



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Diseño de un depósito de relaves reubicado frente a los
problemas de contaminación del relave Ticapampa,
Recuay – Ancash – 2018 – 2019**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Jorge ESCALANTE CONTRERAS

ASESOR

Dr. Nestor Alfonso TEVES RIVAS

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Escalante, J. (2023). *Diseño de un depósito de relaves reubicado frente a los problemas de contaminación del relave Ticapampa, Recuay – Ancash – 2018 – 2019*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jorge Escalante Contreras
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	28286636
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3390-6998
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Nestor Alfonso Teves Rivas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09178715
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-5069-2728
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Francisco Cabrera Carranza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	17402784
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Tomas Ezequiel Gallarday Bocanegra
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08009915
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Humberto Iván Pehovaz Alvarez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07450662
Datos de investigación	

Línea de investigación	Ciencias Ambientales
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: País: Perú Departamento: Huaraz Provincia: Recuay Distrito: Ticapampa Lugar: Margen izquierdo río Santa. Latitud: 09°43' 46.1", Longitud: 77°27' 14.5"
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018 - 2019
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Geológica: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los diecisiete días del mes de noviembre del año dos mil veintitres, siendo las quince horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000618-2023-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 06 de noviembre del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH - 2018 - 2019»

Presentado por el Mg. **JORGE ESCALANTE CONTRERAS**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR** en **CIENCIAS AMBIENTALES**.

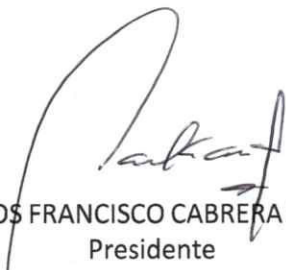
El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° 04674/FIGMMG/2018 de fecha 28 de mayo del 2018, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 72 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

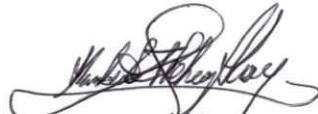
Muy bueno (17)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR** en **CIENCIAS AMBIENTALES** al Mg. **JORGE ESCALANTE CONTRERAS**.

Siendo las 16:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA
Presidente


DR. TOMAS EZEQUIEL GALLARDAY BOCANEGRA
Secretario


DR. HUMBERTO IVÁN PEHOVAZ ALVAREZ
Miembro


DR. NESTOR ALFONSO TEVES RIVAS
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Nestor Alfonso Teves Rivas en mi condición de asesor acreditado con el Número de Dictamen N° 0348/UPG-FIGMMG/2018 de la tesis, cuyo título es «DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA – RECUAY – ANCASH – 2018 - 2019» presentado por el Magister Escalante Contreras Jorge para optar el grado de Doctor en Ciencias Ambientales CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de investigación y producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 11% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor: 

DNI: 09178711

Nombres y apellidos del asesor:
NESTOR ALFONSO TEVES RIVAS



DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y vida para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

J. Escalante C.

AGRADECIMIENTOS

Es inevitable que el egocentrismo se desarrolle al concluir una tarea tan difícil y llena de retos como la elaboración de esta tesis, lo que hará que te centres en el valor de la contribución que has realizado. Sin embargo, el objetivo del estudio demuestra que esta contribución no habría sido real sin la ayuda de las personas y organizaciones que hicieron posible que cumpliera mis objetivos. Por ello, es para mí una verdadera satisfacción hacer de este espacio justo, expresando mi gratitud.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Dr. Jesús Ángel Chávez Machado por su dirección y asesorarme para desarrollar esta investigación. Su confianza en este proyecto, su apoyo y su capacidad para respaldar mis opiniones han sido muy valiosas. Lo mismo ocurrió durante mi formación como investigador. La clave para completar este proyecto con ellos fueron sus ideas originales, que reforzaron mi responsabilidad y sentido de la orientación. Quisiera expresarles mi gratitud por haberme permitido tener siempre acceso a los recursos necesarios para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

También recibe mi más sincera gratitud el Dr. Carlos Cabrera Carranza por su importante contribución y activa participación en la formulación de esta tesis. Sobre todo, debo elogiar su paciencia y disponibilidad por haber permitido que nuestras animadas conversaciones fueran productivas tanto a nivel científico como humano.

J. Escalante C.

ÍNDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	4
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.3.1 TEÓRICA	8
1.3.2 PRÁCTICA	9
1.3.3 EN LA TÉCNICA	9
1.3.4 EN LA SOCIEDAD	10
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.4.1 GENERAL	10
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	11
2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	11
2.2 ANTECEDENTES NACIONALES	16
2.3 MARCO CONCEPTUAL O GLOSARIO	20
2.4 MARCO FILOFÓFICO	22
2.5 MARCO LEGAL	23
2.6 BASES TEÓRICAS	26
CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES	31
3.1 GENERAL	31
3.2 ESPECÍFICA	31
3.3 VARIABLES	31
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE	32
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA	33
4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	33
4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS	35
4.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO	35
4.4 TAMAÑO DE MUESTRA	35
4.5 SELECCIÓN DE MUESTRA	36
4.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36
CAPÍTULO 5: GEOTECNIA	40
5.1 GEOTÉCNIA EN EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	40
5.2 ESTUDIO DEL PELIGRO SÍSMICO	73
CAPITULO 6: TÉCNICAS DE DISEÑO	93
6.1 TÉCNICAS Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	93
6.1.1. EVALUACION GEOQUIMICA DE LOS RESIDUOS INERTES Y SUELOS DE FUNDACIÓN	93

6.1.2. ESTUDIO HIDROLOGICO	95
6.1.3. EVALUACION HIDROGEOLOGICA	104
6.1.4. ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE TALUDES	107
CAPITULO 7: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	119
7.1 ANÁLISIS	119
7.2 INTERPRETACIÓN	119
7.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	120
7.3.1 DIMENSIONAMIENTO, DOCUMENTACIÓN Y ECOLOGÍA	125
7.3.2 FACTORES QUE CONVENCEN PARA SU EJECUCIÓN	125
7.3.3 DESDE UN PUNTO DE VISTA TÉCNICO	126
7.3.4 CARACTERÍSTICAS DE GEOMEMBRANA HDPE	126
7.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS	126
7.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	126
7.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA	129
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
ANEXOS	135

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 2.1	Deslizamientos Rotacionales y Rangos de Velocidad en los Movimientos.	28
Tabla N° 2.2	Principales ensayos que se realizan a la Geomembrana.	29
Tabla N° 5.1	Registro de temperaturas mínimas durante el año 2012.	41
Tabla N° 5.2	Estaciones Geodésicas de Orden "C" Coordenadas UTM WGS-84.	47
Tabla N° 5.3	Estaciones Geodésicas de Orden "C" Coordenadas UTM PSAD-56.	47
Tabla N° 5.4	Estaciones Topográficas Coordenadas UTM PSAD-56.	50
Tabla N° 5.5	Ubicación de sondajes de las calicatas, profundidad, nivel freático.	67
Tabla N° 5.6	Densidad Natural y Humedad.	68
Tabla N° 5.7	Densidad Natural y Humedad en sondajes de calicatas complementarias.	68
Tabla N° 5.8	Propiedades índice de los suelos de cimentación del sector izquierdo.	70
Tabla N° 5.9	Propiedades índice de los suelos de cimentación del sector central.	71
Tabla N° 5.10	Propiedades de resistencia de la grava limosa con arena.	71

Tabla N° 5.11	Propiedades índice de los suelos de cimentación del sector derecho.	72
Tabla N° 5.12	Propiedades de resistencia de la Arcilla limosa.	73
Tabla N° 5.13	Parámetros de adquisición de la refracción.	76
Tabla N° 5.14	Coordenadas de la línea 1 de refracción sísmica.	78
Tabla N° 5.15	Coordenadas de la línea 2 de refracción sísmica.	80
Tabla N° 5.16	Coordenadas de la línea 3 de refracción sísmica.	81
Tabla N° 5.17	Identificación de capas de acuerdo a las velocidades de la Onda P en la sección 1.	84
Tabla N° 5.18	Identificación de capas de acuerdo a las velocidades de la Onda P en la sección 2.	85
Tabla N° 5.19	Identificación de capas de acuerdo a las velocidades de la Onda P en la sección 3.	85
Tabla N° 5.20	Parámetros de levantamiento de campo.	86
Tabla N° 5.21	Coordenadas de los SEV.	86
Tabla N° 5.22	Interpretación de zonas geoelectricas.	88
Tabla N° 5.23	Coordenadas geográficas del Proyecto.	89
Tabla N° 5.24	Peligro Sísmico para la zona de investigación Aceleraciones Máximas Esperadas.	90
Tabla N° 6.1	Escala de generación ácida.	94
Tabla N° 6.2	Resultados de análisis de ABA.	94
Tabla N° 6.3	Características fisiográficas de la cuenca de drenaje.	96
Tabla N° 6.4	Estación Meteorológica.	97
Tabla N° 6.5	Registros de Precipitación.	97
Tabla N° 6.6	Datos de precipitación media mensual en mm. para las subcuencas Colea Racra (SC-1) y SC-2.	98
Tabla N° 6.7	Datos de Precipitación máxima en 24 horas Estación Recuay.	99
Tabla N° 6.8	Registros de Evaporación.	99
Tabla N° 6.9	Datos de evaporación media mm. Para las subcuencas Colea Racra (SC-1) y SC-2.	100
Tabla N° 6.10	Precipitación máxima en 24 horas	

	para diferentes periodos de retorno.	101
Tabla N° 6.11	Precipitaciones máximas para determinados periodos de retorno.	101
Tabla N° 6.12	Intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno.	103
Tabla N° 6.13	Caudales máximos por el Método Racional.	103
Tabla N° 6.14	Valores de Permeabilidad para los materiales que conforman la Sección Hidrogeológica 1-1'.	106
Tabla N° 6.15	Resumen de los caudales de infiltración.	107
Tabla N° 6.16	Parámetros Geotécnicos de los materiales que conforman la Presa, Terraplén y su cimentación.	108
Tabla N° 6.17	Resultados de los Análisis de Estabilidad.	108
Tabla N° 6.18	Características de la Presa de Arranque.	110
Tabla N° 6.19	Características del Vaso N° 01.	111
Tabla N° 6.20	Características del Vaso N° 02.	112
Tabla N° 6.21	Características del Terraplén de Residuos Mineros.	114
Tabla N° 6.22	Características de la poza colectora.	116
Tabla N° 6.23	Instrumentación Geotécnica: Piezómetros Hidráulicos.	117
Tabla N° 6.24	Instrumentación Geotécnica: Inclinómetros.	118
Tabla N° 6.25	Instrumentación Geotécnica: Puntos de control topográficos.	118
Tabla N° 7.1	Características de la cobertura del depósito de residuos inertes.	120
Tabla N° 7.2	Aceleraciones máximas esperadas para la zona de investigación.	121
Tabla N° 7.3	Resumen de los análisis de estabilidad.	125
Tabla N° 7.4	Mineralogía del relave Ticapampa.	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Ubicación del Proyecto de Investigación.	2
Figura 1.2	Río Santa, a donde drena los ácidos producto del material sulfuroso.	4
Figura 1.3	El relave, separado por un espacio por donde drena al agua de precipitación pluvial. La parte superior con escasa vegetación.	5
Figura 1.4	Relave que se encuentra limitando con el río santa.	5
Figura 1.5	Vista del relave bisectado en dos, se observa drenando agua producto de precipitaciones pluviales hacia el río santa.	6
Figura 1.6	Capas del relave Ticapampa, se viene formando pequeñas cárcavas por las precipitaciones pluviales orientadas al río santa.	6
Figura 1.7	Terreno con pendiente entre 10° y 25°.	7
Figura 2.1	Laderas y Taludes. Fuente: Jaime Suarez (2007).	27
Figura 2.2	Detalle de la Geomembrana.	29
Figura 5.1	Sistema Hidrográfico.	43
Figura 5.2	Modelo Digital del Terreno.	44
Figura 5.3	Mapa de pendientes.	45
Figura 5.4	Ubicación del futuro Depósito de Residuos Mineros.	46
Figura 5.5	Delimitación del nuevo Depósito Residuos Mineros.	46
Figura 5.6	Entrada principal al nuevo Depósito de Residuos Mineros.	49
Figura 5.7	Existe acceso vehicular al nuevo Depósito de	

	Residuos Mineros.	49
Figura 5.8	Límite del río Santa con el relave Ticapampa, se observa que se encuentran muy próximos.	51
Figura 5.9	Agua producto de precipitación pluvial desembocando al río Santa.	52
Figura 5.10	Formación de pequeñas cárcavas en laderas del relave, con pendiente pronunciada, generando contaminación al río Santa.	53
Figura 5.11	Parte inferior del relave Ticapampa.	53
Figura 5.12	Montañas con pendiente que varían entre 30 y 40°, presentan poca vegetación y Afloramientos de rocas Dacitas.	54
Figura 5.13	Cauce del río Santa limitando con relavera.	54
Figura 5.14	Valle extenso, en la parte central se ve el cauce del río Santa (Sur - Norte).	55
Figura 5.15	Columna estratigráfica local.	57
Figura 5.16	Depósitos morrénicos, sobre los cuales se Asienta el proyecto.	58
Figura 5.17	Material aluvial, ubicado frente a Ticapampa, constituyen fuentes de canteras.	59
Figura 5.18	Vista de la cantera de travertino y mármol, ubicada al norte del área de estudio a unos 500 m. aproximadamente.	60
Figura 5.19	Afloramientos de travertino ubicados en la parte oriental del proyecto a unos 6.00 m. de los límites fronterizos de Cía. Minera Yahuarcocha. Antiguamente funcionaba como cantera.	60
Figura 5.20	Erosión en cárcavas ubicadas frente a Ticapampa, originadas por acción fluvio-glaciaria.	62
Figura 5.21	Columna Estratigráfica Regional.	63
Figura 5.22	Esquema de propagación de la onda refractada.	75
Figura 5.23	Esquema de medición de un	

	sondaje eléctrico vertical.	85
Figura 5.24	Ubicación geográfica del depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa.	91
Figura 6.1	Plano planta de diseño (Disposición General).	109
Figura 6.2	Plano planta de diseño (Presa de arranque).	110
Figura 6.3	Plano en planta de diseño (Vaso 01).	111
Figura 6.4	Plano en planta de diseño (Vaso 02).	112
Figura 6.5	Plano en planta terraplén depósitos de residuos inertes.	113

RESUMEN

En el paraje Ticapampa, se cuantificó 1'043,000.530 m³ de relaves, que es un contaminante para el área del Distrito de Ticapampa, Provincia Recuay, dpto. Ancash, con el propósito de mitigar esta contaminación se diseñó como una alternativa un depósito con base impermeable para almacenar relaves, donde se piensa transportar, depositar y encapsular los relaves ahora existentes en Ticapampa. Emerge la necesidad para detener el transporte de flujos de relaves que tienen remanentes de sulfuros, que afecta sus áreas de influencia ubicadas en la parte baja de la provincia de Recuay; donde la topografía pronunciada o suave, vegetación escasa, precipitaciones pluviales extremas son indicadores que combinados crean una zona muy contaminada. Razón de esta propuesta que busca transportar los relaves al otro lugar.

Se hizo un estudio geológico, geomorfológico y geodinámico de Ticapampa, identificándose volumen del depósito de relaves, indicando por donde discurre sus flujo con sulfuros, eventos ocurridos en épocas de precipitación pluvial, generando contaminación en el suelo y agua, por ello se identificó el área del nuevo depósito de residuos sólidos, que se emplazará sobre terrazas aluvionales, consecuencia de la actividad glaciaria antigua (pleistoceno), constituido por arenas, gravillas, gravas y cantos rodados, volúmenes calcáreos, travertinos y más suelos orgánicos.

En el área de estudio (al norte) destaca la presencia de la quebrada Colea Racra, su nacimiento es en la cordillera Negra. Se originó por la desglaciación presenta caudal constante y transporta material aluvial (clastos y cantos) que desemboca el río Santa.

Palabras clave: Diseño de un depósito de relaves, contaminación, relaves existentes en Ticapampa.

ABSTRACT

In the Ticapampa area, 1,043,000.530 m³ of tailings were quantified, which is a contaminant for the Ticapampa District area, Recuay Province, department. Ancash, with the purpose of mitigating this contamination, a deposit with an impermeable base was designed as an alternative to store tailings, where it is planned to transport, deposit and encapsulate the tailings now existing in Ticapampa. The need emerges to stop the transport of tailings flows that have remnants of sulfides, which affects their areas of influence located in the lower part of the province of Recuay; where pronounced or smooth topography, sparse vegetation, extreme rainfall are indicators that combined create a highly polluted area. Reason for this proposal that seeks to transport the tailings to another place.

A geological, geomorphological and geodynamic study of Ticapampa was carried out, identifying the volume of the tailings deposit, indicating where its flow with sulfides runs, events that occurred in times of rainfall, generating contamination in the soil and water, for this reason the area was identified. of the new solid waste deposit, which will be located on alluvial terraces, a consequence of ancient glacial activity (Pleistocene), made up of sand, gravel, gravel and boulders, calcareous volumes, travertines and more organic soils. In the study area (to the north) the presence of the Colea Racra stream stands out, its source is in the Cordillera Negra. It originated from deglaciation, it presents a constant flow and transports alluvial material (clasts and pebbles) that flows into the Santa River.

Keywords: Design of a tailings deposit, contamination, existing tailings in Ticapampa.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a su situación geográfica, contexto geomorfológico y conformación geodinámica, Perú cuenta con ciudades como Huaraz situadas en zonas sensibles a la contaminación ambiental o antropogénicas, en este caso los relaves pasivos mineros “Ticapampa” generado por la actividad minera abandonada o inactiva, por ende, esta investigación es importante denominado **“Diseño de un depósito de relaves reubicado frente a los problemas de contaminación del relave Ticapampa, Recuay – Ancash – 2018 – 2019”**, la variable independiente es Diseño de un depósito de relave reubicado y la variable dependiente es problemas de contaminación del relave Ticapampa ubicado en esta zona. Pero es necesario reducir la actividad minera ya que tiene un efecto perjudicial tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Debido a ello, en 2004 se promulgó la Ley N° 28271, que regula los contaminantes ambientales causados por la actividad minera, así como su modificatoria de 2005, Ley N° 28526. El Reglamento de Pasividades Ambientales para la Actividad Minera fue publicado el 9 de diciembre de 2005, mediante Decreto Supremo N° 059-2005-EM.jhv. El objetivo de la Ley es controlar cómo se identifican los pasivos ambientales mineros (PAM), quién es responsable y cuánto dinero se gasta para aminorar los efectos. La paralización de un sector supone un

riesgo potencial a largo plazo para la salud pública y el medio ambiente.

Geográficamente la zona de investigación se ubica en la localidad distrito de Ticapampa, provincia Recuay y Región Ancash, **Figura 1.1**, sus coordenadas UTM son las siguientes: Este 231,013.92 Norte 8'922,454.92 altitud media de 3,520 msnm.

Una explotación minera debe desarrollarse de forma técnica y económicamente eficiente, limitando los impactos ambientales, para ser coherente con el desarrollo sostenible. Por lo tanto, es crucial establecer formas de gestionar, reducir y mitigar estos impactos en todo el ámbito de cualquier operación minera metalúrgica. Por ello, nuestro país cuenta con herramientas que garantizan esta gestión, como EIA, PAMA, NMP y NCA, entre otros.

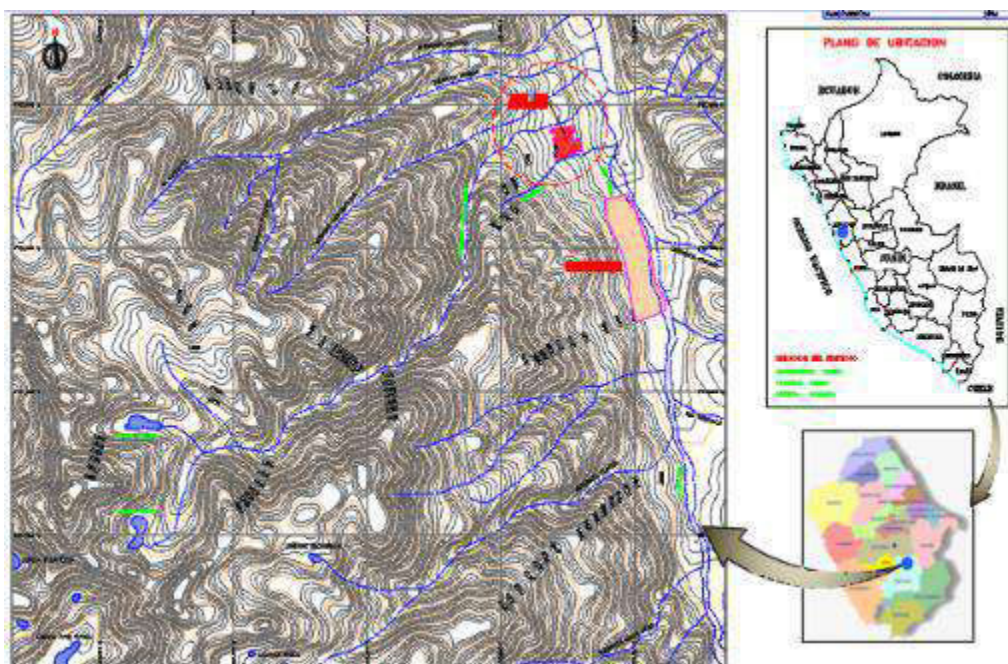


Figura 1.1 Ubicación del Proyecto de Investigación.

Para solucionarlos o remediarlos, fue necesario crear el "Plan de cierre de pasivos ambientales mineros", una herramienta de gestión ambiental. Como resultado, cualquier persona encargada de remediar un APM que tenga pasivos ambientales mineros (naturales o legales, públicos o privados) está obligada a presentarlo.

La Anglo French Ticapampa Silver Mining Company (AFT), una asociación de inversores británicos y franceses, compró a los lugareños en 1895 el terreno donde se encuentra la mina Hércules. La empresa inició sus actividades en 1912. Décadas más tarde, en 1968, la explotación se transfirió a la Compañía Minera Alianza, que siguió utilizando el mismo método de explotación. Las dos empresas mineras crearon este derecho minero cuando no existía una normativa medioambiental adecuada en Perú para gestionar estos residuos.

El actual depósito de relaves de Ticapampa consta de cinco campos ubicados en la margen izquierda del río Santa en su área de inundación y poca elevación, ello hace vulnerable a la erosión del río. También es una amenaza potencial para un embalse en la desembocadura del arroyo Chaupis, ubicado frente a los residuos que rechazan abundante material morrénico de los nevados de Blanche, se recomienda realizar un tratamiento preliminar de sulfuros presentes en los relaves por medio de un especialista.

En la investigación se mencionan los más principales que se consideran en aspectos ingenieriles que albergarán los residuos sólidos, se mencionan las siguientes estructuras propuestas:

- Presa de Arranque.
- Excavación Vaso No 01.
- Excavación Vaso No 02.
- Drenaje de aguas de infiltración de vasos 01 y 02 Sistema o sub-drenaje de aguas subterráneas.

- Poza Colectora.
- Caja de Concreto N° 01.
- Caja de Concreto N° 02.
- Terraplén de residuos sólidos compactados.
- Canal de coronación, cobertura y revegetación monitoreo geotécnico.

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Hace 78 años aproximadamente la zona urbana de Ticapampa y la parte inferior viene siendo perjudicado por el material sulfuroso generado por presencia del agua que drenando produce aguas ácidas. [Figuras: 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7].



Figura: 1.2 Río Santa, a él drena los ácidos generados por lixiviación de sulfuros.



Figura: 1.3 El relave, separado por un espacio por este drena al agua de precipitación pluvial.



Figura: 1.4 Relave que se encuentra cerca al río santa.



Figura: 1.5 Vista del relave bisectado en dos, se observa drenando agua al río Santa son de precipitaciones pluviales.



Figura: 1.6 Capas del relave Ticapampa, se viene formando pequeñas cárcavas por las precipitaciones pluviales orientadas al río santa.



Figura: 1.7 Terreno con pendiente de 10° y 25°.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el área de influencia de Ticapampa, sus relaves están desde épocas antiguas. En épocas de precipitaciones pluviales de cada año las áreas son afectadas por inundaciones y drenaje forman efluente de aguas ácidas.

Problemas de esta investigación

General. - ¿Cómo debe ser el diseño de un depósito de relaves mineros reubicado frente a los problemas de contaminación del relave minero Ticapampa, garantizando estabilidad geotécnica, al relave minero que tiene elevado contenido de ácidos sulfatos y metales disueltos de mina, tales como cobre, que contaminan el área de influencia en la parte inferior del cauce del río Santa?

Específico 1.- ¿Cuál es el rango de susceptibilidad que origina los depósitos de relaves Ticapampa por las precipitaciones pluviales mayores a 30 mm de agua que originan el transporte de

residuos mineros contaminando las aguas y bajando su PH a 3 ó 4, que puede ser en superficie o subsuelo?

Específico 2.- ¿Cómo se identifica los procesos geomorfológicos del probable depósito que propone esta investigación?

Específico 3.- ¿Se piensa que sí influye la litología del vaso en el cual se almacenará los residuos sólidos mineros existentes en el depósito de Ticapampa, Recuay-Ancash?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN

Un relave minero llamado Ticapampa se encuentra en la zona de Ticapampa de la provincia de Recuay. Desde hace 78 años, tiene dimensiones de 750 metros de largo por 200 metros de ancho, una altitud máxima de 19 m y una inclinación de 15 grados. Los principales componentes del yacimiento son cuarzo, moscovita, clorita y otros minerales de silicato. Como resultado del procesamiento de una aleación de cobre, plata, zinc y aluminio, se produjeron residuos.

Es por ello, se realizó la presente investigación para proponer disminuir la contaminación del área aledaña y los impactos negativos en las aguas del río Santa. Este impacto negativo con el paso del tiempo puede desmejorar la salud de las poblaciones humanas impactadas.

1.3.1 TEÓRICA

En todos los boletines, diarios, revistas (El Mundo Minero, Mirada hacia adentro, Resumen e inventario anual del Ministerio de Energía y Minas sobre los pasivos Mineros), en todos ellos se trata

sobre el pasivo Minero Ticapampa y los problemas que genera en las áreas aledañas a la flora y fauna, así como la contaminación de las aguas del río Santa. Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado trabajo alguno en los relaves mineros mencionados. Esta investigación propone una alternativa como se desarrolla en su extenso.

1.3.2 PRÁCTICA

En esta investigación su justificación práctica se resuelve utilizando óxido de cal, carpeta de arcilla y adoquines de gramínea y la instalación de árboles del lugar como eucaliptos.

Esta investigación también propone usar reactivos como el óxido de cal que dosificado en sus relaves de la mina Hércules con el uso de otros reactivos que contengan humus, arcillas o caolines, se propone así recuperar estos relaves para que sean suelos útiles a la agricultura.

1.3.3 EN LA TÉCNICA

En esta investigación se propone también el uso de geomembranas de polietileno marca HDPE de 1.50 mm de espesor que instalada en superficie y talud y sobre ellos instalar una carpeta de arcilla más adoquines de gramíneas con ello los pasivos mineros de Ticapampa pueden ser mitigados por algunas décadas de años, principalmente a las altas precipitaciones pluviales y a la dinámica eólica que transporta las partículas de los mismos.

1.3.4 EN LA SOCIEDAD

El resultado de esta investigación propuesto por polietileno HDPE de 1.50 mm puede ser considerado como una alternativa de solución a dos generaciones humanas, sin embargo, hay que hacer estudios más al detalle que pueda determinar la disminución de su costo que es bastante oneroso.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 GENERAL

Diseñar un depósito de relaves reubicado, frente que pueda mitigar los problemas de contaminación del relave Ticapampa – Recuay – Ancash”.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Específico 1.- Analizar el probable depósito de relaves reubicado, con impermeabilización, será una alternativa fundamental para mitigar la contaminación por los ácidos sulfato y metales disueltos (Hg).

Específico 2.- Identificar por cartografiado y estadística las unidades geomorfológicas en el área del propuesto que almacenará los relaves mineros.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

2.1.1 Primero

Surichaqui (2016). Con la tesis de Maestría: Estudio de la metodología de evaluación de riesgos más eficaz para instalaciones abandonadas de residuos mineros. Afirma: Que ha quedado suficientemente demostrada la eficacia de la valoración efectuada con el procedimiento último de la Metodología de Valoración de Riesgos del IGME, sobre un dique de residuos mineros tan vulnerable como el de Ticapampa.

2.1.2 Segundo

Valenzuela (2015). Con la tesis de Doctorado: Sistema de medición de la estabilidad de depósitos mineros de relave frente a la acción eólica, para su recuperación como espacio urbano sostenible. El caso de la ciudad de Copiapó en Chile. Afirma que: Chile ha sido es un país minero y lo seguirá siendo en los próximos años, situación que se trata en extenso en la segunda parte de este documento, y se refuerza al indicar que posee el 30% de las reservas mundiales de cobre (Consejo Minero, 2015).

2.1.3 Tercero

Arenas (2015). Con la tesis de Maestría: Comparación del potencial de infiltración de relaves convencionales versus relaves espesados con metodología TTD. Dice que: Se desarrolló de forma satisfactoria una instalación experimental que permitió medir la infiltración del agua proveniente de relaves espesados TTD y de relaves convencionales, con concentraciones de sólido variable de entre 62% a 72%, cuando son depositados sobre un suelo de fundación.

2.1.4 Cuarto

Camino (2021). Con la tesis de Maestría: Se realizaron experimentos utilizando un tomógrafo para estudiar el flujo de agua en un lecho de grava en el contexto de la evaluación de la contaminación de los ríos por accidentes mineros. Afirma que el estudio realizado para la presente tesis, cuyo objetivo era contribuir a la investigación sobre el transporte de sedimentos fluviales debido a los efectos de la descarga de relave causada por accidentes mineros, fue un éxito. También se incluyen los objetivos específicos relacionados con el desarrollo de una metodología para calcular la cantidad de gas de cimentación sólida y de suspensión, así como la cuantificación del gas residual en los medios de un tomógrafo resistivo. En este estudio se utilizó el tomógrafo resistivo ITS para medir las concentraciones de relajación en reposo y mientras estaba suspendido en un lecho de grabación móvil. Se puede llegar a la conclusión de que el tomógrafo es capaz de representar con precisión las concentraciones de reverberación en reposo. Pero en el caso de las concentraciones en suspensión, el tomógrafo es incapaz de representarlas con precisión. Es probable que esto se deba, en gran parte, al hecho de que las concentraciones en suspensión son muy bajas, en contraste con el tamaño de píxel del tomógrafo, que es mucho mayor que el de la partícula en suspensión. En consecuencia, basándose en los resultados, se puede aconsejar el uso de la tomografía

para estimar el consumo de gas sólido en suspensión en los ríos. Es necesaria una mayor investigación para la aplicación del gas sólido en suspensión mediante tomografía.

La Metodología experimental concluye en los siguientes puntos importantes:

- El montaje experimental que se desarrolló permitió estudiar el movimiento de roca suelta sobre un talud de grava de manera satisfactoria, ya que es posible controlar los caudales del flujo e introducir el volumen que se estima para cada experimento. Esto permite observar instantáneamente el comportamiento de los sedimentos a medida que avanza cada experimento.
- El montaje experimental está conectado a un tubo presurizado que, aunque no es ideal para crear una geometría de canal que nos permita extender el comportamiento de un río de forma natural, sí nos permite recoger datos de forma discreta utilizando un tomógrafo resistivo que tiene una geometría de tubérculo cilíndrico. Esto nos permite ver cómo cambia la concentración de sedimentos en el interior del tubérculo y en los espacios entre los granos de grava, lo que no es posible si la geometría tuviera una forma rectangular porque el tomógrafo sólo puede tener una geometría cilíndrica
- El tomógrafo permite estudiar con precisión las concentraciones de relaves sedimentados tras la calibración del sistema.

2.1.5 Quinto

Ramírez (2020). Con la tesis de Maestría: Metodología para evaluar el potencial de inestabilidad física y erosión en depósitos de refuerzo. De acuerdo con la metodología de este estudio, es posible evaluar la susceptibilidad de un material al deterioro y la inestabilidad física potencial en los depósitos de relaves en distintas fases de actividad. El

análisis de vulnerabilidad propuesto ofrece nueva perspectiva en la evaluación de riesgo potencial por poseer parámetro de nivel regional que pudieran influir, la misma actualmente no son considerados para determinar la estabilidad realizados en los balances de cuentas de reserva, en particular en los balances activos.

2.1.6 Sexto

Cáceres (2015). Con la tesis de Maestría: Evaluación de los efectos adversos sobre la función pulmonar causados por la exposición a material particulado fino (MP_{2,5}) en niños que viven cerca de una playa minera muy contaminada en Chaaral, Chile. En este estudio, se descubrió que los niveles más altos de MP, en particular de MP_{2,5}, tienen un impacto negativo en el funcionamiento del sistema respiratorio de los residentes que asisten a la escuela.

2.1.7 Séptimo

Rivero, N. y Mayorga, A. (2015). Con la tesis de Maestría: Metodología para el diseño por confiabilidad de presas de relaves construidas en arena por el método aguas abajo. Dice que, a partir de los conocimientos adquiridos en la investigación, se creó una guía de diseño para que añada las consideraciones clave para planificar y ejecutar presas de este tipo, así como recomendaciones dado el potencial de error al hacerlo. Para llegar a este punto, fue necesario realizar una revisión bibliográfica con el fin de conocer los distintos modos de comportamiento utilizados en las cuatro falacias. Se descubrió que la mayoría de ellas utilizaban equilibrio límite con FS. Al final, se seleccionaron las funciones de comportamiento más rigurosas (en el caso de la estabilidad MyP) e inclusivas de variables para cada tipo de falla. Montecarlo y Estimación Puntual produjeron resultados muy similares, pero el primer método es más práctico y, por tanto, el que se aconseja. El componente de

probabilidad de fallo del criterio de falibilidad FS-1 sirvió de base para calcular la probabilidad de fallo global de la predicción. La guía de diseño se aconseja una vez que se han determinado las mejores opciones mediante el análisis comparativo de las funciones relacionadas con el comportamiento y los métodos de simulación. En base al comportamiento de los resultados del estudio, se recomienda emplear 20 años de periodos de retorno de 475 años para sismo y precipitación. Las tres variables que más influyen en la funcionabilidad de la presa es la permeabilidad del material.

2.1.8 Octavo

Urbano desde 2016. En cuanto a la tesis de maestría, "Estudio experimental de propiedades dinámicas de relaves espesados", se aplica a la investigación de la estabilización de un depósito de relave. Afirma que el programa de experimentos utilizado en este estudio permitió la caracterización monotónica y dinámica del comportamiento de una muestra de espesado relave. Como resultado, se muestra lo siguiente:

- El resultado ensayado muestra una resistencia sin empapadura de $S_u/3 = 0,56$, que es notablemente superior a los valores indicados en la teoría.
- Las curvas propuestas para la degradación de los mecanismos de corte y amortización para el relave estudiado son similares a las que se han publicado recientemente para depósitos naturales de arcillosos suelos con índices de plasticidad IP comparables. Esto demuestra la significativa influencia que el PI tiene tanto en los mecanismos de corte y amortización de los materiales naturales como en los creados artificialmente.

- Las metodologías indicadas para simular una pila referente al comportamiento dinámico repelida presentan diferencias al menos cinco veces superiores al desplazamiento lateral obtenido. La Metodología HSsmall, que viene a ser el caso número 2, donde la aplicación de una técnica sobre la otra no provoca desplazamientos substancialmente diferentes en la pared del lado del depósito ni en la estabilidad global de la pared.
- En cuanto a la profundidad del agua por encima del muro, no hay muchas diferencias apreciables entre una metodología y otra. Sin embargo, es fundamental señalar que la utilización de una ecuación analítica geoespacial con $K_0 = 1$ para un modelo dinámico de la pared de un depósito de reverberaciones emitidas implica una reducción del 17% del valor de la ecuación dinámica que genera la reverberación en forma cúbica. Caso 1: RSE y un 30% para el Caso 2: HSsmall, que se basa en el componente empresarial de los empleados.

2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

2.2.1 Primero

Solórzano (2015). Con la tesis de Maestría: Evaluación de impacto ambiental de las aguas superficiales del cráter de Sipchoc como consecuencia de la actividad minera de Minera Huancapet S.A.C. en el año 2014. Según la declaración, se determinó que el nivel de impacto ambiental en las aguas superficiales del río Sipchoc causado por la descarga de residuos de la actividad minera en 2014 fue "Malo", causada por varios metales cuyos valores fueron menores a los establecidos en los LMP (Límites de Valores Máximos Permitidos). De acuerdo a sus niveles de concentración y de acuerdo al LMP establecido por normatividad, se han identificado los siguientes contaminantes en el río Sipchoc: Nitrato

(con concentraciones inferiores a la LMP), Cianuro (con inferiores a la LMP), Arsénico total (con inferiores durante la transición a la LMP y superiores durante la fase de estia, catalogando esta agua de calidad limitada); Cadmio (con un contenido inferior en comparación con la LMP y ligeramente superior en comparación con la LMP por la norma nacional aplicable para la calidad del agua). abastecimiento de agua de bebida animal y vegetal; Mercurio total (con concentraciones inferiores durante la avenida y superiores durante el estiaje a la LMP, lo que convierte en agua con posibles riesgos para la salud del ser humano); finalmente el Plomo y Zinc (también las concentraciones son inferiores a la LMP).

2.2.2 Segundo

Trujillo (2013). Con la tesis de maestría: Evaluación de la capacidad fitorremediadora de las plantas adaptadas al ambiente minero en la planta concentradora Santa Rosa de Jangas. Declara: Esta planta concentradora fue el sitio de la investigación, que tuvo como objetivo principal la exploración de plantas con bonos para facilitar la remediación que es considerado de mucha importancia. Para determinar los niveles de bioconcentración de metales en el suelo, se evaluaron tres especies vegetales que crecen cerca del pozo minero de la planta concentradora de Santa Rosa de Jangas.

2.2.3 Tercero

Yarín (2021). Con la tesis de Doctorado: Efectos de metales pesados en suelos bajo actividad minera en el distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos y departamento de Arequipa. Según el estudio, en la zona de estudio se encontraron altas

concentraciones de arsénico, cadmio, cobalto y plomo, superando los ECAs.

2.2.4 Cuarto

Martínez (2018). Con la tesis de Doctorado: Evaluación del estado de conservación de Suelos contaminados por la relavera el Madrigal-Arequipa y propuesta de Fitorremediación. Dice que: El comportamiento del índice de Shannon es de 1,04 0,47 de media en todas las zonas de muestreo, siendo la zona de muestreo B la que muestra el valor más alto con 1,485, seguida de la zona de muestreo C con 1,408. Los apasionados mineros de la Relavera "El Madrigal" han provocado que las tierras queden inservibles o inutilizables, y del mismo modo, las tierras un poco más alejadas corren la misma mala suerte porque la contaminación eólica perjudica constantemente a las comunidades rurales cercanas, al suministro de agua y al ecosistema en su conjunto.

2.2.5 Quinto

Ledesma (2015). Con la tesis de Maestría: Basado en experiencias exitosas de empresas mineras, una propuesta de tratamiento para la remediación ambiental del depósito de relaves de carbón de Quiulacocha-Pasco. Se indica que el depósito relavera de Quiulacocha-Pasco, cuenta con una superficie de 116,89 hectáreas, contiene aproximadamente 78,7 millones de toneladas de carbón con azufre reactivo que está dañando gravemente nuestro ecosistema por el área de influencia del río San Juan al generar ácido de la mina. El depósito de relave tiene dos zonas claramente definidas: una al noreste, donde existen depósitos de relave seco con cierto grado de consolidación que cubren un área de 89,44 hectáreas; y la otra al sur, donde existe

una alta probabilidad de que el agua ácida se infiltre en los acuíferos subterráneos y los contamine.

2.2.6 Sexto

Travezaño (2021). Con la tesis de Maestría: Servicio de Análisis Integral de Relaves y Efluentes en el Perú. Describe que: El importe de la inversión necesaria para esta propuesta es de 197 243 USD, de los cuales la mayor parte se destinará a la adquisición de equipos para el laboratorio. El plazo utilizado para determinar el flujo y para la evaluación de propuesta será de diez años. Por los resultados de la evaluación financiera, se considera negocio en condiciones económicamente viable porque tiene un VAN + de 55.691 USD y un TIRE positivo del 36%, superior al tipo de descuento deseado del 30%. Este proyecto tiene un nivel de riesgo de inversión medio-alto, ya que es sensible a las variaciones de la demanda inicial y del precio medio en un 15%. Según las entrevistas realizadas.

2.2.7 Séptimo

Vila (2015). Con la tesis de maestría: Respuesta a la estabilidad física referente al confinamiento del mineral de cobre mediante la novedosa técnica de almacenamiento de minerales en pasta o de forma efímera. Declara que las causas primarias de las caídas por inestabilidad del suelo de la Cimentación que se han producido a lo largo del tiempo en las zonas de almacenamiento de relaves son la existencia de riesgos naturales y/o geofísicos. Entre los Riesgos Naturales, cabe destacar los riesgos sísmicos, hidrológicos y eólicos. Los vertederos de estériles espesados, también conocidos como vertederos TTD (Thickened Tailings Disposal) o vertederos de pasta, son aquellos en los que todo el estéril ha sido sometido a un proceso de espesado. Esta tecnología, entre otros beneficios y ventajas, permite un uso más eficiente del agua,

disminuye significativamente los riesgos de infiltración, licuatura, erosión hídrica y/o eólica, y permite mitigar la contaminación ambiental.

2.2.8 Octavo

Chira (2021). Con la tesis de Doctorado: Impacto de los metales pesados del río Mantaro en la aptitud de los suelos agrícolas del sector Jauja-Huancayo, Junín, 2020. Afirma que: Los metales pesados presentes en el río Mantaro impactan negativamente en la aptitud de los suelos agrícolas del sector Jauja-Huancayo, en Junín.

2.3 MARCO CONCEPTUAL O GLOSARIO

Aluvión: Es material detrítico (hielo, barro y agua) transportado y depositado transitoria o permanentemente.

Alud: La avalancha o alud (galicismo) es el movimiento descendente de una capa de nieve que puede incluir parte del sustrato y de la vegetación que cubre la roca.

Aluvial: Es el material detrítico consecuencia de la acción gravitatoria

Cartografiar: Levantar y trazar la carta geográfica de una porción de superficie terrestre a escala superior a 1/20000.

Relave: Los relaves suelen ser una mezcla de tierra, minerales, agua y rocas. Son residuos tóxicos aislados o subproductos de procesos de minería y concentración de minerales.

Río: se refiere a un flujo o corriente de agua de origen natural que fluye continuamente y acaba desembocando en un lago o en el océano. Todos los ríos tienen un caudal determinado, aunque rara vez permanece constante a lo largo del año.

Barro: Se trata de una mezcla pastosa de tierra y agua formada por sedimentos o partículas de lunares y arcilla. Los depósitos de barro permanecen a lo largo del tiempo, evolucionando con el tiempo hasta convertirse en terrazas o mesas.

Flujo de agua: Es el flujo continuo de agua.

Geodinámica: De geodinámica o en relación con ella; tras la colisión, se realizó un estudio geodinámico de la región.

Geomorfología: Es la ciencia que estudia las formas de relieve y sus procesos.

Inundación: Es la presencia de agua en lugares que normalmente están libres de ella. Esto puede ocurrir debido a las avalanchas provocadas por los maremotos, la subida del nivel del mar o la crecida de ríos y caminos por las fuertes lluvias o nevadas. La formación de llanuras en los valles fluviales es el resultado de inundaciones fluviales recurrentes, que son procesos naturales.

Litología: Es el área de la geología que estudia las rocas, en particular su granulometría, tamaño de partícula y características físicas y químicas.

Lodo: Barro blando elástico por presencia de arcilla, muy fino y fluido.

Morfología: Es parte de la geología que investiga las formas de la superficie terrestre.

Ponderar: Determinar el peso estadístico o el valor de una población.

Quebrada: Es un paso estrecho entre montañas, fueron formados por precipitaciones a nivel de cárcavas.

Sedimento: Es una partícula sólida que se ha acumulado en la superficie de la tierra (la capa litosférica) como resultado de procesos y fenómenos que ocurren en la hidrosfera, la capa biológica y la atmósfera.

Suelos Aluviales: Su génesis es fluvial, poco evolucionados aunque profundos.

Susceptibilidad: Capaz de recibir el efecto o acción que se indica.

2.4 MARCO FILOSÓFICO

Esta investigación científica presentada en el desarrollo de esta tesis, es una secuencia lógica y ordenada creada por la mente hábil de su autor, en la cual mira, observa al detalle, describe, compara, analiza, y concluye elaborar el diseño de un nuevo depósito al cual trasladar los residuos sólidos mineros presentes en el paraje Ticapampa para mitigar los negativos efectos de impactos ambientales en la flora y fauna aledaña como también contaminar con metales de Pb, Cu, Zn, As, S, Fe y Hg las aguas del río Santa que desmejora la salud de las personas que residen en su cuenca inferior, por las cantidades superiores a los límites máximos permisibles dados por el organismo mundial de la salud, hecho que sucede principalmente en las temporadas de las lluvias. La

aproximación de diseño del nuevo depósito de relaves mineros es indubitable de la explotación dada en el curso de los 78 años que empezó en 1,912 y terminó en 1,990 su valoración ontológica, su defensa de este análisis. Es un esfuerzo creativo que crea una realidad antes inimaginada, emerge su propuesta por las ideas del autor.

Esta investigación se basaba en premisas filosóficas y epistemológicas que ayudaban a comprender el trabajo que se realizaba y que al hacerlo se mitigarían todos los riesgos, vulnerabilidades y peligros y se obtendrían logros positivos, entre otras cosas. Esta propuesta inicial, suposición o término de la investigación se deriva de la frase latina "investigium", que significa "buscar la huella", y se refiere a un evento que el autor pudo replicar mediante el estudio de los residuos mineros de Ticapampa. Según Investigate, el autor buscó y analizó las huellas de explosión de la mina Hércules y sus secuencias cronológicas de los eventos registrados en los depósitos que conforman el actual yacimiento de Ticapampa. La diferencia entre el paso empírico inicial de tratar la cuestión in situ y otra propuesta de reubicación en un nuevo emplazamiento a 2 kilómetros del actual que se basa en parte en conocimientos científicos o ya desarrollados demuestra que esta tesis ha pasado por múltiples etapas de revisión desde su inicio, cada una de las cuales ha sido desbrozada más a fondo que la etapa anterior, lo que deja la probabilidad de que la propuesta alternativa tenga éxito. También orienta al lector para que ella permita considerar el diseño de un nuevo depósito de relaves como una seria alternativa de solución actual para el depósito Ticapampa, al utilizarlo preservara y mitigará los impactos negativos causados al medio ambiente.

2.5 MARCO LEGAL

Acá indicamos como se norma y tratamos de proteger el medio ambiente en beneficio de la humanidad en el Perú.

La primera conferencia de la ONU que utilizó el término "medio ambiente" en su título fue la Conferencia de las Naciones sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo (Suecia) en 1972.

Tras años de importantes aumentos de la temperatura global, Austria acogió la primera conferencia internacional sobre los efectos del invierno.

Los medios adecuados de transporte y disposición final del relave están previstos por la Ley N° 31211 para las empresas dedicadas a actividades mineras y de transformación de metales.

Artículo 1º. Objeto de la ley. Es asegurar que los residuos generados por las empresas que realizan actividades de minería y procesamiento de metales como subproducto de sus operaciones sean transportados y dispuestos adecuadamente, teniendo en cuenta que existen empresas mineras que cuentan con programas de gestión ambiental y estudios de evaluación de impacto aprobados.

No se ha mejorado el sistema de traslado y disposición final de los residuos de quienes dan cuenta de ello de acuerdo a la Ley 27446, también conocida como Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Se tomarán en consideración las siguientes definiciones: Relave. Se refiere a la mezcla sobrante de mineral líquido y otros ingredientes que se produce cuando se extraen minerales durante la explotación minera y el procesamiento de metales. Este residuo se transporta por canales o tuberías hasta una instalación de eliminación.

Almacenamiento relativo. Todo lo que se ha organizado de forma segura para contener los materiales residuales producidos como subproducto de la minería y el procesamiento de metales.

Las empresas mineras y metalúrgicas deben implantar un sistema de transporte por relevos con mecanismos de protección que garanticen que el material transportado no entre en contacto directo con el suelo, no se filtre al suelo y no llegue a los cursos naturales de agua. También debe contar con un sistema de contingencia para escapes y/o descarrilamientos.

Las empresas mineras y metalúrgicas deben presentar sus respectivos instrumentos de gestión medioambiental a la autoridad certificadora competente en un plazo de 90 días, junto con un calendario de aplicación. Si una empresa minera o metalúrgica no ofrece un instrumento de gestión medioambiental, la autoridad fiscal responsable determinará si dicha empresa tiene que realizar algún ajuste en transportes y/o disposiciones finales de los residuos.

Incluir un plan de contingencia para la disposición final y transporte del relave. El plan de contingencia específico para el sistema de transporte y disposición final del relave deberá ser desarrollado por el minero titular y mantenido actualizado semestralmente; el incumplimiento de esta obligación someterá al minero a sanciones económicas por parte de la autoridad fiscal.

La creciente escasez de recursos naturales, como el agua, y los avances en las tecnologías de separación que permiten el uso de materiales con leyes más bajas ha hecho que se preste más atención a la extracción de valor añadido de los minerales y a la recuperación de los metales que contienen.

El "Acuerdo Marco de Producción Limpia Sector Gran Minera", firmado el 27 de noviembre de 2000, incluyó la gestión de residuos sólidos como uno de sus temas de desarrollo. Se establecieron las siguientes actividades para el tema de los residuos: - Identificación y medición de los residuos producidos por las operaciones de la Gran Minera. - Identificación de tecnologías que podrían mejorar las prácticas actuales

de gestión teniendo en cuenta el enfoque jerarquizado de la gestión de residuos: evitar - minimizar (reducir, reutilizar, reciclar) - tratar - distribuir.
- Propuestas voluntarias de acuerdos voluntarios para mejorar la gestión de residuos de las empresas del Consejo Minero.

2.6 BASES TEÓRICAS

2.6.1 Características de los relaves

En primera instancia es el transporte, chancado y molienda, en segunda instancia es la flotación proceso fisicoquímico permitió la separación de sulfuros con metales. Los relaves, formados por materiales clasificados como limos y arenas finas, eran los restos que quedaban. Este material se trasladaba a través de tubos para ser almacenado en canchas o presas, que se comportan geotécnicamente de forma diferente al suelo natural, pero tienen propiedades e índices comparables.

2.6.2 Propiedades físicas de los relaves

Granulometría de relaves, considera el comportamiento del material su involucencia y segregación en la zona de vertido.

Donde se vertió los relaves de pendientes de rumbo dirigido a la zona de depósitos más finos; las pendientes de 0.5% a 3.0%, a los 30 metros., disminuye a 0.1%. Para los relaves gruesos, la pendiente es de 4.0% a 6.0%, decantando materiales heterogéneos (Cancela, 1987).

2.6.3 Laderas y Taludes

El área propuesta para la nueva cancha de relaves tiene topografía suave dada por escarpas, laderas, lomadas y planicies de pendientes variadas. Según Suarez, J. (2007), el talud se observa en la Figura 2.1.

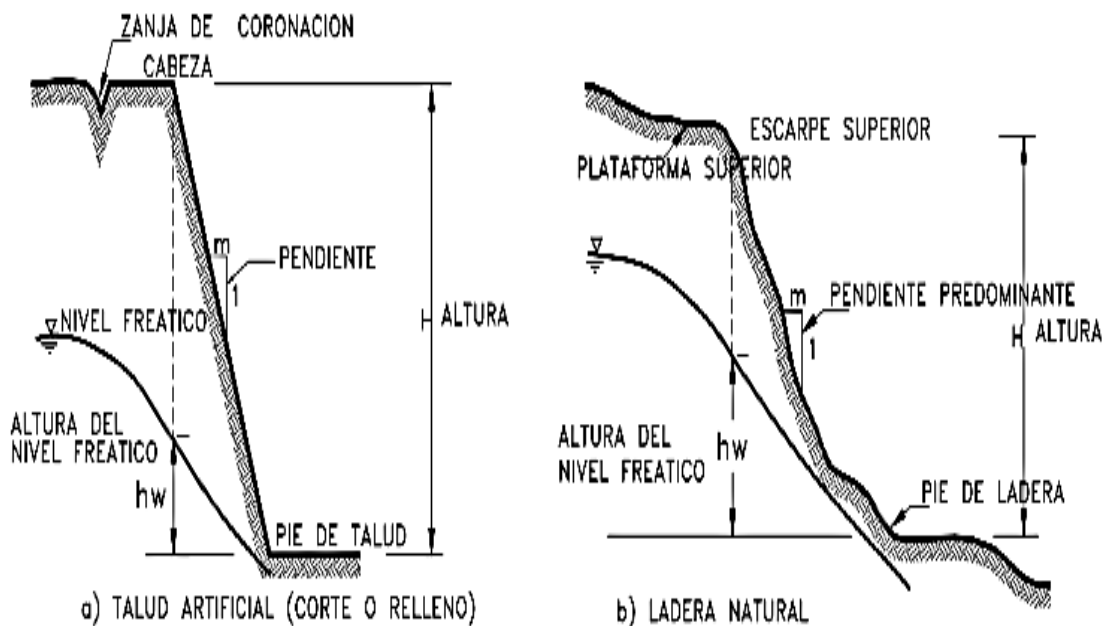


Figura 2.1 Laderas y Taludes. Fuente: Jaime Suarez (2007).

2.6.4 Deslizamientos

Suarez, J. (2007), cita a Brabb (1989) indica que, “los deslizamientos son los procesos geológicos que afecta al hombre, causa miles de muertes y daños a las propiedades por valor de millones de dólares cada año, además, se piensa que el 90% de pérdidas por deslizamientos son evitables con medidas de prevención y control.

En el caso (1) la Velocidad que desarrolla el deslizamiento deben considera tres condiciones:

- Pendiente del talud.
- Forma de la superficie de rotura.
- Propiedades físicas de los materiales.

Ayala y Andreu (2006) en el Manual de Ingeniería de Taludes muestran un cuadro para Deslizamientos Rotacionales y los Rangos de Velocidad (Tabla N° 2.1).

Tabla 2.1 Deslizamientos Rotacionales y Rangos de Velocidad en los Movimientos

TIPO DE MOVIMIENTO	CLASE DE MATERIAL		RANGO GENERAL DE VELOCIDAD EN LOS MOVIMIENTOS (cm/a)
	MEDIOS ROCOSOS	SUELOS	
DESPLAZAMIENTOS			
MUELDOS (slumping)			
DESPLAZAMIENTOS ROTACIONALES			
DESPLAZAMIENTOS TRASLACIONALES			

Fuente: Ayala y Andreu (IGME, 2006).

2.6.5 Peligros e Inestabilidad

La inestabilidad y el peligro son generados por movimientos de masas, por eso Santacana (2001) cita a Corominas (1992) se puede apreciar un importante concepto de peligrosidad: "La prevención, que requiere tomar conciencia de la existencia del fenómeno de riesgo, es el mejor método para atenuar los efectos de los deslizamientos.

2.6.6 Descripción de la Geomembrana HDPE

El objetivo es determinar el grosor de la geomembrana, de igual forma el tipo de geotextil. La geomembrana de PEAD se describe en la figura 2.2 como fabricada a partir de polietileno de alta densidad (PEAD) y resinas de alto peso molecular, lo que da lugar a geomembranas flexibles de la máxima calidad.

La extrusión en bala de la matriz es el método utilizado en su proceso de fabricación, y cumple todos los requisitos para garantizar la calidad de la producción. Producida sólo con materias primas primarias, al 100%, da como resultado geomembranas de alta calidad.



Figura 2.2 Detalle de la Geomembrana

Las principales normas para los ensayos que se realiza a la geomembrana se describen en la **Tabla N° 2.2**.

Tabla 2.2 Principales ensayos que se realizan a la Geomembrana

Propiedades Físicas	Norma
Espesor nominal	ASTM D 5199
Densidad	ASTM D 1505 ASTM D 792
Cantidad de negro de humo	ASTM D 1603 ASTM D 4218
Dispersión de negro de humo	ASTM D 5596
Propiedades Mecánicas	Norma
Resistencia elástica	ASTM D 6693
Deformación elástica	ASTM D 6693
Resistencia a la rotura	ASTM D 6693

Deformación a la rotura	ASTM D 6693
Resistencia al desgarre	ASTM D 1004
Resistencia al estallido	ASTM D 4833
Resistencia a la tensofisuración	ASTM D 5397
Tiempo de oxidación inductiva	ASTM D 3895

2.6.7. Propiedades de las Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad

Cada uno de los polímeros del etileno se denomina polietileno. El 60% del etileno producido se utiliza en la fabricación de polímeros. Probablemente, el polietileno es el contaminante más común en la vida cotidiana, y también es el plástico más utilizado en el mundo. Existen dos tipos básicos de polietileno: el polietileno de baja densidad (LDPE) y el polietileno de alta densidad (HDPE).

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 GENERAL

El diseño de un nuevo depósito de relaves donde se reubicará, considera el análisis de sus costos de construcción, de llevarlo a cabo solucionará los problemas de contaminación de los relaves mineros Ticapampa.

3.2 ESPECÍFICAS

ESPECÍFICA N° 01.- La contaminación del río Santa puede disminuir si se trasladan los relaves mineros Ticapampa al nuevo depósito de relaves que se considera en esta investigación, echo que mitigará la contaminación de la fauna y flora aledañas a éste de depósitos de relaves.

ESPECÍFICA N° 02.- Si se concreta e identifica la geotecnia del área donde será reubicado los relaves mineros Ticapampa, se evitará la contaminación de las aguas del río santa.

3.3 VARIABLES

3.3.1 Independiente

Es el estudio del depósito de relaves y diseño del nuevo depósito de relaves Ticapampa.

3.3.2 Dependiente

Es el depósito de relaves ubicado en Ticapampa, provincia Recuay, región Ancash.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

El proceso metodológico consistió en deducir las variables que componen el problema de investigación, partiendo de la más amplia a la más restringida.

Definición real o dimensiones

Comprobamos el volumen del nuevo depósito de relaves Ticapampa, donde se encapsulará la totalidad de los relaves ahora existentes.

Definición operacional o indicadores

Volumen de la excavación y relleno del nuevo depósito para su inicio y futuro arranque.

Trabajos Dinámicos

Movimiento de tierras para trasladar y almacenar en el nuevo depósito todos los relaves o pasivos mineros existentes en Ticapampa.

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación fue aplicada, pues observó, describió y analizó al detalle su proceso técnico que siguió su desarrollo.

4.1.2 Diseño de la investigación

El trabajo del desarrollo investigativo fue experimental, su diagrama se elaboró en base a su diseño que se propuso, los ensayos que se realizaron fueron estándares y especiales con diseño de un solo grupo.

