaciones :	

AGREGADO FINO MTC E 205					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)				
F	Pa. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

AGREGADO GRUESO MTC E 206					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1550.0	1576.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	908.4	933.4		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	641.6	642.6		
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	1493.2	1532		
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	584.8	588.6		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.327	2.384		2.356
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.416	2.453		2.434
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.553	2.559		2.556
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	3.804	2.872		3.338

Observaciones:



INGENIERO GEÓLOGO
CIP 116885

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
Cel.: 950-937629, rpm: *077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

24. ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE UCS NORMA ASTM D 2938 – 95 DE LA CANTERA DE
ROCA TAURAUTA.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE DE COMPRESION SIMPLE UCS NORMA ASTM D 2938-95

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACAMARCA, TITHUE, OUPISCO, YANAGO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI GRANDE. MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.
ENTIDAD: GOBIERNO REGIONAL PUNO
SOLICITANTE: RESIDENTE DE OBRA **Ing. RESPONS.:** L.HAT.
MATERIAL: TESTIGOS DE CONCRETO CILINDRICOS (3.85 mm ϕ x 7.55 mm de altura) **Técnico:** Bach. W.M.M.
FECHA: 27 MAYO 2016

N°	DETALLE	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA (mm ²)	RELACION L/D	CARGA (kg - f)	UCS (kg/cm ²)	UCS (MPa)
1	CANTERA ROCA TAURAUTA M-1	3.84	7.77	11.56	2	6754	583.2	57.2
2	CANTERA ROCA TAURAUTA M-2	3.83	7.76	11.52	2	6608	581.4	57.0
3	CANTERA ROCA TAURAUTA M-3	3.84	7.77	11.56	2	6544	565.1	55.4
	PROMEDIO						578.5	56.5

NOTA - PRENSA DE CONCRETO DIGITAL CON CERTIFICACION VIGENTE



Luis Milla Arcoz Ticona
INGENIERO GEOLOGO
CIP 152895

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: 077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

25. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LA CANTERA YANAOCO.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GERENCIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(SEÑAL Nº 2 - 107)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA REDERÑA EN EL TRAMO I DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RÍO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLANA, CHAGABARCA, TITILUC, CURISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASGACHE Y TUPA GRANDE, MULTIDISTRICTAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.

OBRA: RESIDENTE DE OBRA
SOLICITANTE: RESIDENTE DE OBRA
MATERIAL: CANTERA YANAOCO

ING. RESPONSAB.: Ing. LUAT
REALIZADO POR: Tel. W.M.M.
FECHA: 30-may-18

PTO. MUESTREO: CANTERA

MUESTRA: M-1

PROF. (m):

DATOS DE LA MUESTRA

Certific:

Labor:

Observaciones:

Tamiz	Peso (g)	Módulo de arena		Cuerpo grueso (%)	Especificaciones		Observación
		Retenido (%)	Pasado (%)		min (%)	max (%)	
12"	304.84						
10"	276.46						
8"	254.08						
6"	208.88						
4"	200.20						
3"	177.80						
2"	152.40						
1 1/2"	127.00						
1"	108.00						% de Humedad
3/4"	73.00						% en Arena 54.2
2 1/2"	63.60						% en Arena 30.4
2"	50.80						% de Arena 15.1
1 1/2"	34.80	21.8	4.3	4.3	100.0	100	Tamaño Máximo
1"	24.40	23.0	16.5	14.8	84.2	100	% Pasados N° 200
3/4"	18.00	51.6	18.2	25.0	75.0	100	Peso húmedo 5,044.0
10"	12.70	73.2	18.6	35.6	64.4		Peso seco 612.4
8"	9.50	75.0	6.8	42.7	57.5	45	Coef. de uniformidad
6"	6.30					30	U.C. 21.9
N° 4	4.70	68.5	12.8	54.5	45.5	30	L.P. 15.5
N° 6	2.30					30	L.P. 6.4
N° 10	2.30	247.8	18.4	72.6	27.1	30	M.F. 1.37%
N° 15	1.18					30	CLASIFIC. SUELO: GC-GM
N° 20	6.80	30.8	2.3	73.2	24.8		CLASIFIC. AMBIDO: A-2-4 (3)
N° 25	6.80						TAMIZO MÁX. DE CVNR
N° 40	8.40	24.2	4.0	73.2	26.0	10	Observaciones
N° 60	6.30						
N° 80	8.20						
N° 100	6.10	10.8	2.8	82.2	17.8		
N° 200	8.00	16.0	2.7	84.5	15.1	5	
Reserva		204.5	17.1	100			