4.1.2.1 Diseño pre experimental.

Esta investigación aplicó también diseño pre experimental, fue un diseño de un solo grupo su grado de control fue mínimo. Fue útil en un primer acercamiento al problema investigado en su realidad.

Se realizó evaluación del grupo de control antes y después (pretest – postest), se tuvo en cuenta la siguiente estructura.

$$\begin{array}{rcccl}
 \text{(a)} & [A] & \frac{Y_b}{Y_b} & \frac{X}{-X} & \frac{Y_a}{Y_a} & \text{(Experimental)} \\
 & & & & & \text{(Control)}
 \end{array}$$

(b)	[Ap]	$\frac{Yb}{Yb}$	$\frac{X}{-X}$	$\frac{Ya}{Ya}$	(Experimental)
					(Control)

Para el caso (a) pretest; tenemos el grupo experimental, que llevó las muestras al laboratorio y el grupo de control será insitu.

En donde:

Yb: Mitigación de contaminación por los relaves mineros Ticapampa (el material existente en la zona actualmente se transportará a un nuevo lugar depósito de relaves mineros reubicado).

Ya: Mitigación de contaminación por los relaves mineros Ticapampa (el área actual que la ocupa quedará sin materiales contaminantes).

X: Diseño de un nuevo depósito de relaves mineros reubicado (llevar al laboratorio muestras de suelo de su vaso para su clasificación por SUCS y AASHTO, para conocer su ángulo de fricción interna).

Para el caso (b) postest, se tuvo en el grupo experimental el contraste con los resultados del laboratorio y el grupo de control no varió siguió idéntico.

Donde:

Yb: Mitigación de contaminación de los relaves mineros Ticapampa (el material existente en la zona actual se transportará al nuevo lugar depósito de relaves mineros reubicados).

Ya: Mitigación de contaminación de los relaves mineros Ticapampa (el área actual quedará sin relaves mineros).

X: Diseño de un nuevo depósito de relaves mineros reubicados (con los resultados de laboratorio efectuado por análisis a las muestras de suelo para clasificación por SUCS y AASHTO, y conocer el ángulo de fricción interna, con ello se realizó el diseño del nuevo depósito, como vario, por ello se consideró experimental).

Se identificó también una característica importante de este diseño, dado por la naturaleza de las puntuaciones que se analizaron la diferencia o de cambio $[Y_d - Y_a]$, donde aprecio que la manipulación de la variable independiente es contundente, ello verificó la fuerte manipulación experimental, en consecuencia, no hubo Diferencia $[Y_d - Y_a]$ es por ello, se considera nuestra investigación como pre experimental.

4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis es el relave Ticapampa, ubicada del distrito del mismo nombre, en épocas de precipitaciones pluviales, estos relaves en dicha etapa fluyen de la parte inferior del actual depósito de residuos mineros. Generando contaminando de este caudal.

4.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Las áreas de estudio es la extensión del relave actual Ticapampa que tiene 750 metros de largo, 200 metros de ancho, 19 metros de altura, 15.00% de pendiente y también es las áreas de los nuevos depósitos de los relaves mineros, donde se piensa encapsularlos.

4.4 TAMAÑO DE MUESTRA

Es el área del relave Ticapampa y el área del nuevo lugar del depósito de relaves, donde se trasladarán los residuos sólidos o relaves mineros para encapsularlos. Con ello se mitigará la contaminación.

4.5 SELECCIÓN DE MUESTRA

La selección y acopio de datos fue la lectura de 20 sondajes, 6 ensayos de penetración y la elaboración y análisis de 62 planos del depósito de relaves mineros Ticapampa y el diseño de los nuevos depósitos de relaves propuestos en donde se encapsularán a estas áreas se transportará los actuales materiales o relaves mineros que se encuentra en Ticapampa, y para determinar la consistencia del nuevo diseño del depósito de relaves, se realizarán pruebas mecánicas en laboratorio para definir las características y resistencia del suelo a la compresión simple.

Para conseguir estos resultados, se realizarán excavaciones de calicatas con la finalidad de extraer muestras de suelo y llevar al laboratorio para realizar con ellas varios ensayos de acuerdo a la norma E-050 vigente del E050, como son: Prueba de clasificación de suelos por SUCS y AASHTO, Corte Directo, límite de atterberg siendo, es fundamental observar el comportamiento de los diferentes tipos de suelos y su capacidad portante.

4.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fue de suma importancia los datos existentes relacionada a geotecnia y mecánica de suelos, ella comprende los parámetros del suelo, en un punto de estudio específico, como es el perfil estratigráfico, clasificación SUCS y AASHTO, propiedades físicas del suelo, parámetros de esfuerzo-deformación, estado de compacidad que permitieron determinar las propiedades ingenieriles del suelo como material de cimentación y son los siguientes:

Se realizó un EMS al detalle, continuando los siguientes criterios:

- La localización y profundidad de los puntos de interés.

- La fecha de realización de estos trabajos.
- El perfil estadístico del sujeto en la zona de interés.
- Clasificación SUCS del suelo y/o rocas en el punto de interés.
- Propiedades del subsuelo y/o de las rocas en la zona de interés.
- Propiedades de deformación del suelo y/o rocas inducidas por el esfuerzo en el punto de interés.
- Resistencia al esfuerzo cortante del suelo y/o rocas en el punto de interés.
- Indicadores de compatibilidad y otros indicadores.

Esta información es detallada y se dice que es básica; así, cualquier organización que la hubiera desarrollado sobre el mismo punto de interés habría obtenido los mismos resultados porque el método está normalizado sobre el terreno y se han realizado pruebas o estudios de laboratorio. Según la Norma E050: Reglamento Nacional de Construcciones, Suelos y Cimentaciones del Perú.

La información recopilada total comprendió 20 puntos de interés ubicados en el área de trabajo e influencia; las cuales fueron analizadas y procesadas en forma sistemática para su posterior uso.

La fase de campo, para efectos de su desarrollo del estudio geológico tuvo las siguientes etapas:

- Reconocimiento litológico, estructuras, geomorfología y fenómenos geológicos climáticos de mayor incidencia en la zona de interés.
- Toma de fotografías de los objetos expuestos desde varios puntos del terreno.
- Selección de regiones con menor y mayor riesgo de ocurrencias geofísicas.

El estudio geotécnico determinó el perfil estructural del suelo, que determinará dónde se produce la cimentación. Además, mediante evaluaciones de campo, los autores del estudio cuantificaron e

identificaron cualitativamente las propiedades geomecánicas del suelo. Estos estudios se llevaron a cabo en los 20 puntos de interés, que se recopilaron utilizando información ya existente, por lo que la investigación de campo en estas áreas en particular ha implicado la realización de una evaluación sobre el terreno teniendo en cuenta los resultados ya obtenidos y confirmando la veracidad de la información adquirida mediante indicadores.

Los experimentos de campo que se indican a continuación se han realizado para cada una de las "calicatas" que se han abierto en la zona de interés:

La toma de muestras de los métodos que componen el sustrato de cimentación de acuerdo con las preconizaciones de la Norma E.050 se ha realizado en las "calicatas" abiertas. En los casos en los que la estructura del suelo es fundamentalmente granular se han extraído muestras de Mab alterado, mientras que en los casos en los que la estructura del suelo es cohesiva se han extraído muestras de Mib inalterado. En este trabajo de campo se han tenido en cuenta todos los datos disponibles anteriormente relativos principalmente a aspectos geofísicos y geotécnicos, y servirá de complemento y ampliación de la geologización local superficial de la zona de estudio.

Fase de experimentos de laboratorio, esta fase se desarrolla para las muestras retiradas de los lugares de investigación de campo y/o de exposición, y tiene por objeto conocer los índices y geometrías de los materiales descubiertos a través de la ejecución de las Investigaciones Estándar y Especiales que se enumeran a continuación:

ENSAYOS ESTÁNDAR	NORMA USADA
1.1.- Descripción visual – manual	ASTM D 2488
1.2.- Contenido de humedad natural	ASTM D 2216
1.3.- Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
1.4.- Límite líquido y límite plástico	ASTM D 4318

1.5.- Clasificación unificada de Suelos	ASTM D 2487
1.6.- Próctor Modificado	ASTM D 1557
1.7.- Densidad seca mínima	ASTM D 4252
1.8.- Peso específico de los sólidos	ASTM D 854
1.9.- Peso volumétrico	ASTM D 2937
1.10.- Densidad Natural (Cono de Arena)	ASTM D 1556
ENSAYOS ESPECIALES	NORMA USADA
2.1.- Corte directo en suelos	ASTM D 3080

CAPÍTULO 5: GEOTECNIA

5.1 GEOTÉCNIA EN EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

5.1.1 Aspectos generales

5.1.1.1. Clima

La región de Ancash, situada en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, presenta una gran variedad de climas, dados por la cercanía al mar en la costa y la presencia de la cordillera andina. Por ello el clima de la región se encuentra condicionado a factores topográficos y varía de acuerdo a los pisos altitudinales; la zona de estudio corresponde al área andina, cuyo piso de altura presenta cota promedio de 3520 msnm acá el clima se caracteriza por ser templado con temperaturas medias anuales entre 11°C - 16°C, además las máximas absolutas sobrepasan los 20°C. Los descensos de temperaturas bruscas dan lugar a la presencia de heladas, que se evidencia en la **Tabla N° 5.1** donde las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio y julio.

Los datos tomados de la estación meteorológica más cercana se ubican 1.3 Km al Nor Oeste del área del proyecto, en la ciudad de Recuay cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud: 09°43' 46.1", Longitud: 77°27' 14.5" con una Altitud de 3444 msnm.

Según detalla la Tabla adjunta para el año 2012 (SENAMHI, 2012).

Tabla N° 5.1 Registro de temperaturas mínimas durante el año 2012.

Variable	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T° Max Promedio (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.53
T° Min Promedio (°C)	7	6.13	6.5	8.2	5.6	0.89	0.6	1.03	3.85	5.54	-	6.31

Fuente: SENAMHI, AÑO 2012.

5.1.1.2.- Hidrografía

En la zona de estudio sobresale la presencia del río Santa, que constituye la vertiente de mayor relevancia del océano Pacífico; sus afluentes se originan en lagunas y glaciares de la cordillera blanca, que descargan sus aguas a su margen derecha, recorre de Sur a Norte el distrito de Ticapampa, formando el valle denominado callejón de Huaylas.

En el distrito de Ticapampa se han identificado tributarios menores que desembocan al río Santa, los cuales provienen de la cordillera blanca, son ríos y quebradas con discurrimientos de agua permanente producto de los deshielos en sus cuencas superiores, entre los cuales destaca el río Yanayacu, quebrada Chauspi y quebrada Yanascancha.

En la cordillera negra, ubicada en la parte occidental del

proyecto, se localiza las nacientes de las quebradas Florida, Colea Racra y Casha Cancha. De las cuales la más importante es la quebrada Colea Racra de discurrimiento permanente cuyo cauce es de Oeste - Este, disectando los límites de Cía. Minera Yahuarcocha S.A.C. en la parte norte a unos 200 metros de distancia.

El resto presenta discurrimientos temporales, con aportes de agua en estaciones lluviosas (enero - marzo).

Cabe resaltar que en el sector Norte del área de estudio como en el sector Sur (en los límites del área de estudio), se ha identificado la presencia de ojonales; son ambientes húmedos, semipantanosos que se presentan en zonas andinas (sobre los 3300 msnm). Se originan por aguas provenientes de nevados o lagunas ubicados en la parte superior de la cordillera negra, precipitaciones pluviales o de filtraciones provenientes de acuíferos. Los ojonales presentes en la zona son de extensión corta; no se consideran relevantes y que alteren la zona del proyecto, a menos que ocurran precipitaciones pluviales extraordinarias. Se muestra en la **Figura 5.1**.

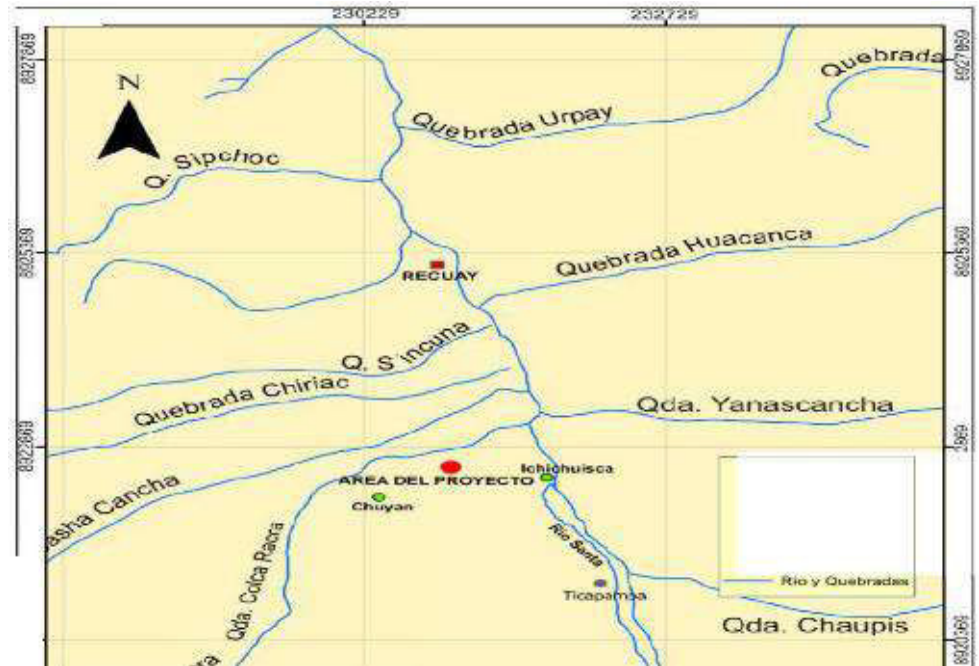


Figura 5.1 Sistema Hidrográfico

Modelo digital del terreno: Se crea a partir de una imagen ASTER GDEM en formato GEOT IFF con coordenadas geoespaciales y una resolución de 30 m. Y con respecto a la geodesia WGS 84/EGM96, que está referenciada por el software SIG. Que se observa en la **Figura 5.2.**

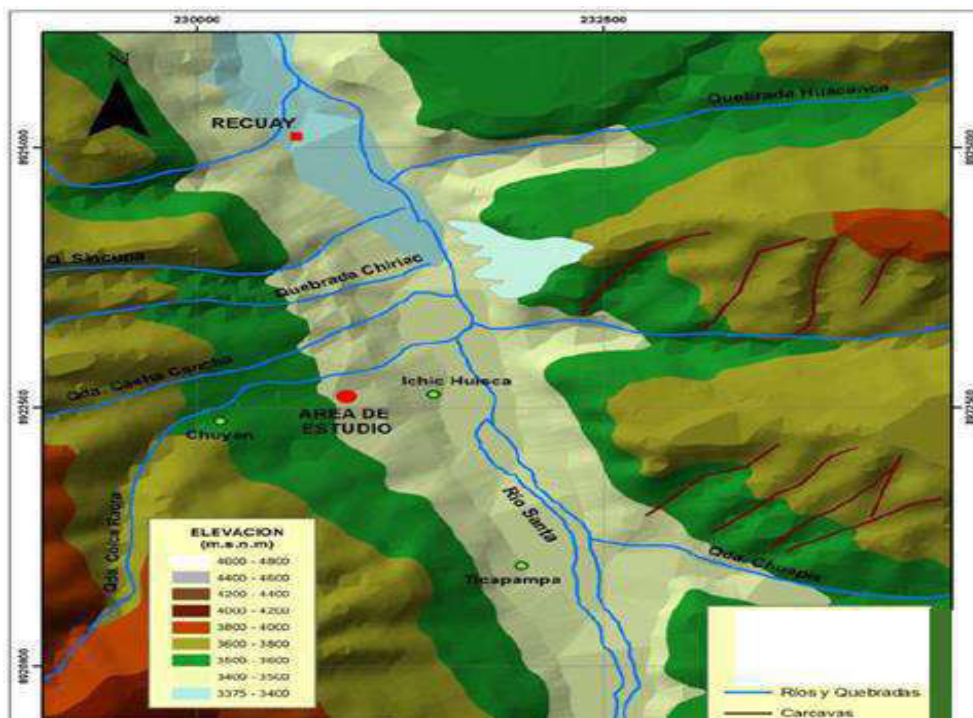


Figura 5.2 Modelo Digital del Terreno

Mapa de pendientes: Es temático que los diversos grados de pendiente -la inclinación de una superficie con respecto a la horizontal- de un territorio se representen mediante un sistema gráfico digital.

El objetivo de este mapa es reconocer la pendiente de las múltiples reformas existentes en el terreno representando por colores zonas de la tierra con pendientes similares. Se observa en la **Figura 5.3**.

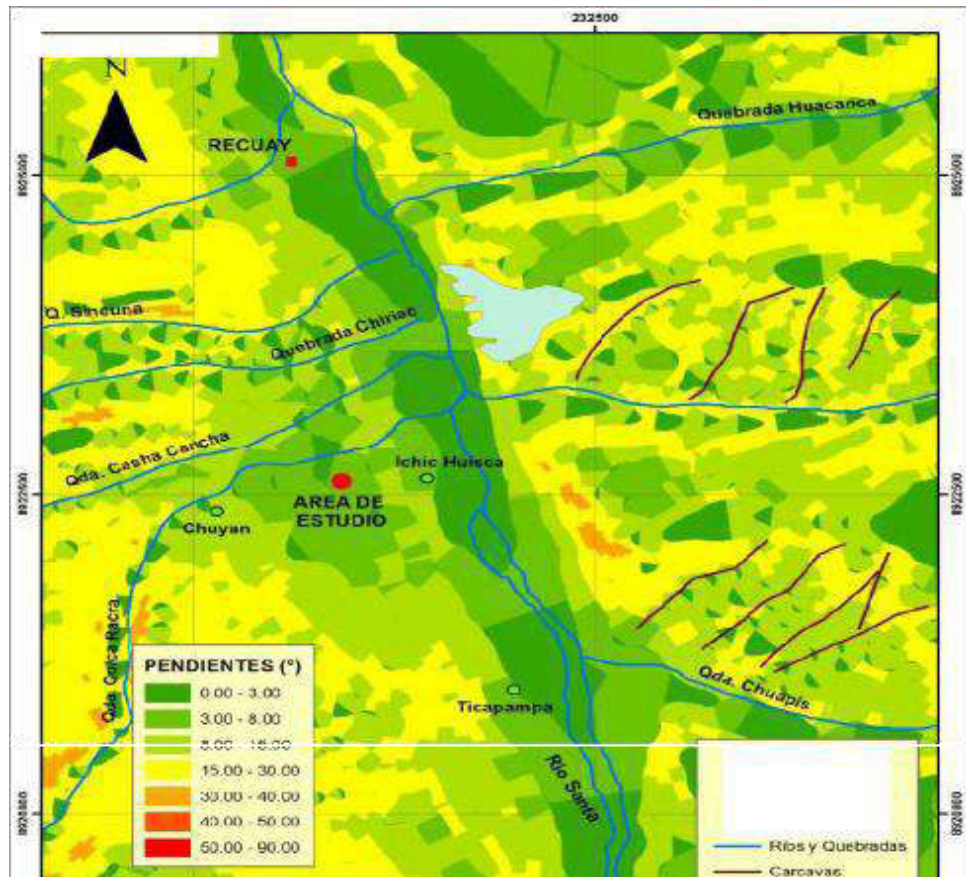


Figura 5.3 Mapa de pendientes

5.1.2 TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.

La ejecución del levantamiento topográfico antes mencionado se instaló 08 puntos de control topográfico a partir de dos puntos geodésicos de orden "C" pertenecientes al IGN, para georreferenciar los trabajos de topografía (replanteo y levantamientos de detalle). Para efectuar los trabajos descritos se emplearon equipos de Estación total Leica TCR-407, que fueron distribuidos en la zona de trabajo y en lugares estratégicos para futuros levantamientos. (Ver PLANO N° 01: Ubicación del proyecto) y (PLANO N° 02: Imagen satelital landsat de la zona del proyecto). Como se pueden observar en las siguientes **figuras 5.4 y 5.5**.



Figura 5.4 Ubicación del probable depósito de residuos sólidos mineros.



Figura 5.5 Delimitación del nuevo depósito de residuos sólidos mineros.

5.1.3 Desarrollo de los trabajos

Los trabajos consistieron en dos etapas, las cuales se describen a continuación:

5.1.3.1 Primera Etapa: Establecimiento de dos puntos de control geodésico.

Esta etapa realizó el reconocimiento de los puntos geodésicos pertenecientes al IGN (ver PLANO N° 03: Establecimiento de

puntos geodésicos planta), en la **Tabla N° 5.2** se indica las coordenadas UTM WGS-84 y en la **Tabla N° 5.3** se indica también las coordenadas UTM PSAD-56, que se muestran a continuación:

Tabla N° 5.2 Estaciones Geodésicas de Orden "C" Coordenadas UTM WGS-84.

Punto	Ubicación	Zona UTM	Sistema de coordenadas	Orden	Este	Norte	Cota (msnm)
TPP1	Plaza Virgen del Pilar	18 Sur	WGS-84	C	231,922.891212	8'920,340.996938	3462.9182
TPP2	Mirador Cristo Montebello	18 Sur	WGS-84	C	231,575.654556	8'920,177.230455	3556.1873

Tabla N° 5.3 Estaciones Geodésicas de Orden "C" Coordenadas UTM PSAD-56

Punto	Ubicación	Zona UTM	Sistema de coordenadas	Orden	Este	Norte	Cota (msnm)
TPP1	Plaza Virgen del Pilar	18 Sur	PSAD-56	C	232,148.2086	8'920,708.5126	3462.9182
TPP2	Mirador Cristo Montebello	18 Sur	PSAD-56	C	231,800.9723	8'920,544.7476	3556.1873

5.1.3.1.1 Personal

- 01 Topógrafo operador de estación total.
- 01 Topógrafo asistente.
- 01 Cadista.
- 08 Ayudantes porta prisma de campo.
- 01 Chofer.

5.1.3.1.2 Equipos

a) 01 Estación total TCR- 407 Power LEICA.

Sexagesimal 360°

Imagen	: Real Directa.
Aumento	: 30X
Precisión	: 03"
Pantalla LCD	: Ambos Lados Alfanuméricos.
Plomada óptica	: 3X
Abertura de objetivo	: 45 mm.
Longitud de telescopio	: 155.7 mm.
Enfoque mínimo	: 1.3 m.
Almacenamiento	: Tarjeta PCMAC IA 512 Kb.
Fuente de energía	: Baterías duración 06 horas.

b) Distanciómetro.

Con 01 prisma	: 2500 m.
Con 03 prismas	: 5000 m.
Con Rayos laser (sin prisma):	500 m.
Precisión	: +/- 2 mm. + 2ppm.

c) Accesorios

02 Trípodes madera para estación total.

06 Baterías.

08 Bastones porta prismas.

08 Prismas circulares de tres espejos.

02 GPS navegador E- map.

01 Camioneta 4x4.

5.1.3.2 Segunda Etapa: Levantamiento topográfico de detalle.

Ella consistió en realizar el levantamiento topográfico de detalle con curvas de nivel cada metro. Se observa que el lugar se encuentra delimitado, el área es suficiente para poder almacenar todo el material de residuos sólidos mineros, ver **figura 5.6 y 5.7**.



Figura 5.6 *Entrada principal al probable depósito de residuos sólidos mineros.*



Figura 5.7 *Existe acceso vehicular al probable depósito de residuos sólidos mineros.*

5.1.3.2.1 Procedimiento

El levantamiento topográfico fue realizado tomando como base dos (02) puntos de control geodésico denominados TPP1 y TPP2; a partir de los cuales se establecieron 08 estaciones topográficas con base en el sistema de coordenadas PSAD-56, las cuales se muestran en la **Tabla N° 5.4.**

TABLA N° 5.4 ESTACIONES TOPOGRÁFICAS COORDENADAS UTM PSAD-56

Punto	Norte	Este	Elevación	Descripción
1	8'922,608.2965	231,044.4498	3523.0111	CC1
2	8'922,166.8425	231,059.3790	3520.1546	FF
3	8'922,306.4575	231,082.6511	3508.87 15	EE4
4	8'922,292.3325	231,087.0506	3507.6582	EE3
5	8'922,613.1635	231,098.5025	3519.6933	CC2
6	8'922,530.4415	230,820.0004	3533.1490	AAA1
7	8'922,603.8985	230,815.6936	3532.5495	BB
8	8'922,508.3945	231,161.4144	3513.5722	CC3

A partir de cada una de estas estaciones y de los puntos GPS de control geodésico, se realizó el levantamiento topográfico mediante el método de radiación, tomando en consideración los detalles existentes en el terreno (Ver PLANO topográfico N° 04 del área del proyecto).

5.1.3.2.2 Equipos

Estación Total Leica TCR-407

01 trípode aluminio

02 bastones porta prisma

Instrumentos complementarios (wincha de 5 metros, libreta de campo, etc.)

GEOMORFOLOGÍA

En base a los planos: Modelo Digital del Terreno, identificaron las geos formas que enmarca el distrito de Ticapampa y sus alrededores, caracterizadas por presentar relieves accidentados, conformados por ladera de montañas, terrazas aluvionales y el valle del río Santa, los que se describen a continuación (Ver PLANO N° 06).

TERRAZAS ALUVIONALES

Esta unidad geomorfológica se observa en los márgenes del río Santa, originados por la acción del mismo, constituidos por gravas semicompactas, también se observa el límite del río santa con el relave (**Ver Figura 5.8 y 5.9**).



Figura 5.8 Límite del río santa con el relave Ticapampa, se observa muy próximos.



Figura 5.9 Agua producto de precipitación pluvial tributando al río santa.

Las superficies se presentan con pendientes entre 10° y 25° de inclinación las cuales corresponden al flanco occidental de la cordillera blanca, constituidos por acumulación de depósitos morrénicos, siendo disectados por quebradas (Chaupis y Yanascancha) y el río Yanayacu, descendiendo de las partes altas al cauce del río Santa.

En la parte inferior del relave Ticapampa, se observa la contaminación del río Santa, producto de las precipitaciones pluviales, durante el descenso del agua de las lluvias, se producen la formación de pequeñas cárcavas, observadas en las laderas del relave. Estos eventos se producen con mayor intensidad en períodos lluviosos; sin embargo, el volumen de materiales transportados no es considerable como para obstaculizar el cauce del río Santa **(Ver figura 5.10 y 5.11).**



Figura 5.10 Formación de pequeñas cárcavas en laderas del relave, con pendiente pronunciada, generando contaminación al río Santa.



Figura 5.11 Parte inferior del relave Ticapampa.

Se presenta el terreno con pendientes irregulares que varían entre 30° y 40° de inclinación (**Ver figura 5.12**). Se ubican en la parte occidental del área del proyecto; constituido por afloramiento de rocas ígneas tipo dacitas y riodacitas.



Figura 5.12 Montañas con pendiente que varían entre 30° y 40°, presenta poca vegetación y afloramientos de rocas dacitas.

VALLE DEL RIO SANTA

Se caracteriza por presentar material fluvio-glaciario, proveniente de la cordillera Blanca. Se encuentran dispersos a lo largo del cauce del río Santa, caracterizado por ser un valle amplio, da lugar a la formación de terrazas aluviales. **(Ver figura 5.13 y 5.14).**



Figura 5.13 Cauce del río Santa limitando con relavera.



Figura 5.14 Valle extenso, en la parte central se ve el cauce del río Santa (Sur - Norte).

GEOLOGÍA LOCAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio considera el cartografiado geológico, geomorfológico y geodinámico del área del depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa, ubicado en la provincia de Recuay, distrito de Ticapampa departamento Ancash; además se hicieron ensayos y pruebas mecánicas.

El trabajo de cartografiado geológico y geotécnico en campo se completó en 05 días, con el apoyo de 09 trabajadores los que apoyaron en las diversas labores insitu.

El estudio permitió obtener la configuración estratigráfica de los suelos presentes en el área del proyecto y correlacionar con los perfiles sísmicos obtenidos por el estudio geofísico. Los objetivos fueron los siguientes:

- Identificar las características del relieve, afloramientos y estructuras geológicas presentes en la zona de interés.
- Determinar la estratigrafía y espesor de las capas que conforman el subsuelo del área estudiada.
- Clasificar los tipos de suelos (clasificación SUCS) que existen en el área del proyecto.
- Comprobar la presencia de la napa freática en la zona donde se desarrolló el proyecto, mediante la interpretación de 06 sondajes eléctricos verticales (SEV).
- Correlacionar la información obtenida a través de los trabajos geofísicos realizados con el registro de 20 calicatas y la inspección geológica realizada.

La Metodología seguida para obtener la geología local tiene tres fases:

Fase 1: Gabinete inicial

- Recopilar datos para el cartografiado (mapas geológicos digitales del INGEMMET a escala 1:100,000), bibliografía sobre aspectos geodinámicos (peligros geológicos), litología e hidrología dada en el sidemcat.
- Revisión del mapa topográfico del área de estudio proporcionado por la Compañía Minera Yahuarcocha S.A.C. a escala 1/500 en sistema de coordenadas planas UTM y proyección PSAD-56.

Fase 2: Trabajo de campo

- Ubicación de los puntos para realizar los ensayos geotécnicos, en sector de la planta y el área de residuos sólidos mineros.
- Cartografiado geomorfológico, geológico y geodinámico

- **Depósitos morrénicos recientes (Q-mo):**

Son materiales originados por la acción erosiva de la desglaciación. Son acumulaciones de composición volcánica; presentan gravas, gravillas, clastos mayores (cantos), arenas y arcillas. **Figura 5.16.**



Figura 5.16 Depósitos morrénicos, sobre los cuales se asienta el proyecto.

Depósitos aluviales (Qh-al):

Son materiales sueltos depositados a ambos márgenes del río Santa. Presentan diámetros variados desde gravas a cantos rodados, arenas con poco contenido de material fino (limos y arcillas). **Figura 5.17.**



Figura 5.17 *Material aluvial, ubicado frente a Ticapampa, constituyen fuentes de futuras canteras.*

Depósitos de travertinos y mármol (Q-ta):

Forman los materiales que afloran como mantos, de naturaleza calcárea; en el distrito de Ticapampa acá se presentan con mayor frecuencia. Se encontró evidencias de un antiguo depósito de estos materiales en el relleno sanitario de la municipalidad del distrito, ubicado al costado del área de estudio (a unos 6.00 metros. aproximadamente de los límites de Cía. Minera Yahuarcocha), estos han sido explotados y abandonados. También se encontró afloramientos de travertinos y mármol en la parte occidental de la quebrada Colea Racra, a unos 500 metros a del proyecto; actualmente este sector se usa como cantera. Cabe resaltar que, los depósitos calcáreos reconocidos en las inmediaciones del proyecto no representar algún riesgo para la construcción del depósito de residuos sólidos mineros, ya que en los perfiles sísmicos no se ha evidenciado procesos de karstificación en el subsuelo. **Figura 5.18 y 5.19.**



Figura 5.18 Vista de la cantera de travertino y mármol, ubicada al norte del área de estudio a unos 500 m. aproximadamente.



Figura 5.19 Afloramientos de travertinos ubicados en la parte oriental del proyecto a unos 6.00 metros. de los límites fronterizos de Cía. Minera Yahuarcocha. Antiguamente funcionaba como cantera.

Depósitos Coluviales (Q-co):

Son acumulaciones de material heterogéneo, constituido por gravas de diverso tamaño, re trabajadas, presentan forma subredondeada y angulosa. Estos materiales se encuentran inmersos en una matriz limo-arenosa, se forman por alteración de las rocas preexistentes que constituyen las montañas ubicadas en la parte oriental de la cordillera negra. Se encuentran dispersos en el área de estudio y en la parte baja de las laderas de Ticapampa.

5.1.5.- Geodinámica externa

Durante el cartografiado en campo se distingue que el área del proyecto no presenta eventos geodinámicos que afecten directamente la zona.

Cabe resaltar que, una zona potencial a la ocurrencia de aluviones es la quebrada Colea Racra (ubicada al norte de la zona del proyecto), cuenta con sus nacientes en el flanco oriental de la cordillera negra y en su cauce transporta materiales aluviales, los cuales discurren al río Santa.

La inspección de campo permitió identificar los siguientes eventos geodinámicos en las inmediaciones del área de estudio, los cuales son descritos a continuación:

Los eventos que se observan frente al distrito de Ticapampa, tiene la presencia de antiguos aluviones y deslizamientos. Particularmente se hace mención al deslizamiento de Huancapampa, ubicado a 2 Km. al NE del proyecto, según estudios anteriores realizados por el Ing. José Veliz Bernabé

afirma que el evento se clasifica como un deslizamiento rotacional. **Figura 5.20.**

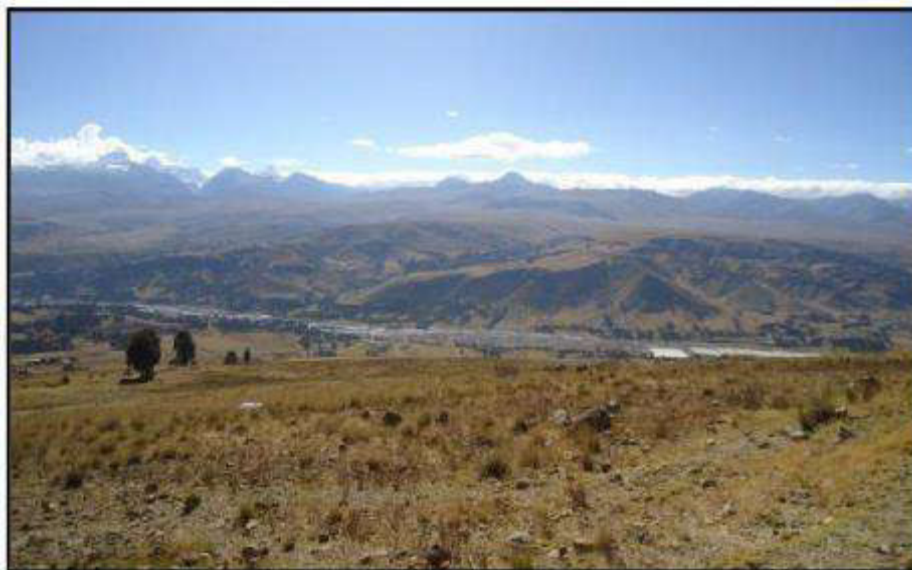


Figura 5.20 Erosión en cárcavas ubicadas frente a Ticapampa, originadas por acción fluvio-glaciar.

Este deslizamiento no se considera de gran importancia puesto que está alejado del área del proyecto y el aporte de materiales discurriría al lado oriental del río Santa, ver PLANO N° 07.

La zona del proyecto depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa se emplaza sobre terrazas aluvionales, producto de la actividad glaciar antigua (pleistoceno), constituido por arenas, gravillas, gravas y cantos rodados. En el área de estudio se ha encontrado depósitos calcáreos como travertinos y mármol acompañados de suelos orgánicos. El relieve del distrito de Ticapampa es heterogéneo, notándose laderas y montañas de pendiente suave a elevada.

Los eventos geodinámicos son de mayor intensidad en el lado oriental del río Santa (frente al proyecto) debido a la acción glaciar; por lo tanto, no tienen mayor relevancia en la dinámica de la zona donde se emplaza el proyecto.

En el área de estudio (hacia el norte) destaca la presencia de la quebrada Colea Racra, su nacimiento procede de la cordillera negra. Producto de la deglaciación, presenta caudal constante y transporta material aluvial (clastos y cantos) que desemboca en el río Santa. No representa eventos que alteren la estabilidad física del proyecto a excepción que ocurra un evento extremo.

Geología regional

Se observa en el PLANO N° 08, tomando como base la Carta Geológica Nacional (INGEMMET 1996); hoja 20-I correspondiente al cuadrángulo de Recuay, se citan las unidades litológicas que afloran en las inmediaciones de Ticapampa, que consisten de rocas de edad Cuaternaria y Paleógeno conformadas por estratos volcánicos de composición andesítica. Columna estratigráfica regional. (Ver figura 5.21).

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS ÍGNEAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO		Depósitos aluviales	Qh-al	
			Depósitos Morrénicos Recientes	Q-mo	
	NEOGENO		Depósitos Morrénicos		Riodacitas/Dacitas
			Depósitos Morrénicos Recientes	Q-mo1	N-rd-da
	PALEOGENO		Superior Recientes	PN-ca-s	
			Grupo Calipuy Inferior Recientes	PN-ca-i	

Figura 5.21 Columna Estratigráfica Regional.

Grupo Calipuy (PN-ca):

Forma parte de la cordillera negra, por tanto, estos afloramientos se ubican en la parte occidental de Ticapampa; y está conformada por piroclastitas, lavas y aglomerados dacíticos - andesíticos. Se caracteriza por presentar rumbo andino (NO-SE). La secuencia estratigráfica presente en este grupo es variable, y las discordancias ubicadas en el mismo permiten subdividir al Calipuy en:

Grupo Calipuy Inferior (PN-ca-I):

Está conformado por areniscas tobáceas, conglomerados con areniscas y lapillitas. Estos afloran en dirección NO del proyecto a una distancia aproximada de 2.5 Km., extendiéndose hasta la zona de Recuay.

Grupo Calipuy Superior (PN-ca-s):

Considerado un miembro de tobas soldadas; particularmente rica en ignimbritas. Esta secuencia superior cuenta con limo y arcillitas, areniscas grises oscuras con estratificación delgada a laminar; alternándose con calizas. Este tipo de materiales afloran en la parte occidental del proyecto con dirección a la cordillera negra.

Rocas riodacitas-dacitas (N-rd/da):

Son rocas ígneas intrusivas, las cuales se ubican a 3 km al Oeste del área de estudio, se caracterizan por presentar textura porfiriticas, son de color gris a amarillento.

Depósitos Morrénicos:

Los depósitos morrénicos se encuentran aislados en las porciones superiores del Santa Cuenca del río Santa y están constituidos por roturas no consolidadas en una matriz arenosa. Estos depósitos describen a materiales que previamente habían sido transportados por el agua desde antiguos glaciares, que han sido escasamente consolidados y depositados en bancos no autorizados. Actualmente se puede observar erosión, destacando formas irregulares en los bordes de laderas moderadamente iniciadas. Se ha podido distinguir depósitos morrénicos antiguos y recientes; los cuales se distribuyen alrededor del distrito de Ticapampa.

Depósitos morrénicos antiguos (Q-mo1):

Son el resultado de la desglaciación, se caracterizan por presentar forma de crestas.

Depósitos morrénicos recientes (Q-mo):

Se distribuyen entre el margen Occidental del río Santa, los cursos de agua son de origen glaciar y lacustre. Cabe señalar que el proyecto: Depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa se localiza sobre esta unidad.

Depósitos aluviales (Qh-al):

Están formados por bloques subredondeados y gravas encerradas en un tejido abierto que no es especialmente elástico ni cohesivo. Estos yacimientos están sometidos a procesos erosivos.

Estos materiales son depositados en los cauces del río Santa, y este a través de su proceso evolutivo va acumulándolos en las riberas, específicamente en la parte oriental del distrito de Ticapampa, aledaños a la carretera a Huaraz.

▪ ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los trabajos geotécnicos son las siguientes:

- Exploraciones geotécnicas mediante sondajes.
- Exploraciones geotécnicas mediante ensayos de penetración dinámica ligera (DPL).
- Toma de muestras alteradas.
- Ensayos de campo.
- Ensayos de laboratorio en mecánica de suelos.

Exploraciones geotécnicas

En las exploraciones del sector de estudio, se efectuaron los siguientes:

Se interpretó 20 sondeos de calicatas, con profundidades entre 1.50 y 3.00 metros. Las profundidades que se propusieron hasta 2.50 metros. Porque se encontraron suelos deleznable en algunos casos y en otros la presencia de afloramiento rocoso o niveles freáticos, por ello no pudo llegar a la profundidad indicada. La ubicación, profundidad de las calicatas, así como nivel freático y número de muestras analizadas se indican en la **Tabla N° 5.5**.

Tabla N° 5.5 Ubicación de sondajes de las calicatas, profundidad, nivel freático.

Calicata	Coordenadas UTM				Profundidad (m)	Nivel Freático (m)
	WS 84		PSAD 56			
	Norte	Este	Norte	Este		
C-1	8922194	230563	8922561.5	230788.3	2.50	
C-2	8922202	230635	8922569.5	230860.3	2.50	
C-3	8922195	230735	8922562.5	230960.3	2.50	
C-4	8922122	230632	8922489.5	230857.3	3.00	
C-5	8922123	230742	8922490.5	230967.3	3.00	
C-6	8922123	230812	8922490.5	231037.3	1.50	
C-7	8922123	230894	8922490.5	231119.3	3.00	
C-8	8922123	230952	8922490.5	231177.3	3.00	
C-9	8922043	230639	8922410.5	230864.3	2.00	1.10
C-10	8922043	230739	8922410.5	230964.3	2.50	
C-11	8922043	230812	8922410.5	231037.3	2.00	1.40
C-12	8922043	230894	8922410.5	231119.3	3.00	
C-13	8922044	230952	8922411.5	231177.3	3.00	
C-14	8921911	230639	8922339.5	230866.3	2.80	0.50
C-15	8921971	230739	8922338.5	230964.3	3.00	
C-16	8921973	230812	8922340.5	231037.3	2.50	
C-17	8921971	230894	8922338.5	231119.3	2.50	1.50
C-18	8921984	230952	8922351.5	231177.3	2.80	
C-19	8921911	230639	8922278.5	230864.3	2.50	1.30
C-20	8921911	230739	8922278.5	230964.3	2.50	

Las menores profundidades sondeadas fueron por la presencia de bolonería y bloques de roca. La identificación de la estratigrafía y la descripción visual-manual de suelos se realizaron según la norma ASTM D-2488.

Los planos de trabajo geotécnico existente, complementario y secciones geotécnicas se muestran en los planos (Ver PLANO N° 13, 14 y 15).

Según los procedimientos del Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), en cada exploración se registraron meticulosamente los perfiles estructurales

y se realizaron las clasificaciones de suelas de forma visual.

a) Densidad natural y humedad

Se observa el resultado del depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa, se observa en la **Tabla N° 5.6 y 5.7.**

Tabla N° 5.6 Densidad Natural y Humedad.

Calicatas	Profundidad (m.)	Densidad natural (gr/cm ³)	Humedad Natural (%)
C-5	1.50	1.89	8.90
C-8	1.50	2.11	8.00
C-13	2.00	2.04	8.50
C-20	2.00	2.07	7.61

Tabla N° 5.7 Densidad Natural y Humedad en sondajes de calicatas complementarias.

Calicatas	Profundidad (m)	Densidad natural (gr/cm ³)	Humedad natural (%)
CA - 1/M - 1	1.00 – 1.10	1.99	10.93
CA - 1/M - 2	2.00 – 2.10	2.37	12.59
CA - 1/M - 3	2.50 – 2.60	2.09	13.13
CA - 2 / M - 1	1.40 – 1.50	1.96	15.41
CA - 2 / M - 2	3.00 – 3.10	2.17	12.08
CA - 3 / M - 1	1.00 – 1.10	1.86	12.08
CA - 3 / M - 2	2.50 – 2.60	1.88	11.51

Laboratorio de Mecánica de Suelos

Las muestras de sondajes disturbados fueron sometidos a los siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado, ASTM D422.
- Clasificación SUCS, ASTM D2487.
- Límites de consistencia, ASTM D4318.

- Contenido de humedad, ASTM D2216.
- Permeabilidad, ASTM D2434/D5084.
- Próctor modificado, ASTM D1557.
- Corte directo, ASTM D3080.
- Densidad máxima y mínima, ASTM D4253/D4254.
- Triaxiales CU, ASTM D4767.
- Abrasión, ASTM C139/C535.
- Durabilidad, ASTM C88.
- Sulfatos, AASHTO T290.
- Cloruros, AASHTO T291.

Evaluación de las condiciones geotécnicas de los suelos de cimentación.

Sector Izquierdo del Depósito de Residuos Inerte

El sector izquierdo donde se ubicará el depósito de residuos sólidos mineros, está compuesto principalmente por una capa de suelo orgánico de 0.30 metros de volumen. Por debajo de esta capa se tiene arcilla limosa con arena, con humedad baja, ligeramente plástica. La capa descrita tiene un espesor de 0.60 metros. Por debajo de la capa anterior, en un espesor de 0.50 metros. Se encuentra una capa de arena limosa con presencia de gravas, con humedad baja presencia de gravas de hasta 3" y bolonería de 9". Seguidamente, se tiene una capa de grava limosa con arena con un espesor de 1.00 metro., con humedad baja, no plástica, de baja compresibilidad con presencia de gravas de 3" y bolonería de 8" a 10", cuya densidad natural es de 1.88 gr/cm³ y una densidad seca de 1.66 gr/cm³.

En la **Tabla N° 5.8**, indica los resultados de las propiedades, como índices de la matriz del suelo de cimentación.

Tabla N° 5.8 Propiedades índice de los suelos de cimentación del sector izquierdo.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	% que pasa		pe (gr/cm ³)	W(%)	SUCS
			N° 4	N° 200			
CA-03	M-2	1.50-2.50	39.0	6.0	1.66	11.51	GW-GM

De acuerdo con los ensayos de campo y laboratorio analizados, muestran que la matriz del suelo de cimentación en el sector izquierdo es no plástica, de baja compresibilidad y baja humedad. La densidad determinada en condición natural, indica suelos medianamente densos.

Sector Central del Depósito de Residuos Inertes

El sector central donde se ubicará el depósito de residuos inertes, está compuesto principalmente por una capa de suelo orgánico de 0.30 m, de espesor. Por debajo de esta capa se tiene arcilla limosa con arena, con humedad baja, de baja plasticidad. La capa descrita tiene un espesor de 0.30 m. Por debajo de la capa anterior, en un espesor de 0.70 m. se encuentra una capa de arena limosa, con humedad baja, con presencia de bolonería de 6" a 12" y bloques mayores a 15". Seguidamente, se tiene una capa de grava limosa con arena con un espesor de 1.60 m., con humedad baja, no plástica, de baja compresibilidad con presencia de gravas de 3" y bolonería de 6" a 12".

Nivel freático no existe hasta la profundidad excavada.

En la **Tabla N° 5.9** se indica los resultados de las propiedades índices de la matriz del suelo de cimentación.

Tabla N° 5.9 Propiedades índice de los suelos de cimentación del sector central.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	% que pasa		pe (gr/cm ³)	W(%)	SUCS
			N° 4	N° 200			
CA-02	M-1	1.40-3.00	38.0	6.0	1.91	12.08	GW-GM

De acuerdo con los ensayos de campo y laboratorio analizados, muestran que la matriz del suelo de cimentación en el sector central es no plástica, de baja compresibilidad y baja humedad. La densidad determinada en condición natural, indica suelos densos.

En la Tabla N° 5.10, se indica los resultados de las propiedades de resistencia de la matriz grava limosa con arena.

Tabla N° 5.10 Propiedades de resistencia de la grava limosa con arena.

Material	Densidad natural (gr/cm ³)	Densidad seca (gr/cm ³)	Triaxiales CU		Triaxiales CU	Triaxiales CU
			Drenado	No Drenado	Drenado	No Drenado
Grava limosa con arena	2.17	1.91	C'=0 Tn/m ²	Ø'=35.2°	Cu=1.1 Tn/m ²	Øu=27.5°

Sector derecho del depósito de residuos sólidos mineros

El sector derecho donde se ubicará el depósito de residuos sólidos mineros, está compuesto principalmente por un espesor de suelo orgánico de

0.30 metros. Por debajo de este espesor se tiene limo arenoso, con humedad baja, con presencia de gravas igual a 2". La capa descrita tiene un espesor de 0.30 metros. Por debajo de la capa anterior, en un espesor de 0.30 metros. se encuentra una capa de arcilla inorgánica, con humedad baja, ligeramente plástica, compacta. Seguidamente se tiene una capa de limo arenoso con gravillas, con humedad baja, con presencia de gravas igual a 1".

En la **Tabla N° 5.11**, se indica los resultados de las propiedades, índices de la matriz del suelo de cimentación.

Tabla N° 5.11 Propiedades índice de los suelos de cimentación del sector derecho.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	% que pasa		pe gr/cm ³	W (%)	SUCS
			N°4	N°200			
CA-01	M-2	1.10-3.00	98.0	56.0	1.82	13.13	CL-ML

De acuerdo con los ensayos de campo y laboratorio analizados, muestran que la matriz del suelo de cimentación en el sector derecho es ligeramente plástica, de baja compresibilidad y humedad. La densidad determinada en condición natural, indica suelos densos.

En la **Tabla N° 5.12**, se indica los resultados de las propiedades de resistencia de la matriz arcilla limosa.

Tabla N° 5.12 Propiedades de resistencia de la Arcilla limosa.

Material	Densidad natural (gr/cm ³)	Densidad seca (gr/cm ³)	Triaxiales CU		Triaxiales CU	Triaxiales CU
			Drenado	No Drenado	Drenado	No Drenado
Grava limosa	2.09	1.82	C'=0.0 Tn/m ²	Ø'=25.10°	Cu=1.9 Tn/m ²	Øu=22.9°

5.2. ESTUDIO DEL PELIGRO SÍSMICO

5.2.1. Peligro sísmico

El estudio del peligro sísmico servirá de base para los cálculos y análisis de estabilidad del área donde se encuentra el depósito.

El Perú destaca por estar expuesto a riesgos de pérdidas materiales y víctimas humanas a pesar de ser una de las zonas del mundo con mayores niveles de actividad sísmica. Para prever y mitigar los mayores efectos de este fenómeno geofísico, es necesario realizar estudios que permitan comprender su comportamiento. Una forma de entender su comportamiento simbiótico es a través de la evaluación probabilística de la amenaza.

ESTUDIO GEOFÍSICO

En el presente se describen los estudios geofísicos realizados dentro de la zona de depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa proyectado. (Ver PLANO N° 12: Investigaciones geofísicas planta).

Los estudios geofísicos se realizaron en 05 días, con apoyo

de 09 personas, los trabajos fueron complementados con una estación total, equipo que se utilizó para el posicionamiento de los puntos de geófonos. Dicho levantamiento permitió obtener un modelo de velocidades a manera de estratos y el espesor de los mismos.

Mediante el análisis de la velocidad de la Onda P y del nivel de la frecuencia en relación con los cambios en los valores de resistividad en profundidad, el levantamiento geofísico tiene por objeto conocer los grados de compactación y durabilidad de los suelos. Como objetivos específicos, están los siguientes:

- Obtener la potencia de los suelos a partir de un modelo de velocidades de la onda P.
- Fijar la profundidad del substrato rocoso con la finalidad de determinar el espesor de éste
- Indiciar el nivel freático dentro de la zona de estudio.

5.2.2. Método de refracción sísmica

Es un método que se utiliza con frecuencia en ingeniería geotécnica y campos afines. Se basa en la propagación de ondas sísmicas primarias (P), provocadas por esfuerzos que resultan en elongaciones de la superficie terrestre o golpes repetitivos de un peine contra una placa metálica. Este fenómeno hace que las ondas se desplacen por el suelo. Estas ondas cósmicas, se crean cuando se juntan 2 medios fundamentalmente con propiedades y características elásticas distintos.

La fase de irrupción o sísmica P llega a los geófonos tras un periodo de tiempo "t" conocido como tiempo de ascenso, que depende sobre todo de la distancia "d" entre el punto de impacto o lanzamiento y su viaje a través de la atmósfera terrestre hasta el geófono. Sin embargo, dadas las propiedades del medio por el que viajan las ondas -a saber, su elasticidad y densidad-, este periodo parece verse afectado. Hay que dejar claro que el método de la refracción cósmica sólo es capaz de determinar capas de velocidad que aumentan rápidamente, como las profundidades de estudio.

5.2.3. Descripción del método de refracción sísmica

Los intervalos espacio-temporales de cada línea sísmica se fijan una vez determinados los objetivos de la exploración y elegido el lugar de partida. Fuente- Geófonos - Geófono (3, 7 y 10 m.), los fundamentos del error de refracción se representan en la **Figura 5.22**.

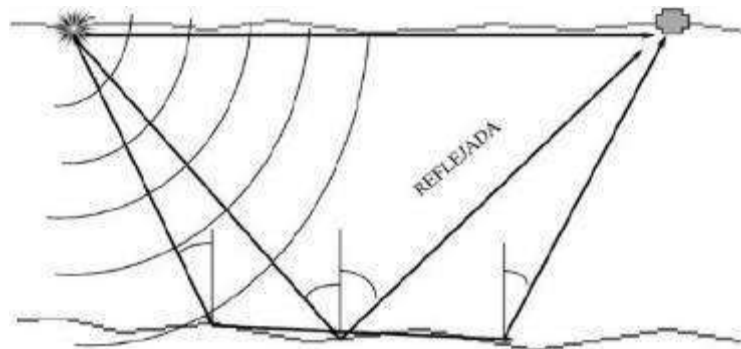


Figura 5.22: Esquema de propagación de la onda refractada

Las vibraciones provocadas por los vientos que se aproximan se registran en cada geófono y son amplificadas por el sismógrafo antes de ser finalmente visualizadas en la pantalla de un ordenador personal. Se utiliza un conjunto de 24 geófonos para registrar la señal o vibración de la tierra

mediante excitación artificial.

5.2.4. Equipos y parámetros de levantamiento para la refracción.

El levantamiento se realizó empleando el siguiente equipo de refracción sísmica:

- Sismógrafo.
- PC personal con software.
- Cables sísmicos de 24 canales.
- 24 geófonos.
- Cable de contacto Comba.
- Comba 18 Lb.
- Baterías 12 V.

Para gestionar la unidad de registro se utiliza un ordenador portátil que ejecuta el programa ESOS. Este programa incluye rutinas interactivas de lectura de las primeras ondas luminosas refractoras que facilitan la recogida de datos.

Parámetros de adquisición de Refracción Sísmica

Se puede observar con detalle en la **Tabla N° 5.13**.

Tabla N° 5.13 Parámetros de adquisición de la refracción.

Mediciones	t, Tiempo de Arribo de P
Arreglo de geófonos	24 unidades
Intervalo entre geófonos	3m.
Ganancia de Pre amplificación	36 Db.
Filtros	No se utilizó
Intervalo de muestreo	0.250 milisegundos
Fuente de Tiro	Golpe de martillo

Se consideró una profundidad de investigación entre 15 y 20 metros. El planteamiento de las líneas se realizó en campo observando las distancias requeridas para la información y las direcciones que debían tener las líneas. Procedimientos de trabajo de campo para la refracción sísmica, son los siguientes procesos:

- Comprensión del área de investigación, se evaluaron las características estéticas del terreno, así como su accesibilidad, peligros y riesgos potenciales.
- Instalación de cables y equipos. Tras una inspección minuciosa del área, se determinó las líneas, teniendo en cuenta su longitud y dirección para proceder al tensado del cable y a la instalación de los geófonos cada tres metros.
- Toma nota. Al utilizar el peine, el operador comprueba la instalación de los geófonos mirando la placa base del portátil y confirma el disparo con radio.
- Cada tendido de cable era de aproximadamente 72 metros con la distribución de 24 geófonos distanciados cada 3.00 metros. Se realizaron 11 golpes por cada tendido de 72 metros para densificar la información dentro de las líneas.

En el presente estudio de refracción sísmica (RS) se realizaron 03 líneas, distribuidas en la zona del estudio, las cuales se muestran en el plano N° 12 y están denominadas en las **Tablas N° 5.14, 5.15 y 5.16.**

Tabla N° 5.14 Coordenadas de la línea 1 de refracción sísmica.