Representación Gráfica



Luis Hilario Vargas
INGENIERO GEOLÓGICO
CIP 115895

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: 077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

26. LIMITES DE CONSISTENCIA DE LA CANTERA DE YANAOCO.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA NTC 6 - 132, 111)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBERERA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACANMIRA, TITHUE, CUPISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUM GRANDE. MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.	ING. RESPONSAB.	: Ing. LHAT
SOLICITANTE	REGENTE DE OBRA	REALIZADO POR	: Tec. W.M.M.
MATERIAL	CANTERA YANAOCO	FECHA	: 31-may-16

DATOS DE LA MUESTRA

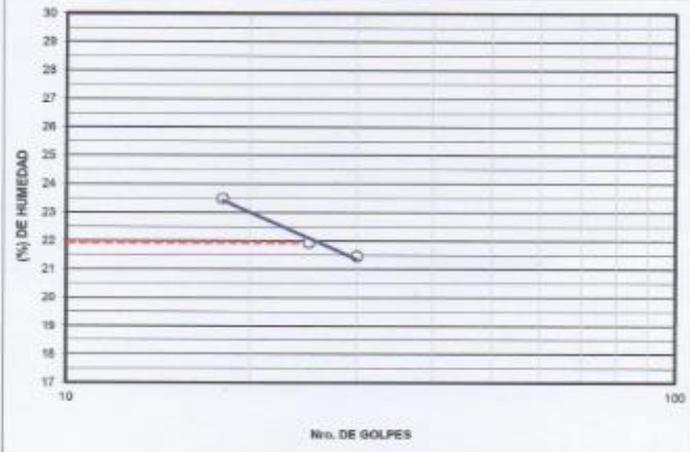
PTO MUESTREO	: CANTERA	Certifica	:
MUESTRA	: M-1	Lado	:
PROF. (m)	:	Observaciones	:

LIMITE LIQUIDO (LL)

N° RECIPIENTE	1	7		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	22.48	20.21		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	19.46	17.67		
PESO DEL AGUA	3.20	2.54		
PESO DEL RECIPIENTE	5.84	5.64		
PESO DEL SUELO SECO	13.62	11.83	POR FORMULA	
CONTENIDO DE AGUA (W%)	23.49	21.47	21.95	
NUMERO DE GOLPES	18	30	25	

LIMITE PLASTICO (LP)

N° RECIPIENTE	14	23		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	10.63	10.70		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	9.78	9.84		
PESO DEL AGUA	0.85	0.86		
PESO DEL RECIPIENTE	4.30	4.30		
PESO DEL SUELO SECO	5.48	5.54		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	15.51	15.52		
PROMEDIO DE W%				



LL = 21.95

LP = 15.52

IP = 6.43

OBSERVACIONES



Ing. Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 115885

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: 077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

28. DENSIDAD IN SITU DE LA CANTERA DE YANAOCO.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DENSIDAD IN SITU

(FORMA MTC E-117)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBERENA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACAMARCA, TITHUE, OJIPISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI GRANDE, MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.					
SOLICITANTE	RESIDENTE DE OBRA	ING. RESPONSABLE : Ing. LHAT				
MATERIAL	CANTERA YANAOCO	FECHA : 24-jun-18				
PROGRESIVA		REALIZADO POR : Téc. W.M.M.				