Línea	Coordenadas UTM PSAD 56		Elevación
	Este	Norte	
RS1	230879.8190	8922686.6400	3512.2212
RS1	230882.4110	8922681.2260	3513.1829
RS1	230885.3080	8922675.2320	3513.2556
RS1	230888.3040	8922668.7160	3513.4565
RS1	230890.4760	8922661.7510	3513.5593
RS1	230892.8050	8922655.2910	3513.9390
RS1	230894.9290	8922649.2040	3514.3250
RS1	230897.1620	8922643.3360	3514.7156
RS1	230899.1410	8922636.9800	3515.7861
RS1	230901.9570	8922631.0290	3518.2219
RS1	230904.0340	8922625.7030	3520.3230
RS1	230906.1120	8922620.0130	3522.5754
RS1	230911.2830	8922605.4670	3525.8220
RS1	230913.8580	8922599.0810	3525.7842
RS1	230916.2650	8922592.6140	3525.7595
RS1	230918.7630	8922586.0960	3525.7288
RS1	230920.9320	8922580.0490	3525.7549
RS1	230923.2990	8922573.9460	3525.7705
RS1	230925.5280	892256.3650	3525.8374
RS1	230927.9110	8922561.0200	3525.9409
RS1	230930.5960	8922554.2750	3526.0222
RS1	230933.1100	8922547.3020	3526.0813
RS1	230935.6840	8922540.8850	3526.3403
RS1	230937.7690	8922535.2600	3526.6252
RS1	230941.2070	8922525.6010	3527.0366
RS1	230943.4570	8922519.8680	3527.0110
RS1	230945.7660	8922513.5820	3527.0000
RS1	230948.2380	8922507.2930	3527.0000
RS1	230950.6870	8922500.2330	3527.0000
RS1	230953.0430	8922493.6980	3526.5356
RS1	230955.3610	8922487.3670	3526.0520
RS1	230957.7800	8922481.4140	3525.4973
RS1	230960.0310	8922475.3380	3524.9126
RS1	230962.4720	8922468.8180	3524.1543
RS1	230964.9250	8922462.4430	3523.4082

RS1	230967.3390	8922455.5160	3522.8562
RS1	230969.3650	8922450.3260	3522.4551
RS1	230971.7840	8922443.9050	3521.9641
RS1	230974.2100	8922437.6210	3521.7031
RS1	230976.4580	8922431.2190	3521.5320
RS1	230978.6370	8922424.7960	3521.3750
RS1	230980.9730	8922419.0200	3521.2419
RS1	230983.2970	8922412.6180	3521.1111
RS1	230985.7790	8922405.9560	3520.9712
RS1	230988.3790	8922398.9230	3520.6633
RS1	230991.1780	8922392.3660	3520.1687
RS1	230993.5340	8922385.7310	3519.6907
RS1	230995.6790	8922380.0620	3519.3354
RS1	231000.3950	8922368.2940	3518.5867
RS1	231002.1700	8922362.9500	3518.2654
RS1	231004.5410	8922356.5490	3517.8728
RS1	231006.9480	8922349.9340	3517.4729
RS1	231009.4540	8922343.0680	3517.0667
RS1	231011.8230	8922336.5170	3516.6768

Línea	Coordenadas UTM PSAD 56		Elevación
	Este	Norte	
RS1	231014.2080	8922330.4290	3516.2637
RS1	231016.5150	8922324.5160	3515.8613
RS1	231018.4660	8922318.8750	3515.5161
RS1	231021.1320	8922312.3360	3515.0881
RS1	231023.7740	8922305.8020	3514.6589
RS1	231026.2620	8922299.3720	3514.2200
RS1	231027.2040	8922294.2610	3513.8567
RS1	231030.5650	8922287.6290	3513.1428
RS1	231032.6880	8922281.4500	3512.5657
RS1	231034.9590	8922275.1120	3511.9580
RS1	231037.2810	8922269.3700	3511.5842
RS1	231039.7900	8922263.4780	3511.2400
RS1	231041.8610	8922256.7140	3510.9380
RS1	231044.3220	8922250.3380	3510.3118
RS1	231046.5940	8922243.7560	3509.2832

RS1	231049.3680	8922237.1090	3510.7944
RS1	231051.6500	8922231.1180	3511.6270
RS1	231053.5620	8922225.7670	3512.1516

Tabla N° 5.15 *Coordenadas de la Línea 2 de Refracción Sísmica.*

Línea	Coordenadas UTM PSAD 56		Elevación
	Este	Norte	
RS2	230998.3320	8922661.5030	3507.9541
RS2	231002.8140	8922656.3320	3509.4331
RS2	231007.4680	8922651.1740	3510.8901
RS2	231012.2930	8922646.0630	3512.3696
RS2	231016.2330	8922642.5090	3513.3838
RS2	231020.3900	8922638.2990	3514.8704
RS2	231024.9770	8922632.8260	3516.4817
RS2	231029.1710	8922628.5490	3517.6794
RS2	231031.7250	8922626.3900	3518.2402
RS2	231032.9740	8922624.4560	3518.8472
RS2	231038.1040	8922620.3860	3519.9146
RS2	231042.3510	8922616.2410	3520.9136
RS2	231045.2900	8922612.2790	3521.8794
RS2	231048.4090	8922606.0020	3522.4209
RS2	231051.8420	8922599.6320	3522.3875
RS2	231055.1850	8922593.3520	3522.7290
RS2	231056.9610	8922587.7020	3523.1116
RS2	231059.0700	8922581.6370	3523.3213
RS2	231061.0940	8922574.8880	3523.3254
RS2	231062.4750	8922568.1080	3523.3235
RS2	231063.8400	8922560.7670	3523.2358
RS2	231067.0990	8922554.8920	3523.0386
RS2	231070.3970	8922549.6350	3522.5964
RS2	231072.8140	8922544.8520	3521.0000
RS2	231076.9290	8922530.8550	3521.5706
RS2	231079.1130	8922525.2600	3522.4653
RS2	231082.3310	8922519.0370	3522.6760
RS2	231085.5860	8922513.1190	3522.6633
RS2	231087.6650	8922506.6500	3522.6697
RS2	231089.8330	8922499.8780	3521.8787

RS2	231092.2820	8922493.6850	3521.1592
RS2	231094.4510	8922487.6420	3520.2932
RS2	231096.2970	8922481.8110	3519.5056
RS2	231098.6940	8922476.0550	3518.4736
RS2	231101.3320	8922469.7700	3516.8289
RS2	231103.6370	8922462.8270	3515.1245
RS2	231105.6470	8922457.1920	3514.4590
RS2	231108.3430	8922450.4050	3513.7026
RS2	231110.7720	8922443.9750	3513.0205
RS2	231112.7470	8922437.4960	3512.6497
RS2	231114.8870	8922432.3870	3512.3647
RS2	231117.0220	8922426.1470	3512.0322
RS2	231118.8410	8922420.4200	3511.4199
RS2	231121.5090	8922413.9450	3510.9202
RS2	231123.9500	8922406.9990	3510.1809
RS2	231126.4670	8922400.3360	3509.4473
RS2	231128.9170	8922393.6570	3508.7222
RS2	231131.3370	8922388.1510	3508.1047

Tabla N° 5.16 *Coordenadas de la Línea 3 de Refracción Sísmica.*

Línea	Coordenadas UTM PSAD 56		Elevación
	Este	Norte	
RS3	230821.8830	8922382.4080	3533.6523
RS3	230827.3550	8922384.7360	3533.1404
RS3	230833.8640	8922387.2150	3532.5117
RS3	230840.5110	8922389.6800	3531.8137
RS3	230847.2950	8922392.1030	3531.1431
RS3	230853.8330	8922394.5140	3530.5977
RS3	230860.3470	8922396.8500	3530.0793
RS3	230866.2700	8922398.8980	3529.8665

Línea	Coordenadas UTM PSAD 56		Elevación
	Este	Norte	
RS3	230872.3920	8922400.8870	3529.7139

RS3	230878.7980	8922402.8950	3529.3171
RS3	230885.3500	8922405.6530	3528.3855
RS3	230891.9550	8922408.6680	3527.8240
RS3	230897.3190	8922410.5970	3527.3838
RS3	230904.1810	8922413.4120	3526.8372
RS3	230910.0800	8922415.3360	3526.3748
RS3	230916.0190	8922417.3110	3525.8865
RS3	230921.4250	8922419.2810	3525.4126
RS3	230927.5050	8922421.5520	3524.8784
RS3	230933.8230	8922424.0450	3524.3181
RS3	230940.4940	8922426.5610	3523.8093
RS3	230947.4440	8922429.2080	3523.3462
RS3	230954.4330	8922431.8020	3522.8577
RS3	230961.5040	8922434.2100	3522.4209
RS3	230966.8870	8922435.9960	3522.0889
RS3	230972.1660	8922438.2910	3521.8169
RS3	230978.2280	8922440.4550	3521.5127
RS3	230985.3930	8922442.7160	3521.1509
RS3	230992.2040	8922444.9210	3520.8186
RS3	230998.4350	8922447.7130	3520.5789
RS3	231004.9930	8922450.1920	3520.2524
RS3	231011.2720	8922452.5040	3519.9915
RS3	231017.1530	8922454.8630	3519.7708
RS3	231022.6170	8922456.9330	3519.6506
RS3	231027.9580	8922458.9140	3519.3875
RS3	231034.3670	8922461.5580	3519.1567
RS3	231041.1670	8922464.1220	3519.1953

Línea	Coordenadas UTM PSAD 56		Elevación
	Este	Norte	
RS3	231046.7070	8922466.0920	3519.2107
RS3	231053.4340	8922468.6930	3519.3225
RS3	231059.8330	8922471.1390	3519.4397
RS3	231065.8020	8922473.8250	3519.6147
RS3	231071.8470	8922475.9640	3519.6714
RS3	231077.6410	8922478.0730	3519.8059

RS3	231084.0900	8922480.0040	3519.9116
RS3	231090.6340	8922482.6950	3520.1199
RS3	231097.1120	8922485.0460	3519.7649
RS3	231104.1120	8922487.4990	3519.4451
RS3	231110.7610	8922489.7360	3519.1567
RS3	231116.6070	8922491.6060	3518.8906

Procesamiento e interpretación de la refracción sísmica

El proceso y explicación del método de refracción sísmica se realizó en gabinete, empleando para ello software especializado Pickwin versión 3.14.

Análisis de registros

El objetivo de este proceso era determinar el mejor registro para realizar los tratamientos finales de los datos comprobando y analizando cada resultado de campo a medida que se evaluaba cada uno de los registros y sus repeticiones.

Procesamiento de datos

El proceso establece la hora del vértice de cada sello y en cada registro en el caso de la refracción cósmica. Para ello se utiliza el programa informático Pickwin 3.14.

Los gráficos de tiempo-distancia, también conocidos como Curvas Dromocrónicas, se producen cuando se obtienen los tiempos del límite superior de cada

geófono. En el software de procesado conocido como Plotefra, se obtienen las velocidades y alcances de las trayectorias obtenidas del modelo. Este procedimiento también corrige cada geófono y punto de impacto en función de la topografía.

Presentación de los datos

Para Los datos y resultados se presentan de acuerdo con el índice de refracción de los rayos sísmicos mediante dos gráficos:

- Dromocronas, en las que se ven gráficos espacio-temporales.
- Perfiles sísmicos, que muestran el modelo de velocidad obtenido.

Interpretación

Finalmente, con ayuda de los datos de refracción sísmica, Se realiza un análisis cuantitativo, correlacionando la información con las observaciones de campo, apoyándola con información adicional aportada por calicatas, perforaciones, geología regional o local, en su caso, e identificando cuál podría ser la composición del tema investigado. Las tablas 5.17, 5.18 y 5.19 muestran los resúmenes con los valores decididos en cada sección.

Tabla N° 5.17 Identificación de capas de acuerdo a las velocidades de la onda P en la sección 1.

Línea 1	Espesor Mínimo	Espesor Máximo	Velocidad Promedio (m/s)	Interpretación
Capa 1	0.1	10.6	700	Suelo
Capa 2	2.9	19.1	1600	Materiales semicompactos
Capa 3	-	-	2500	Zona Semi compacta con probabilidad de Saturación de agua

Tabla N° 5.18 Identificación de capas de acuerdo a las velocidades de la onda P en la Sección 2.

Línea 2	Espesor Mínimo	Espesor Máximo	Velocidad Promedio (m/s)	Interpretación
Capa 1	2.7	9.9	700	Suelo
Capa2	3.9	30.94	1600	Materiales semicompactos
Capa 3	-	-	2500	Zona Semi compacta con probabilidad de Saturación de

Tabla N° 5.19 Identificación de capas de acuerdo a las velocidades de la onda P en la sección 3.

Línea 3	Espesor Mínimo	Espesor Máximo	Velocidad Promedio (m/s)	Interpretación
Capa 1	2.26	10.6	700	Suelo
Capa2	10.37	20.08	1600	Materiales semicompactos
Capa 3	-	-	2500	Zona Semi compacta con probabilidad de Saturación de agua

Método de sondajes eléctricos verticales

Se muestra en la **Figura 5.23** el cuadrípolo clásico AMNB, campo de corriente y de potencial en el subsuelo homogéneo y sobre él se realizan todos los análisis geo- eléctricos.

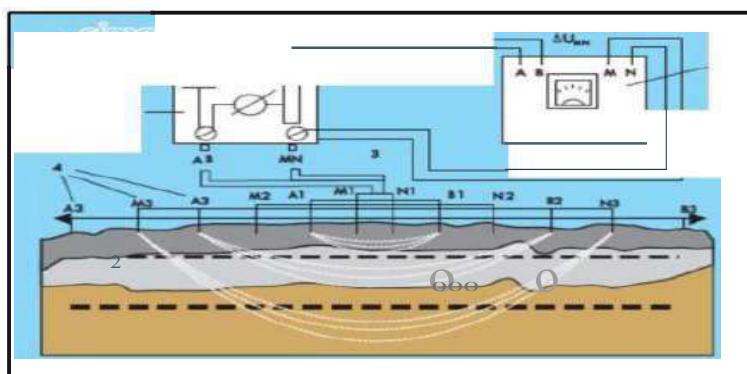


Figura 5.23 Esquema de mediciones de un sondaje eléctrico vertical

Instrumentos y procedimientos del levantamiento eléctrico de resistividad (SEV).

El equipo utilizado en los SEV se denomina resistivímetro de la marca Sintrex, modelo IP-R8, que conlleva a medir el potencial hasta media profundidad utilizando un transmisor Innova AGO de 200W. Esto puede verse en la **Tabla N° 5.20**.

Tabla N° 5.20 *Parámetros de levantamiento de campo.*

METODO SCHLUMBERGER:	DESCRIPCION
Mediciones	Dominio de Tiempo
Configuración	Schlumberger
Extensión de cables AB	200 metros
Electrodo de corriente (AB)	2 electrodos metálicos
Electrodos de potencial (MN)	2 electrodos metálicos
Equipo de medición	Resistivímetro modelo IP-R8

Presentación de los Datos

Los datos de SEV encontramos en curvas logarítmicas. Como se puede observar en la **Tabla N° 5.21**, se indica las coordenadas de cada SEV.

Tabla N° 5.21 *Coordenadas de los puntos SEV.*

Punto	Coordenadas UTM PSAD 56		Elevación
	Este	Norte	
SEV-01	230817.2800	8922514.5700	3533.4820
SEV-02	230868.0500	8922378.6000	3529.8884
SEV-03	230905.3800	8922278.4000	3524.8735
SEV-04	230894.3800	8922651.4700	3514.1682
SEV-05	230929.8100	8922556.4500	3526.0024
SEV-06	230973.8100	8922438.4600	3521.7310
SEV-07	231017.8700	8922320.3800	3515.6130
SEV-08	231051.5500	8922601.8600	3522.2249

SEV-09	231098.2300	8922484.9900	3519.6572
SEV-10	231139.7700	8922365.8700	3508.0393

Análisis de equivalencia

Para determinar el "mejor" modelo para las condiciones geológicas de la zona, se ejecuta una serie de modelos comparables en función de las resistencias descubiertas durante el levantamiento sobre el terreno.

Procesamiento de datos

El programa RES 1D, desarrollado por GEOTOMO, se utiliza para especificar el modelo de sondeo tipo Schlumberger Sondeo (SEV). El programa RES 1D es una herramienta de modelización directa e inversa para interpretar modelos de terraformación estratificados.

Además, utilizando una metodología similar a la empleada por Koefoed (1976), el modelado inverso permite estimar el modelo terrestre estratificado.

Interpretación

Por último, para permitir la interpretación estructural, el software conecta los datos de campo con curvas logarítmicas para crear esquema de ajuste del modelo de ajuste mejor. Se apoya con la geología. Para mejorar los parámetros del modelo inicial, se ha obtenido el modelo y se ha correlacionado esta información con la geología superficial levantada.

Las capas identificadas en la interpretación de las

secciones geoelectricas para la Sección 1 se muestra en la **Tabla 5.22**, y cada sección se presenta en su leyenda de la misma manera.

Tabla N° 5.22 Interpretación de zonas geoelectricas.

Zonas Eléctricas	Valores de Resistividad	Interpretación
1	1000-2785 Ohm.m	Suelo poroso semipermeable
2	301-464 Ohm.m	Suelos permeables Húmedos
3	69-124 Ohm	Suelo Húmedo
4	12567-301613 Ohm.m	Material semipermeable compacto
5	125-156 Ohm	Material Arcilloso Semi consolidado - Húmedo
6	2-20 Ohm.m	Agua Subterránea en medio poroso

Como conclusiones de refracción sísmica se menciona los siguientes:

- Los estratos de cada perfil y/o sección se clasificaron e identificaron de acuerdo con un análisis cuantitativo de los relojes de rayos sísmicos y perfiles de rayos sísmicos obtenidos, con el apoyo de la información geofísica local.
- La presencia de tres estratos y/o capas para cada línea de rayos sísmicos se ha determinado de forma consistente en cada una de las tres secciones de refracción sísmica (material de investigación del estudio).
- Los resultados de velocidad son bajos para la capa superficial, con un nivel de compactación bajo correspondiente al suelo superficial.
- La segunda capa intermedia, correspondería a un material con un estado de medianamente

semiconsolidado.

- La tercera capa profunda, corresponde a un material con un mayor estado de consolidación y probable presencia de agua en esta capa.

5.2.2. Determinación del peligro sísmico

Se emplearon las coordenadas geográficas del lugar en estudio, distrito Ticapampa, provincia de Recuay y región Ancash. **ver Tabla 5.23 y Figura 5.24.**

Tabla N° 5.23 Coordenadas geográficas del Proyecto

LUGAR	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
TICAPAMPA, RECUAY, ANCASH	-77.45399° LO	-9.74238° LS

Para Huaco (1982), los valores de aceleración es:

$$a_v = 0.00247 + 0.49998 * a \dots (1)$$

Donde, “a” viene a ser la aceleración horizontal en esta investigación y a_v la aceleración vertical.

La Tabla N° 5.24 muestra las máximas aceleraciones esperadas para períodos de retorno de 50, 100, 150 y 500 años.

Tabla N° 5.24 Peligro Sísmico para la zona de investigación Aceleraciones Máximas Esperadas.

Período de Retorno en Años	Aceleración Máxima Esperada en "g"	Probabilidad Anual de Excedencia
50	0.12	2.0×10^{-2}
10	0.16	1.0×10^{-2}
15	0.18	6.6×10^{-3}
500	0.26	2.0×10^{-3}

Al utilizar el método de diseño pseudoestático para taludes y muros, el especialista aconseja tener en cuenta un factor esférico lateral de entre 1/3 y 1/2 del valor.

Para los diseños de detalle del depósito de residuos sólidos mineros se ha empleado un valor más conservador igual a 2/3.

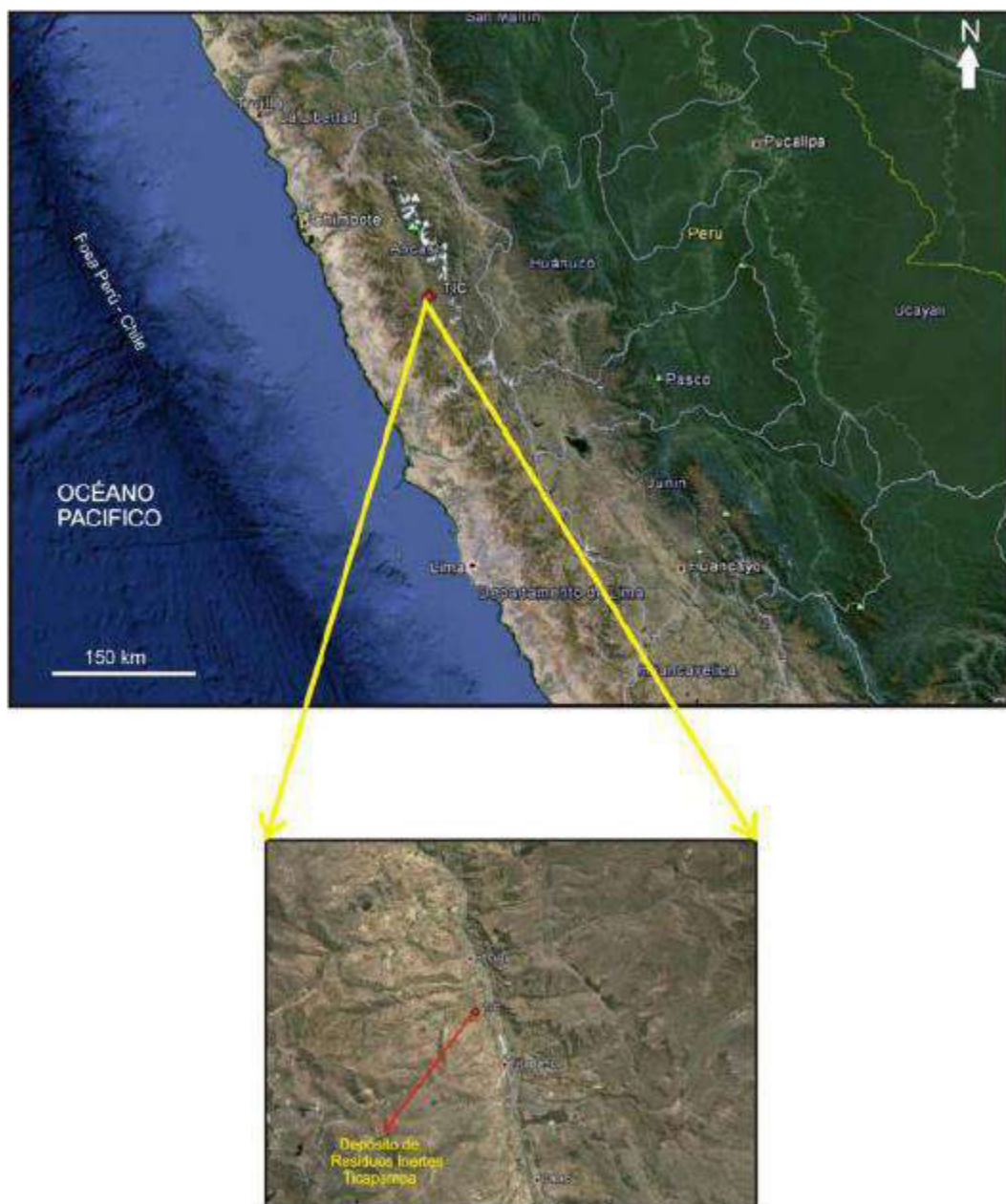


Figura 5.24 Ubicación geográfica del depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa.

5.2.3. Relevancia de peligros

- De acuerdo a la sismicidad histórica, se han producido niveles de intensidad VI nivel Mercalli Modificado en el área de botadero Ticapampa en la provincia de Recuay, departamento de Ancash.

- Los resultados de la distribución espacial indica que el área será afectada por sismos con origen en la zona de la falla del Callejón de Huaylas, tal como el escenario que se presentó después del terremoto de 1970.
- Para el área prevista para el yacimiento de sulfuros residuales de la mina de Ticapampa, las aceleraciones sísmicas fueron obtenidas por el método probabilístico.

5.2.4. Estimación de los escenarios de riesgo

El riesgo es el resultado de la relación entre amenaza o peligro y vulnerabilidad, y que ésta puede expresarse en pérdidas previstos en caso de producirse un determinado suceso.

$$\mathbf{RIESGO = PELIGRO \times VULNERABILIDAD}$$

Para la estimación del riesgo se evaluarán dos escenarios: uno frente a fenómenos geofísicos y geofísico-climáticos, y otro frente a fenómenos climáticos.

Es crucial tener en cuenta que la Perisfera es una de las regiones con mayores niveles de actividad sísmica de la Tierra, lo que la hace susceptible a este peligro, que se manifiesta en pérdidas materiales y humanas. Para anticipar y mitigar los importantes efectos que este fenómeno conlleva, es necesario realizar estudios que permitan comprender el comportamiento más probable del fenómeno.

CAPÍTULO 6: TÉCNICAS DE DISEÑO

6.1 TÉCNICAS Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente Investigación de Tesis denominado “**Diseño de un depósito de relaves reubicado frente a los problemas de contaminación del relave Ticapampa, Recuay – Ancash – 2018 – 2019**”, se realizó la investigación teniendo en cuenta los conceptos fundamentales.

6.1.1. Evaluación geoquímica de los residuos sólidos mineros y suelos de fundación

En la **Tabla N° 6.1**, se indica la caracterización de un drenaje ácido mediante ensayos estáticos, se mide por la siguiente expresión:

$$PNN = PN - PA \quad (1)$$

Donde:

PNN : Potencial Neto de Neutralización.

PN : Potencial de Neutralización.

PA : Potencial de Generación Ácida.

La medición de la generación ácida se muestra a continuación: Cuando:

- PNN = 0 y NP/AP = 1, existe situación de equilibrio.
- PNN < 0 (Negativo) y PN/PA < 1, sí forma acidez.
- PNN > 0 (Positivo) y PN/PA > 4, No forma acidez.
- PNN = (-20 a 20) y PN/PA = 3:1, incierta o baja Acidez.

Tabla N° 6.1 Escala de generación ácida.

Valores	Interpretación
PNN > +20	El material no es generador de drenaje ácido
PNN < -20	Es generador de drenaje ácido
- 20 < PNN < +20	Se considera como zona de incertidumbre, puede o No haber drenaje ácido. Depende de otros factores.

Todos los PNN están dados en Kg CaCO₃ por TM de material, de acuerdo a los ensayos químicos, se obtienen los siguientes resultados para los diferentes materiales: residuos inertes y suelos orgánicos producto de las excavaciones de los vasos 1 y 2, se observa en la **Tabla N° 6.2.**

Tabla N° 6.2 Resultados de análisis de ABA.

Componente	pH (Pasta)	S % (sulfuros)	Ton CaCO ₃ /1 000 Ton			PN/PA	Observ.
			PN	PA	PNN		
Residuos Inertes	3.9	0.22	22.41	6.25	16.16	3.59	Incierta o baja acidez
Calicata CA-01	7.0	-0.01	-0.05	-0.31	0.26	0.16	Incierta o baja acidez
Calicata CA-02	5.0	-0.01	-0.59	-0.31	-0.28	1.90	Incierta o baja acidez
Calicata CA-03	5.5	-0.01	-3.03	-0.31	-2.72	9.77	No forma acidez,

Conforme se observa los residuos sólidos mineros no generan drenaje ácido conforme a la prueba.

Los suelos orgánicos naturales antes de cualquier excavación no forman acidez o están en el rango

incierto o de baja acidez. Dichos suelos serán retirados fuera del área del depósito y formarán la cobertura del depósito de residuos conforme se muestra en el **(PLANO N° 61: Depósito residuos Ticapampa cobertura y revegetación)**.

6.1.2. Estudio hidrológico

El objetivo del presente estudio hidrológico es determinar las avenidas extraordinarias en la cuenca de drenaje hasta donde se emplazará el depósito de residuos sólidos mineros.

Los lineamientos de la investigación hidrológico son:

- El área de estudio se definirá hasta la ubicación de los proyectos de construcción propuestos.
- Determinación de los caudales extraordinarias.

Hidrografía de la cuenca

En la zona de estudio destaca la presencia del río Santa, el cual constituye la vertiente de mayor relevancia del Pacífico; El distrito de Ticapampa se extiende de sur a norte, formando el valle conocido como Callejón de Huaylas, donde sus afluentes se originan en lagunas y glaciares de la Cordillera Blanca que drenan agua en la margen derecha de la montaña.

En Ticapampa se han identificado ríos menores que desembocan en el río Santa. Estos ríos, que se originan en la Cordillera Blanca, incluyen el río Yanayacu, el río Chauspi y el río Yanascancha, todos los cuales tienen

caudales de agua persistentes que son el resultado de deshielos más altos.

En la cordillera Negra, ubicada en la parte occidental ubicamos las quebradas Florida, Colea Racra y Casha Cancha. De las cuales la más importante es la quebrada Colea Racra de discurrimiento permanente cuyo cauce es de W-E, disectando los límites de Cía. Minera Yahuarcocha S.A.C. en la parte norte.

El resto presenta discurrimientos temporales, con aportes de agua en estaciones lluviosas (enero - marzo).

Cabe resaltar que en la parte Norte del área de estudio como en el Sur (en los límites de la extensión de investigación), encontramos ambientes húmedos, semipantanosos que se presentan en zonas andinas (sobre los 3300 msnm). Se originan por aguas provenientes de nevados o lagunas ubicados en la Cordillera Negra, precipitaciones pluviales o de filtraciones provenientes de acuíferos. Los Oconales presentes son de extensión corta; no altera la zona del proyecto, a menos que ocurran precipitaciones pluviales extraordinarias.

Las fisiografías de la cuenca de drenaje en investigación se indica en la **Tabla N° 6.3**.

Tabla N° 6.3 Características fisiográficas de la cuenca de drenaje.

N°	Parámetro	Cuenca de drenaje	
		Subcuenta SC-1	Subcuenta SC-2
1	Área de cuenca (Km ²)	22.23	1.22
2	Nivel máximo (msnm)	4920.00	3870.00
3	Nivel mínimo (msnm)	3460.00	3500.00
4	Nivel medio (msnm)	4190.00	3685.00
5	Longitud de la quebrada (Km.)	11.53	2.14
6	Pendiente de la quebrada (%)	12.65	17.32

Fuente de Información

Esta estación es parte del SENAMHI.

Estación Meteorológica

El emplazamiento elegido por su proximidad al proyecto, el pluviométrico, figura en la **Tabla N° 6.4**.

Tabla N° 6.4 Estación Meteorológica.

Estación	Altitud (msnm)	Latitud Sur	Longitud Oeste	Período de registro disponible	Parámetros registrados	Entidad operadora
Recuay	3444	09° 43'	77° 27'	1998 - 2012	Precipitación Total Mensual; Evaporación Total Mensual; Precipitación Máxima 24 h.	SENAMHI

Precipitación

Se tomaron de la estación Recuay. Dicha información se resume en la **Tabla N° 6.5**.

Tabla N° 6.5 Registros de Precipitación.

MES	PRECIPITACIÓN (mm)
	Estación Recuay
Ene.	132.6
Feb.	126.0
Mar.	181.2
Abr.	102.2
May.	29.9

Jun.	9.2
Jul.	2.9
Ago.	7.9
Set.	33.8
Oct.	73.1
Nov.	82.6
Dic.	117.1
Total, Anual	898.5

Precipitación media mensual en el área de investigación

Tomamos a partir de la estación de Recuay mencionados anteriormente, cuyos valores fueron correlacionados con la altura. Para cada una de las zonas de estudio, **ver Tabla N° 6.6.**

Tabla N° 6.6 *Datos de precipitación media mensual en mm. Para las subcuencas Colea Racra (SC-1) y SC-2.*

MES	Precipitación Cuenca Colea Racra (SC-1) (mm)	%	Precipitación SC-2 (mm)	%
Enero	161.4	14.8	141.1	14.8
Febrero	153.3	14.0	134.1	14.0
Marzo	220.5	20.2	192.9	20.2
Abril	124.4	11.4	108.8	11.4
Mayo	36.4	3.3	31.8	3.3
Junio	11.2	1.0	9.8	1.0
Julio	3.5	0.3	3.1	0.3
Agosto	9.6	0.9	8.4	0.9
Setiembre	41.1	3.8	36.0	3.8
Octubre	89.0	8.1	77.8	8.1
Noviembre	100.5	9.2	87.9	9.2
Diciembre	142.5	13.0	124.6	13.0
TOTAL ANUAL	1093.4	100.0	956.4	100.0

Precipitación Máxima en 24 horas

Las 24 horas se empleó la estación de Recuay por su proximidad a la zona de investigación. Esto se determinó a partir de los registros históricos (1998-2012) de las mayores cantidades de precipitación. Los registros de PM en 24 horas, ver **Tabla N° 6.7**.

Tabla N° 6.7 Datos de precipitación máxima en 24 horas estación Recuay.

Año	Precipitación máxima en 24 horas (mm)	Año	Precipitación máxima En 24 horas (mm)
1998	53.3	2006	24.5
1999	26.8	2007	33.0
2000	23.0	2008	19.8
2001	29.4	2009	44.0
2002	38.8	2010	25.7
2003	19.4	2011	29.5
2004	33.7	2012	38.3
2005	32.4		

Evaporación

Los resultados de PMM es de la evaporación estación Recuay. Ver **Tabla N° 6.8**, se indica tabla:

Tabla N° 6.8 Registros de Evaporación.

MES	EVAPORACION (mm)
	Estación Recuay
Ene.	90.7
Feb.	77.2
Mar.	81.7
Abr.	107.5
May.	110.8
Jun.	98.5
Jul.	119.3
Ago.	129.2
Set.	103.4
Oct.	86.3
Nov.	91.3
Dic.	72.4
Total, Anual	1168.3

Evaporación media mensual en las áreas de estudio

En la **Tabla N° 6.9** se indica los resultados de la evaporación media mensual en mm, para las diferentes zonas de investigación.

Tabla N° 6.9 Datos de evaporación media mm. para las subcuencas Colea Racra (SC-1) y SC-2.

MES	Evaporación Colea Racra (SC-1) (mm)	%	Evaporación SC-2 (mm)	%
Enero	109.4	7.8	95.7	7.8
Febrero	93.1	6.6	81.4	6.6
Marzo	98.5	7.0	86.2	7.0
Abril	129.7	9.2	113.4	9.2
Mayo	133.6	9.5	116.9	9.5
Junio	118.8	8.4	103.9	8.4
Julio	143.9	10.2	125.9	10.2
Agosto	155.8	11.1	136.3	11.1
Setiembre	124.7	8.9	109.1	8.9
Octubre	104.1	7.4	91.0	7.4
Noviembre	110.1	7.8	96.3	7.8
Diciembre	87.3	6.2	76.4	6.2
TOTAL ANUAL	1409.1	100.0	1232.5	100.0

Funciones de distribución de probabilidad usadas en Hidrología

Después de la obtención del periodo de retorno de los gastos de diseño propuesta, se debe extrapolar los gastos de diseño en función de los gastos máximos anuales, ya que este periodo rara vez es inferior al tiempo de los datos. Se estudiarán las siguientes funciones de distribución de probabilidad utilizadas en hidrología:

- Distribución Normal (N).
- Distribución Log normal de 2 parámetros (2LN).

- Distribución Gumbel (EV1).

Ver la **Tabla 6.10** con cada distribución de probabilidad examinada.

Tabla N° 6.10 Precipitación máxima en 24 horas para diferentes períodos de retorno.

PERIODO DE RETORNO	DISTRIBUCIÓN NORMAL	DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL	DISTRIBUCIÓN GUMBEL
5	39.3	38.5	38.1
10	43.3	43.6	43.6
25	47.7	49.9	50.4
50	50.5	54.4	55.5
100	53.1	58.8	60.6
150	54.4	61.3	63.5
200	55.4	63.1	65.6
500	58.2	68.8	72.3

Según la tabla anterior, la distribución de Gumbel es la que mejor corresponde a la distribución de la cantidad máxima de precipitación en 24 horas, se aplicó una distribución de Gumbel tipo I. El cuadro resultante ver **Tabla N° 6.11**:

Tabla N° 6.11 Precipitaciones máximas para determinados períodos de retorno.

Periodo de Retorno (años)	P _{máx.} En 24h (mm)
5	38.1
10	43.6
25	50.4
50	55.5
100	60.6
150	63.5
200	65.6
500	72.3

Caudales de diseño

La metodología del cálculo de las avenidas máximas utilizada en la presente investigación, se determinó

teniendo en cuenta la cantidad y la calidad de la información que se utilizó para recopilarla. Esta metodología es el método racional, que se describe más adelante.

a) Método racional

Este método, que se desarrolló para cuencas más pequeñas, así como para la investigación, se utilizará para calcular la avenida máxima para varios periodos de retorno (T).

Las características de subcuencas de drenaje se detallaron anteriormente.

La fórmula racional establece que:

$$Q = 0.278 * C_e * I * A \quad (1)$$

Donde:

Q = Caudal, en m³/s

C_e = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la lluvia, en mm/h

A = Área de la cuenca, en Km²

Las características y condiciones ambientales de la superficie también influyen en el coeficiente de evaporación. El coeficiente de evaporación disminuye a medida que llueve, y también se observa que influyen las condiciones previas de humedad del suelo.

Debido a que la mayoría de los datos de precipitación registrados son las precipitaciones máximas durante 24 horas, se utilizó la fórmula de Dick y Pescke, que se

presenta a continuación:

$$P_d = P_{24h} (d/1440)^{0.25} \dots (2)$$

Donde:

P_d: precipitación total para la duración d (en minutos)

P_{24h}: es la precipitación máxima en 24 horas para el período de diseño.

La intensidad se obtuvo dividiendo la precipitación P_d entre la duración (D):

$$I = P_d/D \dots\dots (3)$$

Valores de intensidad de precipitación para varios períodos de retorno, se muestra en la **Tabla N° 6.12**.

Tabla N° 6.12 *Intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno.*

Subcuenca de Estudio	Intensidad de Precipitación (mm/hora)						
	Período de retorno						
	10	25	50	100	150	200	500
Subcuenca SC-1	14.3	16.5	18.2	19.9	20.8	21.5	23.7
Subcuenca SC-2	39.0	45.0	49.6	54.2	56.8	58.6	64.6
Subcuenca Depósito	39.4	45.5	50.1	54.7	57.4	59.2	65.3

Fuente: Elaborado por el autor de la tesis

Los resultados de los caudales máximos por el Método Racional en metros cúbicos y por la sub cuenca de estudio, ver la **Tabla N° 6.13**.

Tabla N° 6.13 *Caudales máximos por el Método Racional.*

Subcuenca de Estudio	Caudal Máximo (m ³ /s)						
	Período de retorno						
	10	25	50	100	150	200	500

Subcuenca SC-1	22.09	25.53	28.11	30.70	32.17	33.23	36.62
Subcuenca SC-2	3.31	3.83	4.21	4.60	4.82	4.98	5.49
Subcuenca Depósito	1.93	2.23	2.45	2.68	2.81	2.90	3.19

Agua de escorrentía extraordinaria

El aporte de caudal por las quebradas se muestra en el (PLANO N° 5: Hidrológico cuenca de drenaje), las quebradas aportantes hasta el depósito de residuos inertes, donde se ha subdividido la cuenca mayor en 02 subcuencas denominadas SC-1 y SC-2. Cabe resaltar que la incidencia en el depósito proyectado corresponde a una parte de la subcuenca SC-2, cuya área de drenaje es de 1.22 Km² con un caudal aportante de 5.49 m³/s.

6.1.3. Evaluación hidrogeológica

Para el establecimiento del modelo del flujo de agua subterránea se requiere conocer y definir con pruebas sustentadas en campo (superficiales y en profundidad), las características hidrogeológicas y permeabilidades de los suelos o materiales que conforman las secciones de análisis. (Ver PLANO N° 17: Plano hidrogeológico curvas hidroisohipsas).

De la revisión de la información disponible, se ha elaborado una sección típica a lo largo del depósito de residuos inertes proyectado, con el modelo hidrogeológico construido en base a la información geológica local, el estudio geofísico mediante sondajes eléctricos verticales y las calicatas ejecutadas hasta una profundidad de 3.0 m. Para la fase de diseño,

efectuar perforaciones diamantinas con pruebas de permeabilidad (Lugeon y/o Lefranc), así como la instalación de piezómetros hidráulicos; sin embargo, Cía. Minera Yahuarcocha S.A.C. prescindió de los mismos, comprometiéndose a instalarlos durante la fase constructiva.

Cabe resaltar, que, una vez ejecutadas las perforaciones durante la fase constructiva, ejecutadas las pruebas de permeabilidad de campo y registrados los niveles de la napa freática durante estación seca y lluviosa, se deberán calibrar los valores de permeabilidad de campo a diferentes profundidades, con la finalidad de mejorar el modelo conceptual descrito.

El modelo conceptual desarrollado empleó el módulo de agua subterránea Slide 5.0; empleando el método finito para obtener resultados tales como presión de poros, caudales de infiltración, líneas de flujo, líneas equipotenciales.

Características de la sección hidrogeológica 1-1'

Con la información que se obtuvo del campo, se ha elaborado la sección hidrogeológica 1-1' con el modelo geofísico y geotécnico que consideran los diferentes materiales con sus respectivos parámetros geotécnicos, así como la determinación de los valores de las permeabilidades de los suelos involucrados, obtenidos de las muestras de laboratorio a diferentes profundidades, ver **Tabla N° 6.14**.

Tabla N° 6.14 valores de permeabilidad para los materiales que conforman la sección hidro geológica 1-1'.

Sección	Ítem	Descripción de materiales	Permeabilidad (K) cm/s
1-1'	1	Residuos inertes	1.2551×10^{-6}
	2	Presa de arranque	1.2427×10^{-5}
	3y 4	Suelo gravo limoso con arena	4.8533×10^{-2}
	5	Depósito aluvial	1.00×10^{-2}
	6	Arcilla limosa	1.00×10^{-3}
	7	Roca fracturada	1.00×10^{-2}

Fuente: Del autor de la tesis

Modelación Numérica Conceptual

Para llevar a cabo el modelamiento, el programa debe contar con numerosas variables que deben ser proporcionadas por el usuario, haciendo uso de su experiencia, ensayos y pruebas de campo (criterios técnicos). Entre las principales variables se pueden mencionar:

- Una malla de elementos finitos, la cual puede ser elaborada automáticamente por el programa y editada por el usuario.
- Condiciones de frontera, las cuales corresponden a la altura total o cota del agua existente en los puntos límites de la malla de elementos finitos; es decir, en los puntos correspondientes al nivel freático que se desea analizar. Cabe resaltar que debido a que los límites del modelo son cerrados, se debe tener cuidado al asignar las condiciones de frontera tanto

en el límite derecho como izquierdo, a los cuales les corresponden valores iguales a los del nivel freático existente a su altura.

Caudales de infiltración

Valores de los caudales de infiltración en el depósito de residuos sólidos mineros proyectado, ver **Tabla N° 6.15**.

Tabla N° 6.15 resumen de los caudales de infiltración.

Sección	Descripción	Ancho de estudio (m)	Caudal de Infiltración (m ³ /s/m)	Caudal de Infiltración (m ³ /s)	Caudal de Infiltración (l/s)
1-1'	Caudal entrada al sistema Q1	150	3.04x10 ⁻⁵	0.0137	13.7
	Caudal entrada al depósito Q2	150	2.77x10 ⁻⁵	0.0125	12.5
	Caudal salida del depósito Q3	150	2.70x10 ⁻⁵	0.0121	12.1
	Caudal salida del sistema Q4	150	2.50x10 ⁻⁵	0.0113	11.3

De los cálculos efectuados se observa que el caudal de infiltración que ingresaría al depósito de residuos sólidos mineros proveniente de las aguas subterráneas es igual a 12.5 l/s.

6.1.4. Análisis de estabilidad y diseño de taludes

Se han desarrollado análisis de estabilidad para la sección más crítica, teniendo en cuenta un arranque y un terraplén compactado de residuos minerales inertes. Estos análisis se conocen como análisis de estabilidad de presa de arranque y terraplén de residuos minerales solitarios.

Los parámetros geotécnicos que se tienen en cuenta en los análisis de estabilidad, se presenta en la **Tabla N° 6.16**.

Tabla N° 6.16 parámetros geotécnicos de los materiales que conforman la presa, terraplén y su cimentación.

N°	Descripción	Peso esp.(t/m ³)	Resistencia Drenada		Resistencia No Drenada	
			C' (t/m ²)	Ø' (°)	Cu (t/m ²)	Øu (°)
1	Residuos inertes (limo arenoso)	1.9	0	29	1.2	26.5
2	Dique de arranque	2.1	0	30	1.9	22.9
3 y 4	Cimentación (Grava limosa con arena)	2.1	0	35	1	27
5	Cimentación (Depósito aluvial)	2.0	0	31	0	31
6	Cimentación (Arcila limosa)	2.1	0	25	1	22
7	Cimentación (Roca fracturada)	2.3	10	38	10	38

Fuente: Del autor de la tesis

La estabilidad de presa de arranque y el terraplén de residuos Se han examinado minerales solitarios en condiciones acústicas y cinéticas. En la **Tabla N° 6.17** indica los factores de análisis de estabilidad.

Tabla N° 6.17 resultados de los a de estabilidad.

Estructura	Tipo de análisis	FS ANÁLISIS ESTÁTICO	FS ANÁLISIS SEUDOESTÁTICO (a=0.17g)
Dique de arranque	Local	1.579	1.809
Terraplén 1 + dique de arranque	Local	1.542	1.590
Terraplén 1, 2 + dique de arranque	Local	1.580	1.426
Terraplén 1,2, 3 + dique de arranque	Local	1.595	1.300
Terraplén 1, 2, 3 + dique de arranque	Global	1.790	1.280

Fuente: Del autor de la tesis

Diseño de presa de arranque

El Diseño de presa de arranque, se observa en los PLANOS N° 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29, la presa de arranque es una estructura perimetral que circunda al depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa. La presa de arranque será construida con materiales gravo limosos y gravo arcillosos producto de la selección de la excavación de los vasos N° 1 y N° 2, conforme a los planos de diseño. La presa cuenta con un eje de arranque de longitud de 1160.14 metros y 3.0 metros de ancho que viene a ser la corona.

La proyectada presa de arranque cuenta con taludes de 1H:1V en la cara interna y 2H:1V en la cara externa. **Ver Figura 6.1 y 6.2.**

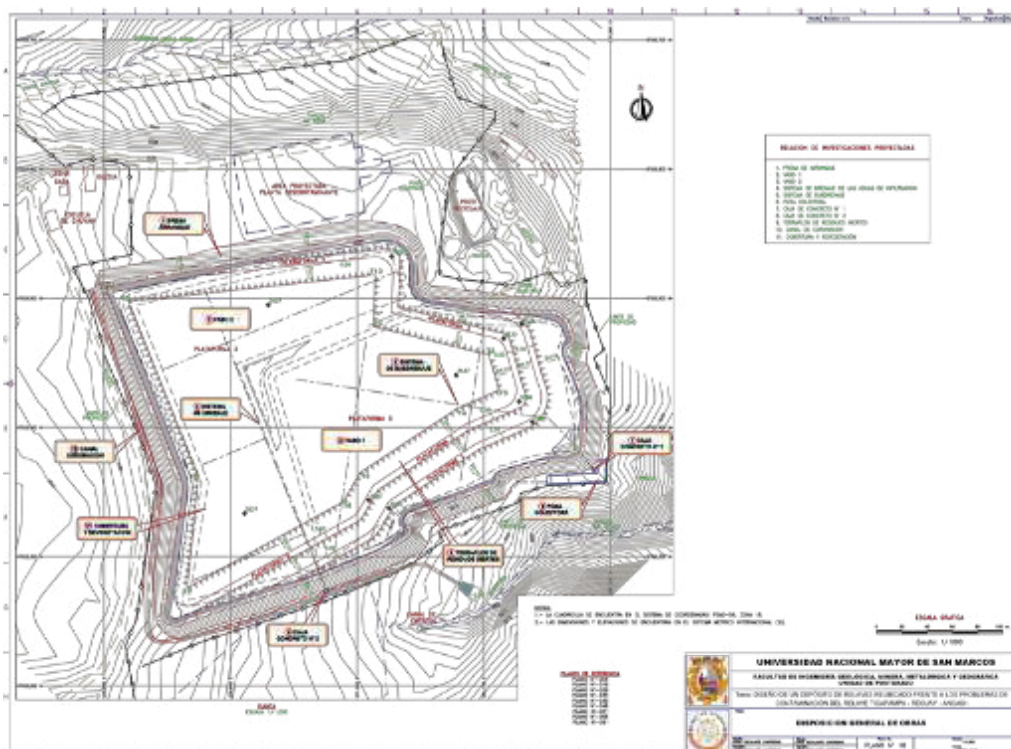


Figura 6.1 plano en planta de diseño (disposición general).

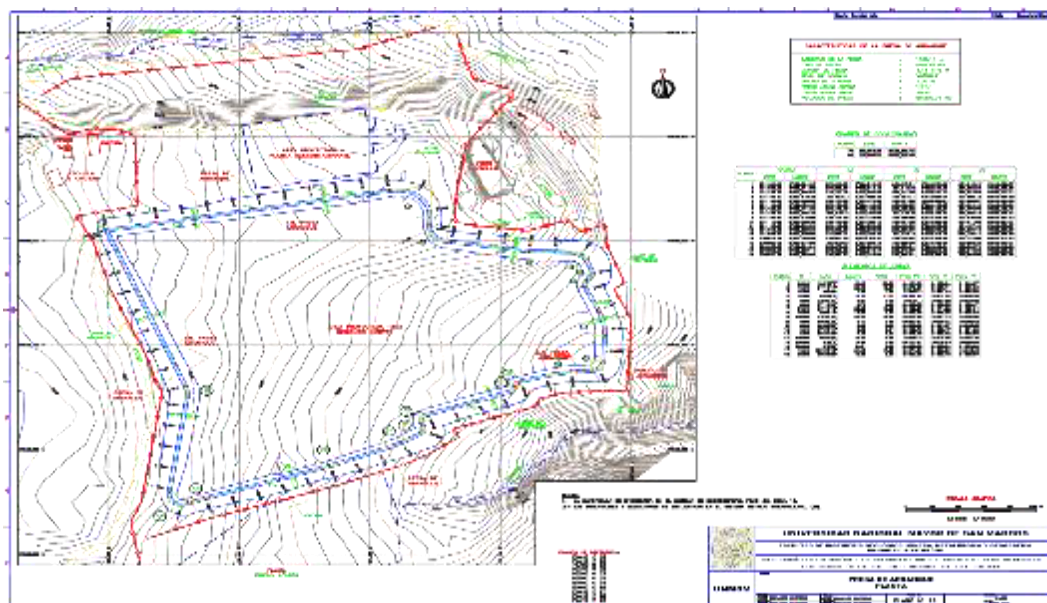


Figura 6.2 plano en planta de diseño (presa de arranque).

Se indica en la **Tabla N° 6.18**, las características geométricas de la presa de arranque.

Tabla Na° 6.18 características de la presa de arranque.

Longitud de la Presa	1160.14 m.
Tipo de Presa	Homogénea
Altura de Presa	4.43-9.15 m.
Nivel de Corona	Variable
Ancho de Corona	3.00 m.
Talud aguas arriba (talud interno)	1H:1V
Talud aguas abajo (talud externo)	2H:1V
Volumen de Presa	86,220.71 m ³
Volumen de Almacenamiento	113,969 m ³

Diseño de vaso N° 01

El Diseño de vaso N° 01, se observa en los PLANOS N° 30, 31 y 32, en una primera etapa para operación del depósito de residuos sólidos mineros se ha considerado la implementación del vaso N° 01. Dicho vaso considera la

excavación del nivel actual de terreno natural hasta la cota 3512 msnm., generando 134,868 m³ de volumen de corte y un volumen de relleno de 12,926 m³ para alcanzar la plataforma proyectada. **Ver Figura 6.3 y 6.4.**

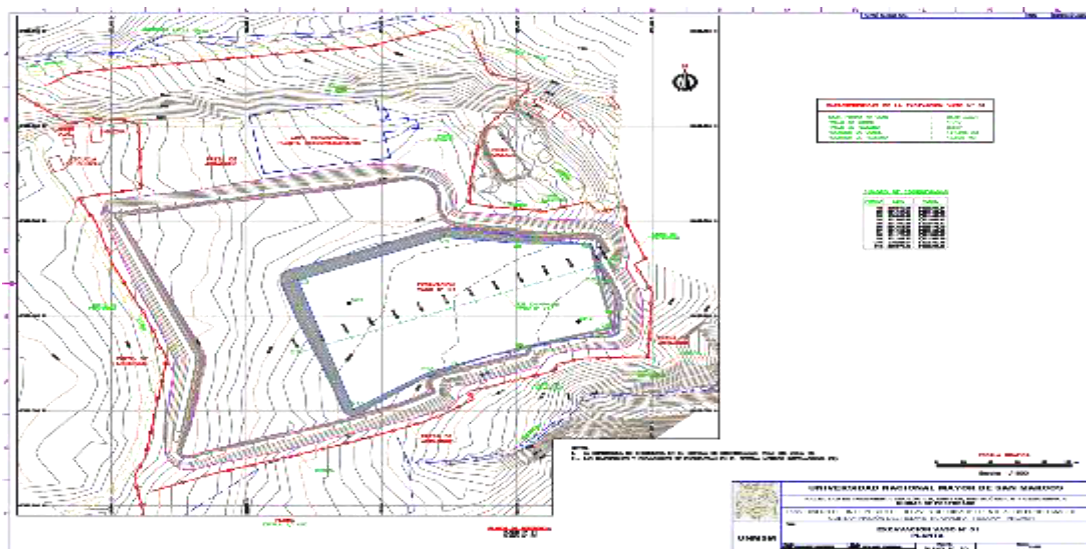


Figura 6.3 Plano en planta de diseño (vaso 01).

Las características geométricas del Vaso N° 01 se describe en la **Tabla 6.19**.

Tabla N° 6.19 características del vaso N° 01.

Nivel fondo de Vaso	3512 msnm
Talud de corte	1H:1V
Talud de relleno	2H:1V
Volumen de corte	134,868 m ³
Volumen de relleno	12,926 m ³

Diseño de vaso N° 02

El Diseño de vaso N° 02, se observa en los PLANOS N° 33, 34, 35, 36, 37 y 38, en una segunda etapa del proyecto para operación del depósito de residuos sólidos mineros, se ha considerado la implementación del vaso No 02. Dicho vaso considera la excavación del nivel actual de terreno natural

hasta la cota 3520 msnm., generando un volumen de corte de 177,573 m³ para alcanzar la plataforma proyectada.

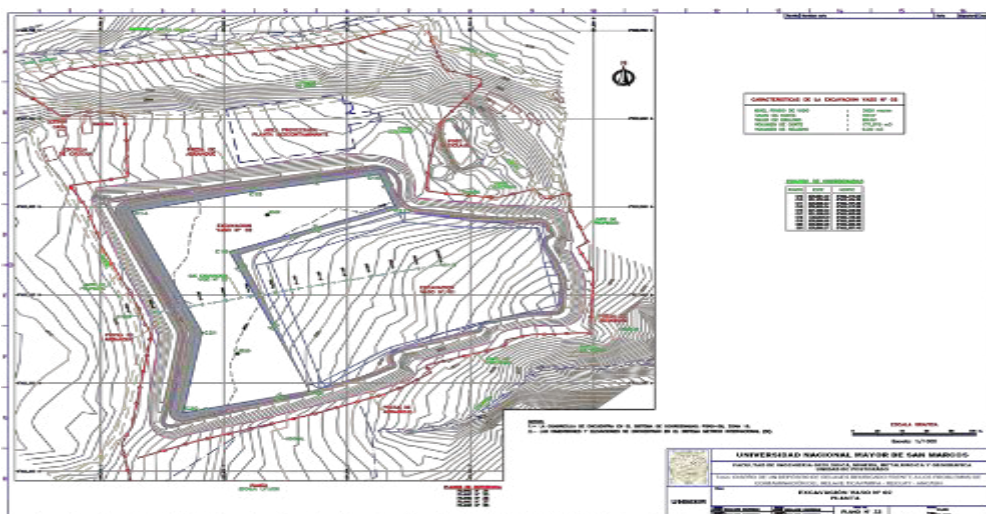


Figura 6.4 Plano en planta de diseño (Vaso N° 02).

Las características geométricas del Vaso N° 02 se describe en la **Tabla N° 6.20**.

Tabla N° 6.20 características del vaso N° 02.

Nivel fondo de Vaso	3520 msnm
Talud de corte	1H:1V
Volumen de corte	177,573 m ³

Diseño del terraplén de residuos sólidos mineros

El Diseño del terraplén de residuos sólidos mineros, se observan en los planos (PLANOS N° 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47: Terraplén depósito de residuos sólidos mineros planta, secciones transversales), estructura contempla una cimentación planteada en dos plataformas en los niveles 3512 y 3520 msnm., de manera que se removerá la capa superficial del terreno.

El terraplén de residuos sólidos mineros proyectado considera un dique de arranque perimetral, construido con material proveniente de las excavaciones de los vasos N° 1 y N°2.

Los Vasos N° 1 y N° 2 del terraplén de residuos sólidos mineros compactados serán impermeabilizados con una geomembrana HDPE de 1.50 mm de espesor, la cual será instalada sobre un geotextil no tejido de 400 gr/m². **Ver Figura 6.5.**

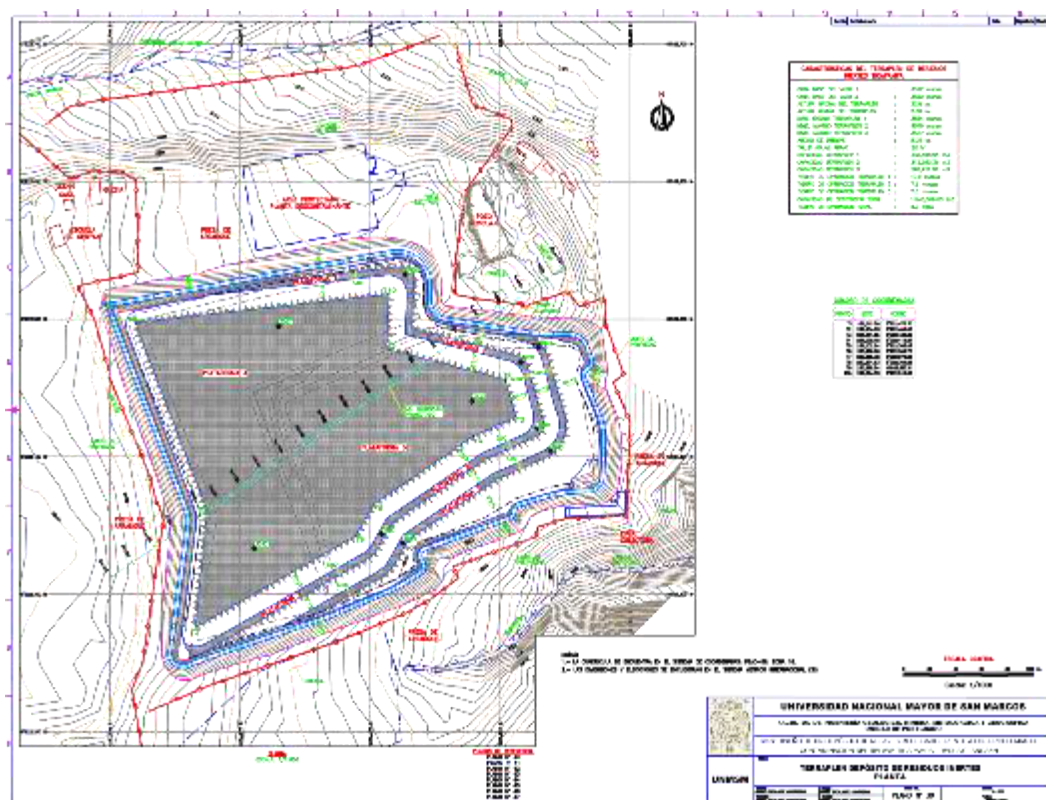


Figura 6.5 Plano en planta terraplén depósitos de residuos inertes.

Para la protección de la geomembrana durante la fase de deposición del material, se colocará sobre ella un tapón de arena de 0,30 metros de altura como mínimo.

El terraplén de residuos sólidos mineros diseñado con las siguientes características, que se indica en la **Tabla N° 6.21.**

Tabla N° 6.21 Características del terraplén de residuos sólidos mineros

Cota base del Vaso No 01	3512.00 msnm
Cota base del Vaso No 02	3520.00 msnm
Altura máxima del terraplén	32.00 m.
Altura mínima del terraplén	2.00m.
Nivel máximo terraplén 1	3524.00 msnm
Nivel máximo terraplén 2	3530.00 msnm
Nivel máximo terraplén 3	3537.00 msnm
Ancho de bermas	5.00m.
Talud aguas abajo	2H:1V
Capacidad terraplén 1	430,698.66
Capacidad terraplén 2	313,350.36
Capacidad terraplén 3	298,951.51
Tiempo operación terraplén 1	10.9 meses
Tiempo operación terraplén 2	7.9 meses
Tiempo operación terraplén 3	7.5 meses
Capacidad de deposición total	1'043,000.53 m3
Tiempo de operación total	2.2 años

Diseño del sistema de subdrenaje de las aguas subterráneas

Se indican en los planos correspondientes (PLANOS N° 48, 49 y 50). Sistema de subdrenaje vasos N° 1 y N° 2 cortes, propuesto que su finalidad es captar y evacuar las aguas subterráneas que incidirán en el depósito de residuos sólidos mineros

El subdrenaje es de drenes franceses colectores y drenes secundarios tipo espina de pescado, conforme a los planos. Dichos drenes estarán conformados por los siguientes materiales:

- Tuberías HDPE perforadas de 6 pulgadas de

diámetro para drenes principales.

- Tuberías HDPE perforadas de 4 pulgadas de diámetro para drenes secundarios.
- Geotextil no tejido de 270 gr/m².
- Relleno granular de zanjas con grava arenosa.

Los drenes principales recibirán las aguas de los drenes secundarios y serán descargados a una caja de concreto denominadas caja N° 1 y caja N° 2, ubicadas en el extremo del depósito de residuos sólidos mineros.