DATOS DEL MATERIAL COMPACTADO

Progresiva:		0+090	0+100	0+300	0+500	0+700	0+900
Defensa Riberena N°		DR-8	DR-9	DR-9	DR-9	DR-9	DR9
Sector		Patascachi	Tuni Grande				
Elemento		corona	corona	corona	corona	corona	corona
Espesor de Capa (m):		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lado:		Eje	Der.	Eje	Der.	Der.	lza.
1.-Peso de Arena + Frasco	g	8912	8832	8722	8698	8632	8532
2.-Peso del Frasco	g	1912	2232	2243	2143	2012	1885
3.-Peso de la Arena (1-2)	g	5000	4600	4479	4555	4620	4667
4.-Peso de arena en el cono	g	1667	1667	1667	1667	1667	1667
5.-Peso de la arena en la excavacion (3-4)	g	3333	2933	2812	2888	2953	3000
6.-Densidad de la arena	g/cm ³	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
7.-Volumen de material extraido (5/6)	cm ³	2478	2181	2091	2147	2196	2230
8.-Peso del suelo + recipiente	g	8521	4877	4732	4821	4912	5011
9.-Peso del recipiente	g	0	0	0	0	0	0
10.-Peso del suelo (8-9)	g	5521	4877	4732	4821	4912	5011
11.-Peso retenido en la malla 3/4"	g	455	766	877	912	766	802
12.-Densidad de la grava	gr/cm ³	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52
13.-Volumen de la grava (11/12)	cm ³	181	304	348	362	304	318
14.-Peso Neto del Suelo (10-11)	g	5066	4111	3855	3909	4146	4209
15.-Volumen del suelo (7-13)	cm ³	2298	1877	1743	1785	1892	1912
16.-Densidad Humeda (14/15)	gr/cm ³	2,205	2,191	2,212	2,190	2,192	2,201

Contenido de Humedad (ASTM D 4959)

17.-Peso del recipiente + suelo humedo	g						
18.-Peso del recipiente + suelo seco	g						
19.-Peso del agua (17-18)	g						
20.-Peso del recipiente	g						
21.-Peso del suelo seco (18-20)	g						
22.-% de Humedad (19/21)*100	%	8,5	8,3	8,4	8,0	8,6	8,5

SPEEDY

Resultados

23.-Densidad Seca (16/22)	gr/cm ³	2,032	2,023	2,041	2,027	2,018	2,029
24.-Maxima Densidad Seca	gr/cm ³	2,130	2,130	2,130	2,130	2,130	2,130
25.-Optimo Contenido de Humedad	%	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60
26.-% de Compactacion (23/24)*100	%	95,4	95,0	95,8	95,2	94,8	95,2
Especificacion	%	95	95	95	95	95	95

Aprobacion (SI / NO)		SI	SI	SI	SI	SI	SI
----------------------	--	----	----	----	----	----	----

OBSERVACIONES: Prueba realizada en presencia del Residente y Supervisor de Obra.



29. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LA CANTERA COLLANA.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 517)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBERENA EN EL TRAMO 8 DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA, DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACAMARCA, TITHUE, CUPISCO, YANACCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI GRANDE. MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.

SOLICITANTE: RESIDENTE DE OBRA **ING. RESPONSAB.:** Ing. LHAT

MATERIAL: CANTERA COLLANA **REALIZADO POR:** Tec. W.M.M.