Diseño del sistema de drenaje de las aguas de infiltración de los vasos N° 1 y N° 2.

El Diseño se observa en los planos (PLANOS N° 51, 52, 53 y 54: Vasos N° 1 y N° 2), El objetivo es captar y eliminar el agua de infiltración de la instalación de almacenamiento de residuos mineros alojada en las cubas 1 y 2.

El sistema primario de infiltración de agua para los vasos está formado por dos tubos perforados de HDPE de 6 pulgadas de diámetro. Estos tubos se conectarán a tubos secundarios perforados de HDPE de 4”.

Las colectoras principales N° 1 y N° 2, descargarán sus aguas en tuberías no perforadas de 6" de diámetro que atravesarán la presa de arranque y conducirán las aguas de infiltración hacia las cajas de concreto N° 1 y N° 2 respectivamente y de ellas serán conducidas a una poza colectora que se encuentra ubicada en la parte inferior aguas abajo del depósito de residuos sólidos mineros.

Diseño de poza colectora

El agua proveniente de la infiltración ubicado a lo largo de los vasos N° 1 y N° 2, así como el agua captada por los drenajes franceses principal y secundario del sistema de subdrenaje, será conducida a un pozo de captación de hormigón excavado en el suelo. Esta estructura se muestra en la **Tabla N° N° 6.22**.

Tabla N° 6.22 Características de la poza colectora.

Nivel de corona	3505.0 msnm
Profundidad máxima de la poza	6.0 m.
Profundidad útil de la poza	4 .1 m.
Nivel máximo de almacenamiento	3503.5 msnm
Borde libre	1.5 m.
Largo exterior de la poza	56.17 m.
Ancho exterior de la poza	7.00m.
Capacidad útil de la poza	1407.6 m3

Diseño de obras hidráulicas auxiliares

El Diseño de las obras hidráulicas auxiliares, se observa en los planos (PLANOS N° 55, 56, 57, 58, 59 y 60). Comprende diseño de canal de coronación que captará y retirará el agua producida por tormentas extraordinarias que entrará en el depósito de residuos sólidos de la mina de Ticapampa para una duración de retorno de unos 500 años.

Los criterios adoptados en el presente diseño son los siguientes:

- Esta estructura permitirá captar y desviar el agua originada por las precipitaciones en las zonas de las

laderas alejadas del vertedero de residuos mineros.

- Flujo subcrítico y supercrítico, con una velocidad máxima de flujo de 1,9 m/s, para evitar la obstrucción del canal por la entrada de sedimentos.
- Se utilizará la sección rectangular más eficiente para minimizar la actividad de movimiento de tierras durante la excavación de la plataforma dentro de los límites de la propiedad.

Diseño de instrumentación geotécnica

El diseño de instrumentación geotécnica, se observa en el PLANO N° 62, de acuerdo a evaluación hidrogeológica y geotécnica de residuos sólidos mineros, se propone el siguiente programa de instrumentación geotécnica, ver las **Tablas N° 6.23, 6.24 y 6.25.**

Tabla N° 6.23 Instrumentación geotécnica: piezómetros hidráulicos.

Instrumentación	Coordenadas UTM-PSAD		Profundidad (m)
	Este	Norte	
PZ-1	231,111.85	8'922,428.89	20.00
PZ-2	231,185.00	8'922,369.37	20.00
PZ-3	231,973.35	8'922,438.53	20.00
PZ-4	231,007.86	8'922,347.00	15.00
PZ-5	231,028.05	8'922,293.44	20.00

Tabla N° 6.24 Instrumentación geotécnica: inclinómetros.

Instrumentación	Coordenadas UTM-PSAD		Profundidad (m)
	Este	Norte	
I-1	231,001.52	8'922,363.83	22.00
I-2	231,016.57	8'922,323.90	10.00
I-3	231,117.83	8'922,424.01	20.00
I-4	231,153.70	8'922,394.83	10.00

Tabla N° 6.25 Instrumentación geotécnica: puntos de control topográficos.

Instrumentación	Coordenadas UTM-PSAD 56	
	Este	Norte
PC-1	231,125.88	8'922,417.47
PC-2	231,174.98	8'922,377.52
PC-3	231,055.62	8'922,399.62
PC-4	231064.82	8'922,385.40
PC-5	231,073.92	8'922,371.35
PC-6	231,088.45	8'922,348.90
PC-7	231,010.12	8'922,340.99
PC-8	231,023.16	8'922,306.41
PC-9	231,899.41	8'922,294.23
PC-10	231,905.39	8'922,278.35
PC-11	231,910.33	8'922,265.27
PC-12	231,915.95	8'922,250.35
PC-13	231,107.54	8'922,443.84
PC-14	231,140.09	8'922,453.21
PC-15	231,164.27	8'922,460.18

CAPITULO 7: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 ANÁLISIS

El análisis es importante tener una consideración al diseño de depósito de los relaves mineros, su característica relevante es su facilidad al depositar los relaves existentes en Ticapampa el que será encapsulado para minimizar la contaminación de la parte baja.

7.2 INTERPRETACIÓN

Se han desarrollado las siguientes actividades para determinar el diseño de la nueva reserva minera:

- Recogida de información.
- Trabajo en la explotación.
- Pruebas de laboratorio.
- Tareas relacionadas con gabinete.

La información básica se elaboró recopilando en primer lugar la información ya disponible relacionada con los planos topográficos y las investigaciones de geología, geotecnología, mecánica del suelo, hidrología y otros campos situados en la zona de interés.

El trabajo de campo nos permitió recopilar toda la información detallada pertinente sobre geología, geotecnología e hidrología en la zona de estudio.

7.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Diseño del cierre conceptual, debe garantizar que la estructura sea estable física, hidrológica y químicamente estable.

La estabilidad hidrológica considera las obras hidráulicas diseñadas para captar, y conducir las probables avenidas extraordinarias con período de retorno de 500 años, cuyo diseño está garantizado con el canal de coronación propuesto.

En el aspecto químico la estabilidad del depósito de residuos sólidos mineros considera el diseño adecuado de cobertura y revegetación. Conforme al manual de diseño de coberturas aprobado por el MEM, el tipo de cobertura que se implementará conforme a la condición de probabilidad de no generación de drenaje ácido por los materiales existentes, se indica en la **Tabla N° 7.1**.

Tabla N° 7.1 Características de la cobertura del depósito de residuos inertes.

Material	Espesor (m)
Grava arcillosa (40% de arcilla)	0.40
Tierra vegetal	0.20
Estiércol de ovino	0.05
Vegetación a implantar	De la zona

Las conclusiones y recomendaciones del diseño de cierre conceptual son las siguientes:

- Para el replanteo de puntos topográficos de las estructuras se cuenta con un levantamiento topográfico,

a partir de dos (02) puntos de control geodésico denominado TPP1 y TPP2; de los cuales se establecieron 08 estaciones topográficas con base en el sistema de coordenadas PSAD-56.

- Del estudio de peligro sísmico, se indica que la sismicidad histórica en el área del depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa, provincia Recuay, departamento Ancash, se produjeron VII de intensidades.
- Las aceleraciones pico sísmica se muestran en la **Tabla N° 7.2.**

Tabla N° 7.2 *aceleraciones máximas esperadas para la zona del proyecto.*

Período de Retorno en Años	Aceleración Máxima Esperada en "g"	Probabilidad Anual de Excedencia
50	0.12	2.0×10^{-2}
100	0.16	1.0×10^{-2}
150	0.18	6.6×10^{-3}
500	0.26	2.0×10^{-3}

- Para los diseños de ingeniería de detalle del depósito de residuos sólidos mineros se ha empleado un valor más conservador igual a $2/3$ del valor aceleración máxima igual a 0.17 para un periodo de retorno de 500 años.
- La zona del proyecto depósito de residuos sólidos mineros Ticapampa se emplaza sobre terrazas aluvionales, producto de la actividad glacial antigua (pleistoceno), constituido por morrenas, arenas, gravillas, gravas y cantos.

- Tenemos evidencias de un antiguo depósito calcáreo (travertinos y mármol), en el relleno sanitario de la municipalidad del distrito, ubicado al costado del área de estudio (a unos 6.00 metros. aproximadamente de los límites de Cía. Minera Yahuarcocha), estos han sido explotados y abandonados. También se encontró afloramientos de travertinos y mármol en la parte occidental de la quebrada Colea Racra, a 500 m aproximadamente de la zona de investigación; actualmente este sector se usa como cantera. Cabe resaltar que, los depósitos calcáreos reconocidos en las inmediaciones del proyecto no representaran algún riesgo para la construcción del depósito de residuos sólidos mineros, pues en los perfiles sísmicos no se ha evidenciado procesos de karstificación en el subsuelo.
- Los eventos geodinámicos son de mayor intensidad en el lado oriental del río Santa (frente al proyecto) debido a la acción glaciár.
- En la extensión de la investigación (hacia el norte) destaca la presencia de la quebrada Colea Racra, su nacimiento procede de la cordillera Negra. Producto de la desglaciación, presenta caudal constante y transporta material aluvial (clastos y cantos) que desemboca en el río Santa. No representa eventos que alteren la estabilidad física del proyecto a excepción que ocurra un evento extremo.
- Los estratos de cada perfil y/o sección se clasificaron e identificaron de acuerdo con un análisis cuantitativo de los relojes de rayos sísmicos y perfiles de rayos sísmicos obtenidos, con el apoyo de la información geofísica local.

- La presencia de 03 estratos y/o capas para cada línea de rayos sísmicos ha sido consistentemente determinada en las tres secciones de refracción de rayos sísmicos (material para este estudio). De acuerdo con los resultados de campo, los valores de velocidad son bajos para la capa superficial, con un bajo nivel de compactación que corresponde al suelo superficial. Un material en estado moderadamente semiconsolidado entraría dentro de la segunda capa intermedia.. La tercera capa profunda, corresponde a un material con un mayor estado de consolidación y probable presencia de agua en esta capa.

- En general los métodos geofísicos son ensayos indirectos, ya sea por medio de emisión y recepción de voltaje al suelo; y tienen su grado de precisión. determinar el nivel de precisión de los métodos hallados mediante calicatas y perforaciones, es necesario definir el grado de aproximación de los métodos.

- También se aconseja definir las anomalías que se correlacionan con trayectorias específicas al detallar las perforaciones, con el fin de evaluar las severidades especificadas.

- De acuerdo con los ensayos geotécnicos de campo y laboratorio analizados, muestran que la matriz del suelo de cimentación en el sector izquierdo del depósito proyectado es no plástica, de baja compresibilidad y baja humedad. La densidad determinada en condición natural, indica suelos medianamente densos.

- De acuerdo con los ensayos geotécnicos de campo y las

pruebas de laboratorio, muestran que la matriz del suelo de cimentación en el sector central del depósito proyectado es no plástica, de baja compresibilidad y baja humedad. La densidad determinada en condición natural, indica suelos densos.

- Los resultados de los ensayos muestran que la matriz del suelo de cimentación en el sector derecho del depósito proyectado es ligeramente plástica, de baja compresibilidad y baja humedad. La densidad determinada en condición natural, indica suelos densos.
- Para el estudio hidrológico se ha empleado la estación meteorológica Recuay ubicada a una altitud de 3444 con períodos de registro de 1998 al 2012.
- Para el establecimiento del modelo del flujo de agua subterránea se requiere conocer y definir con pruebas sustentadas en campo (superficiales y en profundidad), las características hidrogeológicas y permeabilidades de los suelos o materiales que conforman las secciones de análisis.
- De la revisión de la información disponible, se ha elaborado una sección típica a lo largo del depósito de residuos sólidos mineros proyectado, con el modelo hidrogeológico construido en base a la información geológica local, el estudio geofísico mediante sondajes eléctricos verticales y las calicatas ejecutadas hasta una profundidad de 3.0 metros. Las perforaciones diamantinas con pruebas de permeabilidad (Lugeon y/o Lefranc), así como la instalación de piezómetros hidráulicos; se realizarán durante la fase constructiva.

De los cálculos efectuados se observa que el caudal de infiltración que ingresaría al depósito de residuos sólidos mineros proveniente de las aguas subterráneas es igual a 12.5 lt/s, con el que se deberá diseñar el sistema de subdrenaje.

En la siguiente **Tabla N° 7.3**, se presentan los Factores de Seguridad de los análisis de estabilidad efectuados:

Tabla N° 7.3 resultados de los análisis de estabilidad.

Estructura	Tipo de Análisis	FACTOR DE SEGURIDAD	
		ANALISIS ESTATICO	ANALISIS SEUDOESTATICO (a = 0.17g)
Dique de arranque	Local	1.579	1.809
Terraplén 1 + dique de arranque	Local	1.542	1.590
Terraplenes 1, 2 + dique de arranque	Local	1.580	1.426
Terraplenes 1, 2, 3 +dique de arranque	Local	1.595	1.300
Terraplenes 1, 2, 3 +dique de arranque	Global	1.790	1.280

7.3.1 Dimensionamiento, documentación y ecología

El sistema del depósito de relave para estabilización de taludes está formado por una serie de componentes concebidos como un todo-uno y para trabajar en conjunto.

7.3.2 Factores que convencen para su ejecución

Gracias a unos componentes correctamente diseñados, ligeros y de fácil instalación, las estabilizaciones de taludes de los vasos N° 1 y N° 2.

7.3.3 Desde un punto de vista técnico

Desde el punto de vista de la ingeniería, implica analizar a fondo el problema junto con estudios de ingeniería local antes de aportar soluciones.

7.3.4 Características de geomembrana HDPE

Las características de la geomembrana es HDPE de 1.50 mm de espesor e instalada sobre geotextil no tejido de 400 gr/m² con fines de controlar la infiltración y transporte de relaves que generan aguas ácidas y contaminan la parte inferior del río Santa, la ejecución es con el objetivo de impermeabilizar.

7.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS

En este ítem demostramos nuestras hipótesis con la metodología ya desarrollada y también cumplimos nuestros objetivos generando nuestras conclusiones dando una propuesta para solucionar la contaminación ambiental originada por los relaves mineros presentes en el distrito Ticapampa que a continuación indicamos.

7.4.1 Hipótesis General

El diseño de un nuevo depósito de relaves donde se reubicará, considera el análisis de sus costos de construcción, de llevarlo a cabo solucionará los problemas de contaminación de los relaves mineros Ticapampa.

7.4.1.2 ESPECÍFICAS

ESPECÍFICA N° 01.- La contaminación del río Santa puede disminuir si se trasladan los relaves mineros Ticapampa al nuevo depósito de relaves que se considera en esta investigación, echo que mitigará la

contaminación de la fauna y flora aledañas a éste de depósitos de relaves.

ESPECÍFICA N° 02.- Si se concreta e identifica la geotecnia del área donde será reubicado los relaves mineros Ticapampa, se evitará la contaminación de las aguas del río santa.

Los problemas de contaminación del relave Ticapampa, por contener los relaves con elevado contenido de ácidos sulfato y metales disueltos, y con sulfuros remanentes generados por las infiltraciones de ácidos contaminantes, por los resultados de la investigación, han sido demostradas con los trabajos efectuados de geomorfología, geología local y regional, así como también el análisis de 20 sondajes de calicatas con 06 sondajes de penetración

Romero y otros (2008). Realizaron la Mineralogía de Determinación: Estudio de los Metales Ponderados en el Relave Abandonado de Ticapampa. Afirman que determinaron la mineralogía de muestras de relaves utilizando el método de Difracción de Rayos X (DRX) y publicaron sus hallazgos en la Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG el año 2008; se encontró que el relave está asociado con cantidades significativas de azufre metálico, como galena y piritita, que son las principales fuentes de azufre para soluciones acuosas. Como lo que se observa en la **Tabla N° 7.4.**

Tabla 7.4 Mineralogía del relave Ticapampa

Mineral	Fórmula	%
Cuarzo	SiO ₂	80.82
Moscovita	KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂	5.15
Jarosita	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	4.11
Yeso	CaSO ₄ .2H ₂ O	3.45
Diáspora	AlOOH	2.79
Paligorskita	(Mg,Al) ₅ (Si,Al) ₈ O ₂₀ (OH) ₂ .8H ₂ O	1.75
Clorita	(Mg,Al) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈	1.21
Anhidrita	CaSO ₄	0.71

Fuente. Datos tomados de RomeroA et al., (2008).

La caracterización textural, mineralógica y química de muestras de rocas y relaves por difracción de rayos X reveló que el relave está estrechamente relacionado con el cuarzo, que tiene un alto contenido de más del 80% y permitirá la encapsulación de metales pesados presentes en el relave con geomembrana. De acuerdo con los elementos descubiertos durante el análisis geoquímico de la colada lávica de Ticapampa, el material es un yacimiento polimetálico de Cu-Pb-Zn con Ag-Au formado en un medio epitermal. Los elementos Hg y Sb son inflamables. El contenido relativamente alto de sílice en el relave permite el encapsulamiento de metales pesados, lo que a la vez limpia el relave y reduce la producción de agua ácida que contamina el río Santa.

Contar con un nuevo depósito de relave reubicado bien diseñado: Que viene a ser la variable independiente consistente en el diseño de un depósito de relave reubicado, donde se encapsulará con geomembrana el relave Ticapampa, que tiene un contenido elevado de ácidos sulfato y metales disueltos de mina generado por drenaje, si el mencionado diseño funcione correctamente, asegurando estabilidad geológica y geotécnica, solucionará el problema de contaminación entonces dará un impacto favorable a la zona urbana del Distrito Ticapampa y a la

Provincia de Recuay.

Disminución de contaminación del relave Ticapampa: Que viene a ser la variable dependiente consistente en el relave Ticapampa se encuentra ubicado limitando con el río Santa y muy próximo a la Zona Urbana de la ciudad de Ticapampa.

7.4.2 Hipótesis Específicas

7.4.2.1 Hipótesis Específica N° 01

La buena caracterización de los grados o rangos de susceptibilidad que son expuestos a contaminaciones generados principalmente por las lluvias que transportan los flujos ácidos de agua hacia la parte inferior, la única forma de mitigar es con realizar un diseño de un nuevo depósito con la finalidad de encapsular con geomembrana del relave.

7.4.2.2 Hipótesis Específica N° 02

Una buena identificación, cartografiado y ponderado de las unidades geomorfológicas que se encuentran actualmente en la extensión del nuevo depósito de relave, en consecuencia, obtendremos resultado favorable para mitigar la contaminación.

CONCLUSIONES

- En el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay y región Ancash, se encontró un contaminante abandonado de 1'043,000.53 m³ de volumen de relave, generado desde el año 1912, producto de desechos de procesos mineros o descartados por operaciones mineras constituidos por mezcla de rocas molidas y minerales gangas, por ende, se diseñó un nuevo depósito impermeable de relave para contener el contaminante, con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental.
- En el nuevo depósito los residuos sólidos mineros transportados serán compactados adecuadamente por capas e impermeabilizado con una geomembrana HDPE de polietileno de alta densidad con 1.50 mm de espesor, la cual será instalada sobre un geotextil no tejido de 400 gr/m².
- Se identificó el nuevo lugar para el depósito de los residuos sólidos, que se encuentra ubicado a una longitud de dos kilómetros respecto al relave existente (margen izquierdo del río santa) denominado relave ticapampa, realizado los estudios de mecánica de suelos, geológico, geotécnico, geomorfológico y geodinámico, se concluye que cumple con las especificaciones técnicas.
- El aporte de la investigación más relevante es que los residuos sólidos serán reubicados y almacenados adecuadamente de forma definitiva, solucionando los problemas de contaminación ambiental a comparación de las alternativas temporales de remediación que pueden plantearse.

RECOMENDACIONES

- La Municipalidad distrital de Ticapampa, debe dar facilidad y promover la intervención de los inversionistas privados y públicos dedicadas a la industria de la construcción, para que puedan elaborar adoquines con adición de relaves, pavimentos rígidos, shotcrete y otros, con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental y reducir el volumen del relave existente.
- El gobierno central a través del Ministerio del Ambiente, Ministerio de Energía y Minas, Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad provincial de Recuay y Municipalidad distrital de Ticapampa deben hacer un convenio con la finalidad de financiar para la remediación del pasivo ambiental y su inmediata ejecución para mitigar la contaminación del área de influencia del distrito de Ticapampa.
- Se debe reubicar el relave minero existente, por encontrarse al lado de la ribera del río santa, para mitigar la contaminación de forma definitiva, se resalta económicamente es más costoso a corto plazo, pero menos costoso a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, T. (2006), Metodología de la investigación. 2da.Edición, Editorial Pearson Prentices Hall. México.
- Bieniawski, Z. (1992), Groud Control, Chapter 10.5 of SME Mining Engineering Handbook. 2nd Edit., H.L. Hartman, Senior Editor, SME Littleton, CO.
- Braja, M. (2013), Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Cuarta edición, ISBN: 978-1-111-57675-2; <http://latinoamerica.cengage.com>.
- Bunge, M. (2009). Estrategias de la investigación Científica. 1ra. Edición, Editorial U.I. Lima- Perú.
- Caballero, R., y Alejandro, E. (2008). Innovaciones en las Guías Metodológicas para los planes y Tesis de Maestría y Doctorado. Lima – Perú: Primera Edición.
- Espinace, R. (1983). El Vertedero Sanitario y su Empleo como Suelo de Fundación. V Congreso Chileno de Ingeniería Sanitaria y del Ambiente, Temuco, Chile.
- Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, L. (2010), Metodología de la investigación. 5ta, Edición, Mexicana: Mc. Graw-Hill, Educación; Reg. Núm. 736: ISBN: 978-607-15-0291-9.

- Sierra, B. (2007). Tesis Doctorales y trabajos de investigación Científica. Editorial Thompson Editores Spain. 5ta. Edición.
- Soler, C. (2010). Ideas para investigar proyectos y elaboración de tesis y otros trabajos de investigación en Ciencias Naturales y Sociales. Editorial Homo Sapiens Santa Fe, Argentina.
- Surichaqui (2016). Estudio de la metodología de evaluación de riesgos más eficaz para instalaciones abandonadas de residuos mineros.
- Valenzuela (2015). Sistema de medición de la estabilidad de depósitos mineros de relave frente a la acción eólica, para su recuperación como espacio urbano sostenible.
- Arenas (2015). Comparación del potencial de infiltración de relaves convencionales versus relaves espesados con metodología TTD.
- Camino (2021). Se realizaron experimentos utilizando un tomógrafo para estudiar el flujo de agua en un lecho de grava en el contexto de la evaluación de la contaminación de los ríos por accidentes mineros.
- Ramírez (2020). Metodología para evaluar el potencial de inestabilidad física y erosión en depósitos de refuerzo.
- Cáceres (2015). Maestría: Evaluación de los efectos adversos sobre la función pulmonar causados por la exposición a material particulado fino (MP2,5) en niños que viven cerca de una playa minera muy contaminada en Chaaral, Chile.
- Rivero, N. y Mayorga, A. (2015). Metodología para el diseño por confiabilidad de presas de relaves construidas en arena por el método aguas abajo.

- Urbano desde 2016. "Estudio experimental de propiedades dinámicas de relaves espesados".
- Solórzano (2015). Evaluación de impacto ambiental de las aguas superficiales del cráter de Sipchoc como consecuencia de la actividad minera de Minera Huancapet S.A.C.
- Trujillo (2013). Evaluación de la capacidad fitorremediadora de las plantas adaptadas al ambiente minero en la planta concentradora Santa Rosa de Jangas.
- Yarín (2021). Efectos de metales pesados en suelos bajo actividad minera en el distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos y departamento de Arequipa.
- Martínez (2018). Evaluación del estado de conservación de Suelos contaminados por la relavera el Madrigal-Arequipa y propuesta de Fitorremediación.
- Ledesma (2015). Basado en experiencias exitosas de empresas mineras, una propuesta de tratamiento para la remediación ambiental del depósito de relaves de carbón de Quiulacocha-Pasco.
- Travezaño (2021). Con la tesis de Maestría: Servicio de Análisis Integral de Relaves y Efluentes en el Perú.
- Vila (2015). Respuesta a la estabilidad física referente al confinamiento del mineral de cobre mediante la novedosa técnica de almacenamiento de minerales en pasta o de forma efímera.
- Chira (2021). Impacto de los metales pesados del río Mantaro en la aptitud de los suelos agrícolas del sector Jauja-Huancayo, Junín, 2020.

ANEXOS

I. PLANOS:

PLANOS GENERALES Y ESPECIALIDADES

- 1.1 PLANO N° 01: Ubicación del proyecto.
- 1.2 PLANO N° 02: Imagen satelital landsat de la zona del proyecto.
- 1.3 PLANO N° 03: Establecimiento de puntos geodésicos planta.
- 1.4 PLANO N° 04: Topográfico del área del proyecto.
- 1.5 PLANO N° 05: Hidrológico cuenca de drenaje.
- 1.6 PLANO N° 06: Geomorfológico.
- 1.7 PLANO N° 07: Geodinámica.
- 1.8 PLANO N° 08: Plano geológico regional.
- 1.9 PLANO N° 09: Plano geológico local.
- 1.10 PLANO N° 10: Secciones geológicas – geotécnicas 1-1' y 2-2'.
- 1.11 PLANO N° 11: Secciones geológicas – geotécnicas 3-3' y 4-4'
- 1.12 PLANO N° 12: Investigaciones geofísicas planta.
- 1.13 PLANO N° 13: Investig. geotécnicas existentes y complementarias.
- 1.14 PLANO N° 14: Secciones geotécnicas 1-1' y 2-2'.
- 1.15 PLANO N° 15: Secciones geotécnicas 3-3' y 4-4'.
- 1.16 PLANO N° 16: Plano de ubicación de canteras.
- 1.17 PLANO N° 17: Plano hidrogeológico curvas hidroisohipsas.

PLANOS DE DISEÑO

- 1.18 PLANO N° 18: Disposición general de obras.
- 1.19 PLANO N° 19: Presa de arranque planta.
- 1.20 PLANO N° 20: Presa de arranque perfil longitudinal.
- 1.21 PLANO N° 21: Presa de arranque sec. trans prog. 0+000 a prog 0+140.
- 1.22 PLANO N° 22: Presa de arranque sec. trans prog. 0+160 a prog 0+260.
- 1.23 PLANO N° 23: Presa de arranque sec. trans prog. 0+280 a prog 0+400.
- 1.24 PLANO N° 24: Presa de arranque sec. trans prog. 0+420 a prog 0+520.
- 1.25 PLANO N° 25: Presa de arranque sec. Trans.prog. 0+540 a prog 0+640.
- 1.26 PLANO N° 26: Presa de arranque sec. trans prog. 0+660 a prog 0+760.

- 1.27 PLANO N° 27: Presa de arranque sec.trans. prog. 0+780 a prog 0+890.
- 1.28 PLANO N° 28: Presa de arranque sec.Trans. prog. 0+900 a prog 1+020.
- 1.29 PLANO N° 29: Presa de arranque sec.t. prog.1+040 a prog 1+160.14.
- 1.30 PLANO N° 30: Excavación vaso N° 01 planta.
- 1.31 PLANO N° 31: Exc. vaso N° 01 sec. trans. prog. 0+000 a prog 0+140.
- 1.32 PLANO N° 32: Exc. vaso N° 01 sec. trans.prog. 0+160 a prog 0+246.80.
- 1.33 PLANO N° 33: Excavación vaso N° 02 planta.
- 1.34 PLANO N° 34: Exc. vaso N° 02 sec.trans. prog. 0+000 a prog 0+040.
- 1.35 PLANO N° 35: Exc. vaso N° 02 sec. Transv. prog. 0+060 a prog 0+100.
- 1.36 PLANO N° 36: Exc. vaso N° 02 sec. Transv. prog. 0+120 a prog 0+160.
- 1.37 PLANO N° 37: Exc. vaso N° 02 sec. Transv. prog. 0+180 a prog 0+220.
- 1.38 PLANO N° 38: Exc. vaso N° 02 sec.Trans. prog. 0+240 a prog 0+259.57
- 1.39 PLANO N° 39: Terraplén depósito de residuos inertes planta.
- 1.40 PLANO N° 40: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+000 a prog 0+040.
- 1.41 PLANO N° 41: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+060 a prog 0+100.
- 1.42 PLANO N° 42: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+120 a prog 0+160.
- 1.43 PLANO N° 43: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+180 a prog 0+220.
- 1.44 PLANO N° 44: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+240 a prog 0+280.
- 1.45 PLANO N° 45: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+300 a prog 0+340.
- 1.46 PLANO N° 46: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+360 a prog 0+400.
- 1.47 PLANO N° 47: Terraplén residuos inertes s.t. prog. 0+414.91.

PLANOS SISTEMA DE DRENAJE Y SUBDRENAJE

- 1.48 PLANO N° 48: Sist. subdrenaje de las aguas subterráneas vasos 1 y 2.
- 1.49 PLANO N° 49: Sist.subdrenaje aguas subt. vasos 1-2 cortes 1-1' y 2-2'.
- 1.50 PLANO N° 50: Sist.subdre.aguas subt.vasos 1-2 c/3-3', 4-4', 5-5' y 6-6'.
- 1.51 PLANO N° 51: Sist. drenaje de aguas de infiltración de los vasos 1 y 2.
- 1.52 PLANO N° 52: Sist.drenaje aguas infiltración vaso 1 c/colectora N° 01.
- 1.53 PLANO N° 53: Sist.drenaje aguas de infiltración vaso 2 c/colectora 02.
- 1.54 PLANO N° 54: Poza colectora de aguas-infiltración-subdrenaje planta.

PLANOS DE CANAL DE CORONACIÓN

- 1.55 PLANO N° 55: Canal de coronación planta.
- 1.56 PLANO N° 56: Canal de coronación perfil longitudinal y sección típica.
- 1.57 PLANO N° 57: Canal coronación sec.trans.prog. 0+000 a prog. 0+160.
- 1.58 PLANO N° 58: Canal coronación secc.trans.prog. 0+180 a prog. 0+300.
- 1.59 PLANO N° 59: Canal coronación sec.trans.prog. 0+310 a prog. 0+440.
- 1.60 PLANO N° 60: Canal coronación s.trans.prog. 0+460 a prog. 0+482.01.

PLANOS DE REVEGETACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

- 1.61 PLANO N° 61: Depósito residuos Ticapampa cobertura y revegetación.
- 1.62 PLANO N° 62: Dep. residuos Ticapampa instrumentación geotécnica.

II. RESULTADO DE LABORATORIOS:

II.1 REGISTRO DE SONDAJE DE LAS CALICATAS

- 2.1.1 Registro de sondaje de la Calicata C-1.
- 2.1.2 Registro de sondaje de la Calicata C-2.
- 2.1.3 Registro de sondaje de la Calicata C-3.
- 2.1.4 Registro de sondaje de la Calicata C-4.
- 2.1.5 Registro de sondaje de la Calicata C-5.
- 2.1.6 Registro de sondaje de la Calicata C-6.
- 2.1.7 Registro de sondaje de la Calicata C-7.
- 2.1.8 Registro de sondaje de la Calicata C-8.
- 2.1.9 Registro de sondaje de la Calicata C-9.
- 2.1.10 Registro de sondaje de la Calicata C-10.
- 2.1.11 Registro de sondaje de la Calicata C-11.
- 2.1.12 Registro de sondaje de la Calicata C-12.
- 2.1.13 Registro de sondaje de la Calicata C-13.

- 2.1.14 Registro de sondaje de la Calicata C-14.
- 2.1.15 Registro de sondaje de la Calicata C-15.
- 2.1.16 Registro de sondaje de la Calicata C-16.
- 2.1.17 Registro de sondaje de la Calicata C-17.
- 2.1.18 Registro de sondaje de la Calicata C-18.
- 2.1.19 Registro de sondaje de la Calicata C-19.
- 2.1.20 Registro de sondaje de la Calicata C-20.

II.2 RESULTADO DE ENSAYOS DE DENSIDAD IN SITU

- 2.2.1 Densidad in situ por el método del cono de arena.

II.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA DIN 4094

- 2.3.1 Penetración dinámica ligera. Sondaje DPL-1 (C-02).
- 2.3.2 Penetración dinámica ligera. Sondaje DPL-2 (C-05).
- 2.3.3 Penetración dinámica ligera. Sondaje DPL-3 (C-04).
- 2.3.4 Penetración dinámica ligera. Sondaje DPL-4 (C-08).
- 2.3.5 Penetración dinámica ligera. Sondaje DPL-5 (C-19).
- 2.3.6 Penetración dinámica ligera. Sondaje DPL-6 (C-20).

II.4 ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

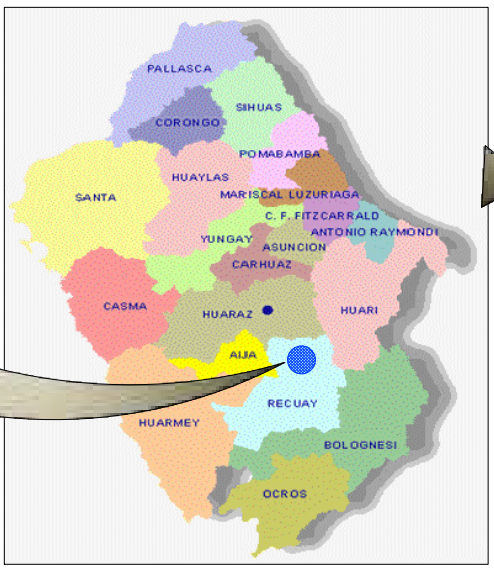
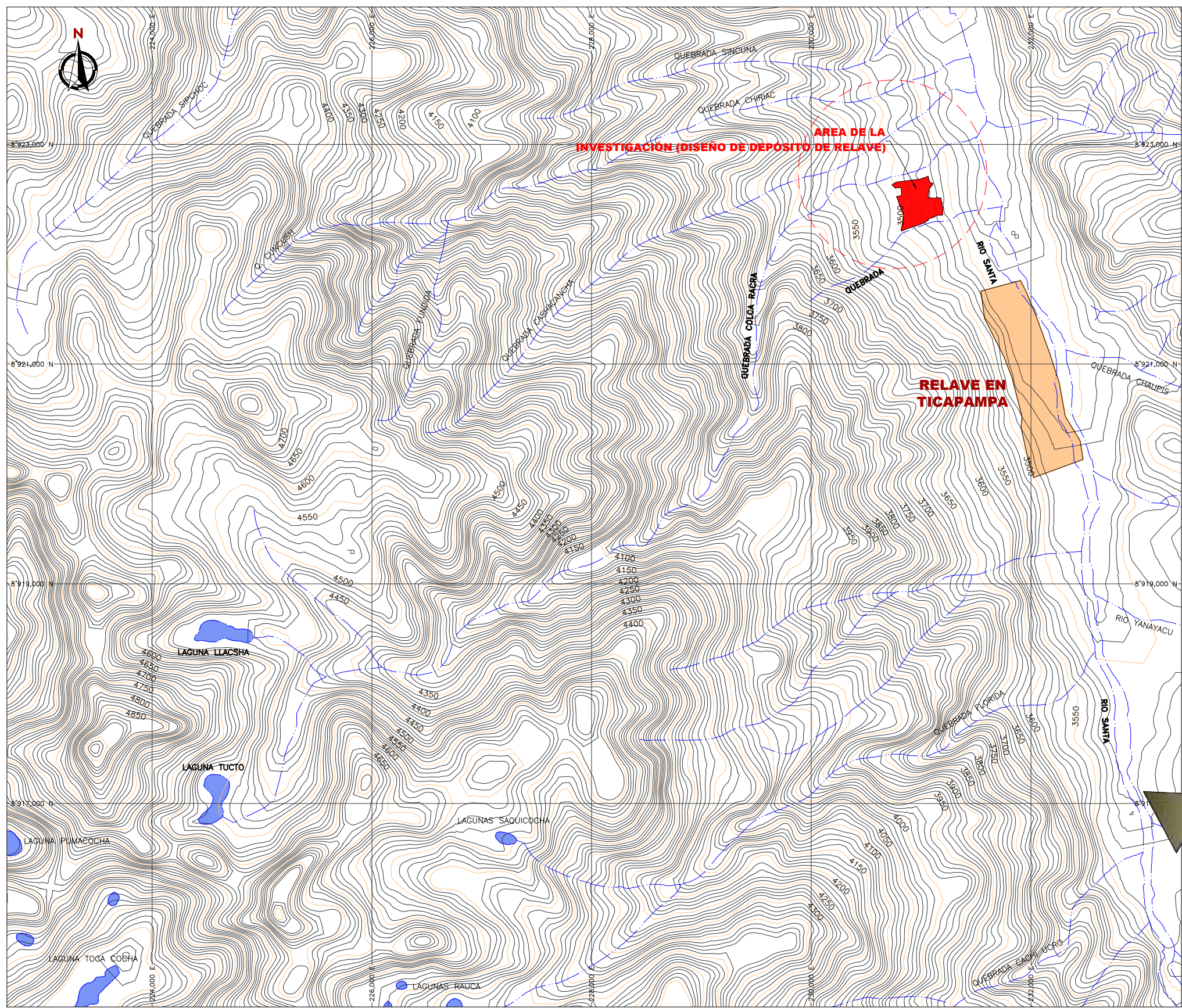
- 2.4.1 Ensayo de Corte Directo ASTM D3080. Calicata (C-03).
- 2.4.2 Ensayo de Corte Directo ASTM D3080. Calicata (C-08).
- 2.4.3 Ensayo de Corte Directo ASTM D3080. Calicata (C-09).
- 2.4.4 Ensayo de Corte Directo ASTM D3080. Calicata (C-11).
- 2.4.5 Ensayo de Corte Directo ASTM D3080. Calicata (C-13).
- 2.4.6 Ensayo de Corte Directo ASTM D3080. Calicata (C-20).

II.5 ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN SITU

- 2.5.1 Permeabilidad in situ – Método Porchet. Pozo Calicata (C-03).
- 2.5.2 Permeabilidad in situ – Método Porchet. Pozo Calicata (C-08).
- 2.5.3 Permeabilidad in situ – Método Porchet. Pozo Calicata (C-18).

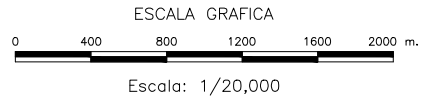
III. PROPUESTA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN ECONÓMICA

- 3.1 PROPUESTA ECONÓMICA ALTERNATIVA N° 01
- 3.2 PROPUESTA ECONÓMICA ALTERNATIVA N° 02

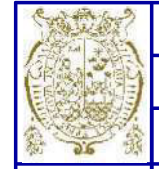


PLANTA
 ESCALA: 1/20,000

- NOTAS:
- 1.- FUENTE 1: CARTAS NACIONALES N° 20-i y 20-h DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN) A ESCALA 1/100,000.
 - 2.- FUENTE 2: MAPA TOPOGRAFICO ASTER GDEM (ASTER GLOBAL DIGITAL ELEVATION MODEL), RESOLUCION 30m.
 - 3.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - 4.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 02
 PLANO N° 03



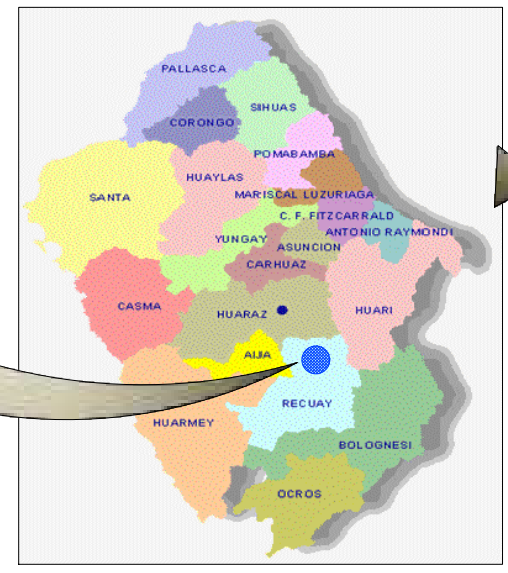
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

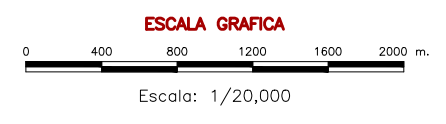
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 01	Escala: 1:20,000
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



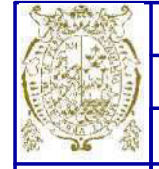
**PLANO ORIGINAL
PARA INVESTIGACIÓN**

**PLANTA
ESCALA: 1/20,000**

- NOTAS:**
 1.- FUENTE 1: IMAGEN SATALITAL LANDSAT GOOGLE EARTH
 2.- FUENTE 2: MAPA TOPOGRÁFICO ASTER GDEM (ASTER GLOBAL DIGITAL ELEVATION MODEL), RESOLUCIÓN 30 m.
 3.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 4.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 01
 PLANO N° 03



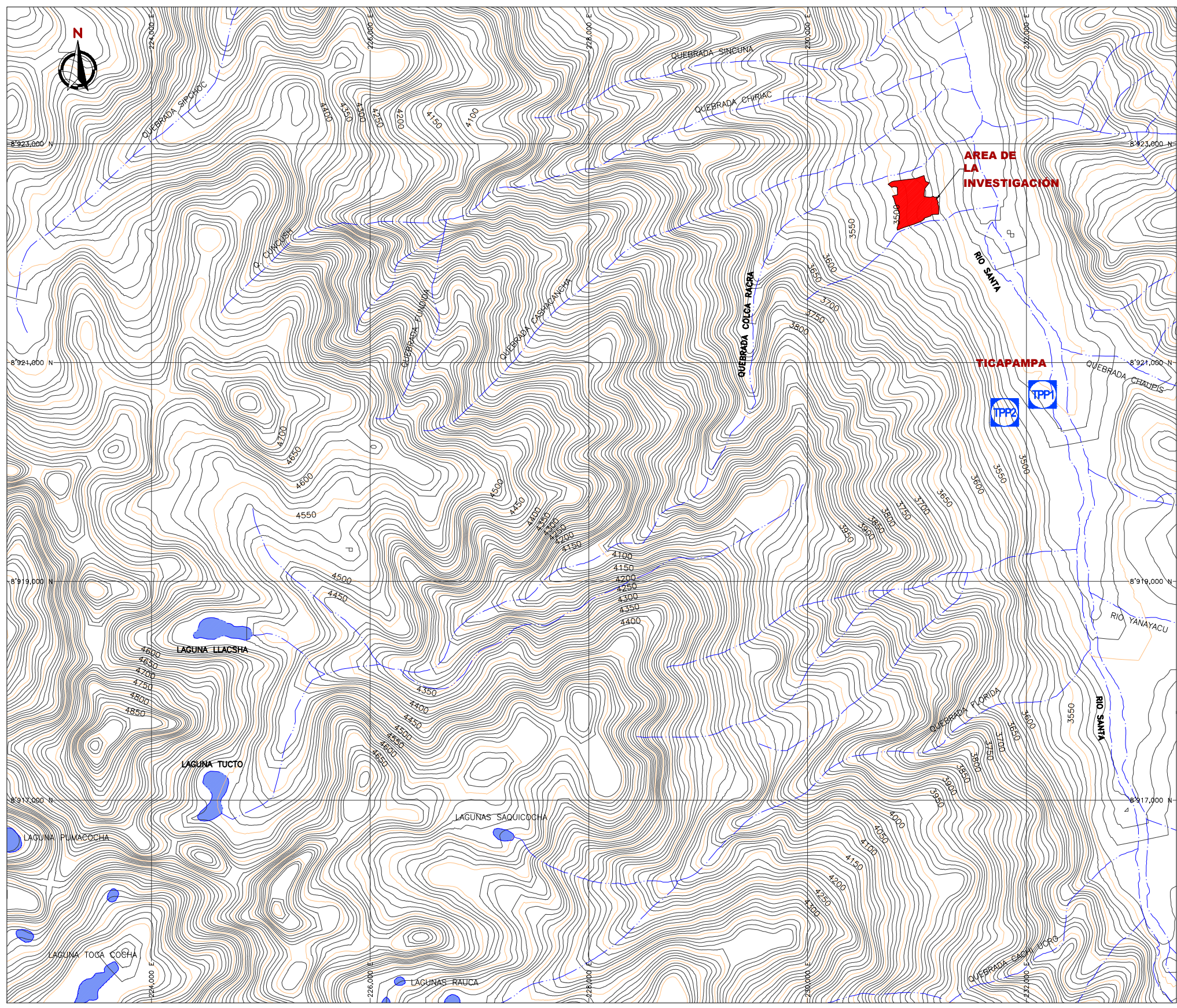
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO**

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano: **IMAGEN SATELITAL LANDSAT DE LA ZONA DE LA INVESTIGACIÓN**

Elaboró: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.:	Escala:
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	PLANO N° 02	1:20,000
		Fecha:	JUNIO 2023



**PUNTOS GEODESICOS (PG)
CUADRO DE COORDENADAS**

PUNTO	ORDEN	UBICACION	COORDENADAS UTM WGS-84			COORDENADAS UTM PSAD-56		
			ESTE	NORTE	COTA	ESTE	NORTE	COTA
TPP1	C	PLAZA VIRGEN DEL PILAR	231,922.8912	8'920,340.9969	3482.9182	232,148.2086	8'920,708.5126	3482.9182
TPP2	C	MIRADOR CRISTO MONTEBELLO	231,575.6545	8'920,177.2304	3556.1873	231,800.9723	8'920,544.7476	3556.1873

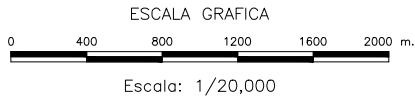
NOTAS ACLARATORIAS:
 1. PUNTOS GEODESICOS ESTABLECIDOS POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN).
 2. PUNTOS ESTABLECIDOS EN COORDENADAS UTM WGS-84, ZONA 18 SUR.
 3. PUNTOS TRANSFORMADOS A UTM PSAD-56 PARA ENLAZAR A LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA ZONA DEL PROYECTO (VER PLANO N° C/M-M048-004).

LEYENDA

- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO
- QUEBRADA
- ACCESOS
- ESTACION GEODESICA
- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

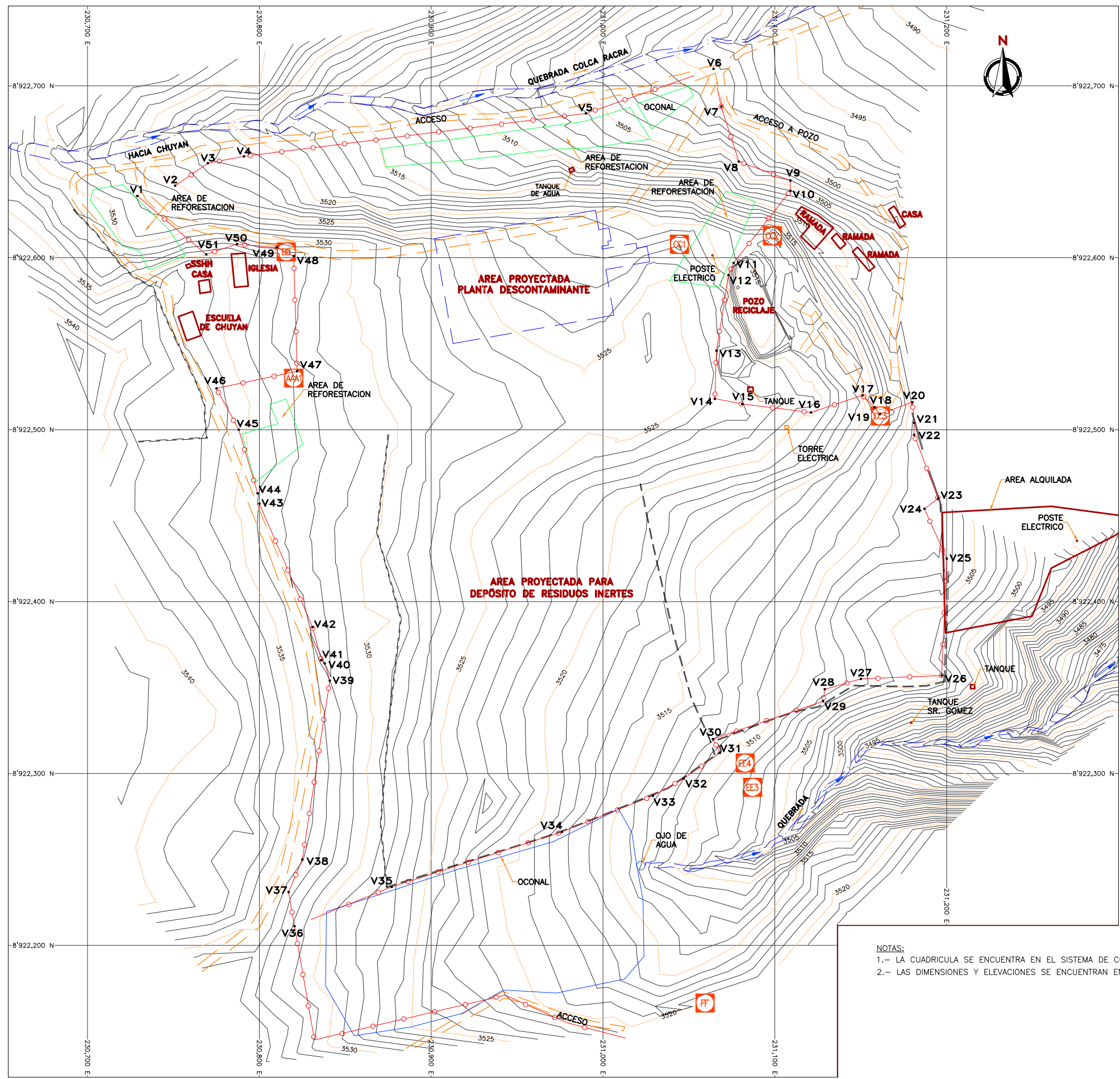
PLANTA
ESCALA: 1/20,000

NOTAS:
 1.- FUENTE 1: CARTAS NACIONALES N° 20-i y 20-h DEL INSTITUTO GEOFISICO NACIONAL (IGN) A ESCALA 1/100,000.
 2.- FUENTE 2: MAPA TOPOGRAFICO ASTER GDEM (ASTER GLOBAL DIGITAL ELEVATION MODEL), RESOLUCION 30m.
 3.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 4.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 01
 PLANO N° 02
 PLANO N° 04

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH			
Plano: ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS GEODÉSICOS PLANTA			
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 03	Escala: 1:20,000
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



**PUNTOS DE CONTROL BENCH MARK (BM)
CUADRO DE COORDENADAS**

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
CC1	231,044.4498	8°922,608.2965	3523.0111
CC2	231,059.3790	8°922,166.8425	3520.1546
CC3	231,082.6511	8°922,306.4575	3508.8715
EE3	231,087.0506	8°922,292.3325	3507.6582
AA1	231,098.5025	8°922,613.1635	3519.6933
BB	230,820.0004	8°922,530.4415	3533.1490
FF	230,815.6936	8°922,603.8985	3532.5495
CC3	231,161.4144	8°922,508.3945	3513.5722

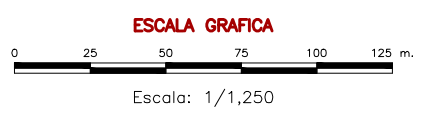
**LIMITE DE PROPIEDAD
CUADRO DE COORDENADAS**

PUNTO	ESTE	NORTE
V1	230,729.00	8°922,636.00
V2	230,751.00	8°922,642.00
V3	230,770.00	8°922,655.00
V4	230,791.00	8°922,659.00
V5	230,980.00	8°922,684.00
V6	231,064.24	8°922,709.92
V7	231,068.74	8°922,688.00
V8	231,079.00	8°922,656.00
V9	231,109.00	8°922,645.00
V10	231,109.00	8°922,639.00
V11	231,076.00	8°922,597.00
V12	231,073.00	8°922,590.00
V13	231,066.00	8°922,546.00
V14	231,065.00	8°922,518.00
V15	231,081.00	8°922,515.00
V16	231,121.00	8°922,510.00
V17	231,151.00	8°922,520.00
V18	231,158.00	8°922,513.00
V19	231,161.00	8°922,509.00
V20	231,180.00	8°922,516.00
V21	231,181.00	8°922,504.00
V22	231,181.00	8°922,497.00
V23	231,195.00	8°922,460.00
V24	231,187.00	8°922,454.00
V25	231,200.00	8°922,425.00
V26	231,197.00	8°922,357.00
V27	231,150.00	8°922,355.00
V28	231,129.00	8°922,349.00
V29	231,128.00	8°922,342.00
V30	231,064.00	8°922,320.00
V31	231,068.00	8°922,312.00
V32	231,047.00	8°922,297.00
V33	231,029.00	8°922,287.00
V34	230,976.00	8°922,266.00
V35	230,877.00	8°922,234.00
V36	230,820.46	8°922,211.14
V37	230,817.00	8°922,231.00
V38	230,825.00	8°922,250.00
V39	230,841.00	8°922,354.00
V40	230,838.00	8°922,364.00
V41	230,836.00	8°922,366.00
V42	230,831.00	8°922,385.00
V43	230,800.00	8°922,457.00
V44	230,799.00	8°922,463.00
V45	230,788.00	8°922,500.00
V46	230,775.00	8°922,524.00
V47	230,822.00	8°922,534.00
V48	230,820.00	8°922,601.00
V49	230,810.00	8°922,608.00
V50	230,787.00	8°922,608.00
V51	230,789.00	8°922,602.00

LEYENDA

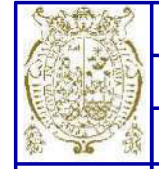
- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO
- QUEBRADA
- ACCESOS
- LIMITE DE PROPIEDAD
- ESTACION TOPOGRAFICA
- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
ESCALA: 1/1,250

PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 03



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

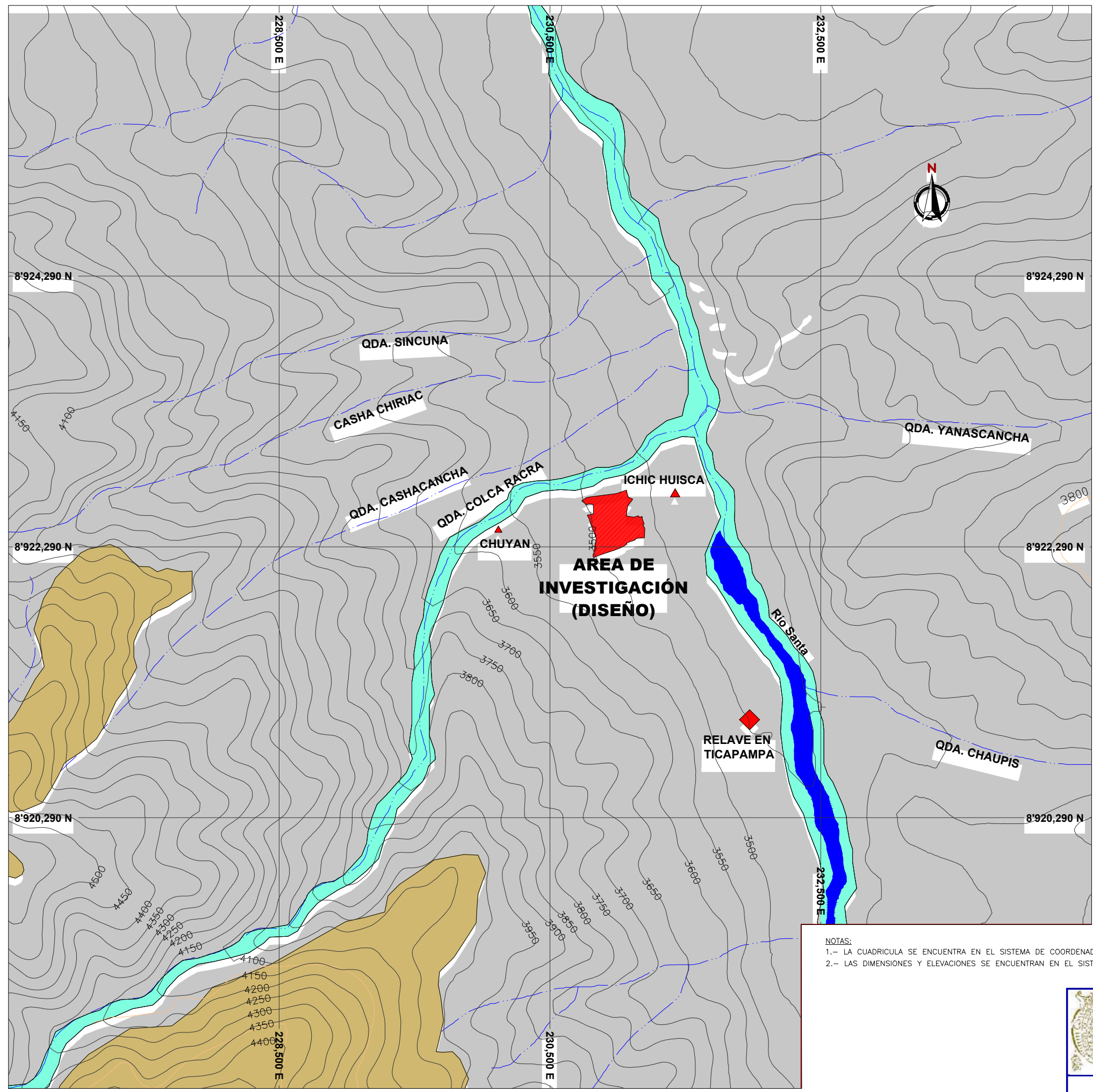
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO**

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

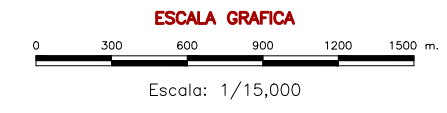
UNMSM

Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Plano No.: PLANO N° 04
 Escala: 1:250
 Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Fecha: JUNIO 2023



LEYENDA	
	MONTAÑAS
	VALLE DEL SANTA
	TERRAZA ALUVIAL
	LADERA DE MONTAÑA

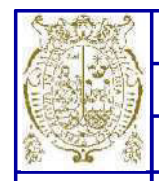
SIMBOLOS	
	QUEBRADAS
	RIO SANTA
	DISTRITO
	CASERIO
	AREA DEL PROYECTO



NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANTA
 ESCALA: 1/15,000

PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 01



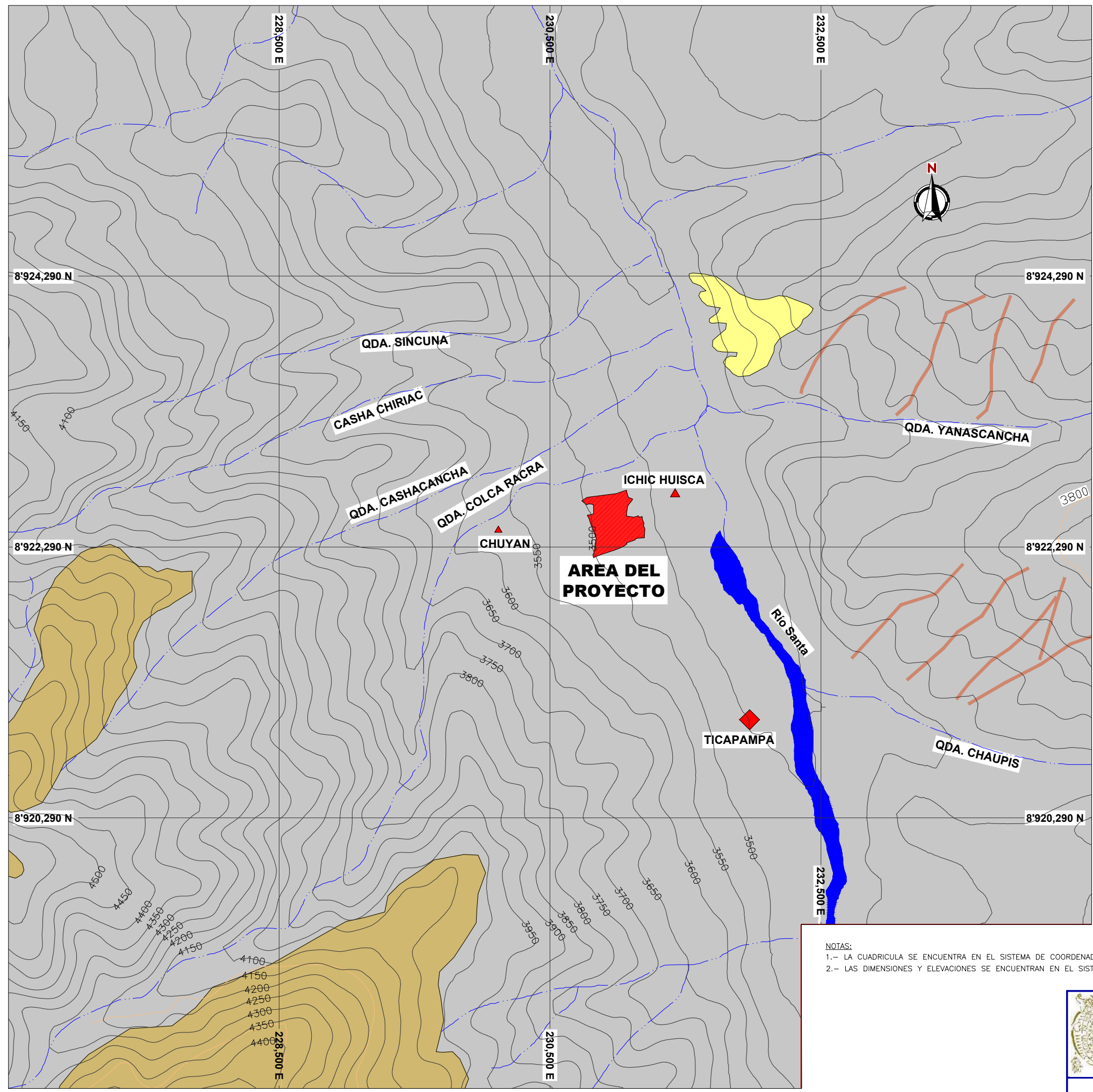
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM

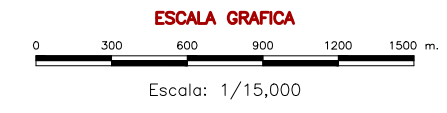
GEOMORFOLÓGICO

Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 06	Escala: 1:15,000
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS		Fecha: JUNIO 2023



LEYENDA	
	DESlizAMIENTO
	CARCAVAS
	MONTAÑAS
	LADERA DE MONTAÑA

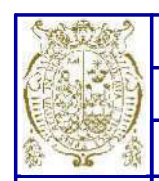
SIMBOLOS	
	QUEBRADAS
	RIO SANTA
	DISTRITO
	CASERIO
	AREA DE INVESTIGACIÓN



NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANTA
ESCALA: 1/15,000

PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 01



UNMSM

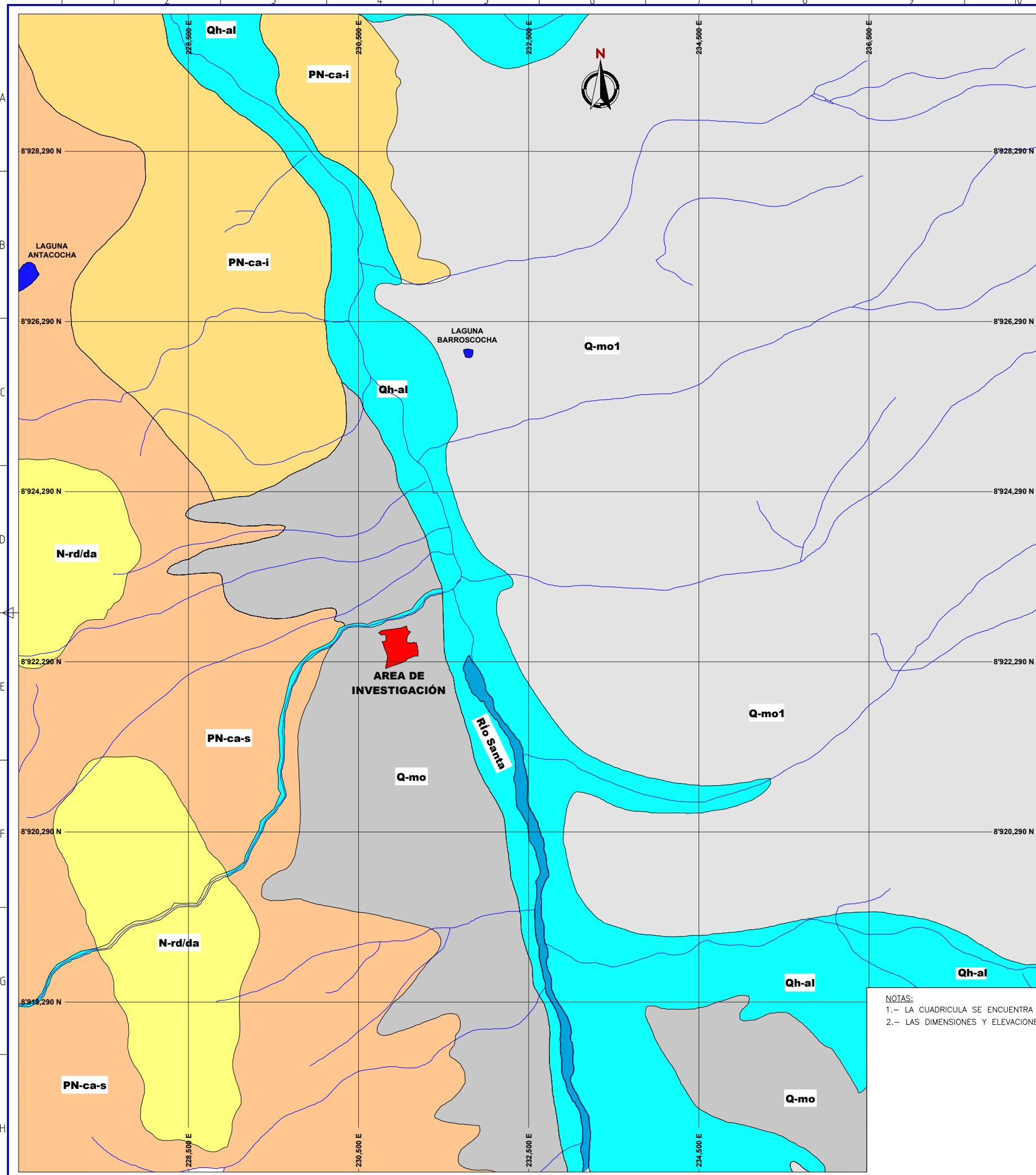
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

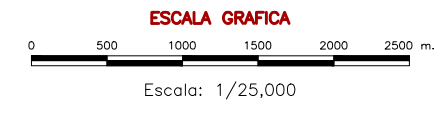
Plano: **GEODINÁMICO**

Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 07	Escala: 1:15,000
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



LEYENDA

	GRUPO CALIPUY SUPERIOR (PN-ca-s)
	GRUPO CALIPUY INFERIOR (PN-ca-i)
	RIODACITAS/DACITAS (N-rd/da)
	DEPOSITOS MORRENICOS ANTIGUOS (Q-mo1)
	DEPOSITOS MORRENICOS RECIENTES (Q-mo)
	DEPOSITOS ALUVIALES (Qh-al)

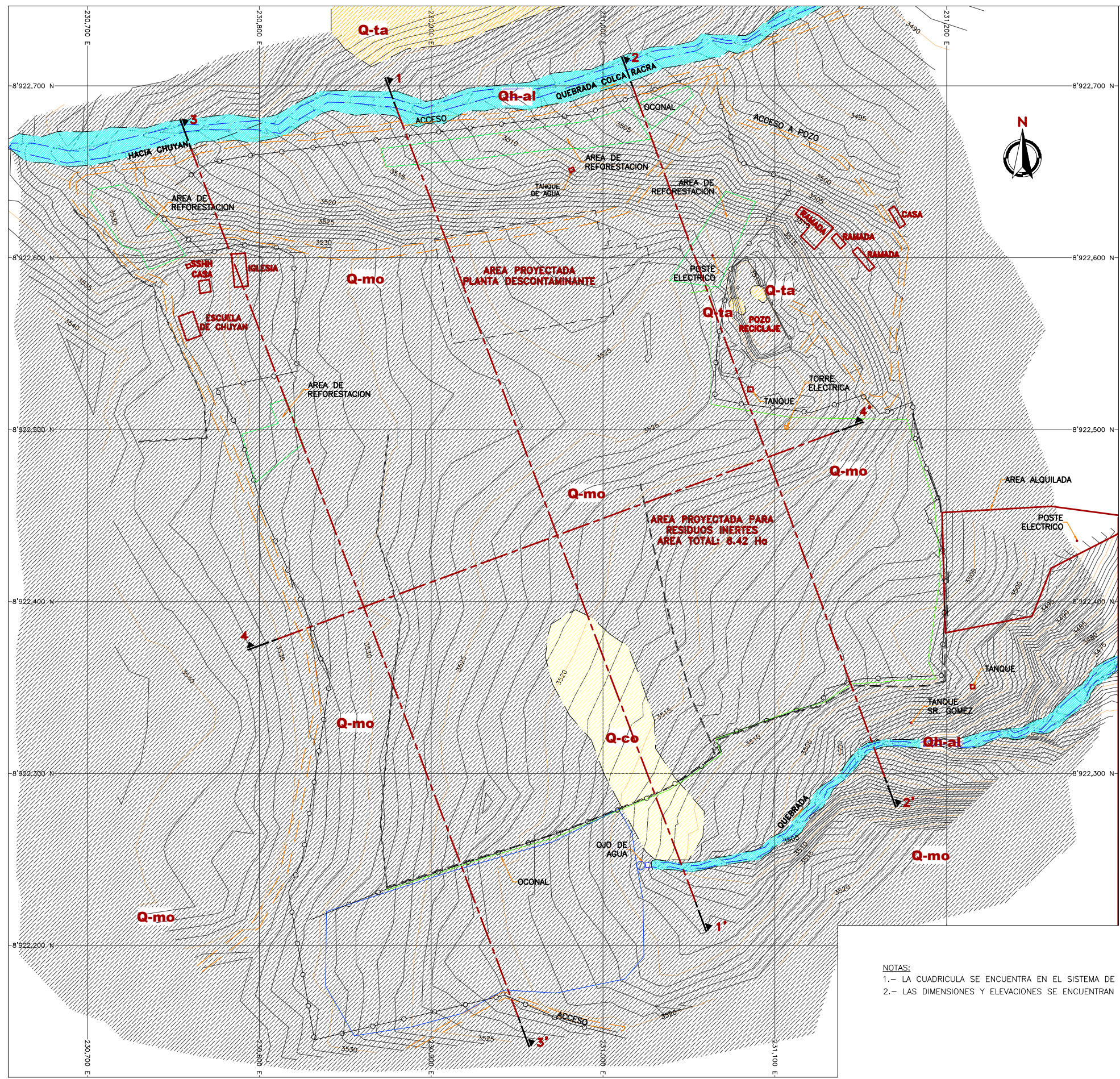


NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANTA
 ESCALA: 1/25,000

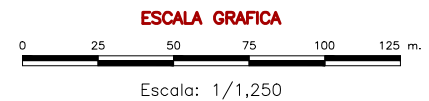
PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 01
 PLANO N° 09

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
	Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH		
	Plano: PLANO GEOLÓGICO REGIONAL		
UNMSM	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 08 Escala: 1:25,000 Fecha: JUNIO 2023



LEYENDA

Q-ta	DEPOSITOS DE TRAVERTINO Y MÁRMOL
Q-mo	DEPOSITOS MORRÉNICOS
Qh-al	DEPOSITOS ALUVIALES
Q-co	DEPOSITOS COLUVIALES



NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANTA
 ESCALA: 1/1,250

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 04
 - PLANO N° 08
 - PLANO N° 10
 - PLANO N° 11



UNMSM

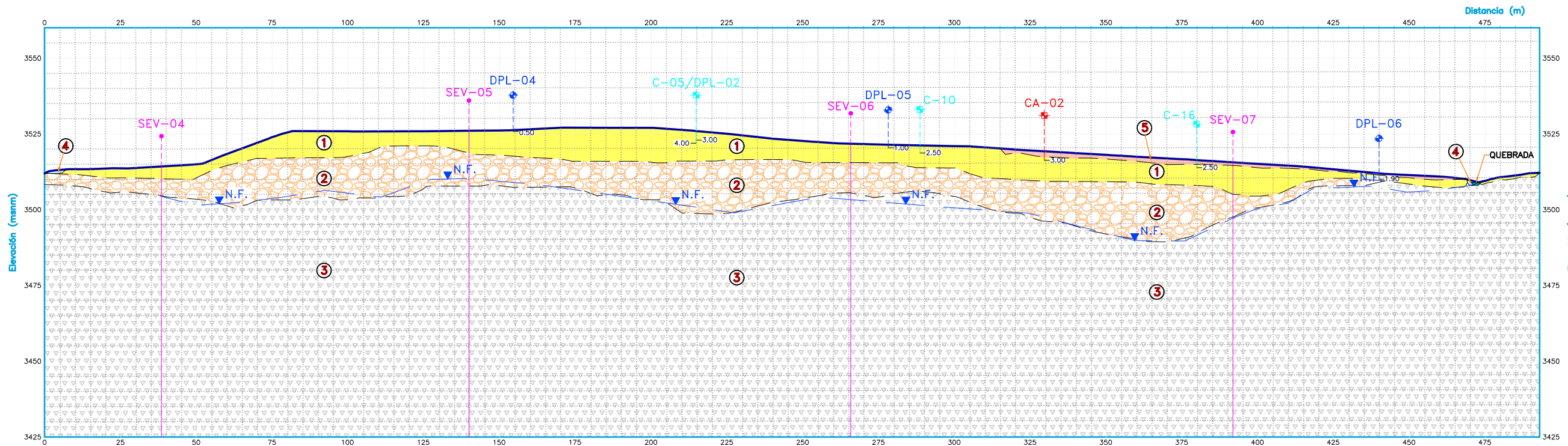
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

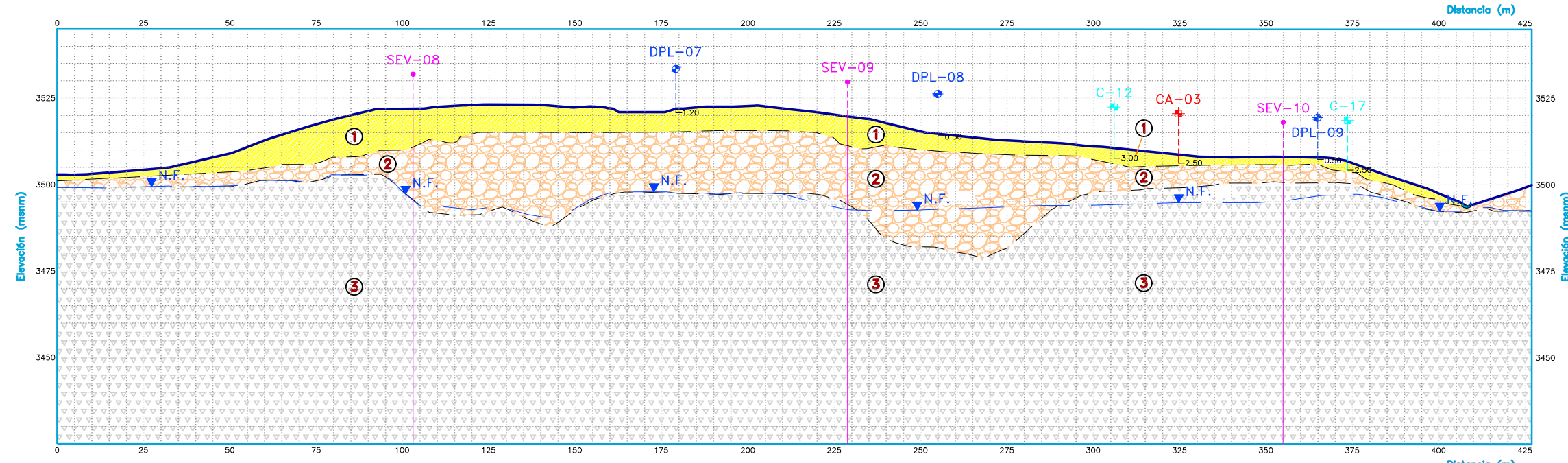
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

PLANO GEOLÓGICO LOCAL

Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 09	Escala: 1:1,250
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



SECCION GEOLOGICA-GEOTECNICA 1-1'
Escala: 1:750



SECCION GEOLOGICA-GEOTECNICA 2-2'
Escala: 1:750

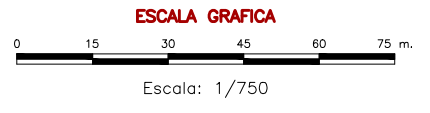
SIMBOLOGIA

- C-01 CALICATA Y/O DPL EJECUTADO
- DPL-01 CALICATA EJECUTADA
- CA-01 ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)
- DPL-01 SONDAGE ELECTRICO VERTICAL (SEV)
- SEV1 CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO
- N.F.P. NIVEL FREATICO PROBABLE

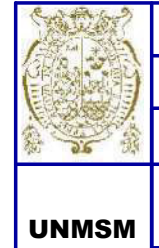
LEYENDA

- ① CAPA 1: SUELO LIMO ARENOSO
- ② CAPA 2: MATERIALES SEMICOMPACTOS, DE ORIGEN FLUVIO GLACIAR.
- ③ CAPA 3: ZONA SEMICOMPACTA, PRESENCIA DE ROCA INTRUSIVA FRACTURADA
- ④ CAPA 4: DEPOSITOS ALUVIALES
- ⑤ CAPA 5: DEPOSITOS COLUVIALES

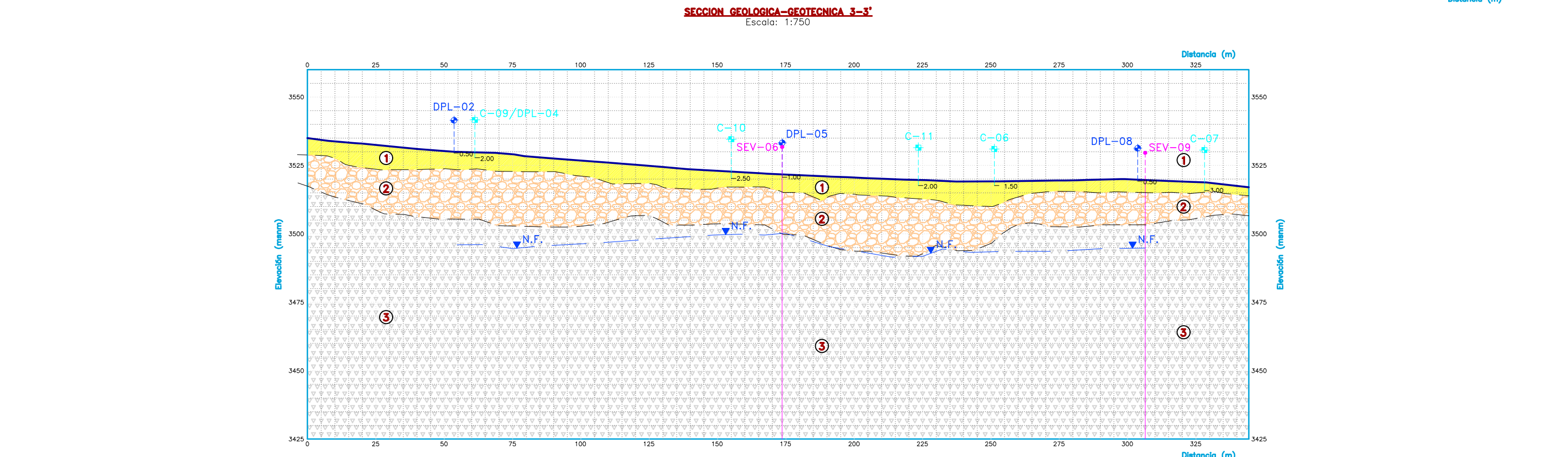
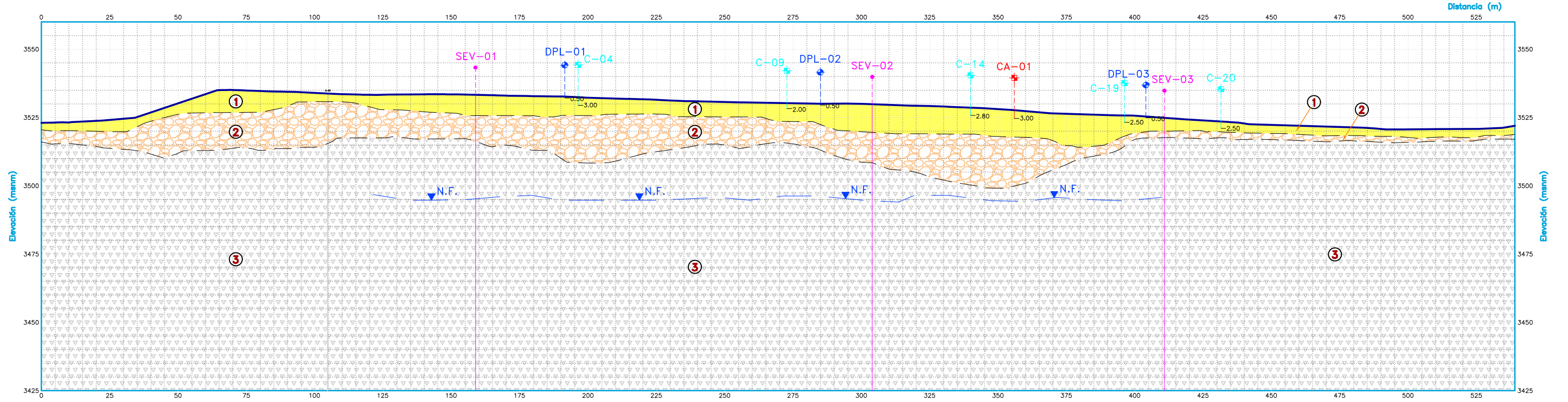
NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 09
PLANO N° 11



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO
 Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH
SECCIONES GEOLOGICAS - GEOTECNICAS
1-1' Y 2-2'
 Escala: 1:750
 Fecha: JUNIO 2023



SIMBOLOGIA

C-01	CALICATA Y/O DPL EJECUTADO
DPL-01	
CA-01	CALICATA EJECUTADA
DPL-01	ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA
SEV1	SONDAJE ELECTRICO VERTICAL (SEV)
(Symbol)	CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO
N.F.P.	NIVEL FREATICO PROBABLE

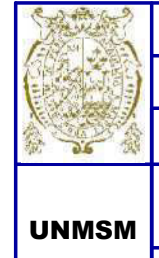
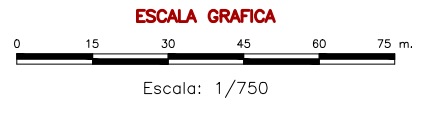
LEYENDA

①	CAPA 1: SUELO LIMOARENOSO.
②	CAPA 2: MATERIALES SEMICOMPACTOS, DE ORIGEN FLUVIO GLACIAR.
③	CAPA 3: ZONA SEMICOMPACTA, PRESENCIA DE ROCA INTRUSIVA FRACTURADA
④	CAPA 4: DEPOSITOS ALUVIALES
⑤	CAPA 5: DEPOSITOS COLUVIALES

SECCION GEOLOGICA-GEOTECNICA 4-4'
Escala: 1:750

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 09
PLANO N° 10



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

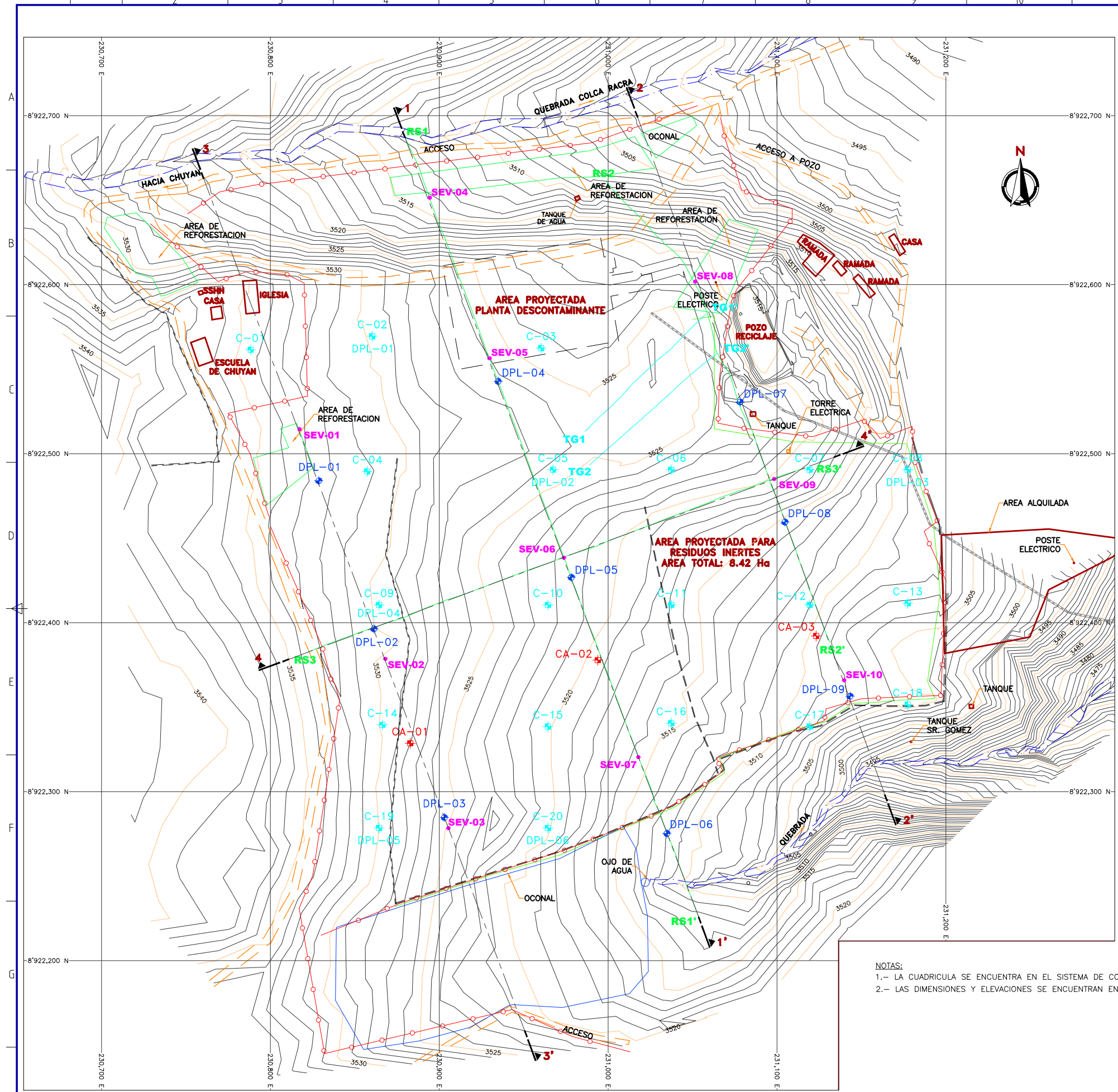
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano: **SECCIONES GEOLOGICAS - GEOTECNICAS 3-3' Y 4-4'**

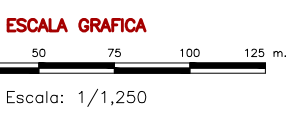
Elaboró: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No. **PLANO N° 11**

Escala: 1:750
Fecha: JUNIO 2023



NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
 ESCALA: 1/1,250

PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 10
 PLANO N° 11
 PLANO N° 13
 PLANO N° 14
 PLANO N° 15

REFRACCION SISMICA RS1-RS1'
 CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
1	230,998.33	8°922,661.50
2	231,002.81	8°922,656.33
3	231,007.47	8°922,651.17
4	231,012.29	8°922,646.06
5	231,016.23	8°922,642.51
6	231,020.39	8°922,638.30
7	231,024.98	8°922,632.83
8	231,029.17	8°922,628.55
9	231,031.73	8°922,626.39
10	231,032.97	8°922,624.46
11	231,038.10	8°922,620.39
12	231,042.35	8°922,616.24
13	231,045.29	8°922,612.28
14	231,048.41	8°922,606.00
15	231,051.84	8°922,599.63
16	231,055.19	8°922,593.35
17	231,056.96	8°922,587.70
18	231,059.07	8°922,581.64
19	231,061.09	8°922,574.89
20	231,062.48	8°922,568.11
21	231,063.84	8°922,560.77
22	231,067.10	8°922,554.89
23	231,070.40	8°922,549.64
24	231,072.81	8°922,544.85
25	231,076.93	8°922,538.86
26	231,079.11	8°922,525.26
27	231,082.33	8°922,519.04
28	231,085.59	8°922,513.12
29	231,087.67	8°922,506.65
30	231,089.81	8°922,499.86
31	231,092.28	8°922,493.69
32	231,094.45	8°922,487.64
33	231,096.30	8°922,481.81
34	231,098.69	8°922,476.06
35	231,101.33	8°922,469.77
36	231,103.64	8°922,462.83
37	231,105.65	8°922,457.19
38	231,108.34	8°922,450.41
39	231,110.77	8°922,443.96
40	231,112.75	8°922,437.50
41	231,114.89	8°922,432.39
42	231,117.02	8°922,426.15
43	231,118.84	8°922,420.42
44	231,121.51	8°922,413.95
45	231,123.95	8°922,407.00
46	231,126.47	8°922,400.34
47	231,128.92	8°922,393.66
48	231,131.34	8°922,388.15

REFRACCION SISMICA RS2-RS2'
 CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
49	230,879.82	8°922,686.64
50	230,882.41	8°922,681.23
51	230,885.86	8°922,675.72
52	230,888.30	8°922,669.72
53	230,890.48	8°922,664.15
54	230,892.81	8°922,658.29
55	230,894.93	8°922,652.90
56	230,897.16	8°922,647.34
57	230,899.14	8°922,641.98
58	230,901.96	8°922,636.03
59	230,904.03	8°922,630.39
60	230,906.11	8°922,624.81
61	230,911.28	8°922,618.47
62	230,913.86	8°922,612.59
63	230,916.27	8°922,606.61
64	230,918.76	8°922,600.61
65	230,920.93	8°922,594.05
66	230,923.30	8°922,587.95
67	230,925.53	8°922,581.82
68	230,927.91	8°922,575.62
69	230,930.80	8°922,569.28
70	230,933.11	8°922,562.43
71	230,935.68	8°922,555.89
72	230,937.77	8°922,549.26
73	230,941.21	8°922,542.60
74	230,943.46	8°922,535.87
75	230,945.77	8°922,529.05
76	230,948.24	8°922,522.24
77	230,950.69	8°922,515.23
78	230,953.04	8°922,508.28
79	230,955.36	8°922,499.79
80	230,957.78	8°922,491.41
81	230,960.03	8°922,483.26
82	230,962.47	8°922,475.26
83	230,964.93	8°922,467.44
84	230,967.34	8°922,459.52
85	230,969.37	8°922,451.19
86	230,971.78	8°922,443.31
87	230,974.21	8°922,435.62
88	230,976.46	8°922,427.22
89	230,978.64	8°922,418.80
90	230,980.97	8°922,410.02
91	230,983.30	8°922,401.62
92	230,985.78	8°922,393.05
93	230,988.38	8°922,384.92
94	230,991.18	8°922,376.37
95	230,993.53	8°922,367.73
96	230,995.68	8°922,359.06
97	231,000.40	8°922,350.29
98	231,002.17	8°922,341.95
99	231,004.54	8°922,333.55
100	231,006.95	8°922,325.93
101	231,009.45	8°922,318.07
102	231,011.82	8°922,310.52
103	231,014.21	8°922,302.43
104	231,016.52	8°922,324.52
105	231,018.47	8°922,316.88
106	231,021.13	8°922,312.34
107	231,023.77	8°922,305.80
108	231,026.26	8°922,299.37
109	231,027.20	8°922,294.26
110	231,030.57	8°922,287.63
111	231,032.69	8°922,281.45
112	231,034.96	8°922,275.11
113	231,037.28	8°922,269.37
114	231,039.79	8°922,263.48
115	231,041.86	8°922,257.11
116	231,044.32	8°922,250.34
117	231,046.59	8°922,243.76
118	231,049.37	8°922,237.11
119	231,051.65	8°922,231.12
120	231,053.56	8°922,225.77

TOMOGRAFIA GEOELECTRICA TG1-TG1'
 CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
169	230,986.33	8°922,513.11
170	230,993.79	8°922,520.85
171	231,000.81	8°922,527.12
172	231,007.98	8°922,534.15
173	231,014.46	8°922,541.43
174	231,021.97	8°922,548.44
175	231,029.04	8°922,555.31
176	231,036.72	8°922,561.53
177	231,043.67	8°922,568.72
178	231,050.59	8°922,575.71
179	231,057.86	8°922,582.61

TOMOGRAFIA GEOELECTRICA TG2-TG2'
 CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
180	230,989.10	8°922,493.44
181	230,996.47	8°922,500.07
182	231,004.05	8°922,506.64
183	231,011.54	8°922,513.31
184	231,018.99	8°922,519.88
185	231,026.50	8°922,526.64
186	231,033.95	8°922,533.21
187	231,041.26	8°922,540.02
188	231,048.68	8°922,546.63
189	231,056.37	8°922,553.12
190	231,064.64	8°922,559.35

DPLs EJECUTADOS
 CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
DPL-01	230,828.70	8°922,483.93
DPL-02	230,861.40	8°922,396.35
DPL-03	230,903.03	8°922,284.75
DPL-04	230,934.90	8°922,542.80
DPL-05	230,978.14	8°922,426.86
DPL-06	231,034.73	8°922,275.26
DPL-07	231,078.20	8°922,530.59
DPL-08	231,104.76	8°922,459.51
DPL-09	231,143.20	8°922,356.50

SEVs EJECUTADOS
 CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
SEV-01	230,817.28	8°922,514.57
SEV-02	230,868.05	8°922,378.60
SEV-03	230,905.38	8°922,278.40
SEV-04	230,894.38	8°922,651.47
SEV-05	230,929.81	8°922,556.45
SEV-06	230,973.81	8°922,438.46
SEV-07	231,017.87	8°922,320.38
SEV-08	231,051.55	8°922,601.86
SEV-09	231,098.23	8°922,484.99
SEV-10	231,139.77	8°922,365.87

CALICATS EJECUTADOS
 CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
CA-01	230,882.83	8°922,328.57
CA-02	230,993.85	8°922,377.81
CA-03	231,123.17	8°922,392.14

LEYENDA

- C-01
DPL-01
- CA-01
- DPL-01
- SEV-01
- RS-1
- TG-1

CALICATA Y/O DPL EJECUTADO
 CALICATA EJECUTADA
 ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)
 SONDAJE ELECTRICO VERTICAL (SEV)
 LINEA DE REFRACCION SISMICA (RS)
 LINEA DE TOMOGRAFIA GEOELECTRICA (TG)

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

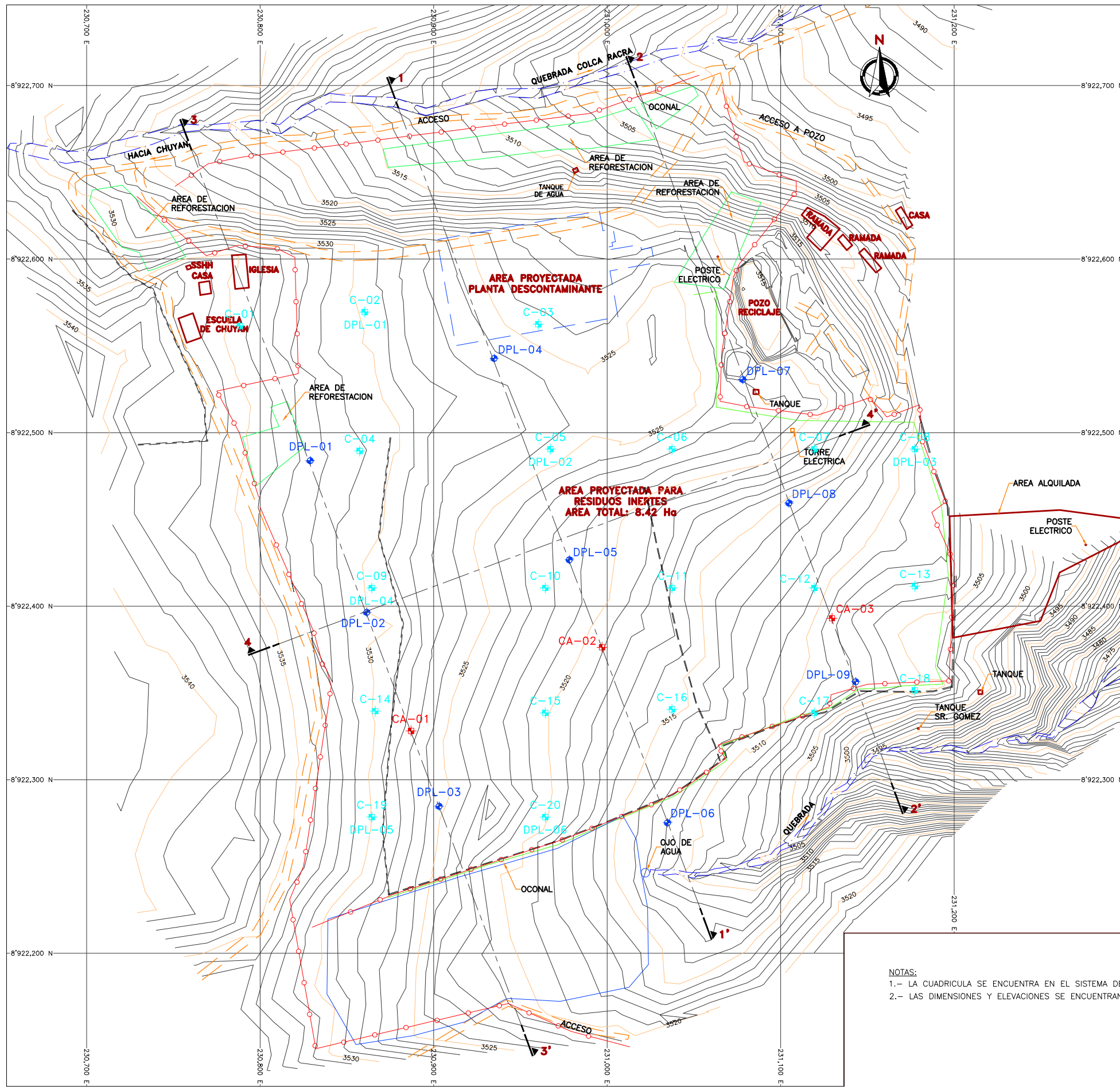
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM

INVESTIGACIONES GEOFISICAS PLANTA

Plano No. **PLANO N° 12** Escala: 1:1,250
 Fecha: JUNIO 2023

Elaboró: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS EJECUTADAS

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
C1	230,788.30	8'922,561.50
C2	230,860.30	8'922,569.50
C3	230,960.30	8'922,562.50
C4	230,857.30	8'922,489.50
C5	230,967.30	8'922,490.50
C6	231,037.30	8'922,490.50
C7	231,119.30	8'922,490.50
C8	231,177.30	8'922,490.50
C9	230,864.30	8'922,410.50
C10	230,964.30	8'922,410.50
C11	231,037.30	8'922,410.50
C12	231,119.30	8'922,410.50
C13	231,177.30	8'922,411.50
C14	230,866.30	8'922,339.50
C15	230,964.30	8'922,338.50
C16	231,037.30	8'922,340.50
C17	231,119.30	8'922,338.50
C18	231,177.30	8'922,351.50
C19	230,864.30	8'922,278.50
C20	230,964.30	8'922,278.50

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS EJECUTADAS

**CALICATAS EJECUTADAS
CUADRO DE COORDENADAS**

PUNTO	ESTE	NORTE
CA-01	230,882.83	8'922,328.57
CA-02	230,993.85	8'922,377.81
CA-03	231,123.17	8'922,392.14

**DPLs EJECUTADOS
CUADRO DE COORDENADAS**

PUNTO	ESTE	NORTE
DPL-01	230,828.70	8'922,483.93
DPL-02	230,861.40	8'922,396.35
DPL-03	230,903.03	8'922,284.75
DPL-04	230,934.90	8'922,542.80
DPL-05	230,978.14	8'922,426.86
DPL-06	231,034.73	8'922,275.26
DPL-07	231,078.20	8'922,530.59
DPL-08	231,104.76	8'922,459.51
DPL-09	231,143.20	8'922,356.50

LEYENDA

- + C-01 CALICATA Y/O DPL EJECUTADO 2012
- + DPL-01
- + CA-01 CALICATA EJECUTADA
- + DPL-01 ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/1,250

PLANTA
ESCALA: 1/1,250

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 04
- PLANO N° 09
- PLANO N° 10
- PLANO N° 11
- PLANO N° 12
- PLANO N° 14
- PLANO N° 15



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO**

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

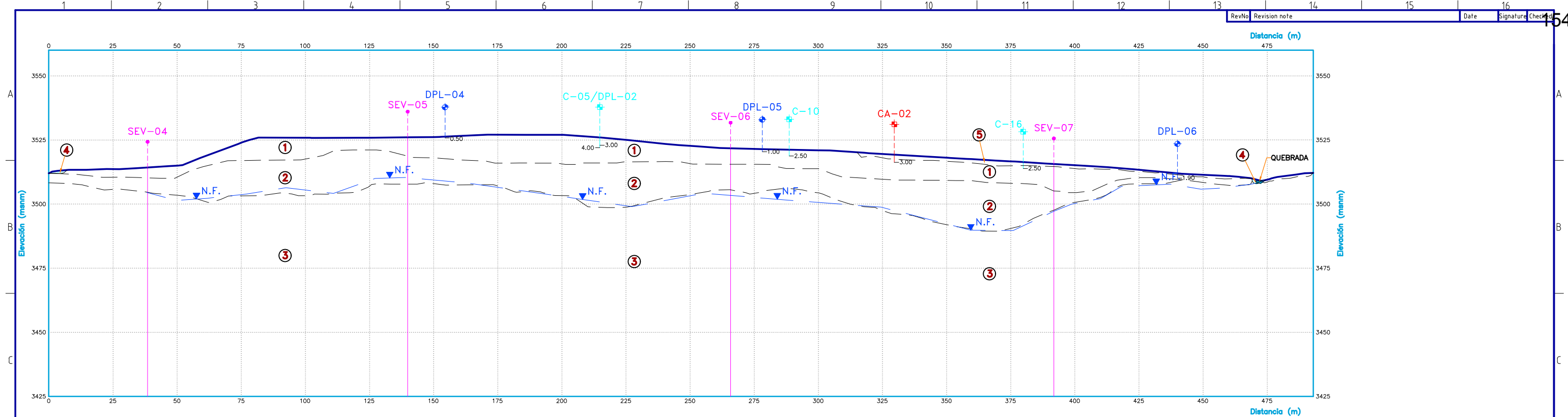
INVESTIGACIONES GEOTECNICAS EXISTENTES Y COMPLEMENTARIAS

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

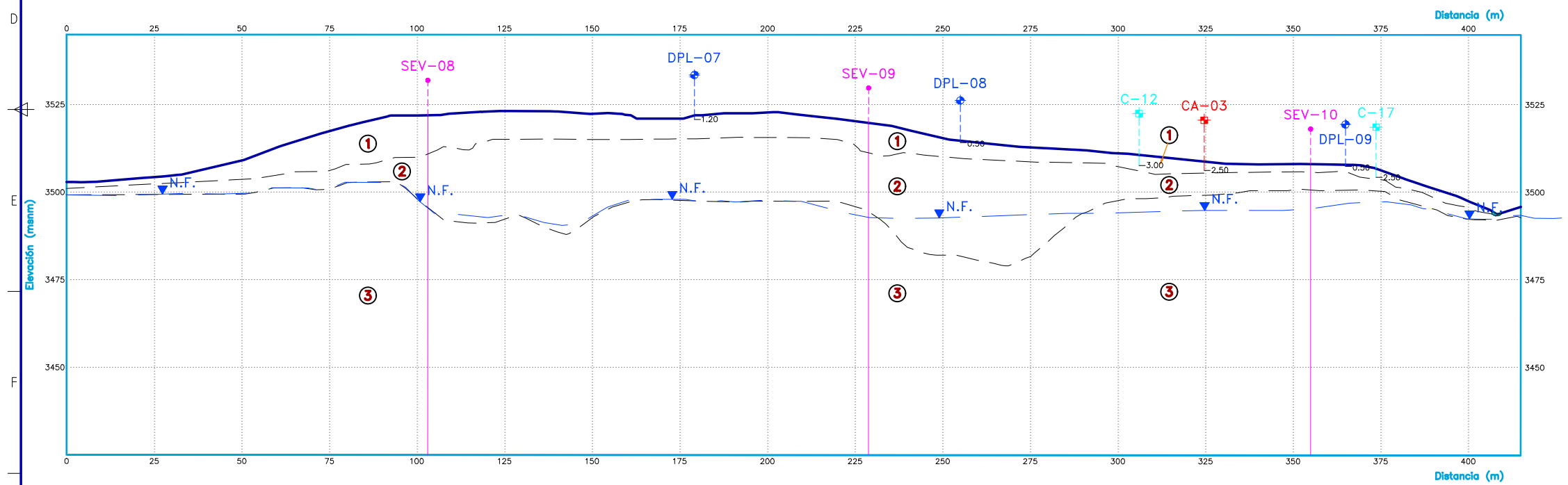
Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No. **PLANO N° 13**

Escala: 1:1,250
Fecha: JUNIO 2023



SECCION GEOLOGICA-GEOTECNICA 1-1'
Escala: 1:750



SECCION GEOLOGICA-GEOTECNICA 2-2'
Escala: 1:750

SIMBOLOGIA

- C-01 CALICATA Y/O DPL EJECUTADO
- DPL-01 CALICATA EJECUTADA
- CA-01 ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)
- DPL-01 SONDAJE ELECTRICO VERTICAL (SEV)
- SEV1 CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO
- N.F.P. NIVEL FREATICO PROBABLE

LEYENDA

- ① CAPA 1: SUELO GRAVO LIMOSO
- ② CAPA 2: MATERIALES SEMICOMPACTOS, DE ORIGEN FLUVIO GLACIAR.
- ③ CAPA 3: ZONA SEMICOMPACTA, PRESENCIA DE ROCA FRACTURADA
- ④ CAPA 4: DEPOSITOS ALUVIALES
- ⑤ CAPA 5: DEPOSITOS COLUVIALES

PARAMETROS GEOTECNICOS DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA CIMENTACION Y TERRAPLEN DEL DEPOSITO DE RESIDUOS INERTES

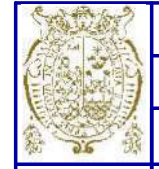
ITEM	DESCRIPCION	SUCS	DENSIDAD NAT. (Tn/m³)	RESISTENCIA			
				Drenado	No Drenado		
			C' (Tn/m²)	φ' (*)	Cu (Tn/m²)	φu (*)	
① ⑤	SUELO GRAVO LIMOSO CON ARENA (*)	GM	2.17	0.0	35.0	1.0	27.0
②	SUELO ARCILLO LIMOSO (*)	CL-ML	2.09	0.0	25.0	1.0	22.0
③	ROCA FRACTURADA (**)	--	2.30	10.0	38.0	10.0	38.0
⑥	RESIDUOS INERTES: LIMO ARENOSO (*)	ML	1.90	0.0	29.0	1.2	26.5
⑦	FILTROS Y DRENES (GRAVAS Y ARENAS) (*)	GW/SW	2.00	0.0	31.0	0.0	31.0

NOTAS:
(*) LOS VALORES SON EMPLEADOS DE LOS ENSAYOS TRIAXIALES (CU) Y CORTES DIRECTOS DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS.
(**) FUENTE: HOEK Y BRAY, 1981.

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 09
 - PLANO N° 10
 - PLANO N° 11
 - PLANO N° 12
 - PLANO N° 13
 - PLANO N° 15



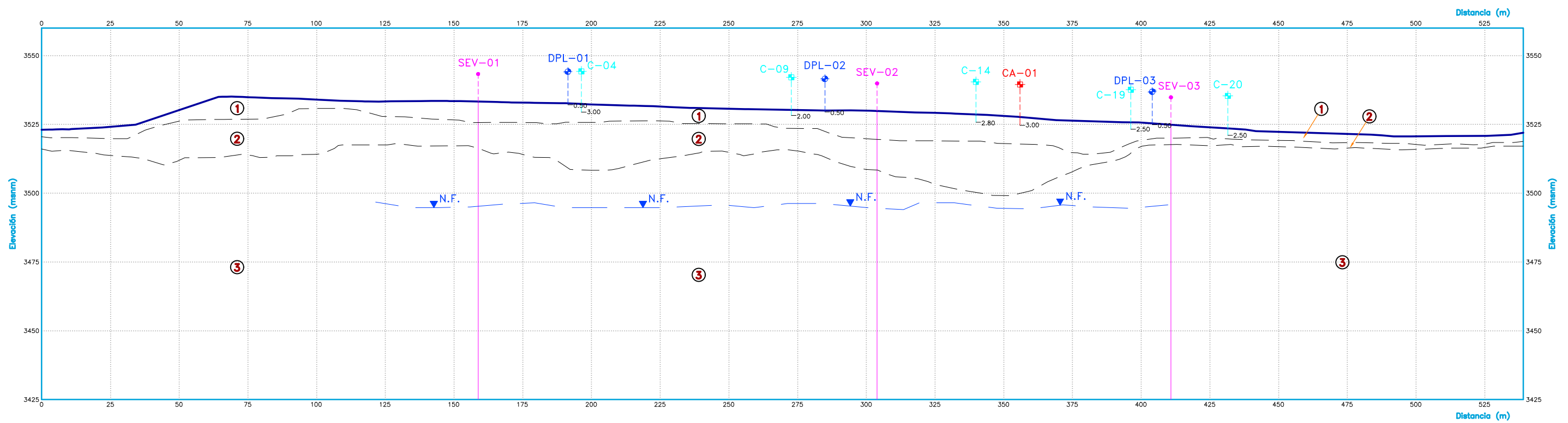
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

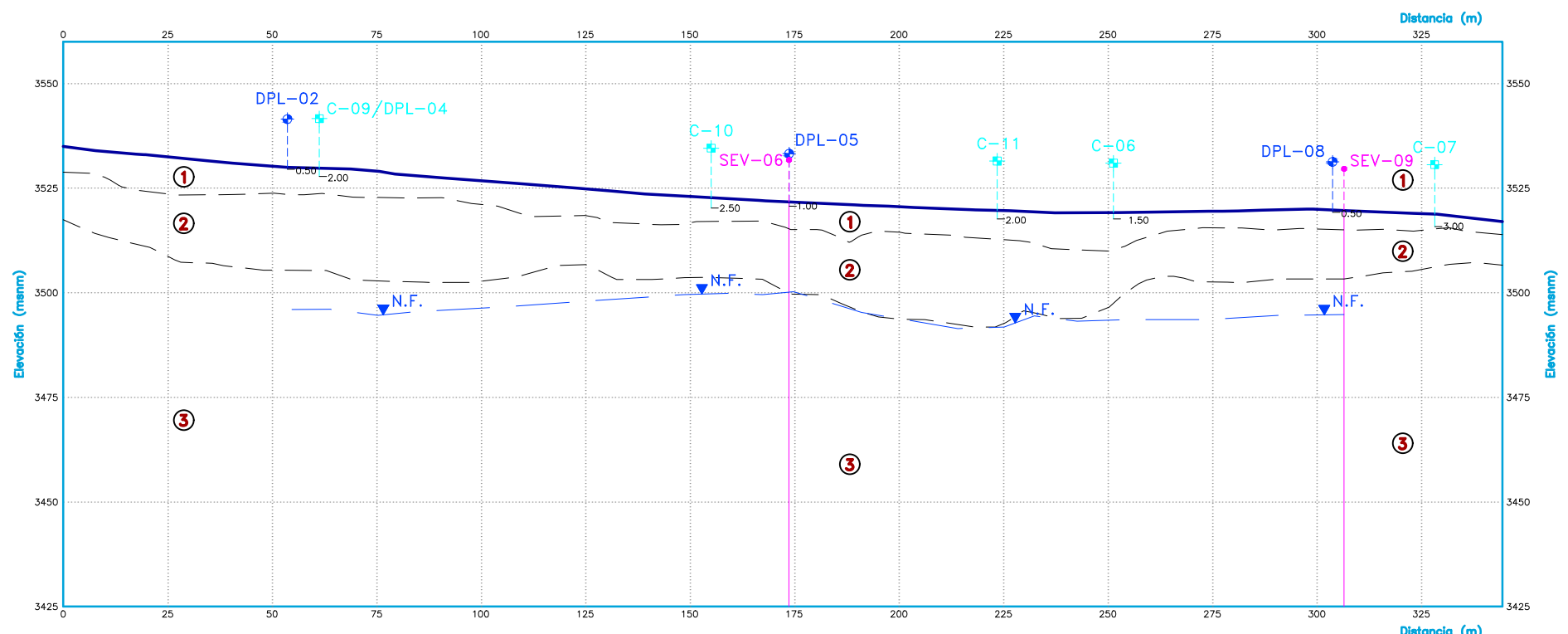
SECCIONES GEOTÉCNICAS 1-1' Y 2-2'

Plano No. **PLANO N° 14**

Escala: 1:750
Fecha: JUNIO 2023



SECCION GEOLOGICA-GEOTECNICA 3-3'
Escala: 1:750



SECCION GEOLOGICA-GEOTECNICA 4-4'
Escala: 1:750

SIMBOLOGIA

- C-01 CALICATA Y/O DPL EJECUTADO
- DPL-01 CALICATA EJECUTADA
- CA-01 ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)
- DPL-01 SONDAGE ELECTRICO VERTICAL (SEV)
- SEV1 CONTACTO GEOLÓGICO INFERIDO
- N.F.P. NIVEL FREÁTICO PROBABLE

LEYENDA

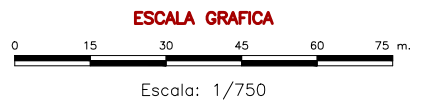
- ① CAPA 1: SUELO GRAVO LIMOSO
- ② CAPA 2: MATERIALES SEMICOMPACTOS, DE ORIGEN FLUVIO GLACIAR.
- ③ CAPA 3: ZONA SEMICOMPACTA, PRESENCIA DE ROCA FRACTURADA
- ④ CAPA 4: DEPOSITOS ALUVIALES
- ⑤ CAPA 5: DEPOSITOS COLUVIALES

PARAMETROS GEOTECNICOS DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA CIMENTACION Y TERRAPLEN DEL DEPOSITO DE RESIDUOS INERTES

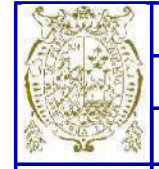
ITEM	DESCRIPCION	SUCS	DENSIDAD NAT. (Tn/m³)	RESISTENCIA			
				Drenado	No Drenado		
			C' (Tn/m²)	φ' (*)	Cu (Tn/m²)	φu (*)	
① ⑤	SUELO GRAVO LIMOSO CON ARENA (*)	GM	2.17	0.0	35.0	1.0	27.0
②	SUELO ARCILLO LIMOSO (*)	CL-ML	2.09	0.0	25.0	1.0	22.0
③	ROCA FRACTURADA (**)	--	2.30	10.0	38.0	10.0	38.0
⑥	RESIDUOS INERTES: LIMO ARENOSO (*)	ML	1.90	0.0	29.0	1.2	26.5
⑦	FILTROS Y DRENES (GRAVAS Y ARENAS) (*)	GW/SW	2.00	0.0	31.0	0.0	31.0

NOTAS:
(*) LOS VALORES SON EMPLEADOS DE LOS ENSAYOS TRIAXIALES (CU) Y CORTES DIRECTOS DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS.
(**) FUENTE: HOEK Y BRAY, 1981.