FECHA: 20-may-18

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO: CANTERA **Certifica:**

MUESTRA: M-1 **Lado:**

PROF. (m): **Observaciones:**

Tamiz (ϕ)	Pasos (mm)	Material retenido			Material Pasado (ϕ)	Suma Fracciones		Descripción
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		ret. (%)	pas. (%)	
12"	304.80							
11"	279.40							
10"	254.00							
9"	228.80							
8"	203.20							
7"	177.80							
6"	152.40							
5"	127.00							
4"	101.60							% de Humedad
3"	76.20							% de Grava: 54.4
2 1/2"	63.50							% de Arena: 36.2
2"	50.80				100.0	100	100	% de Fines: 9.4
1 1/2"	38.10	312	6.1	6.1	93.9	90	100	Tamaño Máximo: 0.4
1"	25.40	265	5.3	11.3	88.7	85	100	% Pasado N° 200: 5,132.0
3/4"	19.05	354	7.7	19.0	81.0	80	100	Peso total: 615.1
1/2"	12.70	640	12.3	31.3	68.5	45	80	Color: morado
3/8"	9.53	396	7.7	39.2	60.8	45	80	L.L.: 28.2
1/4"	6.35							I.P.: 19.0
N° 4	4.75	781.5	15.2	54.4	45.6	30	60	L.P.: 9.2
N° 8	2.36							M.F.: 1.45%
N° 10	2.00	300.9	32.3	76.7	23.3	22	50	CLASIFIC. SUELO: GP-GC
N° 15	1.18							CLASIFIC. ASFTO: A-2-4 (0)
N° 20	0.85	49.0	3.0	79.7	20.3			TAMAÑO MAX. DE OBR:
N° 30	0.60							Observaciones
N° 40	0.42	70.6	5.2	84.9	15.1	15	35	
N° 50	0.30							
N° 60	0.25							
N° 80	0.18							
N° 100	0.15	53.9	4.0	88.9	11.1			
N° 200	0.07	23.5	1.7	90.6	9.4	5	20	
Sumatoria		126.2	9.4	100				

Representación Grafica



Ingrid Arcus Ticona
INGENIERO GEOLOGO
CIP: 112695

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
Cel.: 950-937629, rpm: *077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

30. LIMITES DE CONSISTENCIA DE LA CANTERA DE COLLANA.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA ATO C - 110.111)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RISERENA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE COLLANA, CHACAMARCA, TITHUE, CUPISCO, YANAOCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI GRANDE, MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO	ING. RESPONSAB.	: Ing. LHAT
SOLICITANTE	: RESIDENTE DE OBRA	REALIZADO POR	: Tec. W.M.M.
MATERIAL	: CANTERA COLLANA	FECHA	: 30-may-18

DATOS DE LA MUESTRA

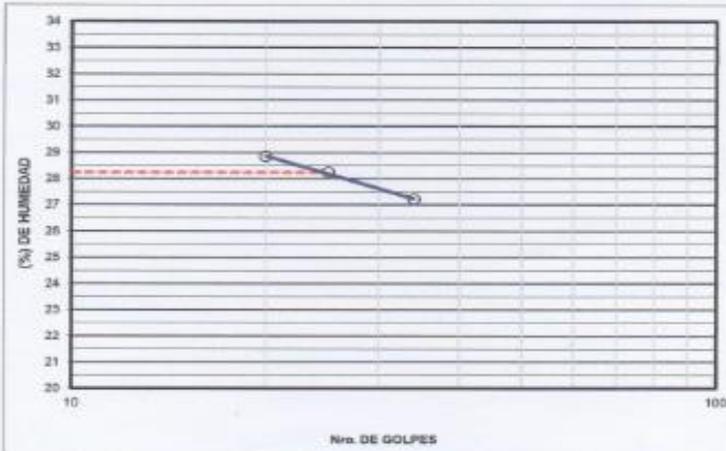
PTO MUESTREO	: CANTERA	Certifica	: -
MUESTRA	: M-1	Lado	: -
PROF. (m)	: -	Observaciones	: -

LIMITE LIQUIDO (LL)

N° RECIPIENTE	4	3			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	22.09	17.47			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	18.45	14.98			
PESO DEL AGUA	3.64	2.49			
PESO DEL RECIPIENTE	5.83	5.83			
PESO DEL SUELO SECO	12.62	9.15			POR FORMULA
CONTENIDO DE AGUA (W%)	28.84	27.21			28.24
NUMERO DE GOLPES	20	34			25

LIMITE PLASTICO (LP)