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 09
 - PLANO N° 10
 - PLANO N° 11
 - PLANO N° 12
 - PLANO N° 13
 - PLANO N° 14



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

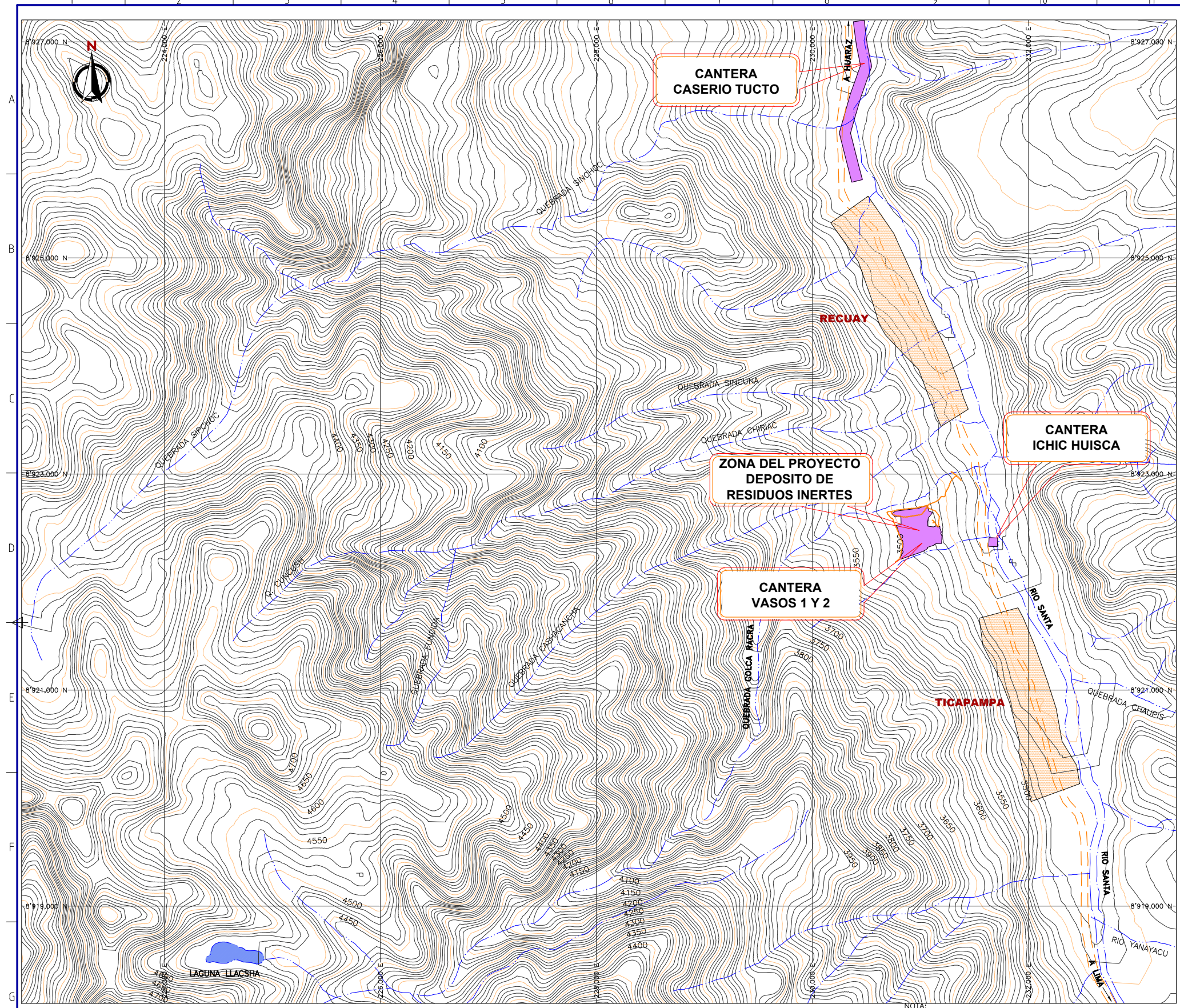
Plano: **SECCIONES GEOTÉCNICAS 3-3' Y 4-4'**

UNMSM

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Dibujo: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 15**

Escala: 1:750
 Fecha: JUNIO 2023



CANTERA CASERIO TUCTO

CANTERA ICHIC HUISCA

ZONA DEL PROYECTO DEPOSITO DE RESIDUOS INERTES

CANTERA VASOS 1 Y 2

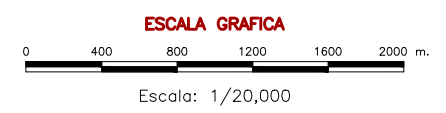
CUADRO DE CANTERAS Y BOTADERO

CANTERA Y BOTADERO	USO DE CANTERA	UBICACION	DISTANCIA	CAPACIDAD	CAPACIDAD APROVECHABLE
CANTERA VASOS 1 Y 2	MATERIAL PARA CONFORMACION DE PRESA DE ARRANQUE	EXCAVACION VASOS 1 Y 2 DEPOSITO DE RESIDUOS INERTES TICAPAMPA	0.4 Km. DEL PROYECTO	312,441.0 m ³	156,220.5 m ³
CANTERA CASERIO TUCTO	MATERIAL PARA FILTRO Y AGREGADOS	MARGEN IZQUIERDA DEL RIO SANTA KM 580 CARRETERA A HUARAZ	6.0 Km. DEL PROYECTO	300,000.0 m ³	150,000.0 m ³
CANTERA CASERIO ICHIC HUISCA	MATERIAL PARA FILTRO Y AGREGADOS	MARGEN IZQUIERDA DEL RIO SANTA CARRETERA A CATAC	2.0 Km. DEL PROYECTO	2,400.0 m ³	1,200.0 m ³
CANTERA VASOS 1 Y 2	MATERIAL ORGANICO PARA CIERRE	EXCAVACION VASOS 1 Y 2 DEPOSITO DE RESIDUOS INERTES TICAPAMPA	0.4 Km. DEL PROYECTO	25,305.9 m ³	12,652.0 m ³
BOTADERO	MATERIALES EXCEDENTES PRODUCTO DE EXCAVACIONES	--	1.0 Km. DEL PROYECTO	302,000.0 m ³	302,000.0 m ³
TOTAL				320,072.5 m³	

LEYENDA

- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO
- QUEBRADA
- ACCESOS
- CANTERAS

PLANTA
ESCALA: 1/20,000



PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 01
PLANO N° 03
PLANO N° 04

- NOTA:
- 1.- FUENTE 1: CARTAS NACIONALES N° 20-i Y 20-h DEL INSTITUTO GEOFISICO NACIONAL (IGN) A ESCALA 1/100,000.
 - 2.- FUENTE 2: MAPA TOPOGRAFICO ASTER GDEM (ASTER GLOBAL DIGITAL ELEVATION MODEL), RESOLUCION 30m.
 - 3.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - 4.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).
 - 5.- LAS ESCALAS SE MOSTRARAN COMO REALES EN PLANOS IMPRESOS EN A-1.

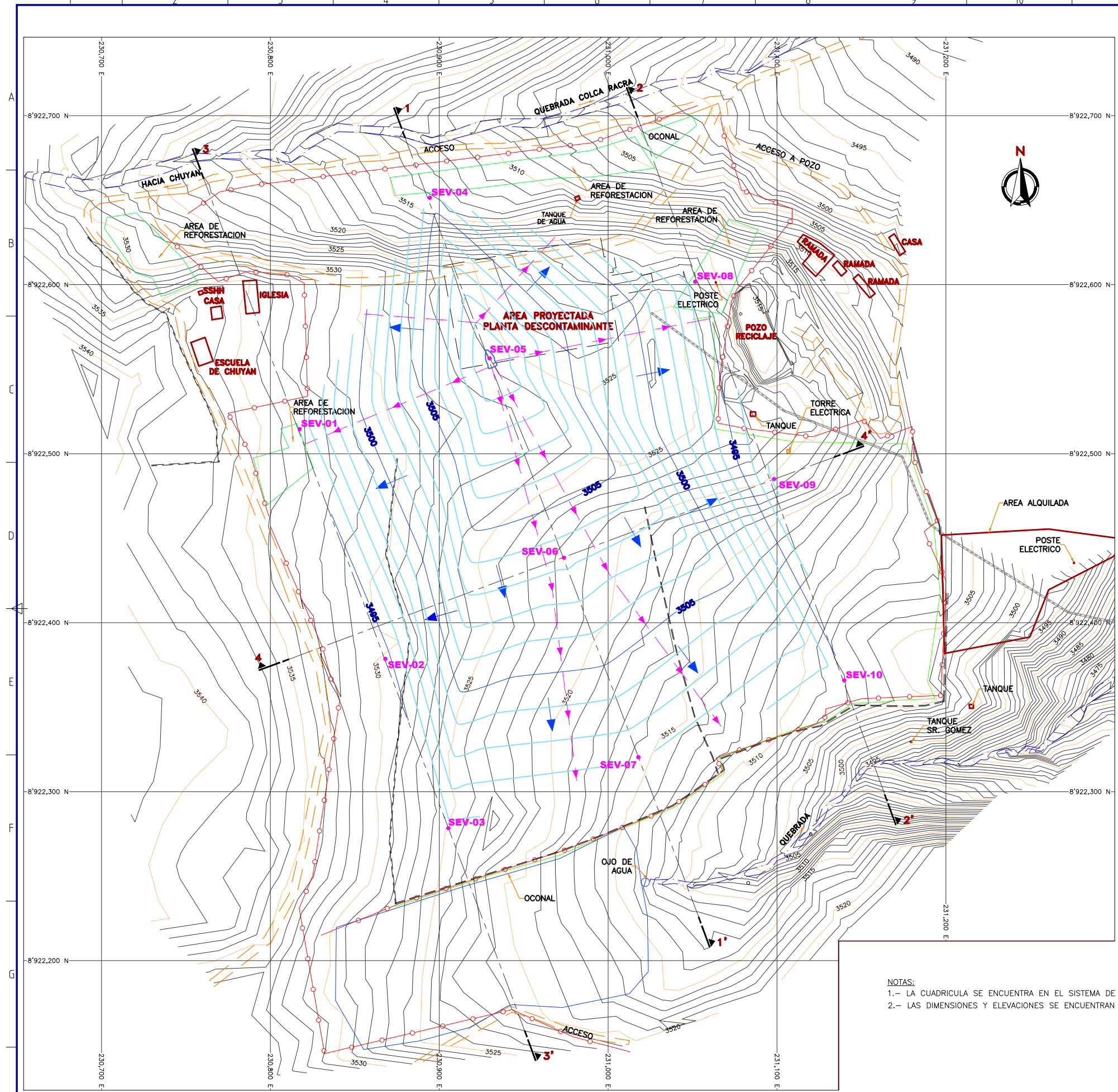


UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM	PLANO DE UBICACION DE CANTERAS PLANTA	
	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Plano No. PLANO N° 16		Escala: 1:20,000 Fecha: JUNIO 2023



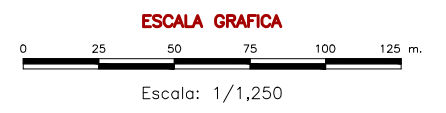
**SEVs EJECUTADOS
CUADRO DE COORDENADAS**

PUNTO	ESTE	NORTE
SEV-01	230,817.28	8'922,514.57
SEV-02	230,868.05	8'922,378.60
SEV-03	230,905.38	8'922,278.40
SEV-04	230,894.38	8'922,651.47
SEV-05	230,929.81	8'922,556.45
SEV-06	230,973.81	8'922,438.46
SEV-07	231,017.87	8'922,320.86
SEV-08	231,051.55	8'922,601.86
SEV-09	231,098.23	8'922,484.99
SEV-10	231,139.77	8'922,365.87

LEYENDA

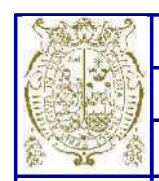
- SEV1 ● SONDAJE ELECTRICO VERTICAL (SEV)
- CURVA HIDROISOHIPSA PRINCIPAL
- CURVA HIDROISOHIPSA SECUNDARIA
- LINEA DE FLUJO

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
 ESCALA: 1/1,250

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 10
 - PLANO N° 11
 - PLANO N° 12
 - PLANO N° 13
 - PLANO N° 14
 - PLANO N° 15

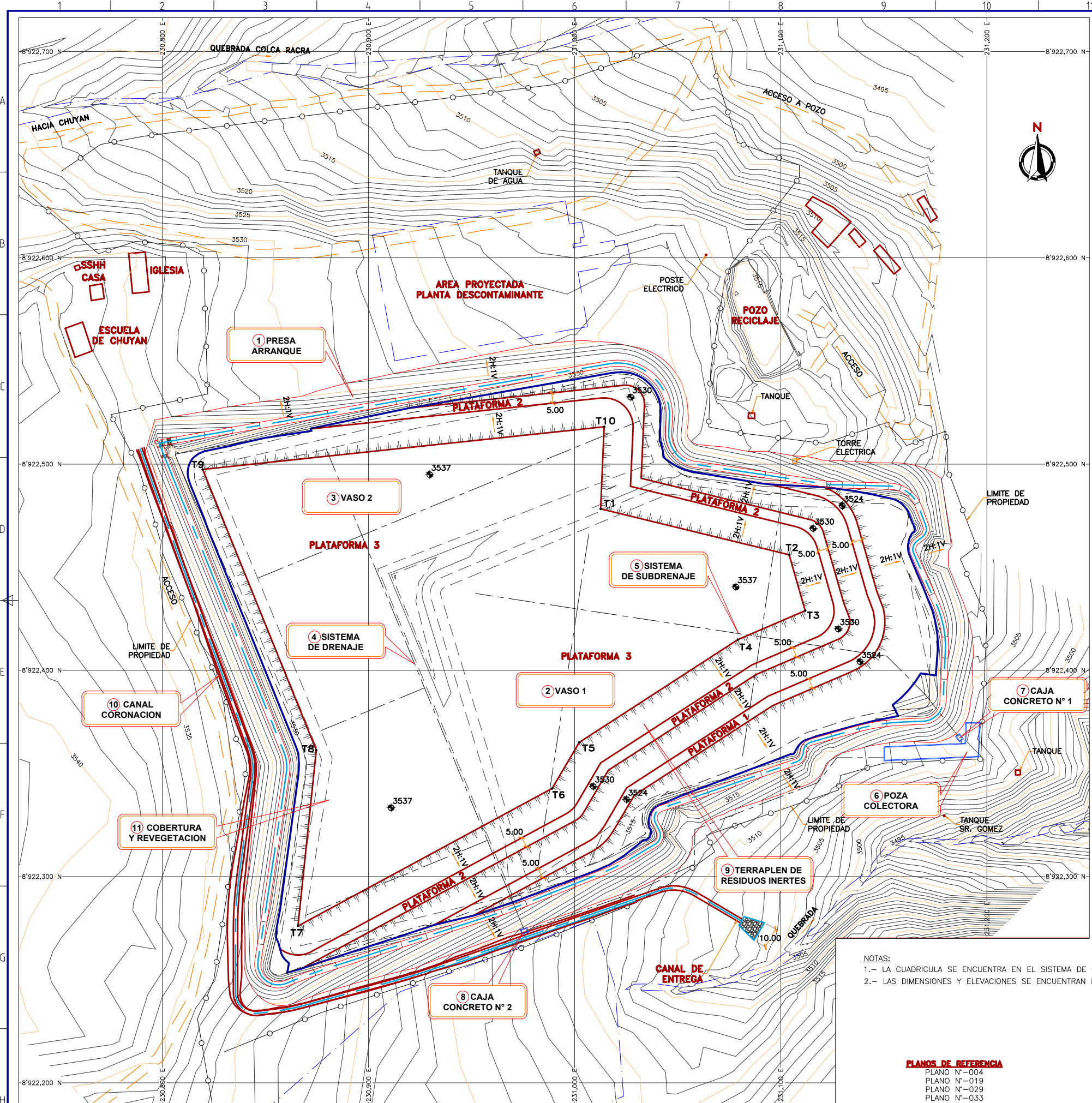


UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO
 Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM

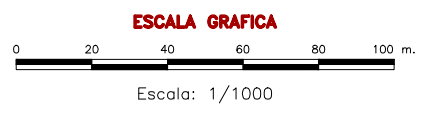
**PLANOS HIDROGEOLOGICO
 CURVAS HIDROISOHIPSAS
 PLANTA**

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 17	Escala: 1:1,250
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



- RELACION DE INVESTIGACIONES PROYECTADAS**
1. PRESA DE ARRANQUE
 2. VASO 1
 3. VASO 2
 4. SISTEMA DE DRENAJE DE LAS AGUAS DE INFILTRACION
 5. SISTEMA DE SUBDRENAJE
 6. POZA COLECTORA
 7. CAJA DE CONCRETO N° 1
 8. CAJA DE CONCRETO N° 2
 9. TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES
 10. CANAL DE CORONACION
 11. COBERTURA Y REVEGETACION

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
 ESCALA: 1/1,000

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N°-004
 - PLANO N°-019
 - PLANO N°-029
 - PLANO N°-033
 - PLANO N°-039
 - PLANO N°-048
 - PLANO N°-051
 - PLANO N°-055
 - PLANO N°-061

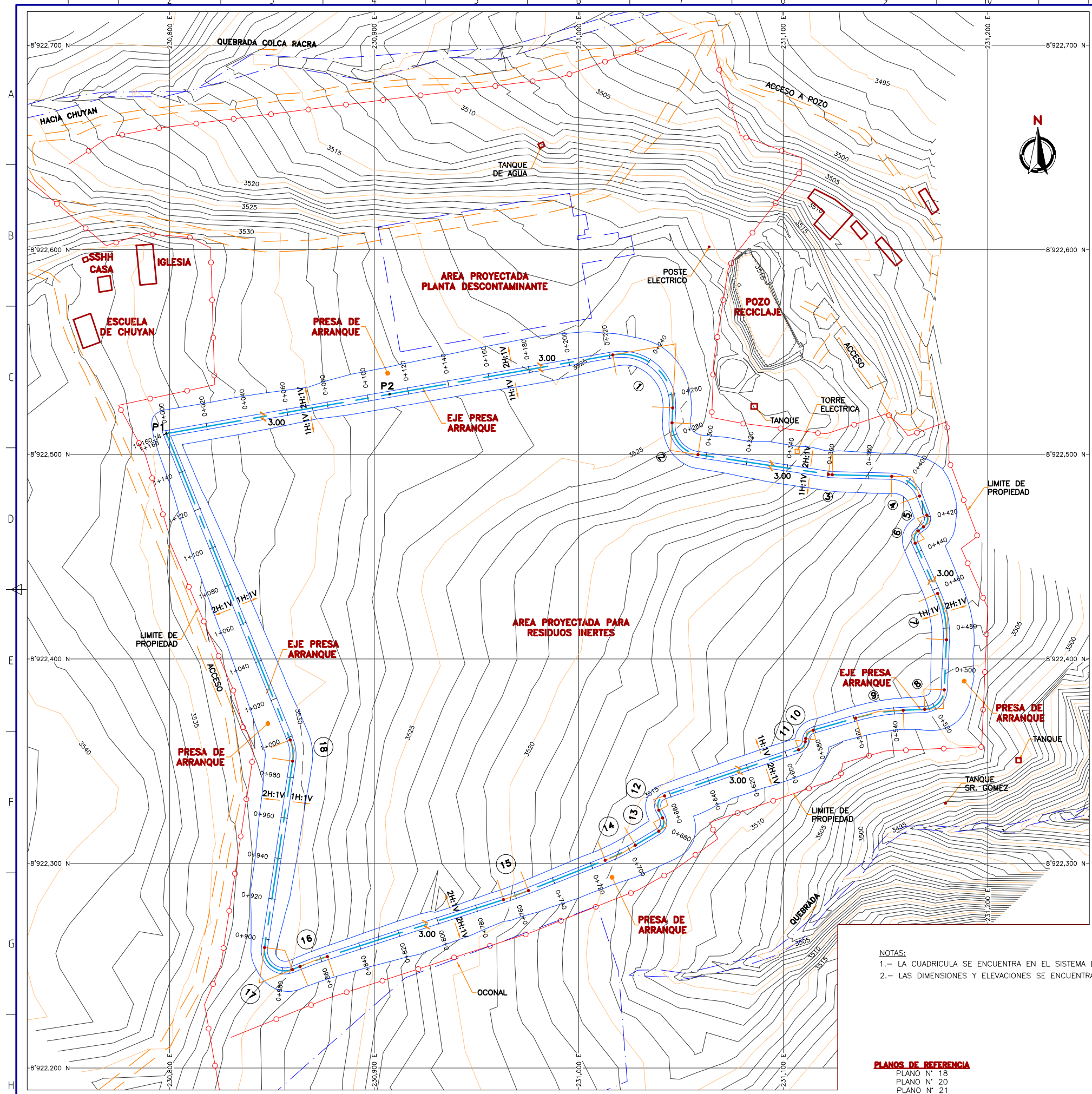


UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM	DISPOSICIÓN GENERAL DE OBRAS		
	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 18
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Escala: 1:1,000	Fecha: JUNIO 2023



CARACTERISTICAS DE LA PRESA DE ARRANQUE

LONGITUD DE LA PRESA	:	1160.14 m
TIPO DE PRESA	:	HOMOGENEA
ALTURA DE PRESA	:	4.43-9.15 m
NIVEL DE CORONA	:	VARIABLE
ANCHO DE CORONA	:	3.00 m
TALUD AGUAS ARRIBA	:	1H:1V
TALUD AGUAS ABAJO	:	2H:1V
VOLUMEN DE PRESA	:	86,220.71 m ³

CUADRO DE COORDENADAS

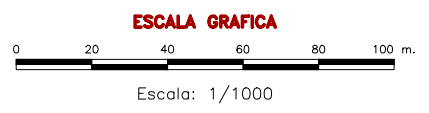
PUNTO	ESTE	NORTE
P1	230,798.35	8'922,510.15
P2	230,907.50	8'922,529.40

CURVA	CENTRO		PC		PI		PT	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	231,021.00	8'922,524.03	231,016.65	8'922,548.65	231,047.54	8'922,554.09	231,045.96	8'922,522.77
2	231,060.58	8'922,514.72	231,045.60	8'922,515.48	231,044.91	8'922,501.93	231,058.33	8'922,499.89
3	231,124.33	8'922,505.07	231,122.08	8'922,490.24	231,123.00	8'922,490.10	231,123.93	8'922,490.07
4	231,152.70	8'922,474.29	231,153.11	8'922,489.29	231,163.17	8'922,489.02	231,166.73	8'922,479.60
5	231,165.57	8'922,468.55	231,170.25	8'922,470.32	231,171.58	8'922,466.81	231,168.57	8'922,464.55
6	231,169.03	8'922,458.65	231,166.03	8'922,462.65	231,162.83	8'922,460.25	231,164.46	8'922,456.60
7	231,129.84	8'922,411.60	231,175.47	8'922,432.06	231,180.32	8'922,421.24	231,179.79	8'922,409.40
8	231,168.72	8'922,385.32	231,178.71	8'922,384.88	231,178.31	8'922,375.72	231,169.15	8'922,375.33
9	231,162.95	8'922,274.98	231,158.70	8'922,274.89	231,146.86	8'922,274.38	231,135.48	8'922,271.13
10	231,115.98	8'922,360.36	231,114.60	8'922,365.17	231,111.48	8'922,364.28	231,111.03	8'922,361.07
11	231,105.87	8'922,360.30	231,110.82	8'922,359.59	231,110.38	8'922,356.56	231,107.49	8'922,355.57
12	231,043.62	8'922,328.33	231,042.00	8'922,333.06	231,036.60	8'922,331.20	231,039.15	8'922,326.09
13	231,036.57	8'922,320.08	231,041.04	8'922,322.32	231,043.11	8'922,318.18	231,039.14	8'922,315.80
14	230,976.14	8'922,394.59	231,027.70	8'922,308.91	231,020.64	8'922,304.66	231,012.98	8'922,301.63
15	230,901.74	8'922,472.68	230,975.41	8'922,286.74	230,969.40	8'922,284.36	230,963.25	8'922,282.37
16	230,938.66	8'922,064.24	230,877.15	8'922,254.54	230,870.34	8'922,252.34	230,863.70	8'922,249.66
17	230,856.27	8'922,257.44	230,860.02	8'922,248.17	230,843.77	8'922,241.60	230,846.38	8'922,258.93
18	230,840.35	8'922,352.96	230,860.13	8'922,349.98	230,860.94	8'922,355.39	230,858.89	8'922,360.46

ELEMENTOS DE CURVA

CURVA	R	ALFA	Lcurva	TANG	Prog PC	Prog PI	Prog PT
1	25.00	102°53'5"	44.89	31.36	0+221.68	0+253.04	0+266.57
2	15.00	84°16'17"	22.06	13.57	0+273.87	0+287.44	0+295.93
3	15.00	74°25"	1.85	0.93	0+360.41	0+361.33	0+362.26
4	15.00	67°44'5"	17.73	10.07	0+391.45	0+401.52	0+409.18
5	5.00	73°51'20"	6.45	3.76	0+419.11	0+422.86	0+425.55
6	5.00	77°16'28"	6.74	4.00	0+428.73	0+432.73	0+435.47
7	50.00	26°40'18"	23.28	11.85	0+462.37	0+474.22	0+485.64
8	10.00	85°2'14"	14.84	9.17	0+510.19	0+519.36	0+525.03
9	100.00	13°30'31"	23.58	11.84	0+535.49	0+547.33	0+559.06
10	5.00	65°55'28"	5.75	3.24	0+580.77	0+584.02	0+586.53
11	5.00	62°53'58"	5.49	3.06	0+588.02	0+591.07	0+593.51
12	5.00	97°35'41"	8.52	5.71	0+662.76	0+668.47	0+671.28
13	5.00	85°31'36"	7.46	4.62	0+675.49	0+680.12	0+682.96
14	100.00	9°25'25"	16.45	8.24	0+696.31	0+704.56	0+712.76
15	200.00	3°42'8"	12.92	6.46	0+753.17	0+759.63	0+766.09
16	200.00	4°5'56"	14.31	7.16	0+856.58	0+863.74	0+870.89
17	10.00	120°35'45"	21.05	17.53	0+874.86	0+892.39	0+895.91
18	20.00	30°36'22"	10.68	5.47	0+987.99	0+993.46	0+998.67

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 18
 - PLANO N° 20
 - PLANO N° 21
 - PLANO N° 22
 - PLANO N° 23
 - PLANO N° 24
 - PLANO N° 25
 - PLANO N° 26
 - PLANO N° 27
 - PLANO N° 28
 - PLANO N° 29

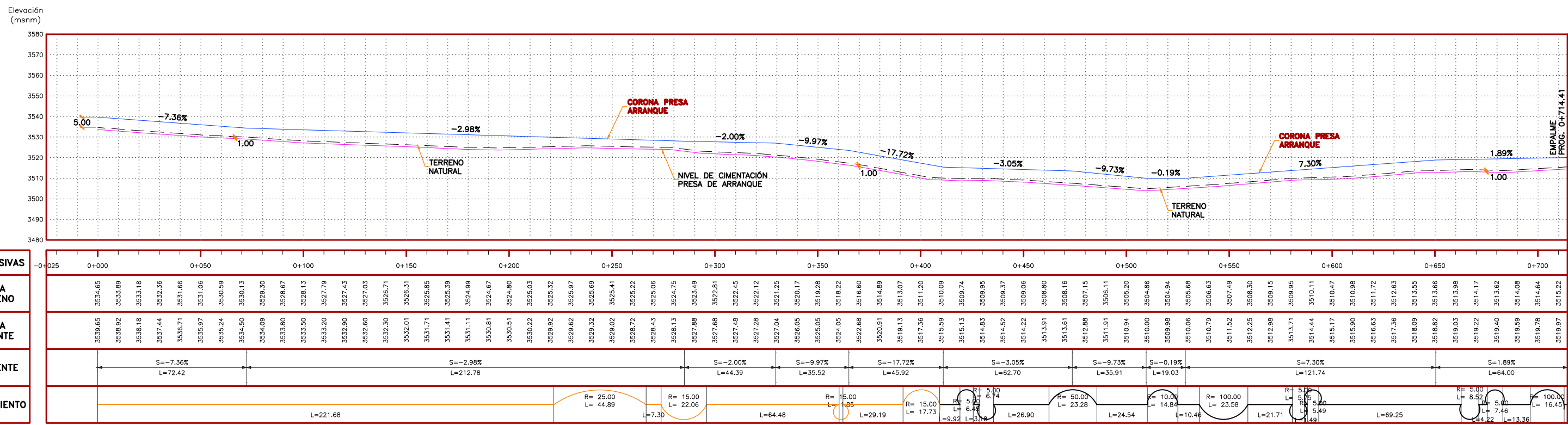
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

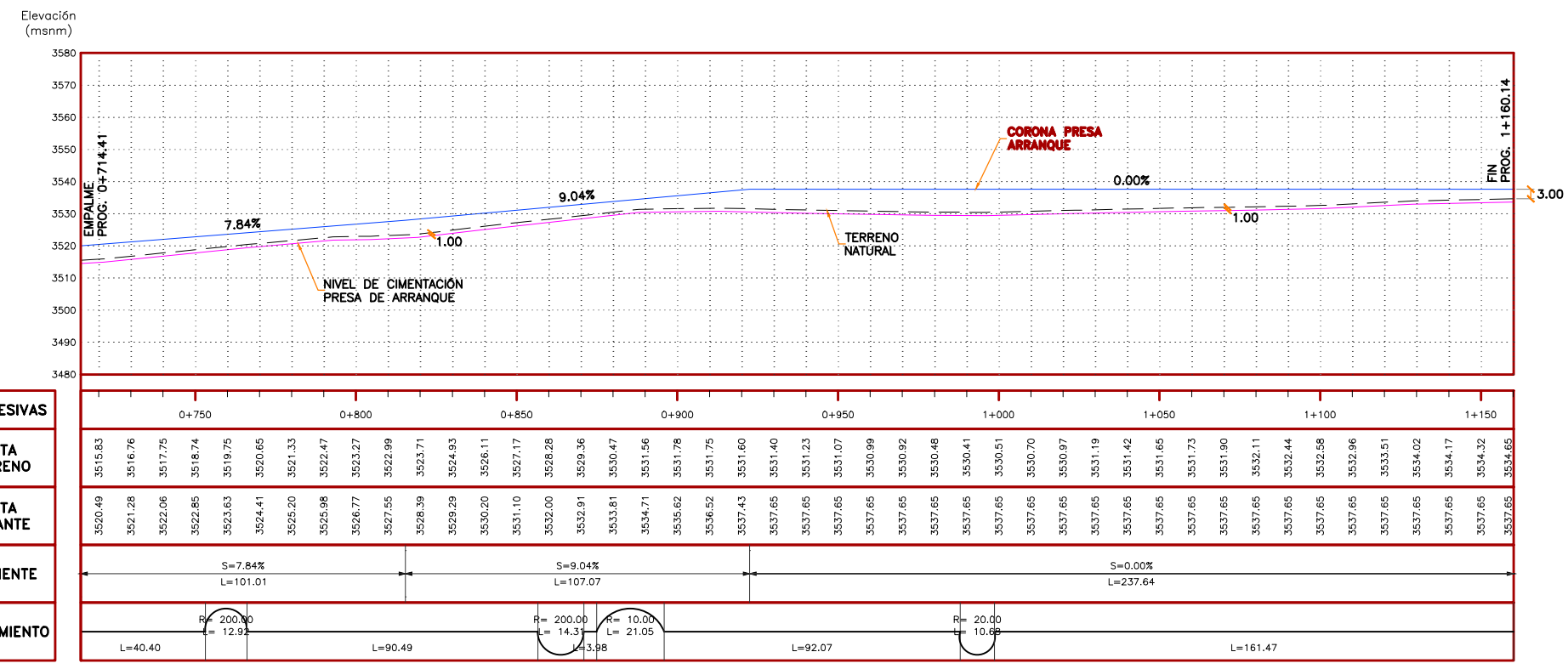
PRESA DE ARRANQUE
PLANTA

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujo: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 19	Escala: 1:1,000
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobación: JORGE ESCALANTE CONTRERAS		Fecha: JUNIO 2023

PLANTA
ESCALA: 1/1,000

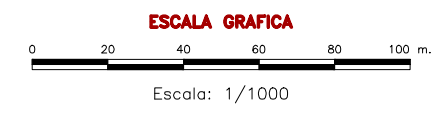


PERFIL LONGITUDINAL
Escala: 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL
Escala: 1/1000

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 19
 - PLANO N° 21
 - PLANO N° 22
 - PLANO N° 23
 - PLANO N° 24
 - PLANO N° 25
 - PLANO N° 26
 - PLANO N° 27
 - PLANO N° 28
 - PLANO N° 29

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSTGRADO

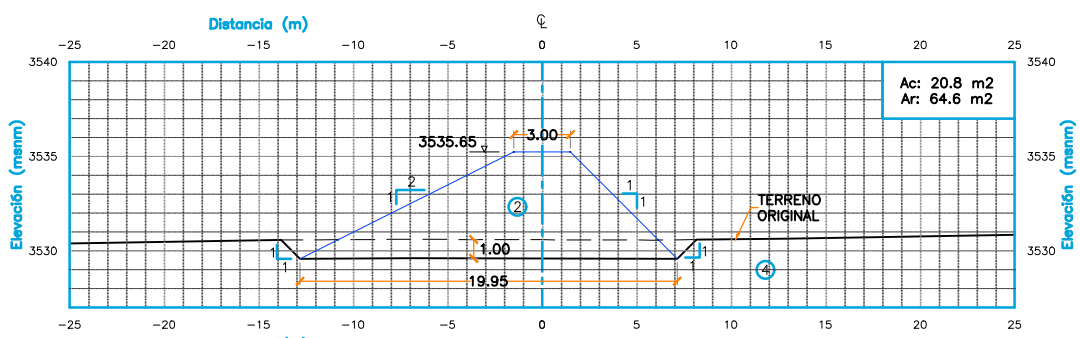
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM

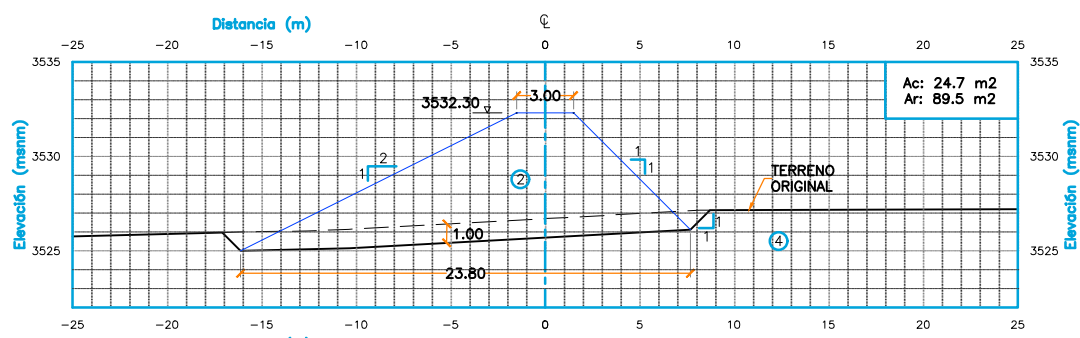
PRESA DE ARRANQUE

PERFIL LONGITUDINAL

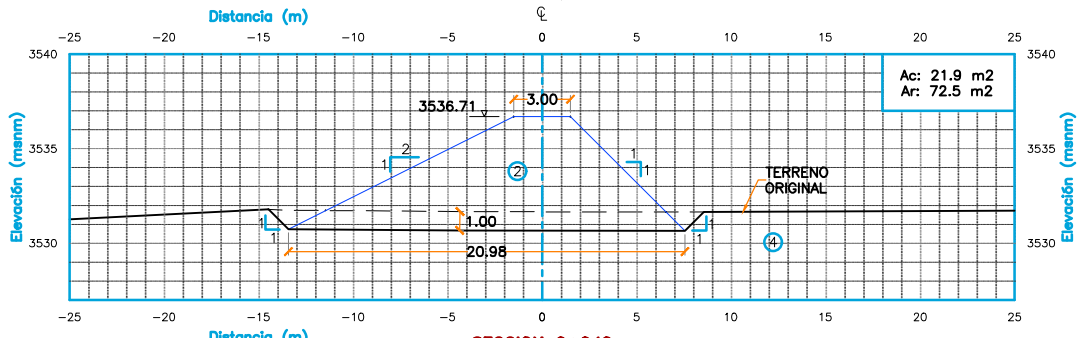
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujo: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 20	Escala: 1:1,000
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



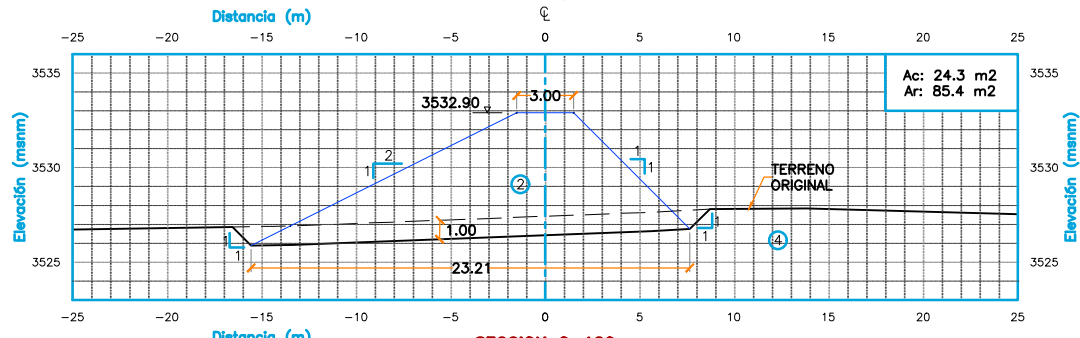
SECCION 0+060
Escala: 1/200



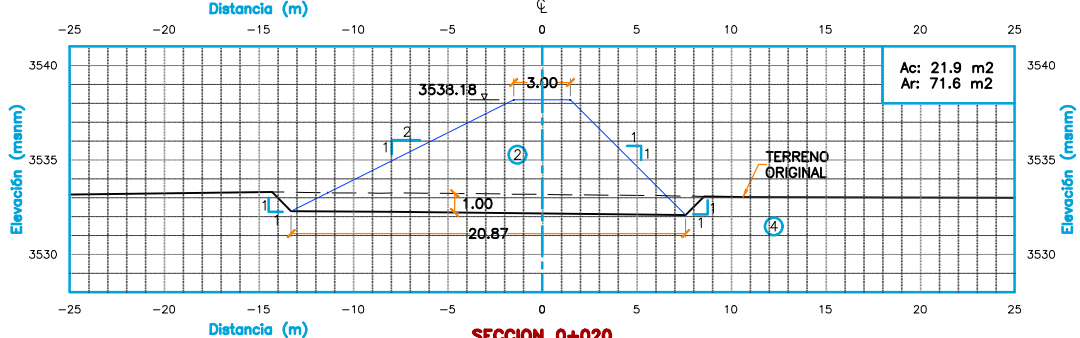
SECCION 0+140
Escala: 1/200



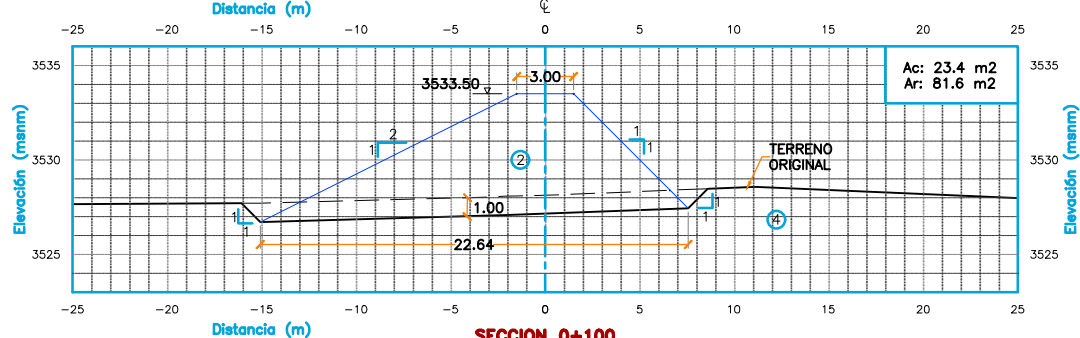
SECCION 0+040
Escala: 1/200



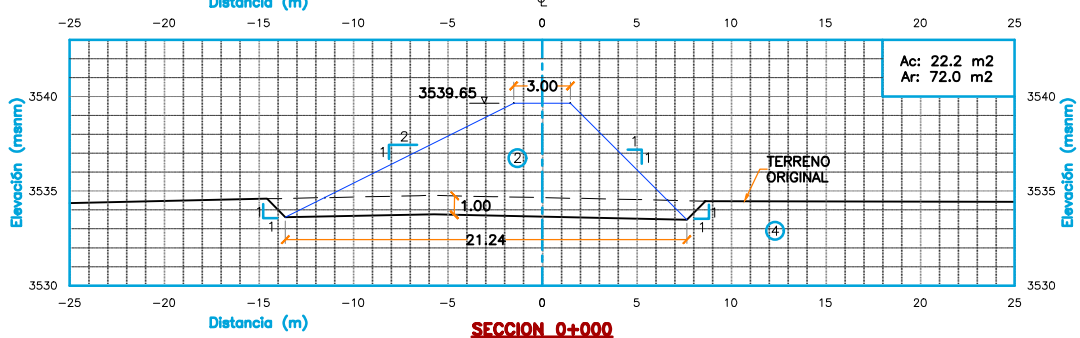
SECCION 0+120
Escala: 1/200



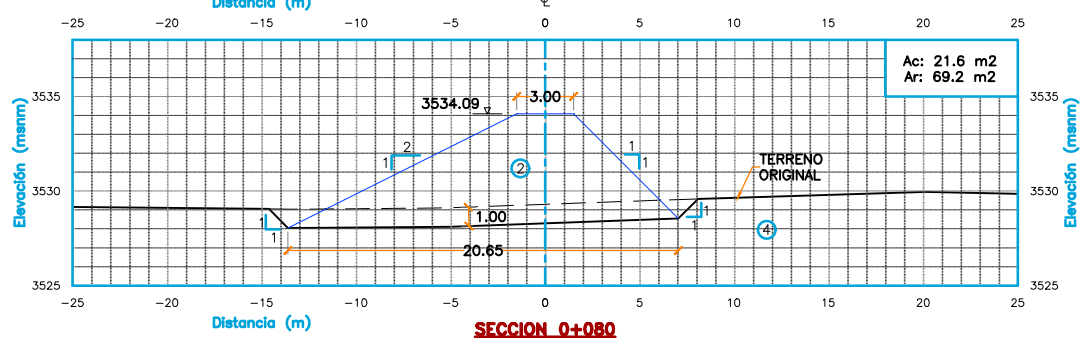
SECCION 0+020
Escala: 1/200



SECCION 0+100
Escala: 1/200



SECCION 0+000
Escala: 1/200



SECCION 0+080
Escala: 1/200

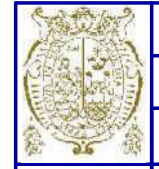
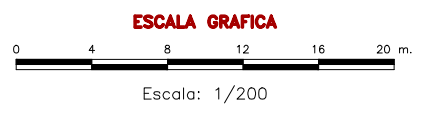
- NOTAS TECNICAS**
- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
 - SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
 - EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
 - EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
 - LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
 - LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
 - CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACIÓN:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 19
 - PLANO N° 20
 - PLANO N° 22
 - PLANO N° 23
 - PLANO N° 24
 - PLANO N° 25
 - PLANO N° 26
 - PLANO N° 27
 - PLANO N° 28
 - PLANO N° 29

- NOTAS:**
- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

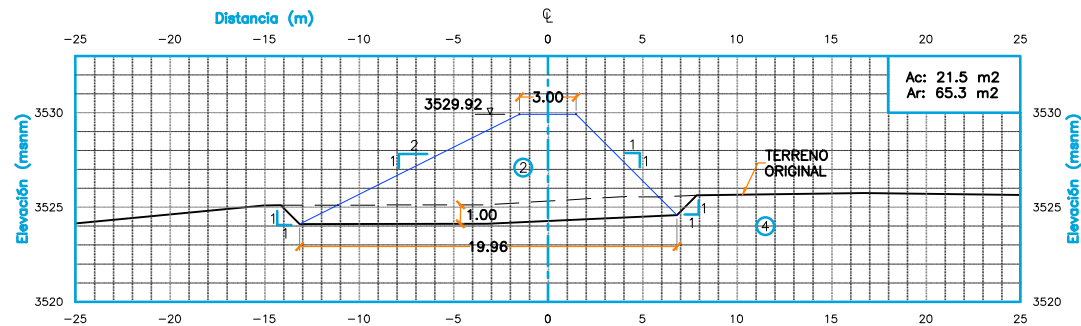
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

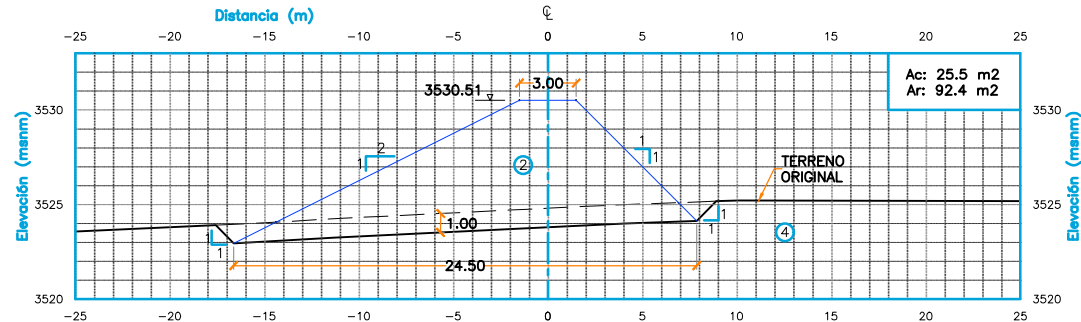
Plano: **PRESA DE ARRANQUE SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+000 A PROG 0+140**

UNMSM

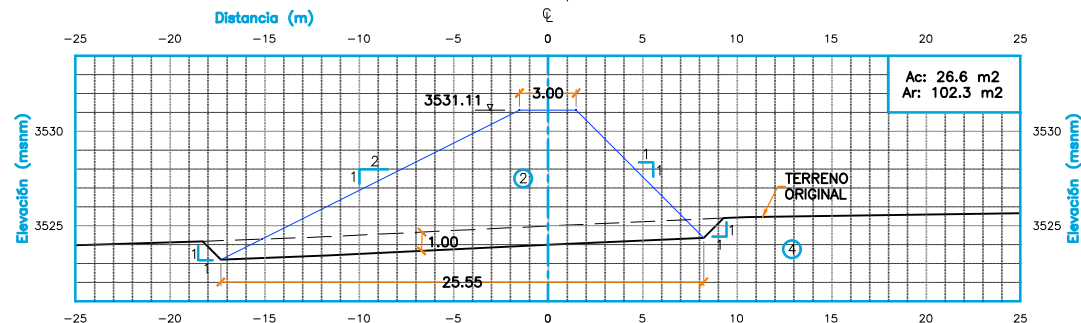
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. 21	Escala: 1:200
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



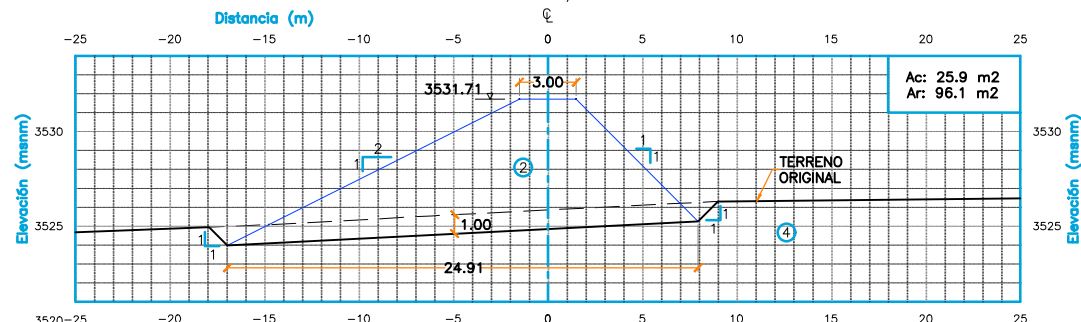
SECCION 0+220
Escala: 1/200



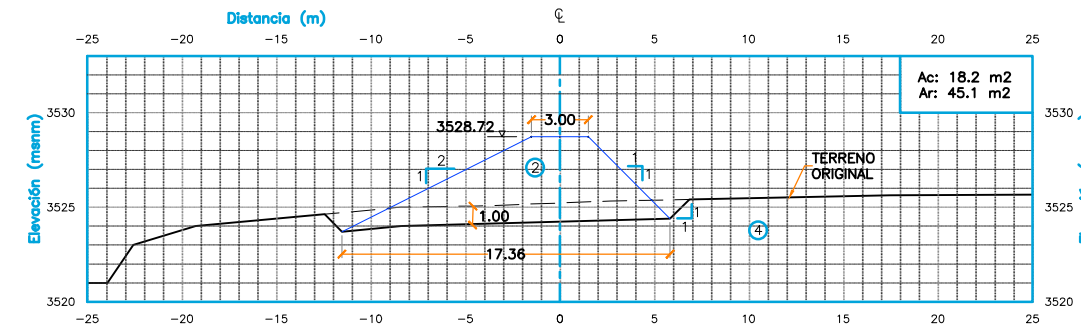
SECCION 0+200
Escala: 1/200



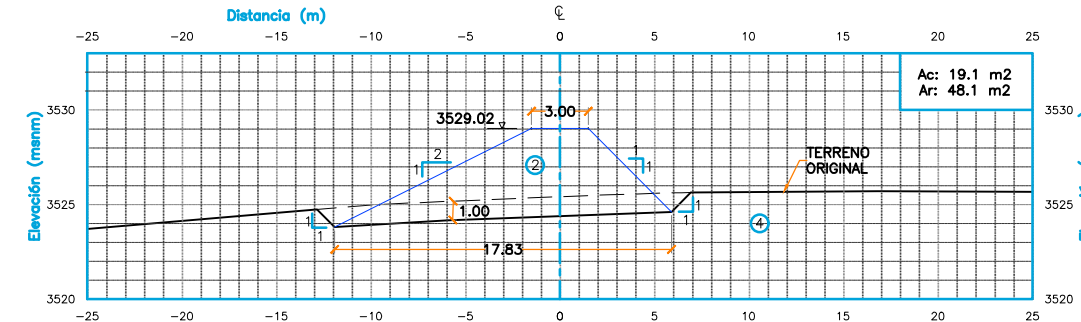
SECCION 0+180
Escala: 1/200



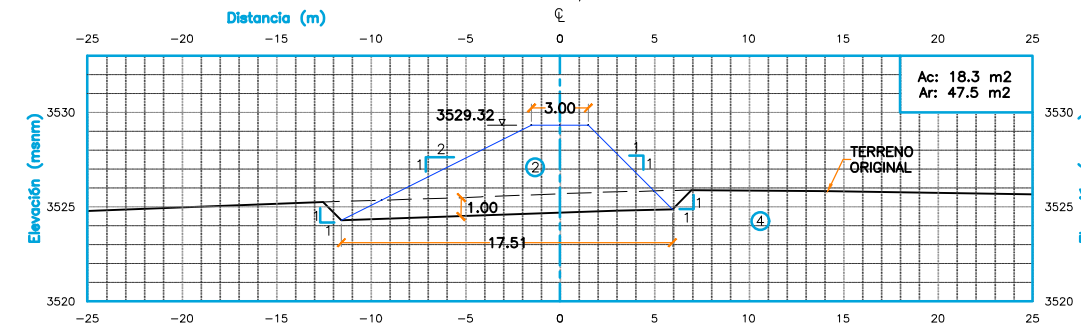
SECCION 0+160
Escala: 1/200



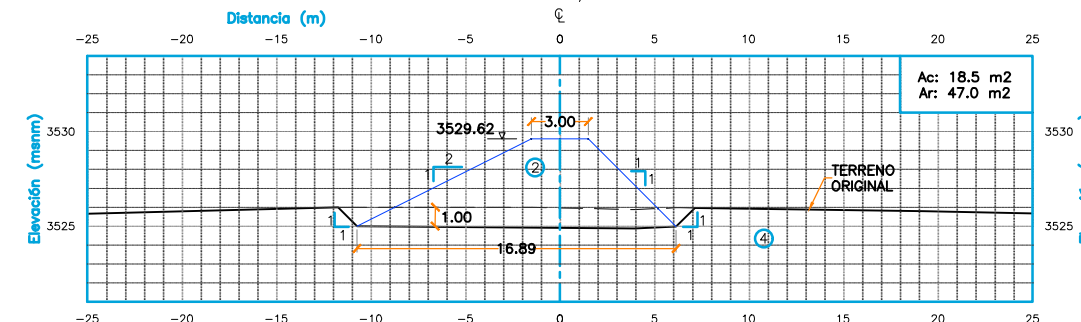
SECCION 0+260
Escala: 1/200



SECCION 0+250
Escala: 1/200



SECCION 0+240
Escala: 1/200



SECCION 0+230
Escala: 1/200

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACIÓN:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

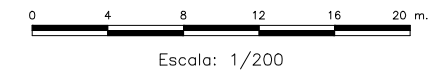
PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 19
- PLANO N° 20
- PLANO N° 21
- PLANO N° 23
- PLANO N° 24
- PLANO N° 25
- PLANO N° 26
- PLANO N° 27
- PLANO N° 28
- PLANO N° 29

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



UNMSM

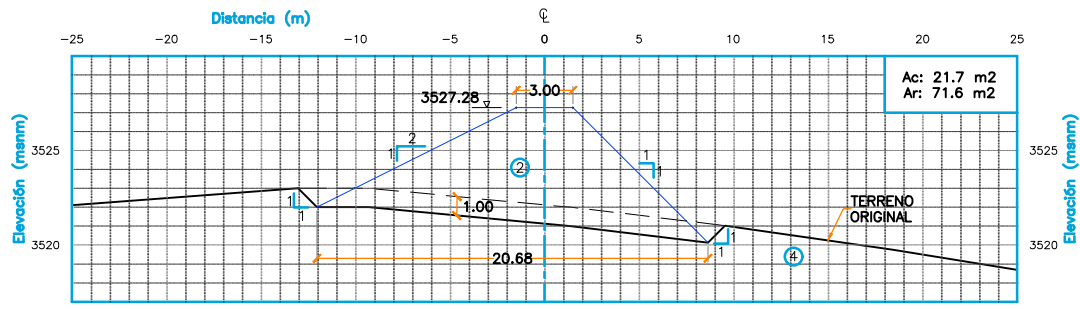
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

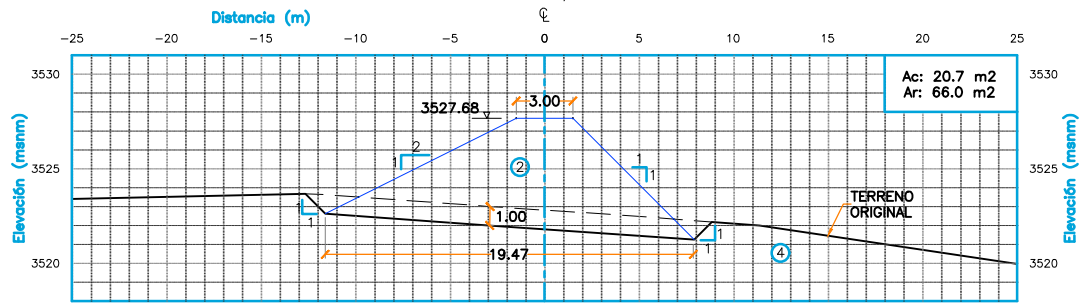
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano: **PRESA DE ARRANQUE SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+160 A PROG 0+260**

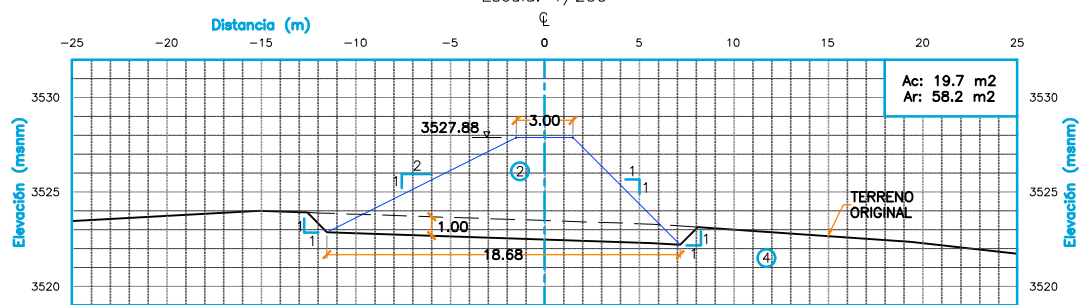
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.:	Escala:
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	PLANO N° 22	1:200
		Fecha:	JUNIO 2023



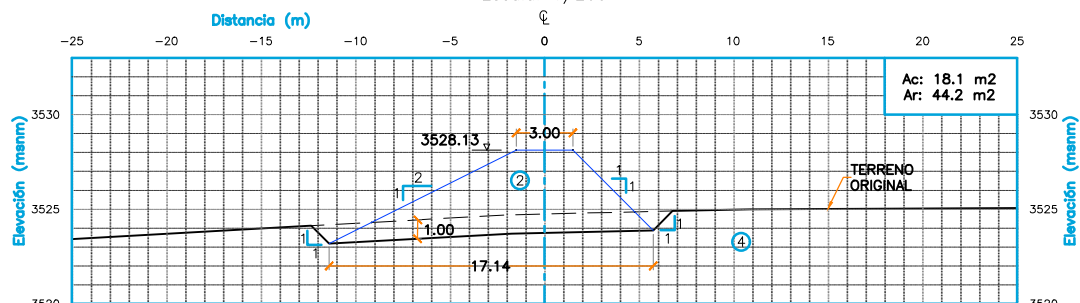
SECCION 0+320
Escala: 1/200



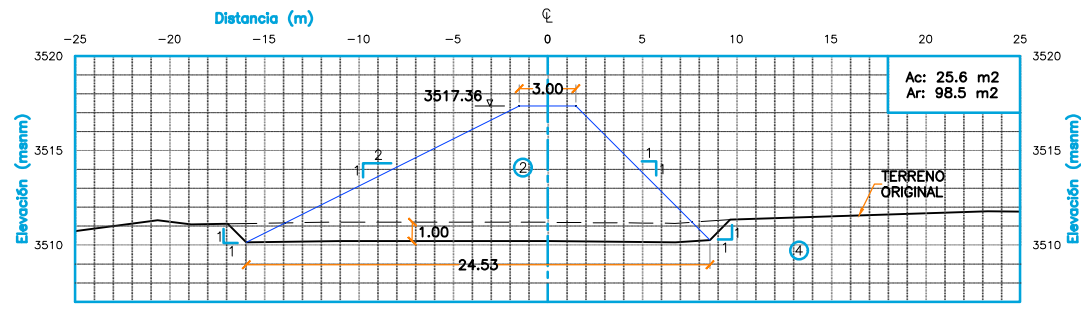
SECCION 0+300
Escala: 1/200



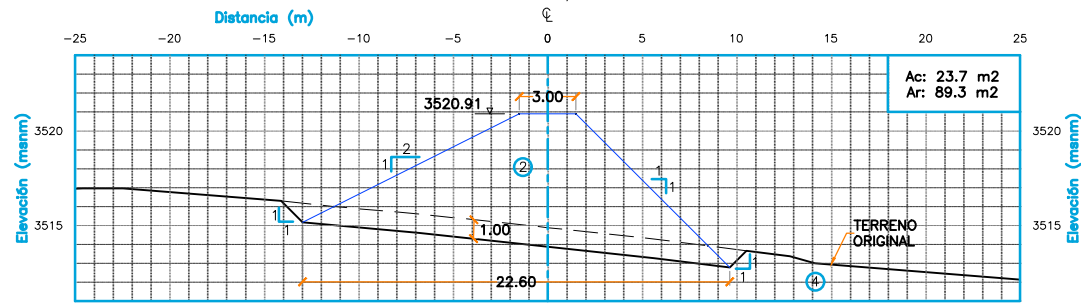
SECCION 0+290
Escala: 1/200



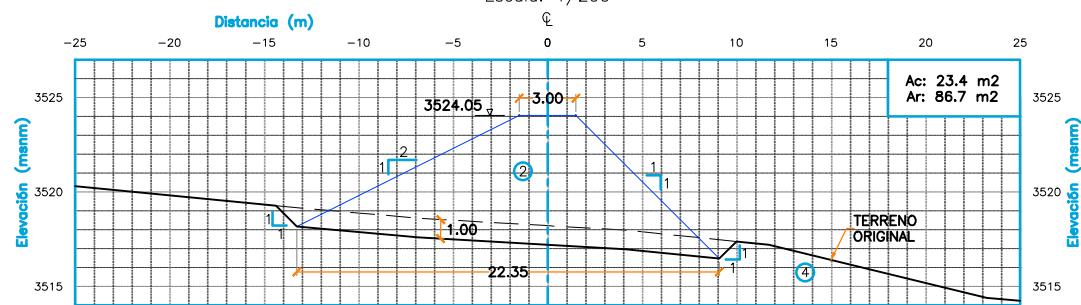
SECCION 0+280
Escala: 1/200



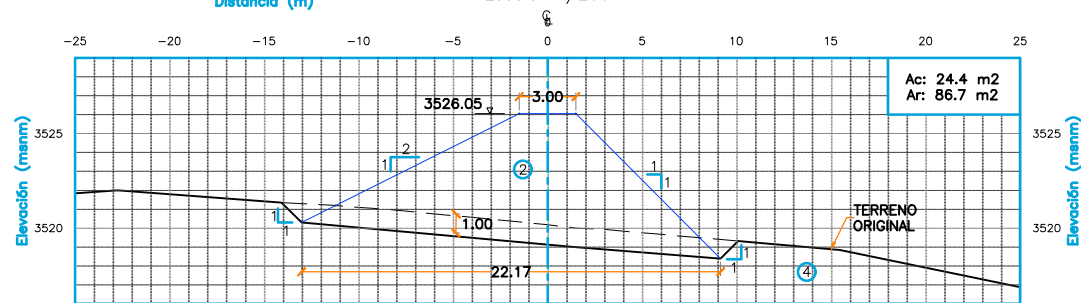
SECCION 0+400
Escala: 1/200



SECCION 0+380
Escala: 1/200



SECCION 0+360
Escala: 1/200



SECCION 0+340
Escala: 1/200

NOTAS TECNICAS

1. EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
2. SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
3. EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
4. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
5. EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
6. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
7. LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
8. LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
9. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACIÓN:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 19
- PLANO N° 20
- PLANO N° 21
- PLANO N° 22
- PLANO N° 24
- PLANO N° 25
- PLANO N° 26
- PLANO N° 27
- PLANO N° 28
- PLANO N° 29

NOTAS:

- 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/200



UNMSM

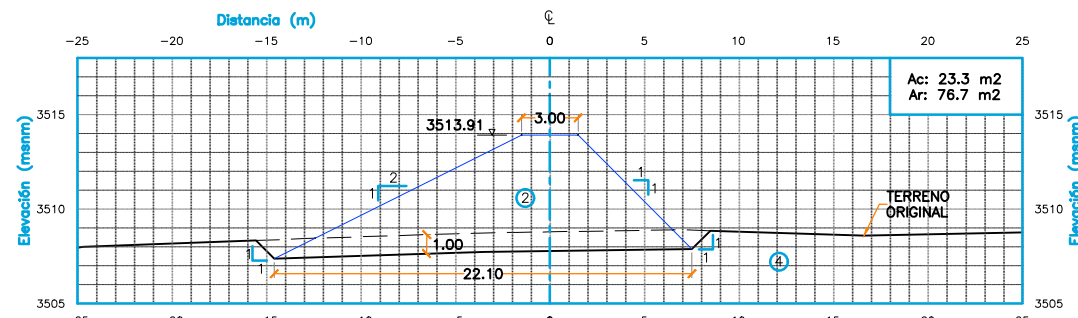
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

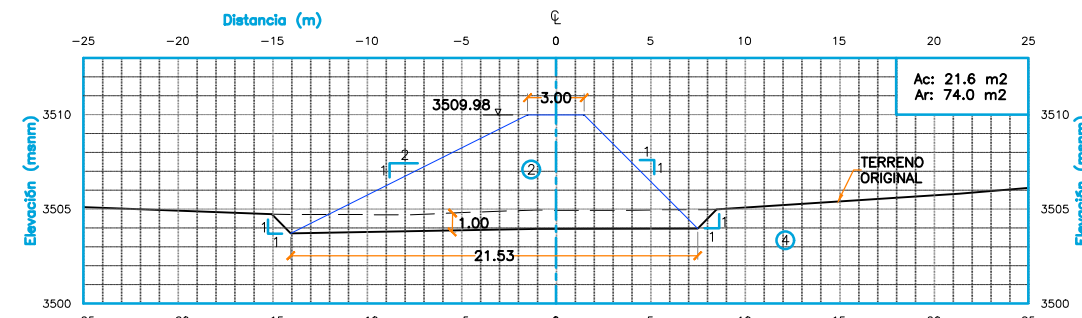
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

PRESA DE ARRANQUE
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+280 A PROG 0+400

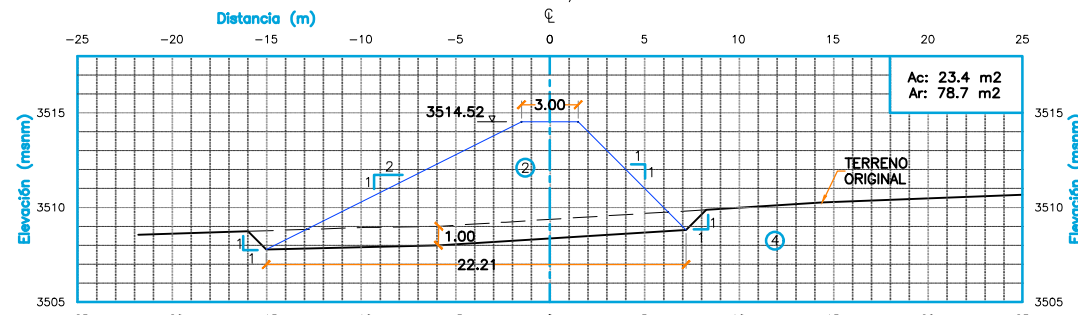
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.:	Escala:
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	PLANO N° 23	1:200
		Fecha:	JUNIO 2023



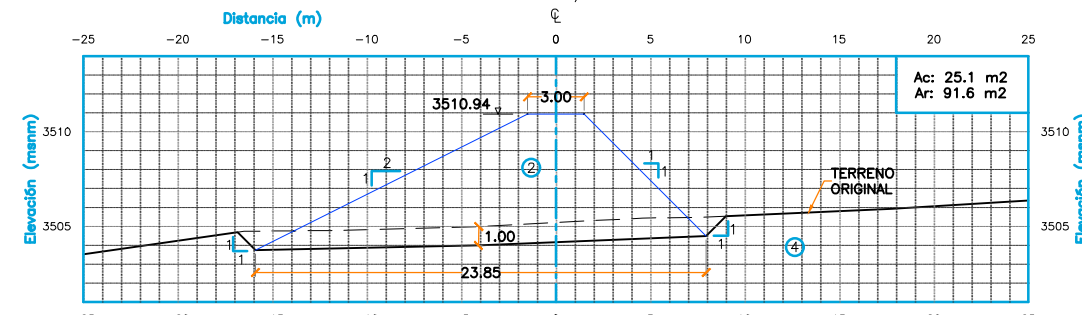
SECCION 0+480
Escala: 1/200



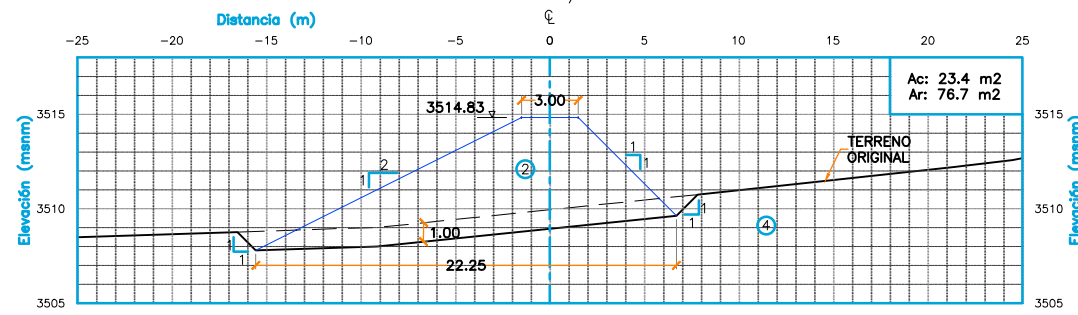
SECCION 0+520
Escala: 1/200



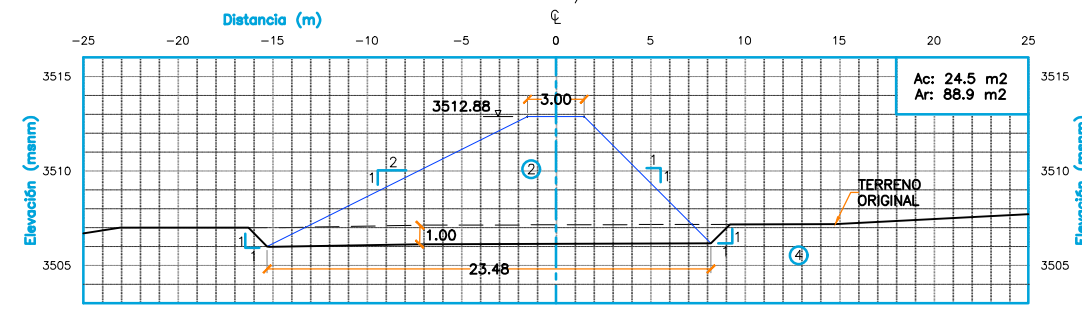
SECCION 0+440
Escala: 1/200



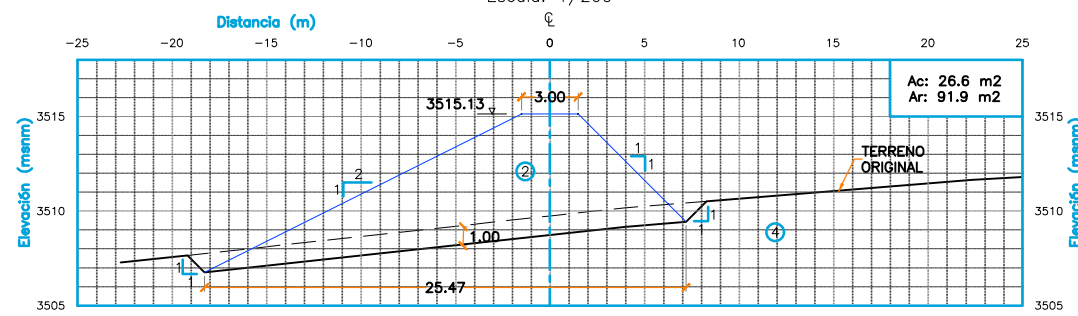
SECCION 0+500
Escala: 1/200



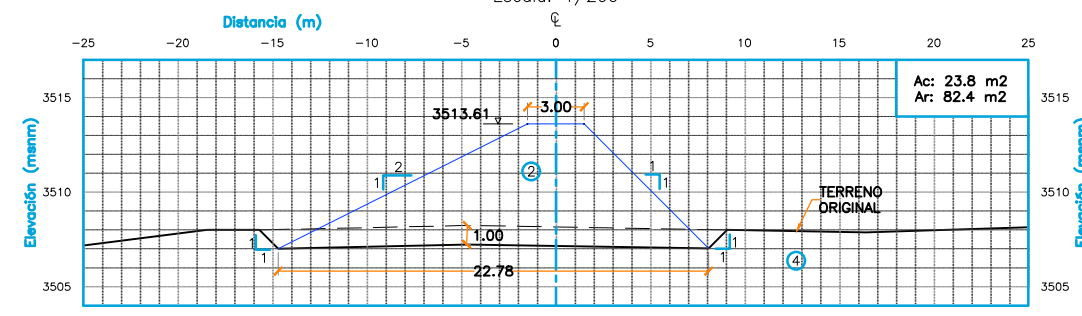
SECCION 0+430
Escala: 1/200



SECCION 0+480
Escala: 1/200



SECCION 0+420
Escala: 1/200



SECCION 0+470
Escala: 1/200

NOTAS TECNICAS

1. EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
2. SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
3. EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
4. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
5. EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
6. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
7. LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
8. LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
9. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

- ① RESIDUOS INERTES: LIMO ARENOSO
- ② PRESA DE ARRANQUE: GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
- ④ CIMENTACIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 19
- PLANO N° 20
- PLANO N° 21
- PLANO N° 22
- PLANO N° 23
- PLANO N° 25
- PLANO N° 26
- PLANO N° 27
- PLANO N° 28
- PLANO N° 29

NOTAS:

- 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/200



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

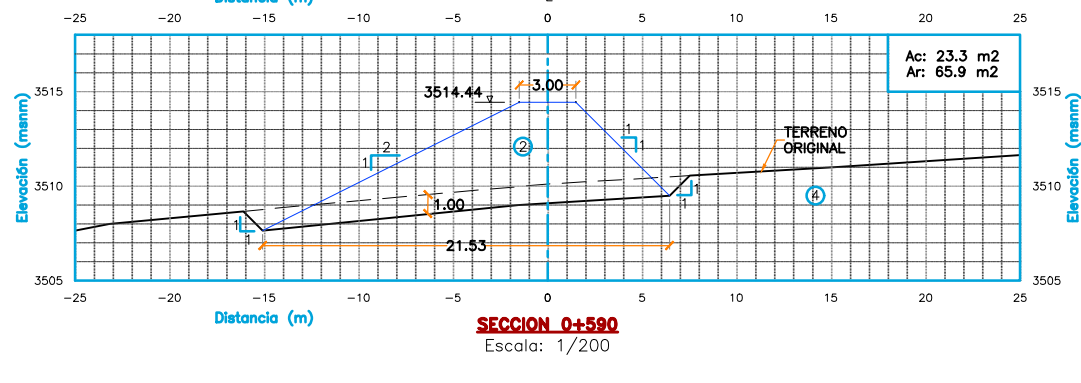
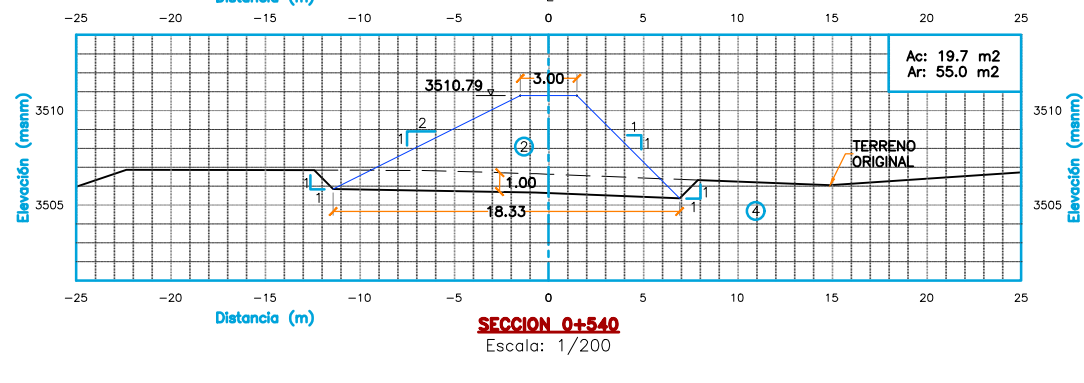
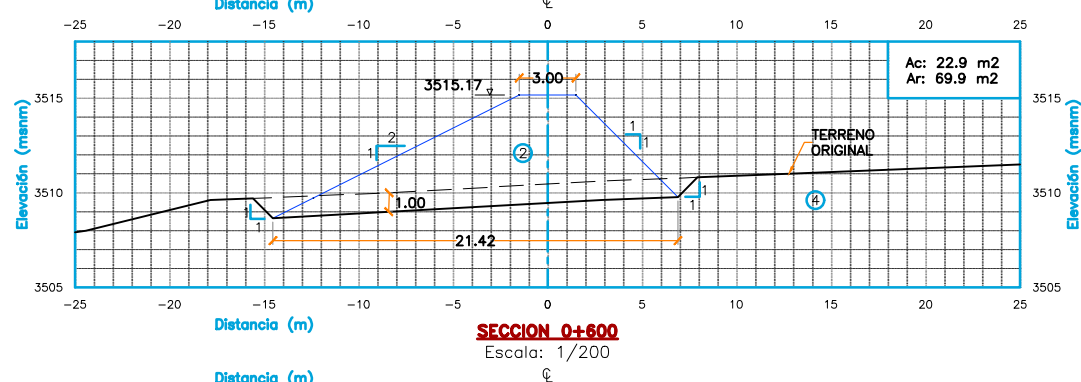
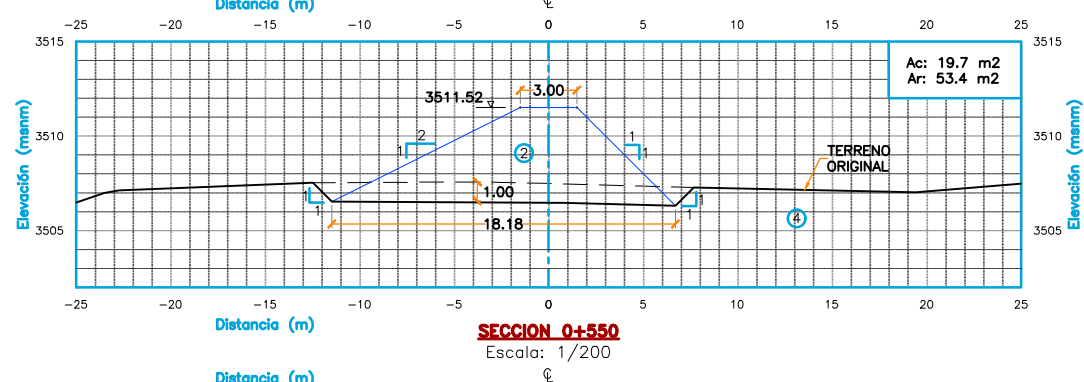
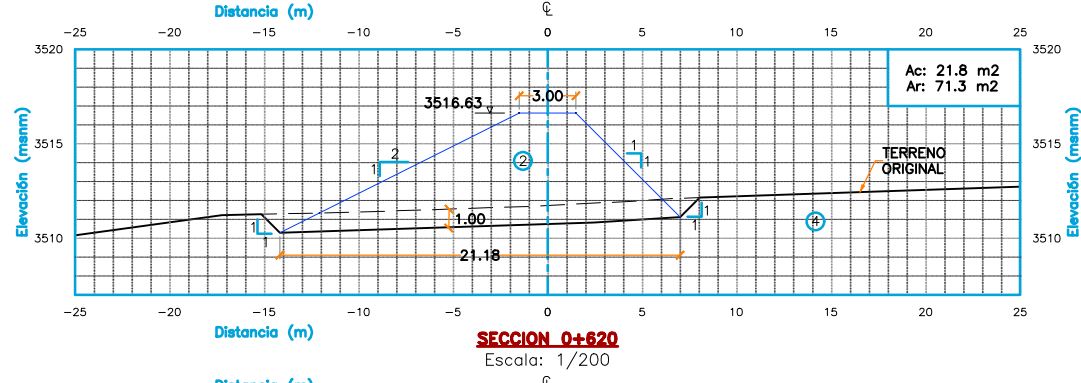
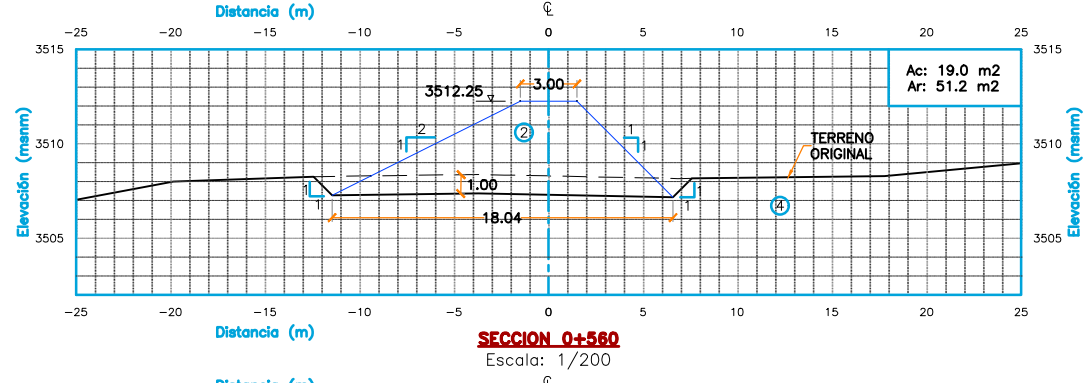
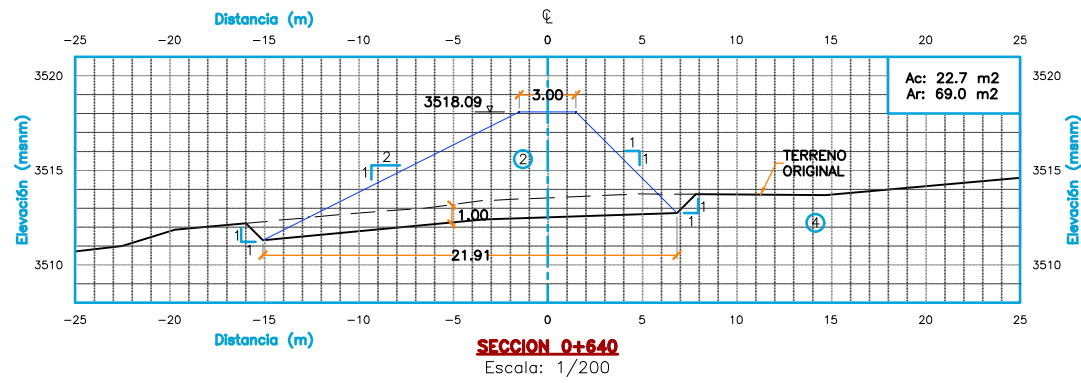
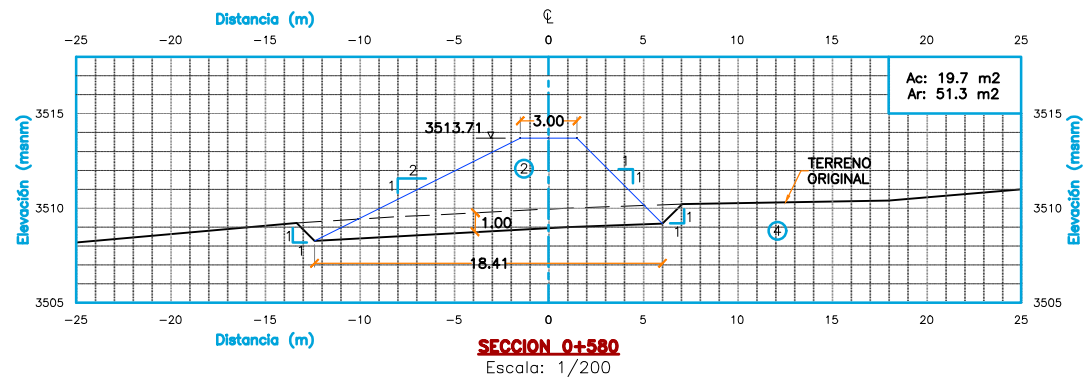
PRESA DE ARRANQUE
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+420 A PROG 0+520

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 24**

Escala: 1:200
Fecha: JUNIO 2023



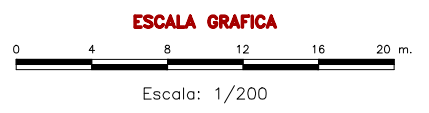
- NOTAS TECNICAS**
- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
 - SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
 - EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTADICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
 - EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
 - LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
 - LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
 - CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACIÓN:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 19
 - PLANO N° 20
 - PLANO N° 21
 - PLANO N° 22
 - PLANO N° 23
 - PLANO N° 24
 - PLANO N° 26
 - PLANO N° 27
 - PLANO N° 28
 - PLANO N° 29

- NOTAS:**
- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



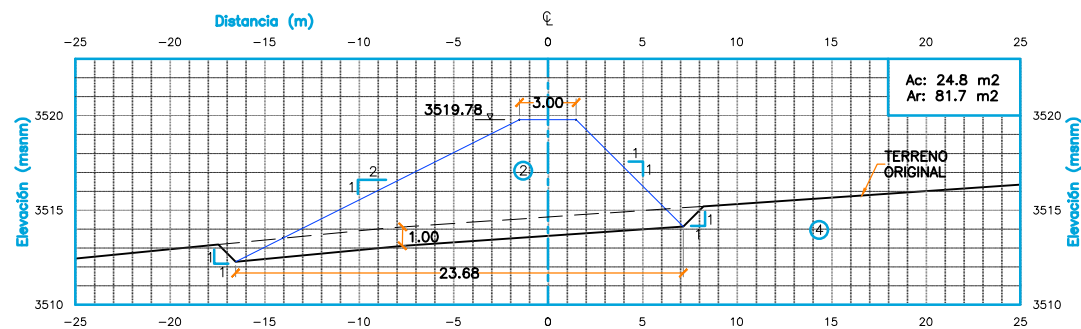
UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

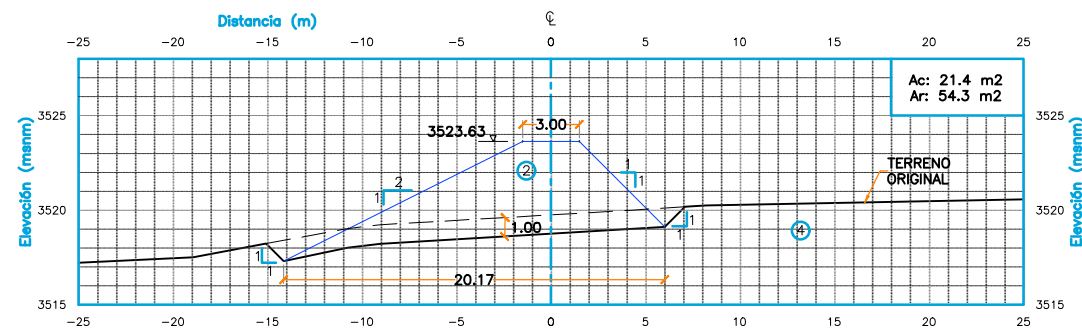
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano: **PRESA DE ARRANQUE SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+540 A PROG 0+640**

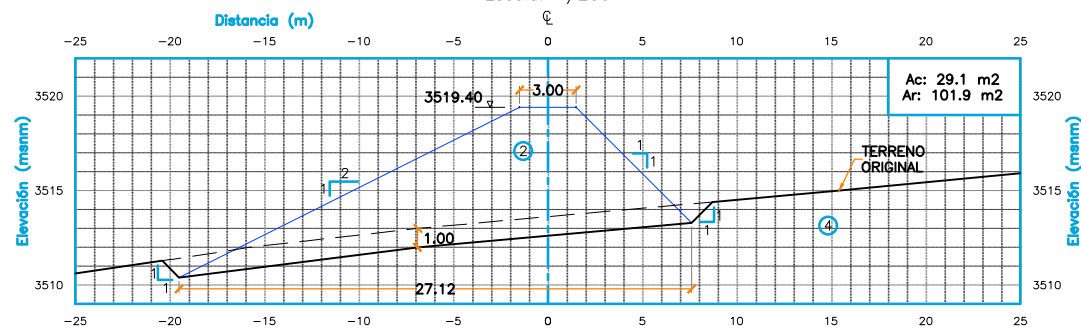
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.:	Escala: 1:200
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	PLANO N° 25	Fecha: JUNIO 2023



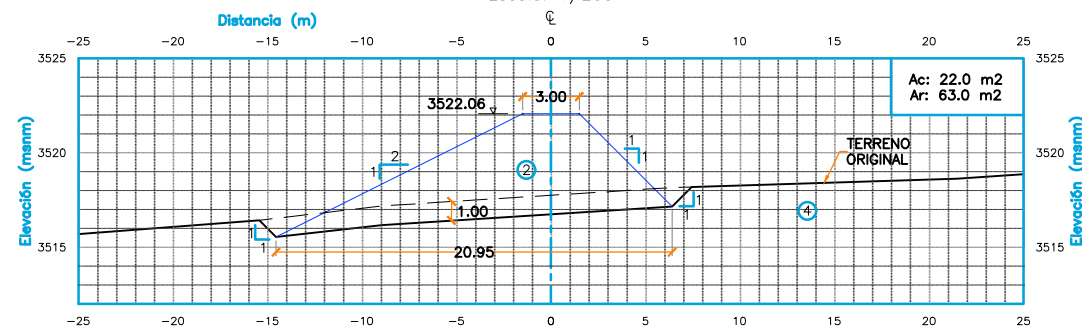
SECCION 0+700
Escala: 1/200



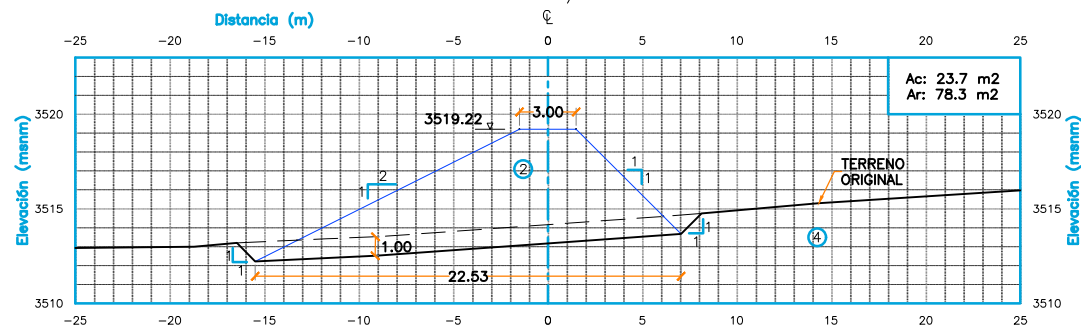
SECCION 0+760
Escala: 1/200



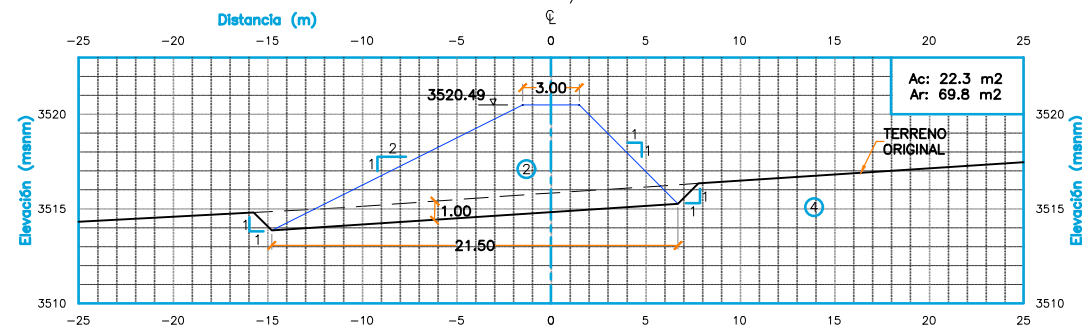
SECCION 0+680
Escala: 1/200



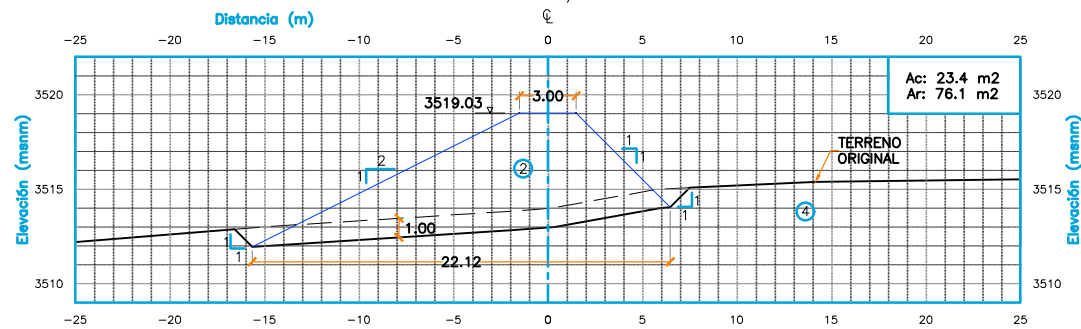
SECCION 0+740
Escala: 1/200



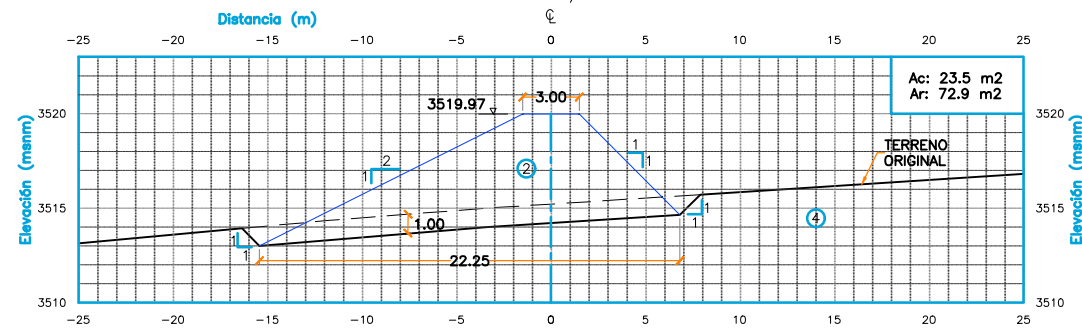
SECCION 0+670
Escala: 1/200



SECCION 0+720
Escala: 1/200



SECCION 0+660
Escala: 1/200



SECCION 0+710
Escala: 1/200

NOTAS TECNICAS

1. EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
2. SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
3. EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
4. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTADICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
5. EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
6. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
7. LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
8. LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
9. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACIÓN:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 19
- PLANO N° 20
- PLANO N° 21
- PLANO N° 22
- PLANO N° 23
- PLANO N° 24
- PLANO N° 25
- PLANO N° 27
- PLANO N° 28
- PLANO N° 29

NOTAS:

- 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/200



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

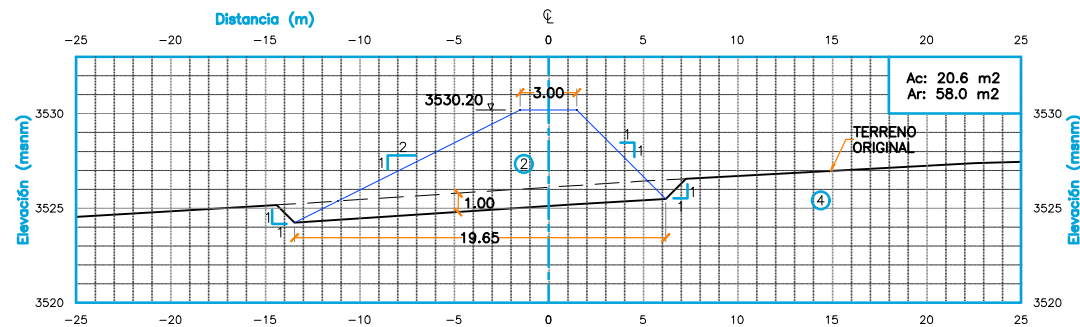
PRESA DE ARRANQUE
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+660 A PROG 0+760

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

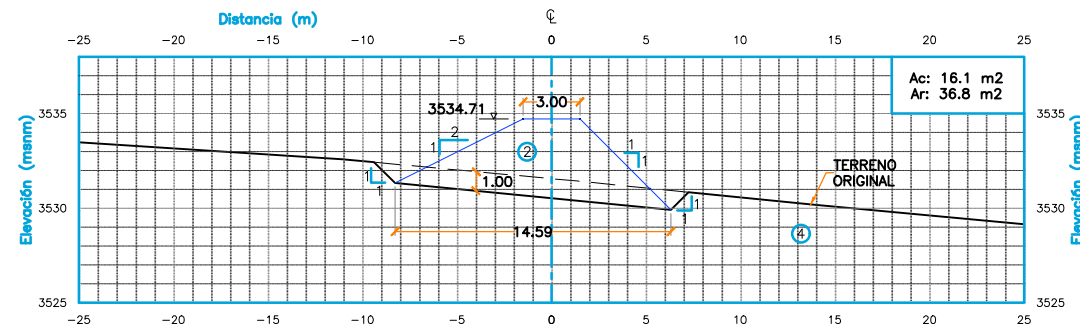
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 26**

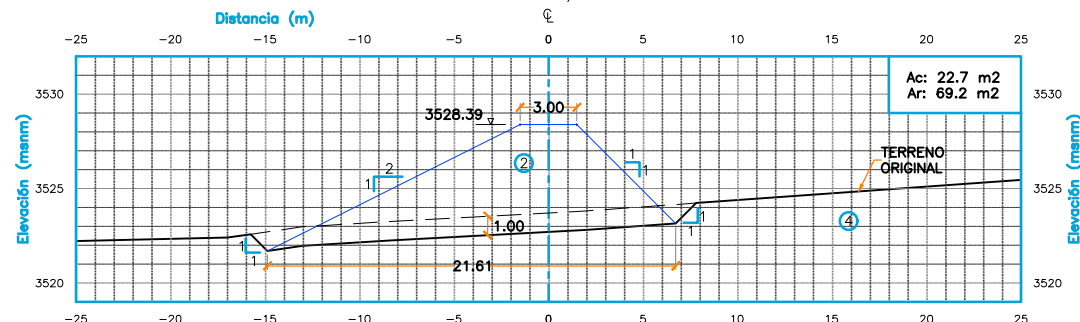
Escala: 1:200
Fecha: JUNIO 2023



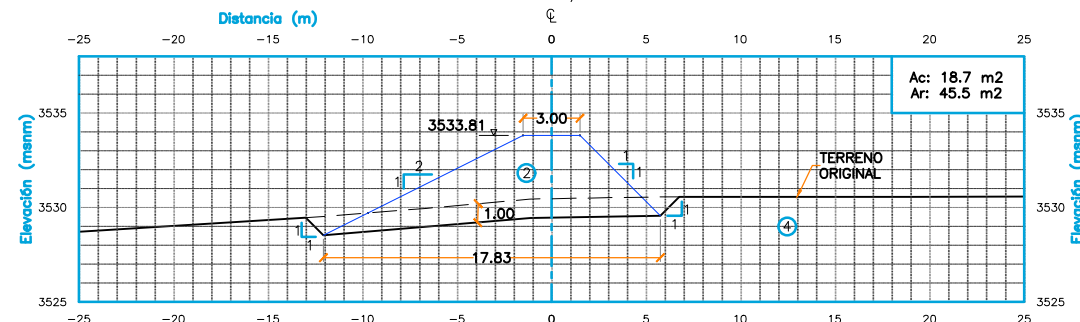
SECCION 0+840
Escala: 1/200



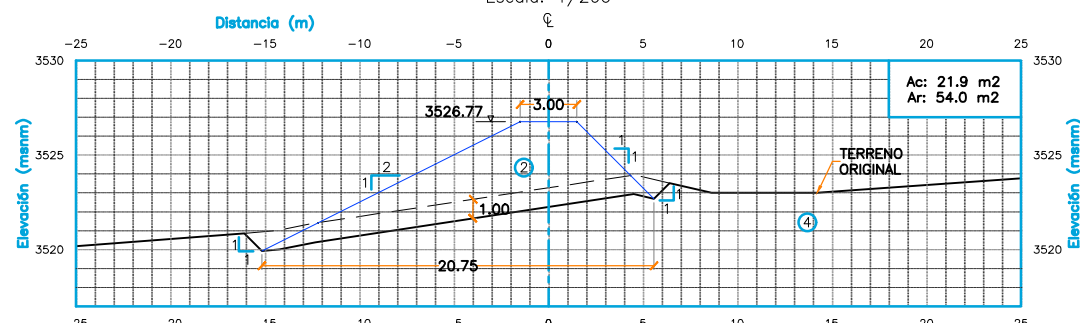
SECCION 0+890
Escala: 1/200



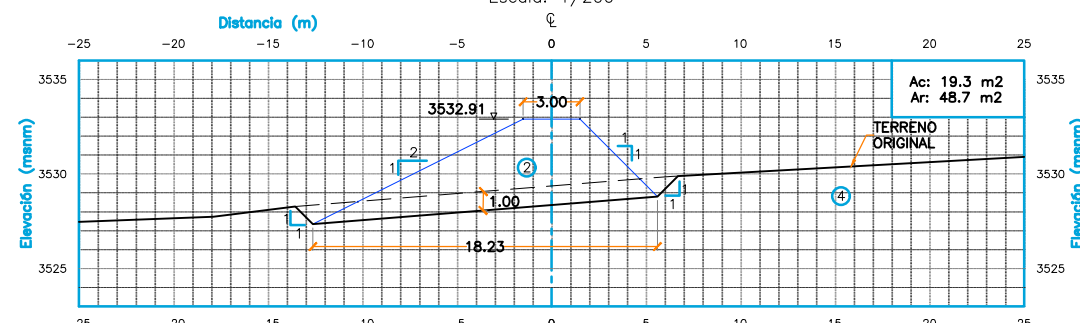
SECCION 0+820
Escala: 1/200



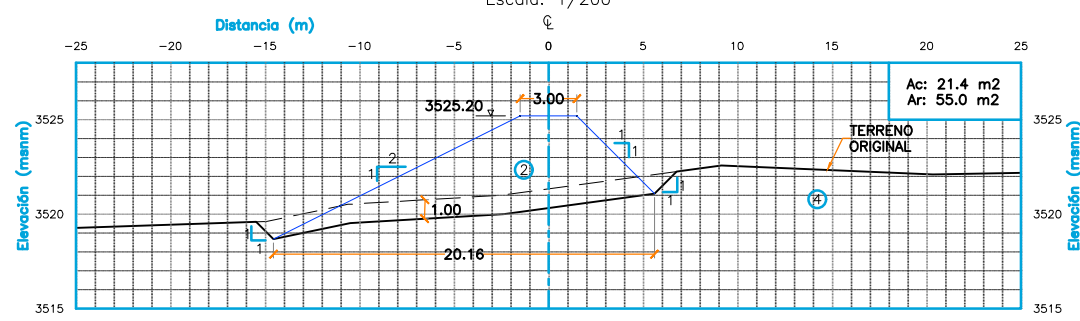
SECCION 0+880
Escala: 1/200



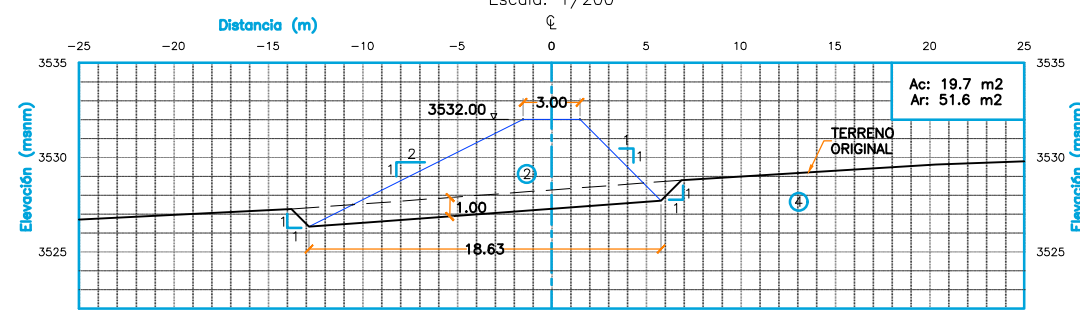
SECCION 0+800
Escala: 1/200



SECCION 0+870
Escala: 1/200



SECCION 0+780
Escala: 1/200



SECCION 0+860
Escala: 1/200

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

- ① RESIDUOS INERTES: LIMO ARENOSO
- ② PRESA DE ARRANQUE: GRAVA LIMOSA
GRAVA ARCILLOSA
- ④ CIMENTACIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA
ARCILLA LIMOSA

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 19
- PLANO N° 20
- PLANO N° 21
- PLANO N° 22
- PLANO N° 23
- PLANO N° 24
- PLANO N° 25
- PLANO N° 26
- PLANO N° 28
- PLANO N° 29

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/200



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano:

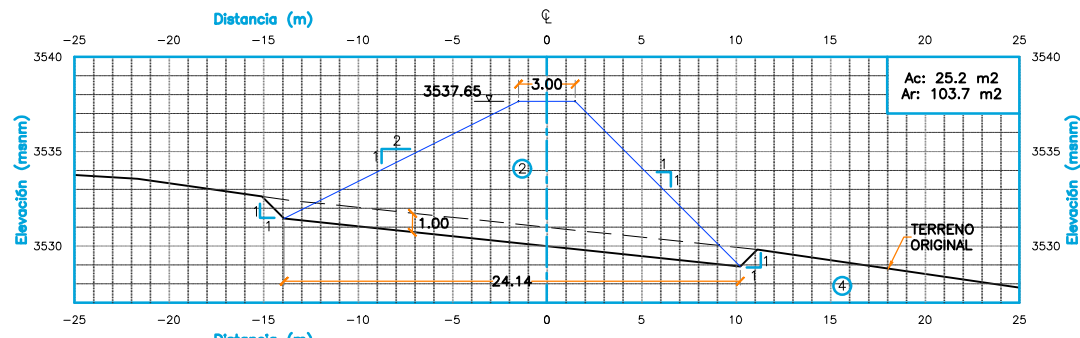
PRESA DE ARRANQUE
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+780 A PROG 0+890

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

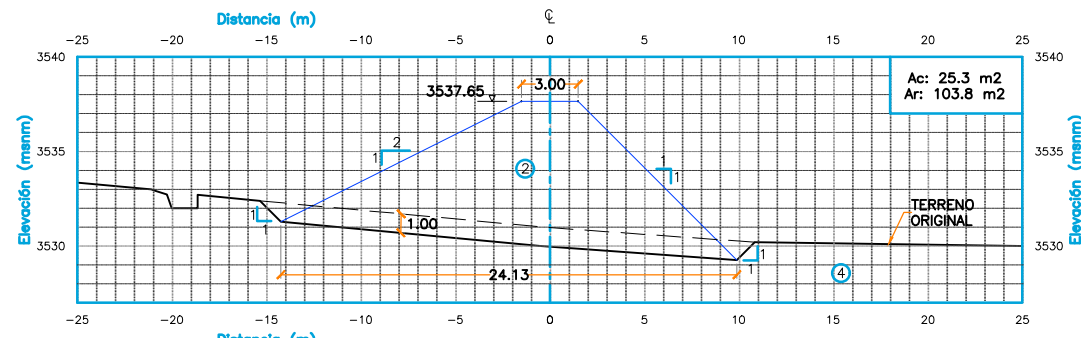
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 27**

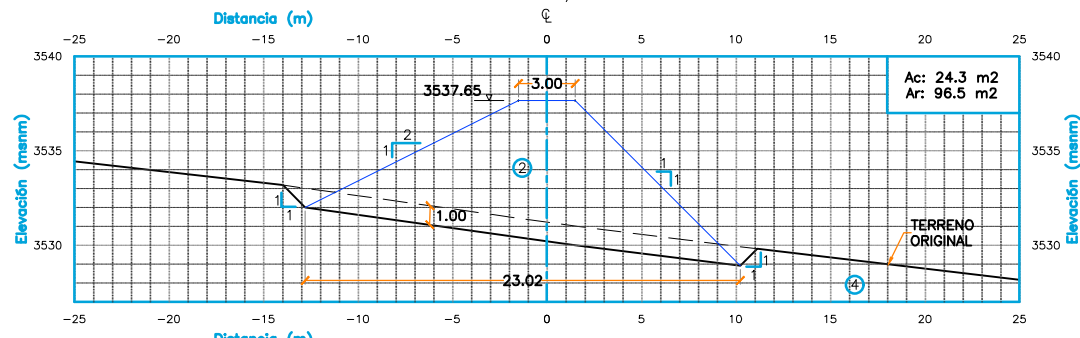
Escala: 1:200
Fecha: JUNIO 2023



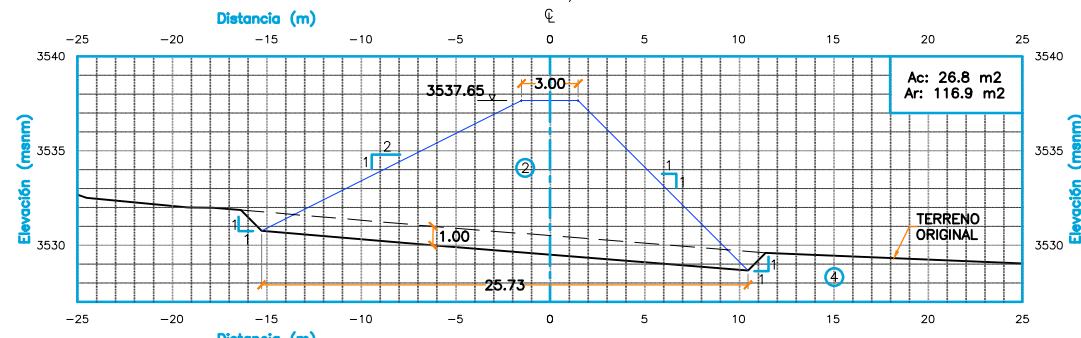
SECCION 0+960
Escala: 1/200



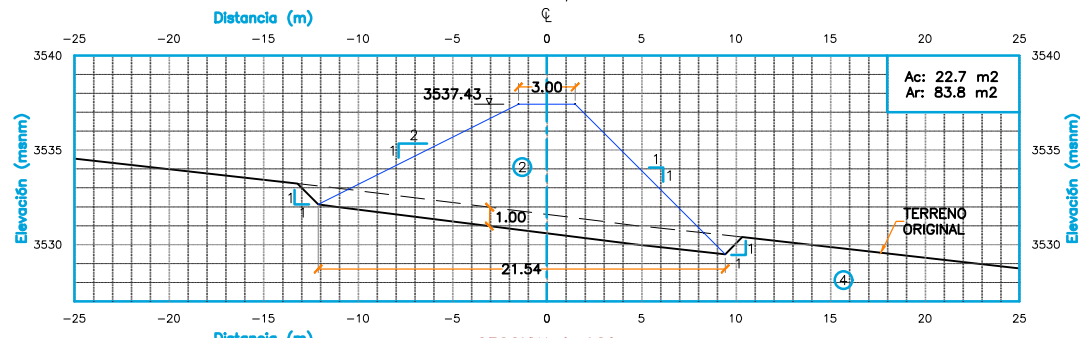
SECCION 1+020
Escala: 1/200



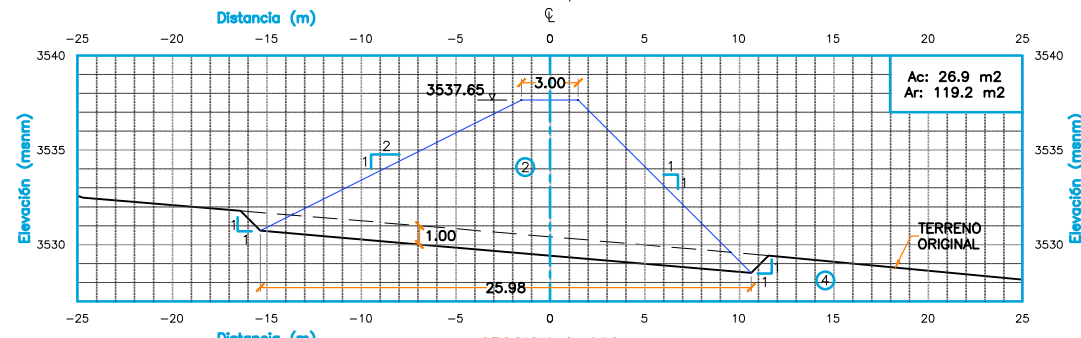
SECCION 0+940
Escala: 1/200



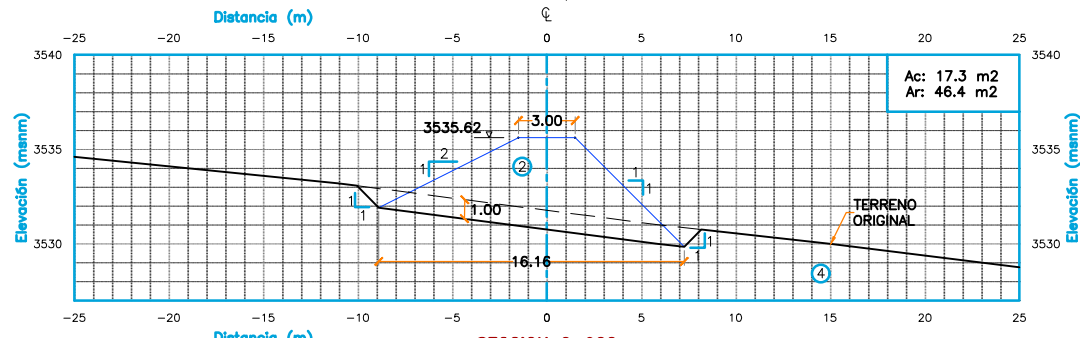
SECCION 1+000
Escala: 1/200



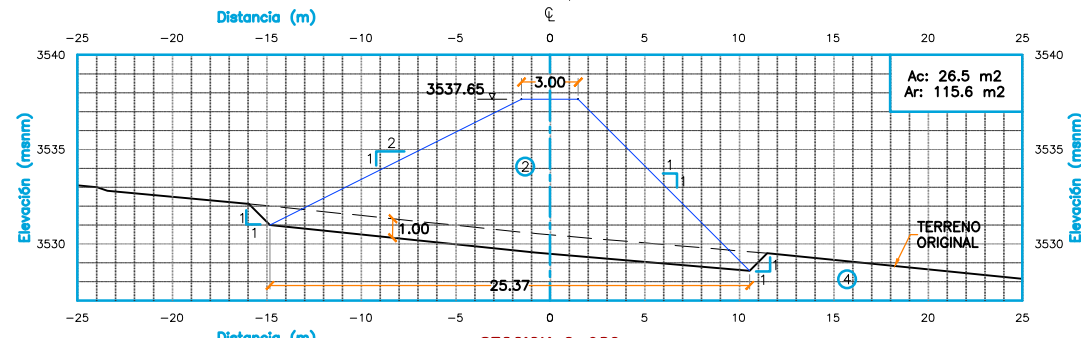
SECCION 0+920
Escala: 1/200



SECCION 0+990
Escala: 1/200



SECCION 0+900
Escala: 1/200



SECCION 0+980
Escala: 1/200

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTADICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

- ① RESIDUOS INERTES: LIMO ARENOSO
- ② PRESA DE ARRANQUE: GRAVA LIMOSA
GRAVA ARCILLOSA
- ④ CIMENTACIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA
ARCILLA LIMOSA

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 19
- PLANO N° 20
- PLANO N° 21
- PLANO N° 22
- PLANO N° 23
- PLANO N° 24
- PLANO N° 25
- PLANO N° 26
- PLANO N° 27
- PLANO N° 29

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/200



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

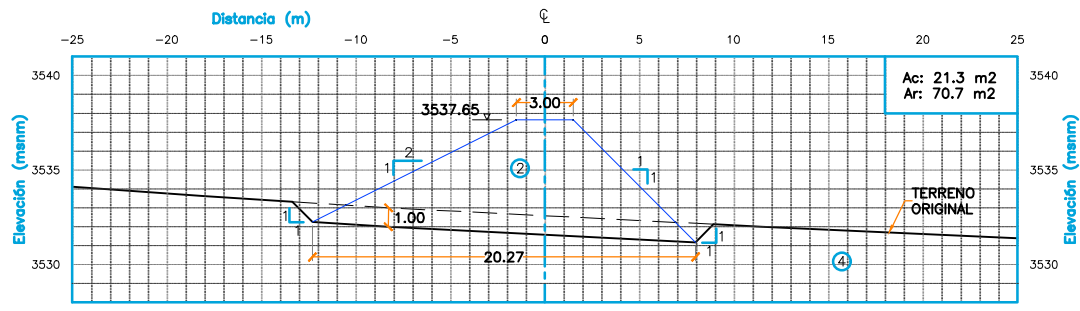
Plano: **PRESA DE ARRANQUE**
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+900 A PROG 1+020

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

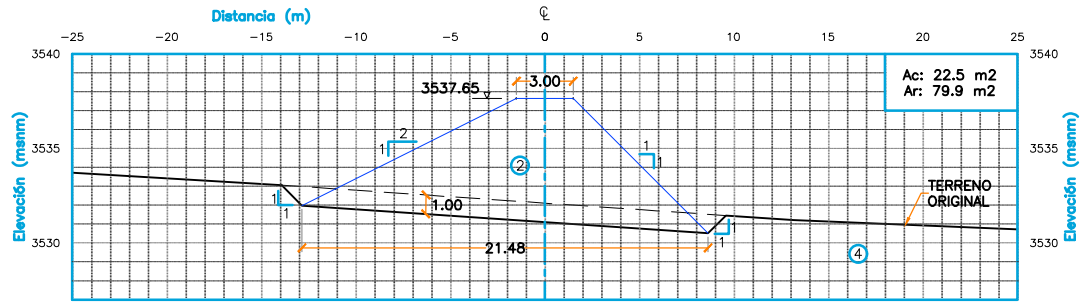
Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 28**