N° RECIPIENTE	27	29			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	10.94	9.88			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	9.87	8.98			
PESO DEL AGUA	1.07	0.90			
PESO DEL RECIPIENTE	4.25	4.24			
PESO DEL SUELO SECO	5.62	4.74			
CONTENIDO DE AGUA (W%)	19.04	18.99			
PROMEDIO DE W%					



LL = 28.24

LP = 19.01

I.P. = 9.23

OBSERVACIONES



INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 115895

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO
 Cel.: 950-937629, rpm: *077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luiza1@hotmail.com

32. DENSIDAD IN SITU DE LA CANTERA DE COLLANA.



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DENSIDAD IN SITU

(NORMA VICE-117)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS							
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBERERA EN EL TRAMO II DE LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO RAMIS EN LAS COMUNIDADES DE: COLLANA, CHACAMARCA, TITIVUE, CUPISCO, YANACCO, SACASCO, PATASCACHI Y TUNI GRANDE, MULTIDISTRITAL - MULTIPROVINCIAL - PUNO.						
SOLICITANTE	RESIDENTE DE OBRA			ING. RESPONSABLE : Ing.LHAT			
MATERIAL	CANTERA COLLANA			FECHA : 23-jun-16			
PROGRESIVA				REALIZADO POR Téc. W.M.M.			

DATOS DEL MATERIAL COMPACTADO							
Progresiva:	0+060	0+040	0+040	0+050	0+130	0+090	
Defensa Ribereña N°	DR-1	DR-2	DR-3	DR-4	DR-5	DR-6	
Sector	Collana	Pta.Taraco MI- Aguas Arriba	Pta. Taraco MI Aguas Abajo	Collana	Berman	Berman	
Elemento	corona	corona	corona	corona	corona	corona	
Espesor de Capa (m)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	
Lado:	Eje	Eje	Eje	Eje	Eje	Eje	

1.-Peso de Arena + Frasco	g	5825	8732	8687	8520	6477	6321
2.-Peso del Frasco	g	1699	2190	2187	2043	1943	1822
3.-Peso de la Arena (1-2)	g	5129	4542	4500	4477	4534	4499
4.-Peso de arena en el cono	g	1667	1667	1667	1667	1667	1667
5.-Peso de la arena en la excavación (3-4)	g	3462	2875	2833	2810	2967	2832
6.-Densidad de la arena	g/cm ³	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
7.-Volumen de material estrado (5/6)	cm ³	2574	2138	2106	2089	2132	2106
8.-Peso del suelo + recipiente	g	5578	4766	4596	4587	4677	4587
9.-Peso del recipiente	g	0	0	0	0	0	0
10.-Peso del suelo (8-9)	g	5578	4766	4596	4587	4677	4587
11.-Peso retenido en la malla 3/4"	g	465	1256	656	798	798	587
12.-Densidad de la grava	gr/cm ³	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
13.-Volumen de la grava (11/12)	cm ³	185	498	260	313	304	233
14.-Peso Neto del Suelo (10-11)	g	5113	3510	3943	3799	3911	4000
15.-Volumen del suelo (7-13)	cm ³	2389	1639	1846	1777	1828	1873
16.-Densidad Humeda (14/15)	gr/cm ³	2.140	2.141	2.136	2.138	2.140	2.138

Contenido de Humedad (ASTM D 4959)							
17.-Peso del recipiente + suelo humedo	g						
18.-Peso del recipiente + suelo seco	g						
19.-Peso del agua (17-18)	g						
20.-Peso del recipiente	g						
21.-Peso del suelo seco (18-20)	g						
22.-% de Humedad (19/21)*100	%	9.0	8.6	9.1	9.2	9.1	8.9

S P E E D Y

Resultados							
23.-Densidad Seca (16/22)	gr/cm ³	1.953	1.972	1.957	1.958	1.961	1.961
24.-Maxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.070	2.070	2.070	2.070	2.070	2.070
25.-Optimo Contenido de Humedad	%	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10
26.-% de Compactacion (23/24)*100	%	94.8	95.3	94.6	94.6	94.8	94.8
Especificacion	%	95	95	95	95	95	95

Aprobacion (SI / NO)	SI						
----------------------	----	----	----	----	----	----	----

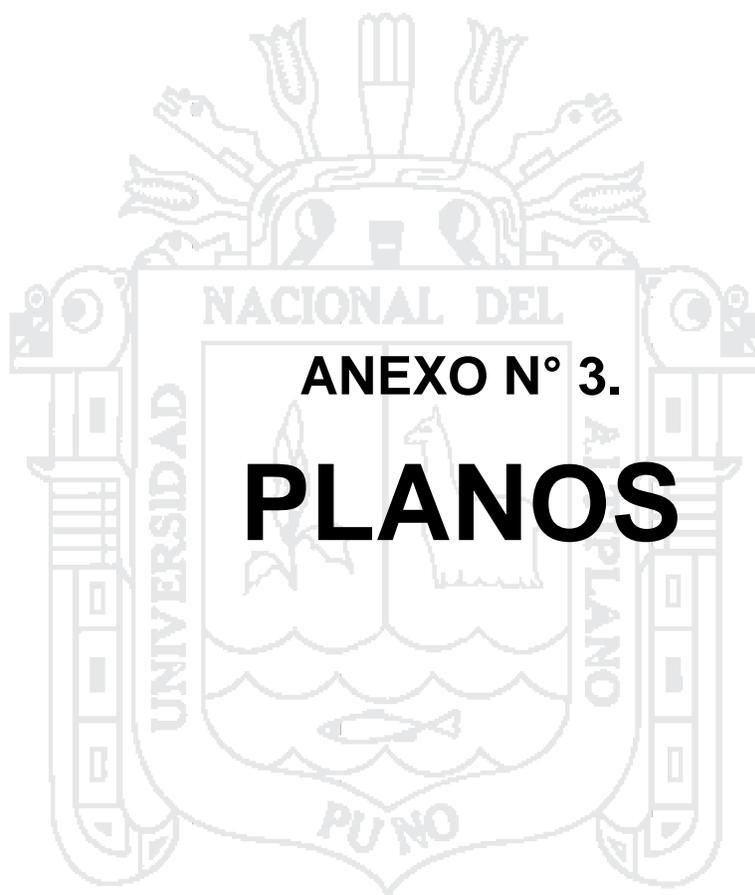
OBSERVACIONES: Prueba realizada en presencia del residente de obra.



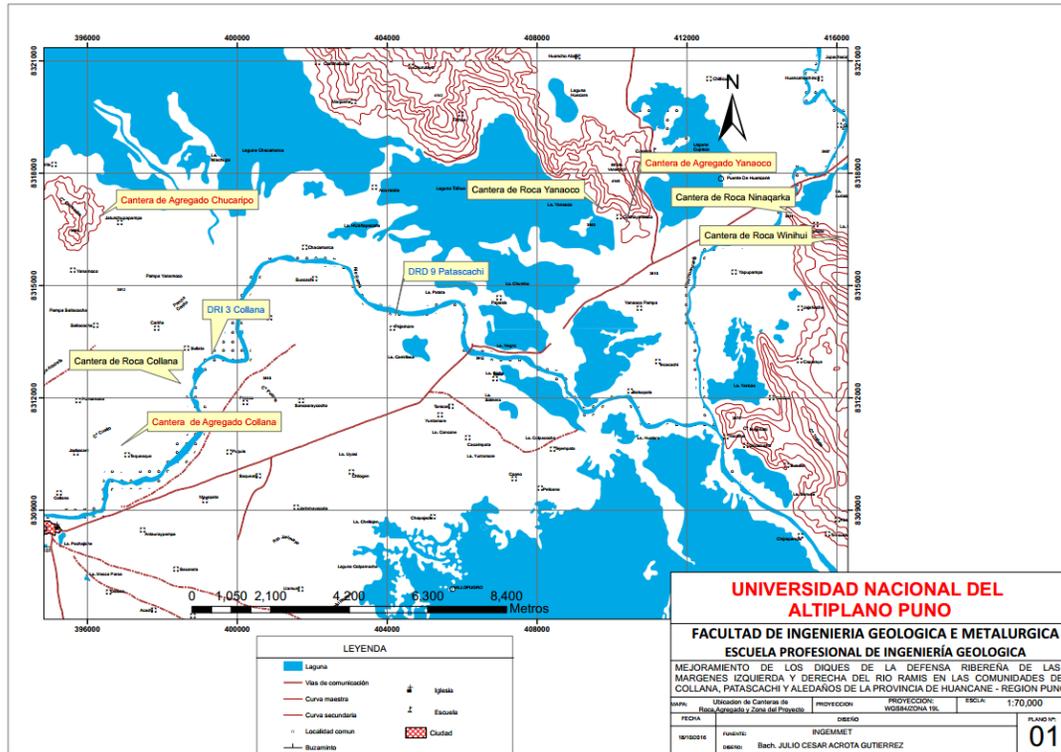
Luis Hilda Arcos Daza
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 11695

JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 155 - BARRIO SANTA ROSA - PUNO

Cel.: 950-937629, rpm: 077302, Telf.: 051-367077, E-mail: ing.luisa1@hotmail.com

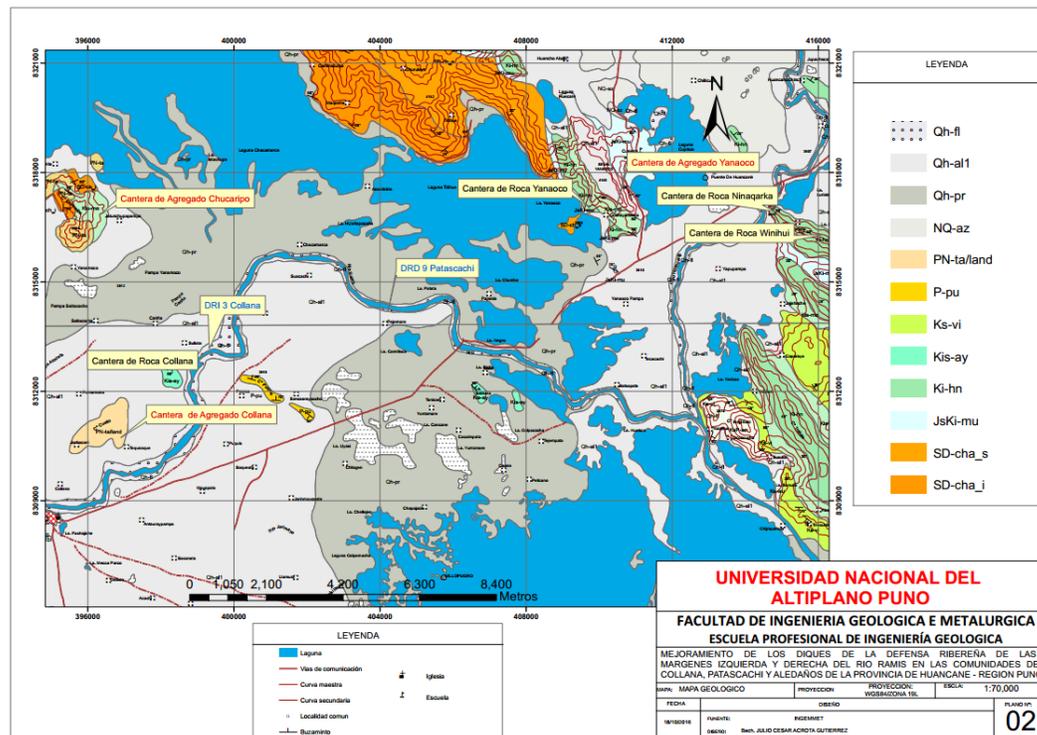


PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERAS



FUENTE: elaboración Propia.

PLANO GEOLOGICO



FUENTE: elaboración Propia.

PERFIL DEL PROYECTO