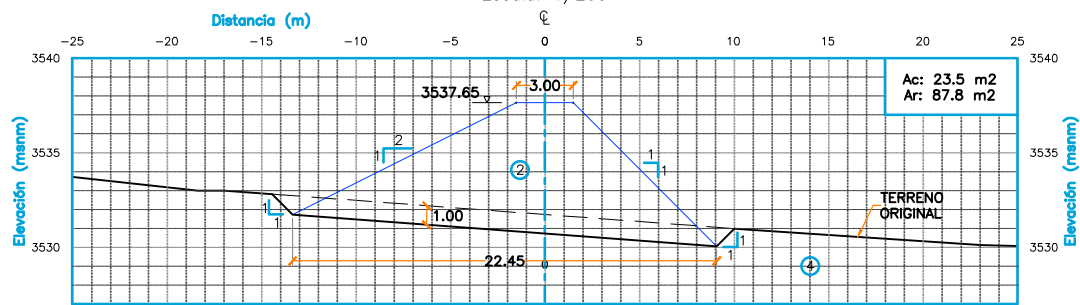
Escala: 1:200
Fecha: JUNIO 2023



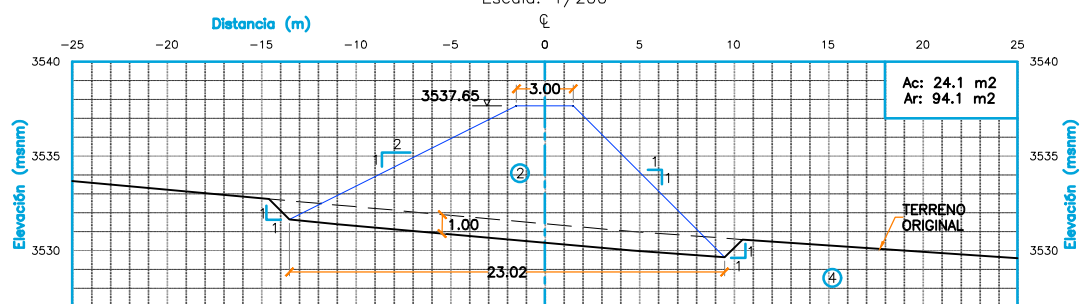
SECCION 1+100
Escala: 1/200



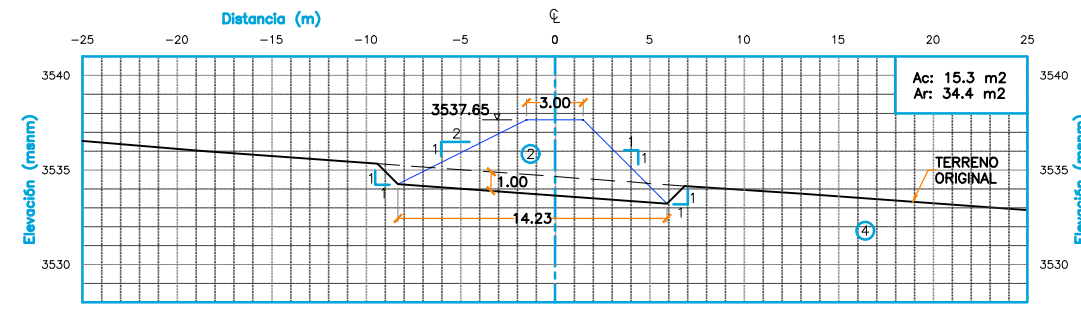
SECCION 1+080
Escala: 1/200



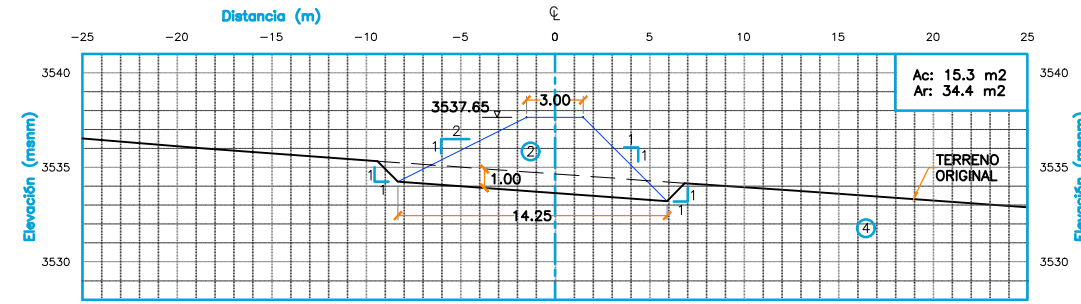
SECCION 1+060
Escala: 1/200



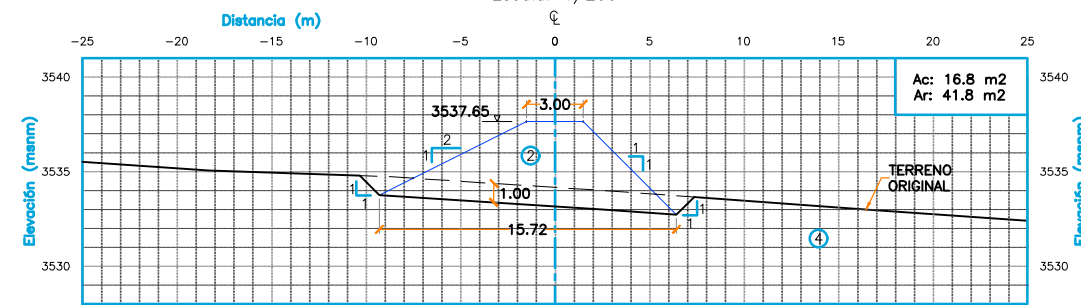
SECCION 1+040
Escala: 1/200



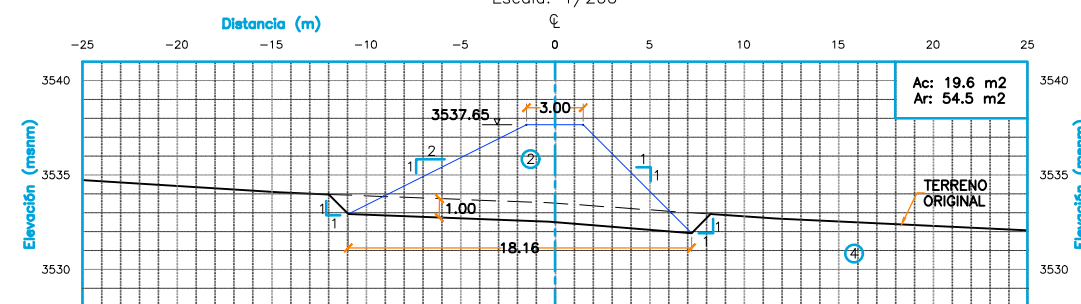
SECCION 1+160.14
Escala: 1/200



SECCION 1+160
Escala: 1/200



SECCION 1+140
Escala: 1/200



SECCION 1+120
Escala: 1/200

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACIÓN:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

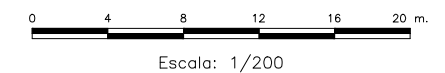
PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 19
- PLANO N° 20
- PLANO N° 21
- PLANO N° 22
- PLANO N° 23
- PLANO N° 24
- PLANO N° 25
- PLANO N° 26
- PLANO N° 27
- PLANO N° 28

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

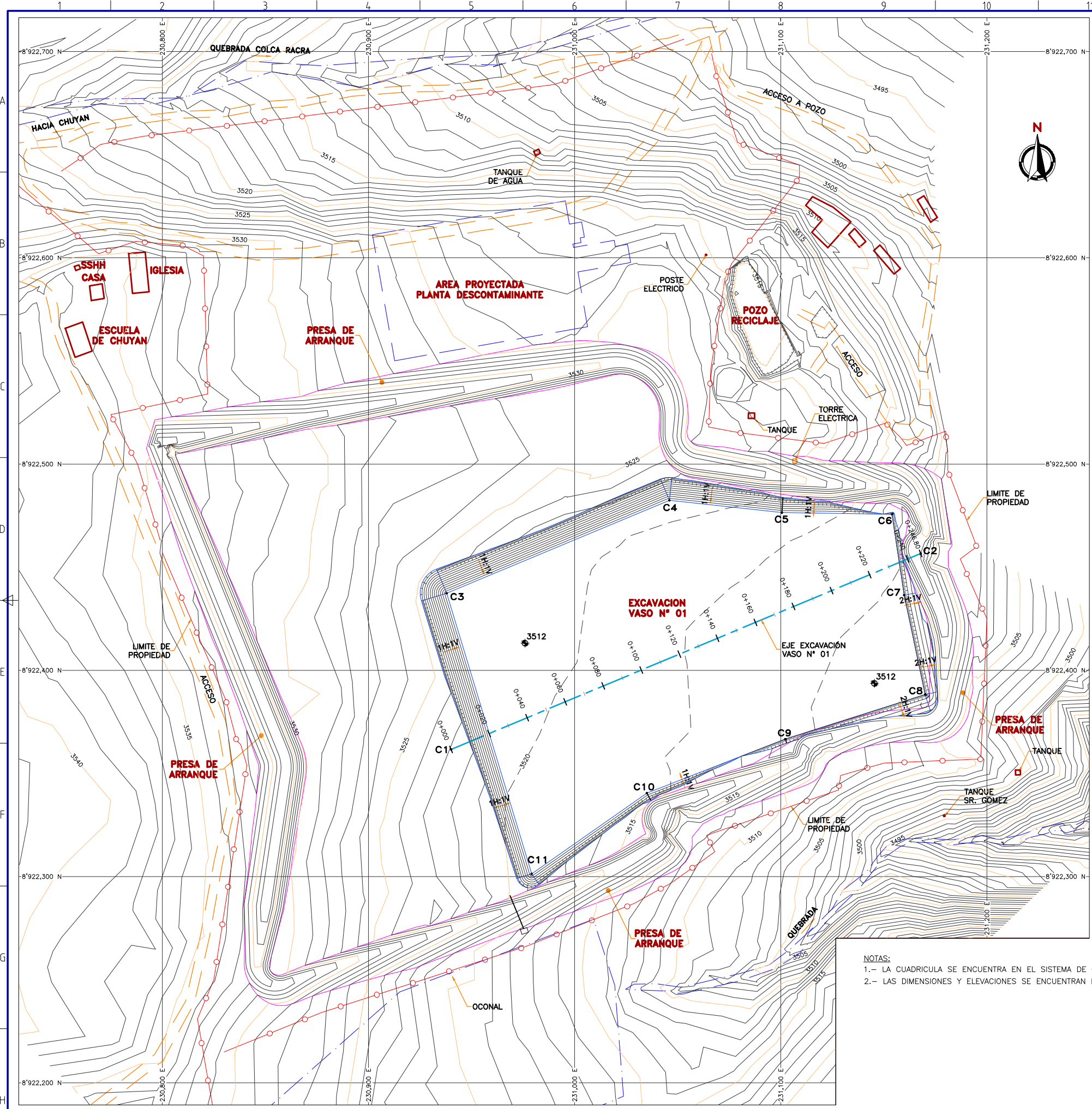
Plano: **PRESA DE ARRANQUE**
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 1+040 A PROG 1+160.14

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 29**

Escala: 1:200
Fecha: JUNIO 2023



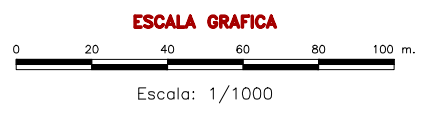
CARACTERISTICAS DE LA EXCAVACION VASO N° 01

NIVEL FONDO DE VASO	: 3512 msnm
TALUD DE CORTE	: 1H:1V
TALUD DE RELLENO	: 2H:1V
VOLUMEN DE CORTE	: 134,868 m3
VOLUMEN DE RELLENO	: 12,926 m3

CUADRO DE COORDENADAS

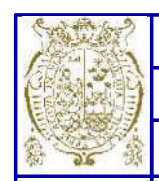
PUNTO	ESTE	NORTE
C1	230,940.06	8'922,361.64
C2	231,167.84	8'922,456.65
C3	230,837.92	8'922,437.35
C4	231,045.96	8'922,482.42
C5	231,100.56	8'922,476.47
C6	231,153.94	8'922,475.70
C7	231,159.85	8'922,436.50
C8	231,170.03	8'922,388.27
C9	231,102.20	8'922,366.66
C10	231,035.01	8'922,340.48
C11	230,979.13	8'922,301.33

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
ESCALA: 1/1,000

PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 31
 PLANO N° 32



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

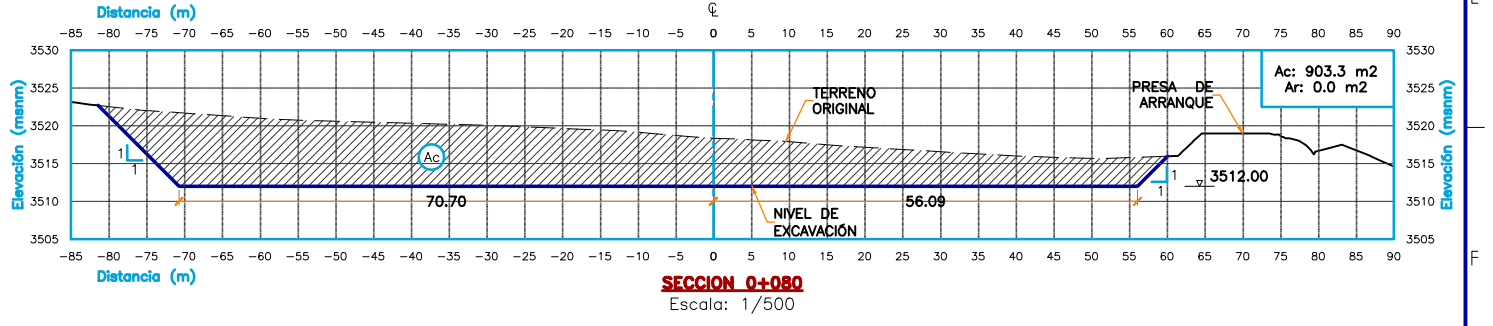
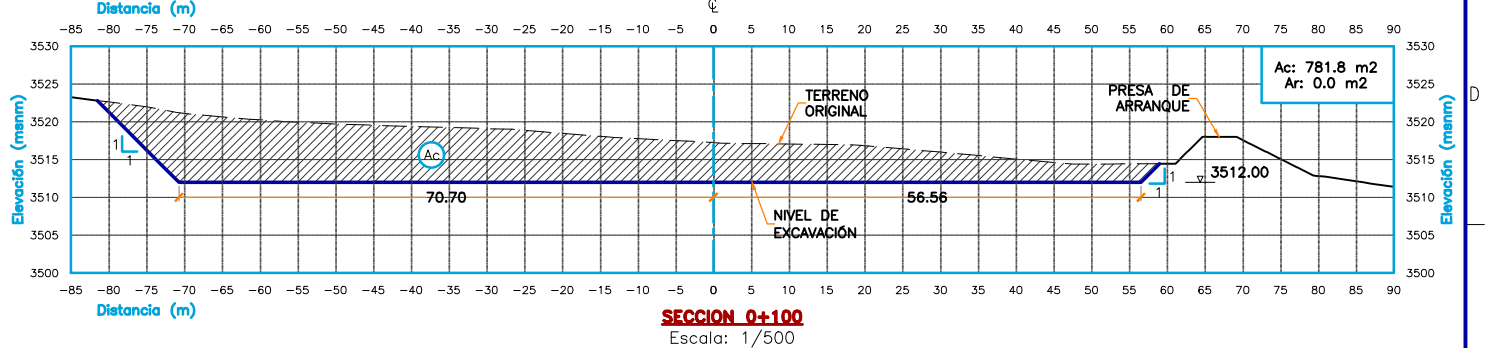
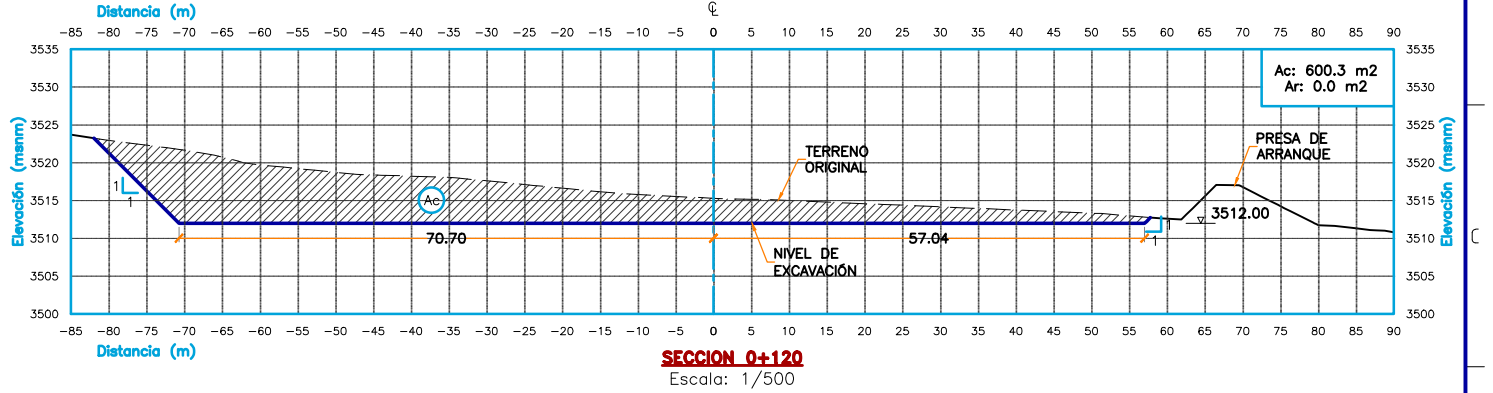
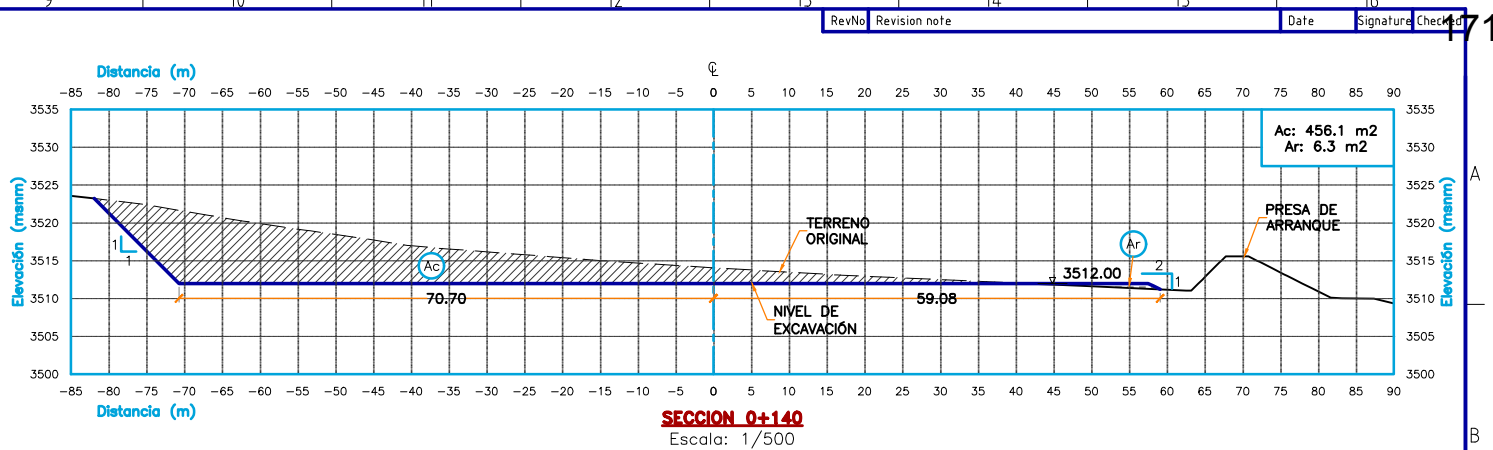
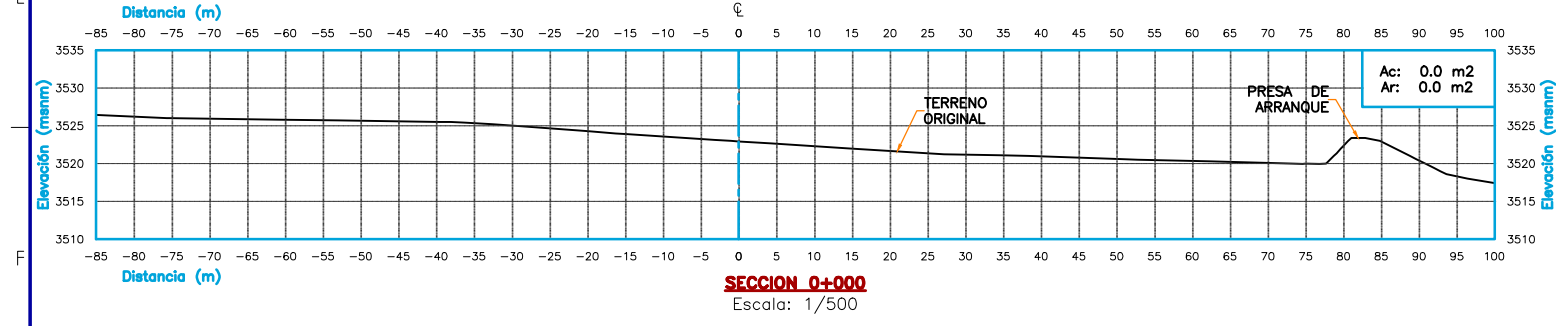
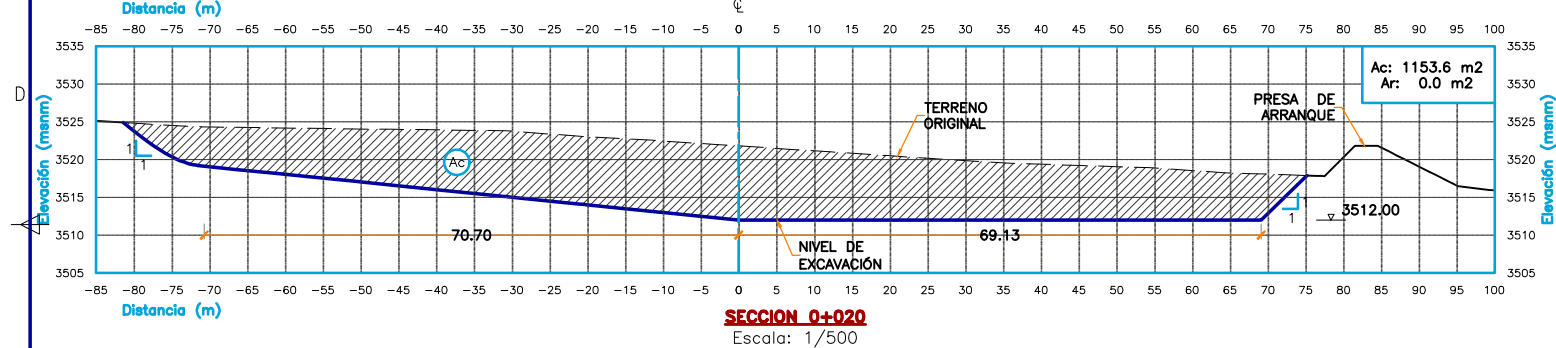
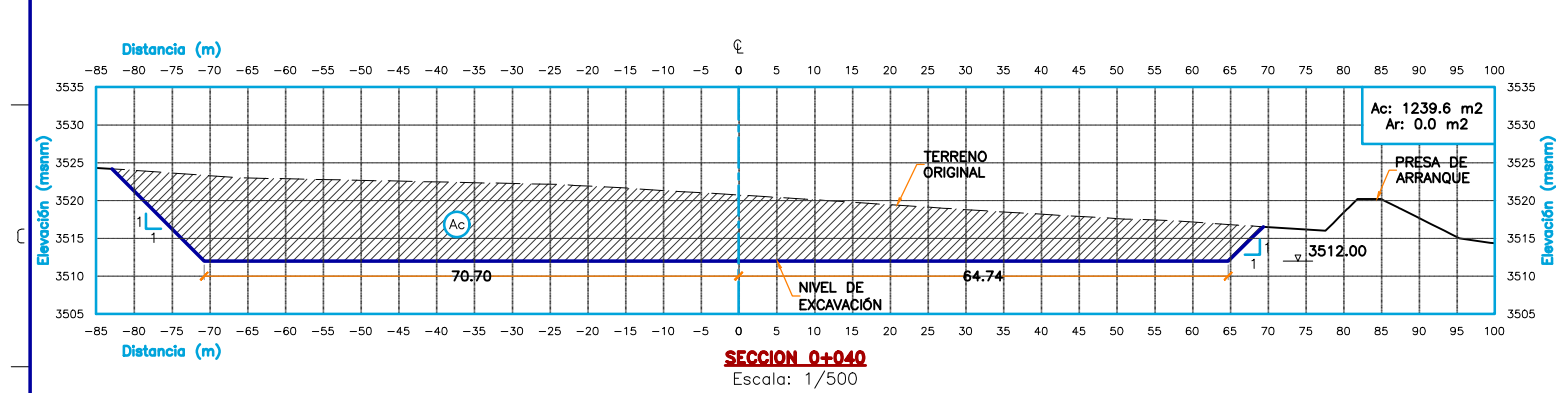
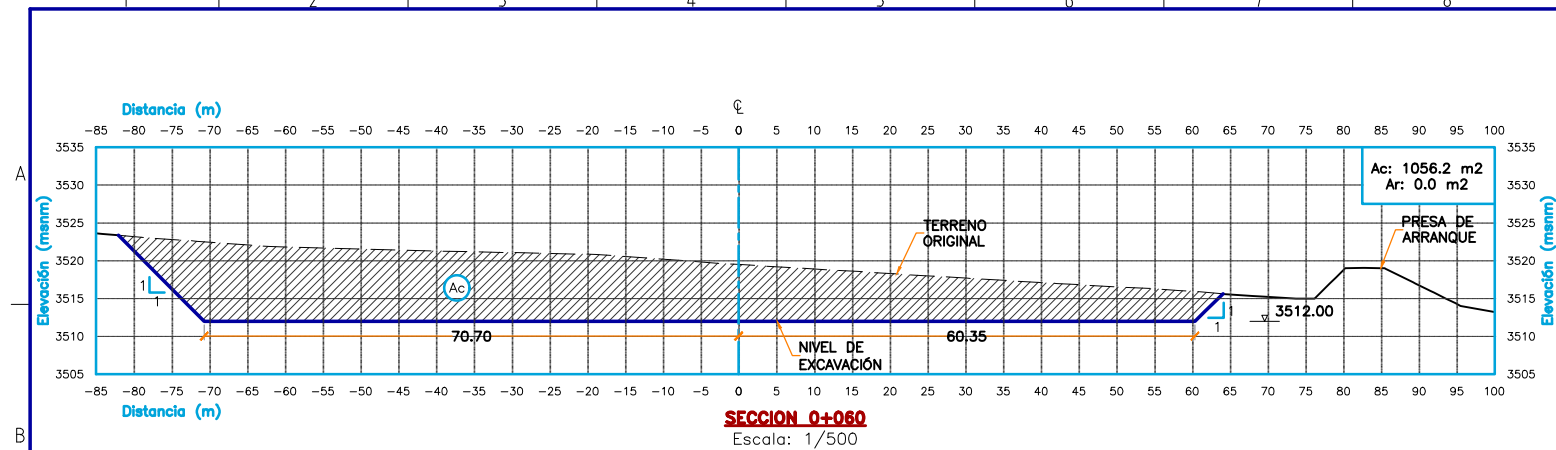
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM

EXCAVACION VASO N° 01
PLANTA

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 30	Escala: 1:1,000
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



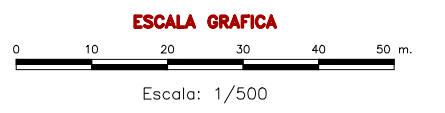
NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL RELLENO DEL VASO 1 SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES DE RELLENO Y CIMENTACION DEL VASO 1 SERA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL RELLENO Y CIMENTACION DEL VASO 1 (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

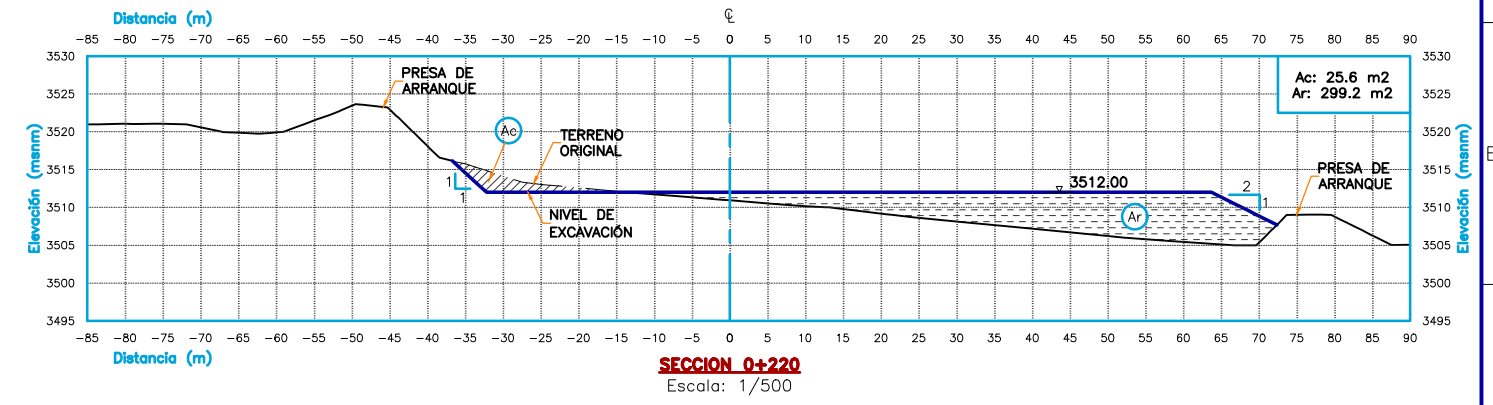
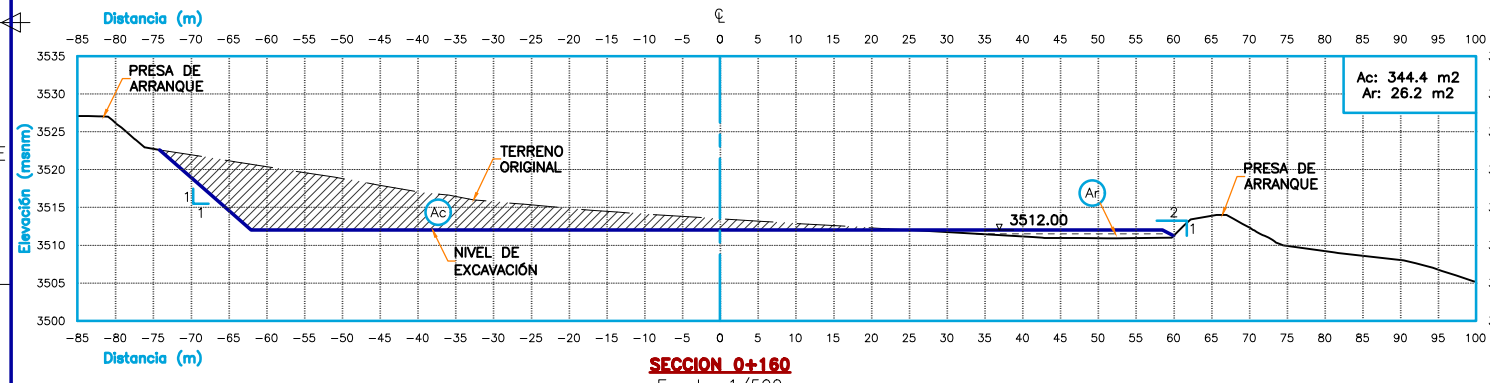
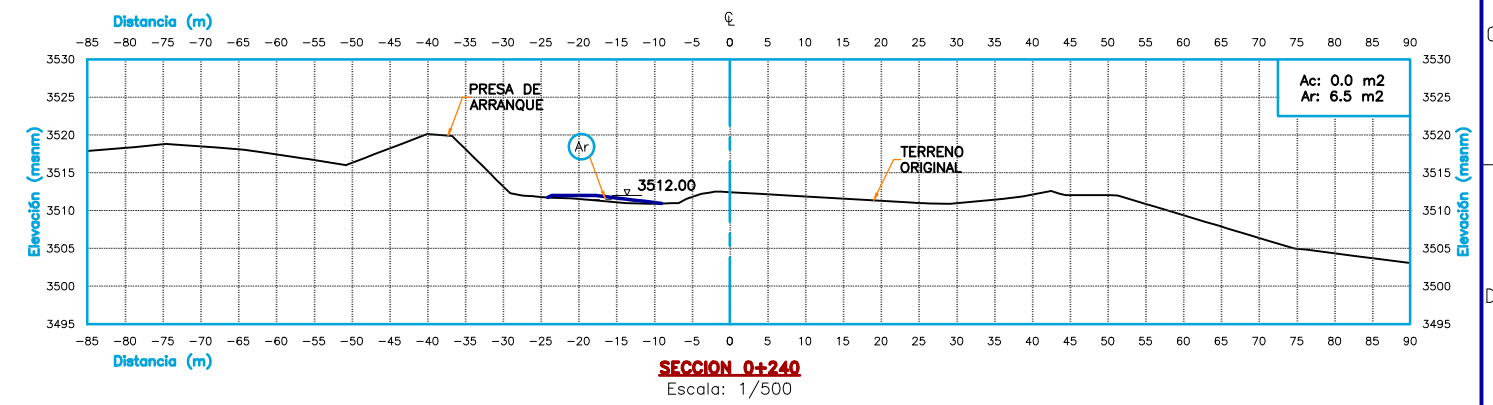
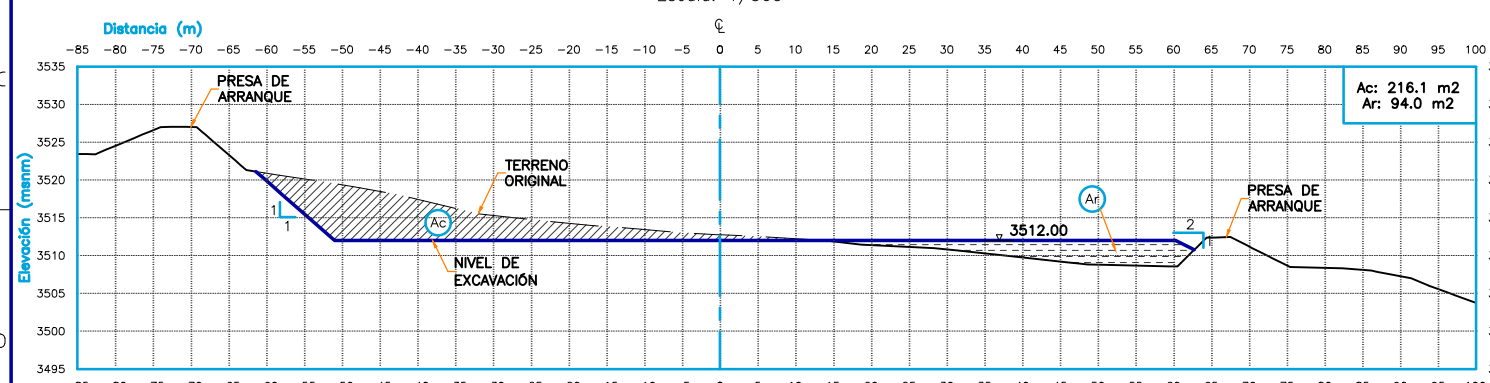
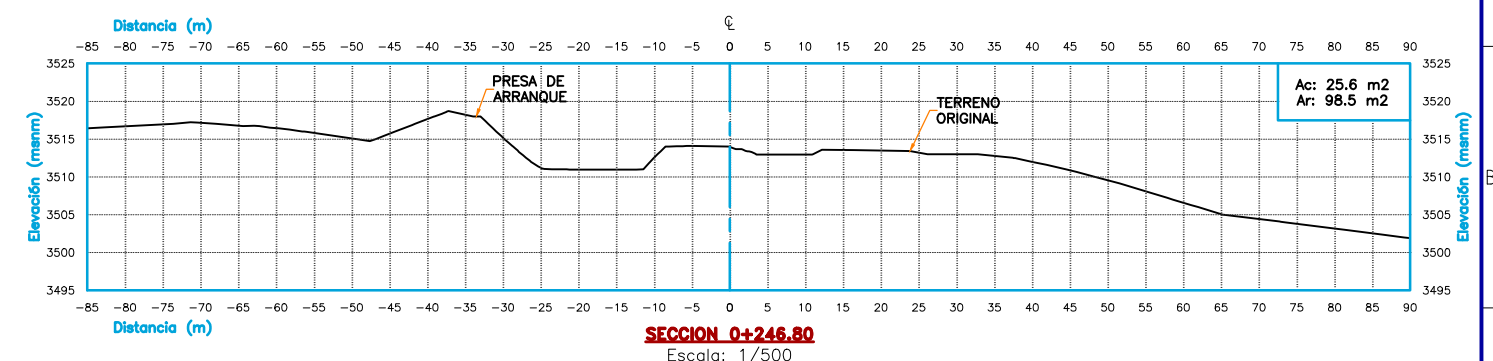
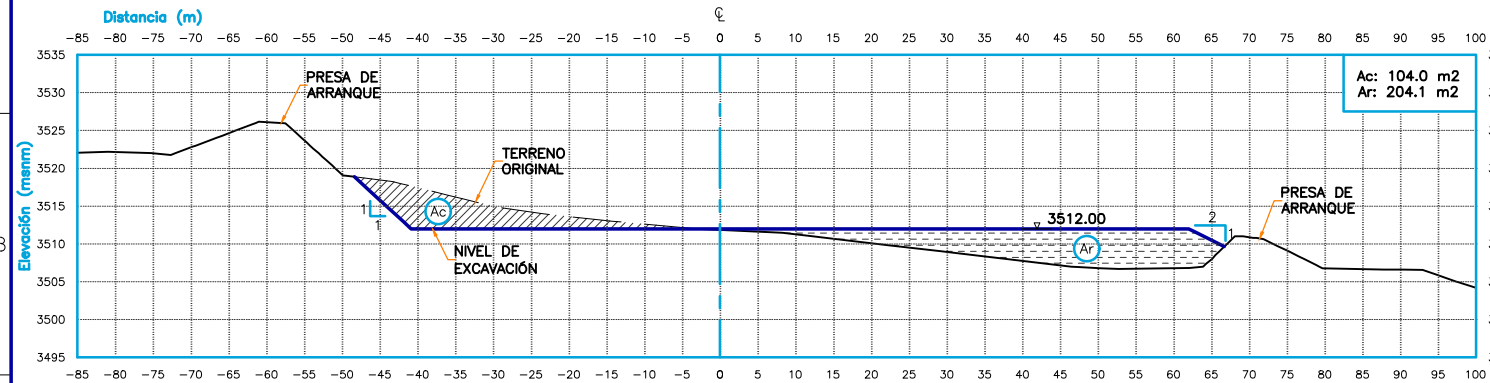


PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 30
PLANO N° 32

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



<p>UNMSM</p>	<p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</p> <p align="center">FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA</p> <p align="center">UNIDAD DE POSTGRADO</p>	
	<p align="center">Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH</p>	
	<p align="center">EXCAVACION VASO N° 01</p> <p align="center">SECCIONES TRANSVERSALES</p> <p align="center">PROG. 0+000 A PROG 0+140</p>	
<p>Elaboró: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p> <p>Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p> <p>Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Plano No. PLANO N° 31</p> <p>Escala: 1:500</p> <p>Fecha: JUNIO 2023</p>



- NOTAS TECNICAS**
- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
 - SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
 - EL RELLENO DEL VASO 1 SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL GRAVO LIMOSO / GRAVO ARCILLOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES DE RELLENO Y CIMENTACION DEL VASO 1 SERA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
 - EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL RELLENO Y CIMENTACION DEL VASO 1 (GRAVA LIMOSA/GRAVA ARCILLOSA) DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
 - LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
 - CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

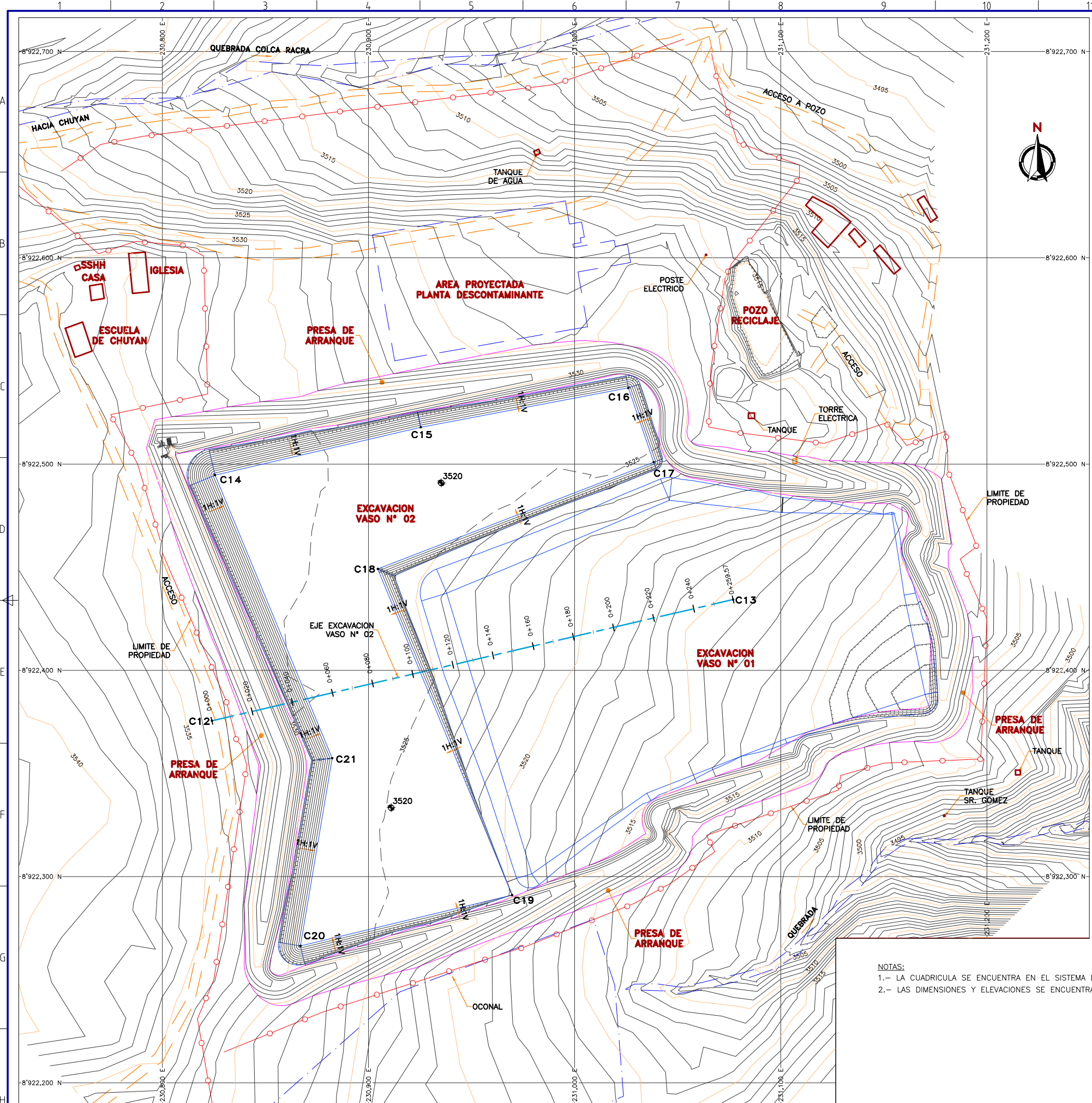
	AREA DE CORTE
	AREA DE RELLENO

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 30
 PLANO N° 31

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
	Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH		
UNMSM	EXCAVACION VASO N° 01 SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+160 A PROG 0+246.80		Plano No. PLANO N° 32
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 32	Escala: 1:500
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS		Fecha: JUNIO 2023



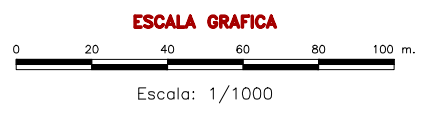
CARACTERISTICAS DE LA EXCAVACION VASO N° 02

NIVEL FONDO DE VASO	: 3520 msnm
TALUD DE CORTE	: 1H:1V
TALUD DE RELLENO	: 2H:1V
VOLUMEN DE CORTE	: 177,573 m ³
VOLUMEN DE RELLENO	: 0.00 m ³

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
C12	230,824.03	8'922,375.52
C13	231,076.85	8'922,434.32
C14	230,825.53	8'922,494.65
C15	230,925.34	8'922,517.86
C16	231,026.03	8'922,536.92
C17	231,038.33	8'922,500.92
C18	230,904.51	8'922,449.20
C19	230,969.65	8'922,290.99
C20	230,866.98	8'922,266.39
C21	230,882.37	8'922,357.40

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
 ESCALA: 1/1,000

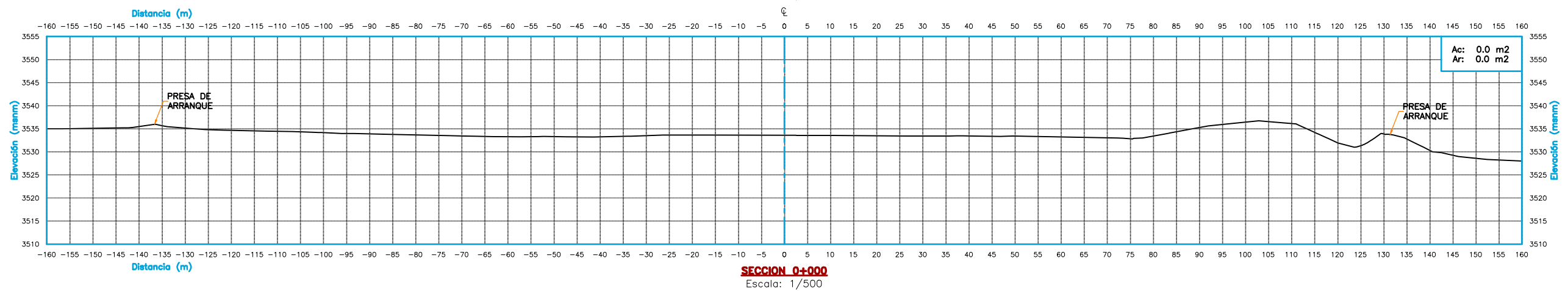
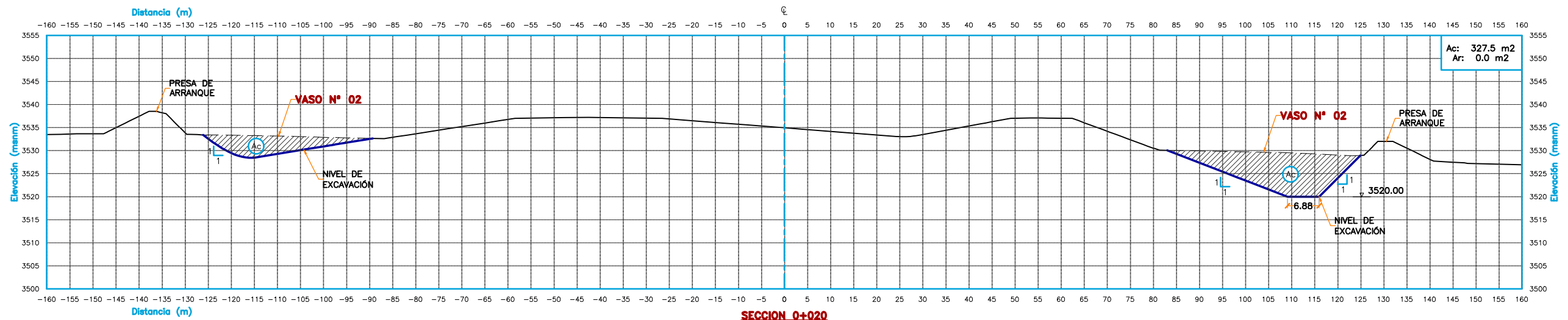
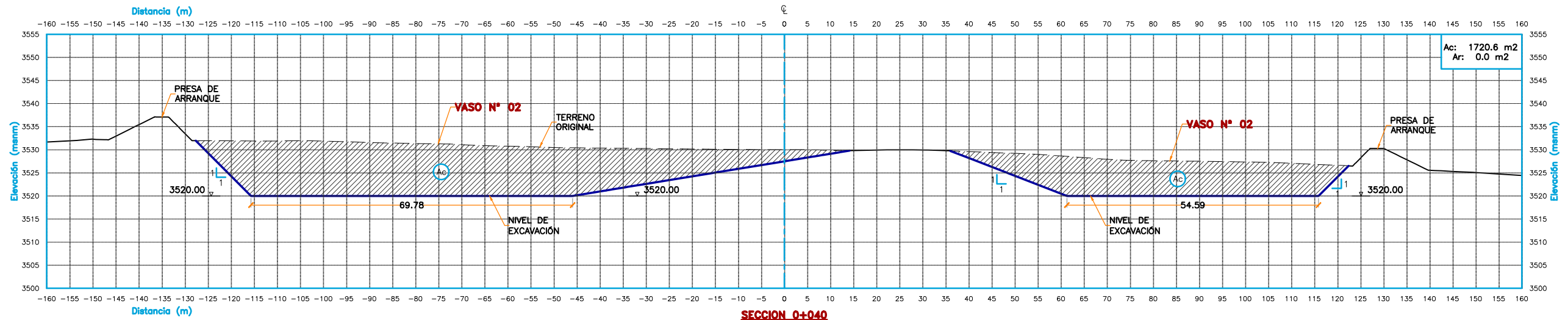
PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 34
 PLANO N° 35
 PLANO N° 36
 PLANO N° 37
 PLANO N° 38



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM	EXCAVACIÓN VASO N° 02		Plano No. PLANO N° 33	Escala: 1:1,000
	PLANTA			
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023		
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS			



NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEL VASO N° 2 SERA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

	AREA DE CORTE
	AREA DE RELLENO

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/500

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 33
- PLANO N° 35
- PLANO N° 36
- PLANO N° 37
- PLANO N° 38



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM

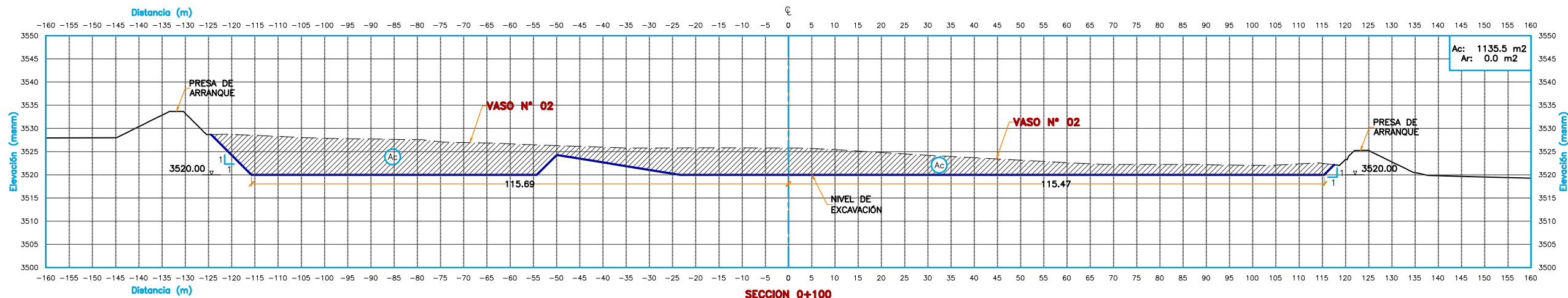
EXCAVACION VASO N° 02
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+000 A PROG 0+040

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

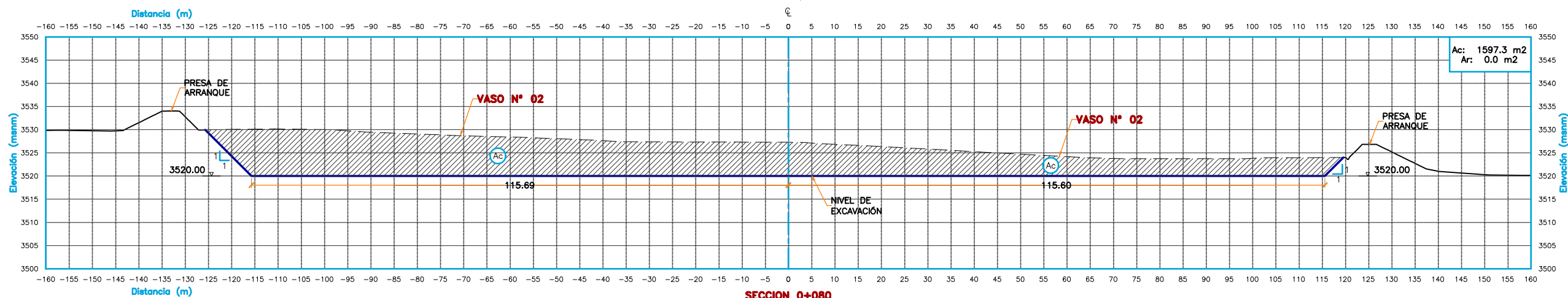
Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: PLANO N° 34

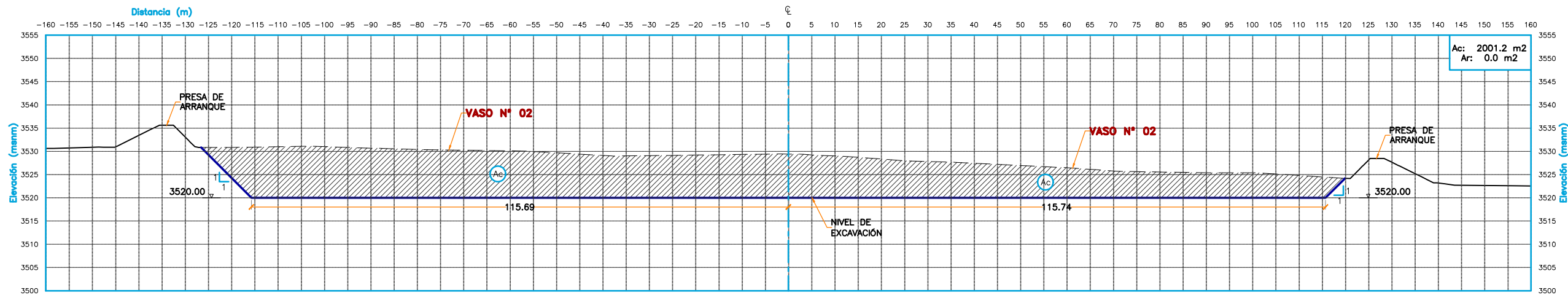
Escala: 1:500
Fecha: JUNIO 2023



SECCION 0+100
Escala: 1/500



SECCION 0+080
Escala: 1/500



SECCION 0+060
Escala: 1/500

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEL VASO N° 2 SERA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTÁTICO, CON 6 PASADAS COMO MÍNIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

	AREA DE CORTE
	AREA DE RELLENO

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/500

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 33
- PLANO N° 34
- PLANO N° 36
- PLANO N° 37
- PLANO N° 38
- PLANO N° 33



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

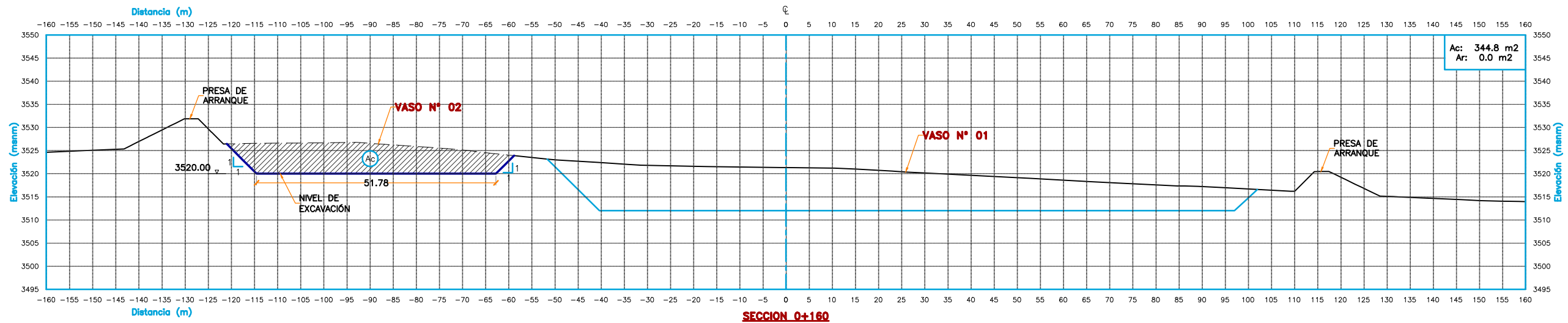
EXCAVACION VASO N° 02
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+060 A PROG 0+100

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

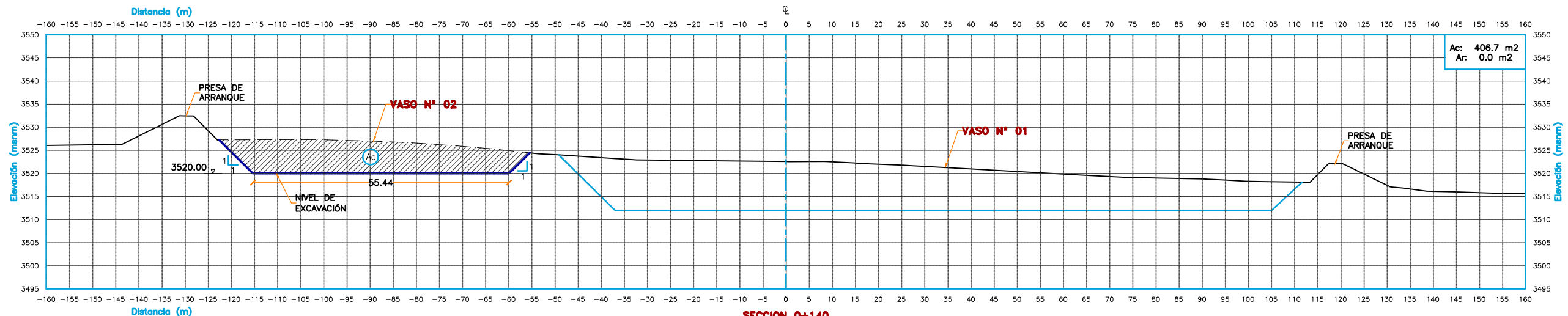
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 35**

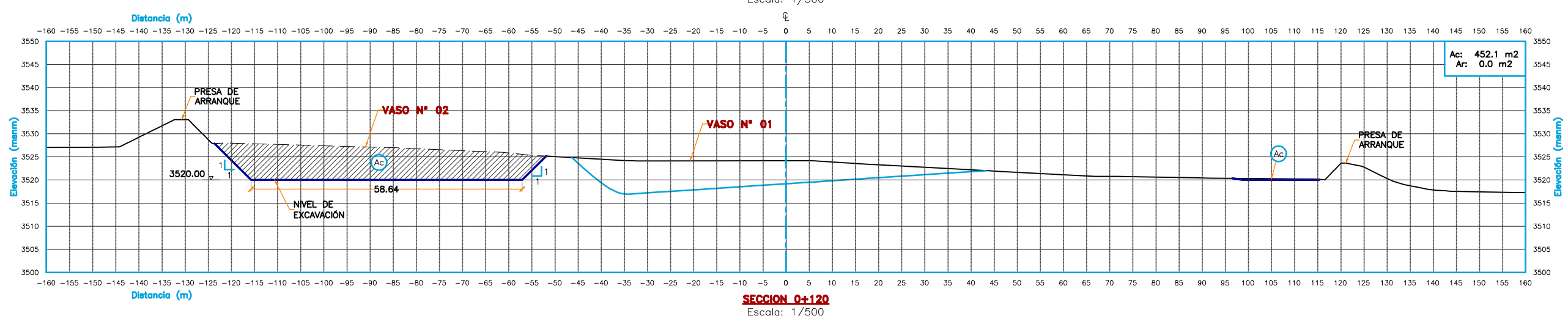
Escala: 1:500
Fecha: JUNIO 2023



SECCION 0+160
Escala: 1/500



SECCION 0+140
Escala: 1/500



SECCION 0+120
Escala: 1/500

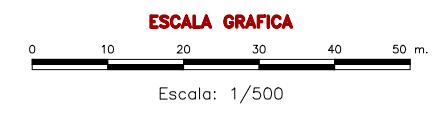
NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEL VASO N° 2 SERA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTatico, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

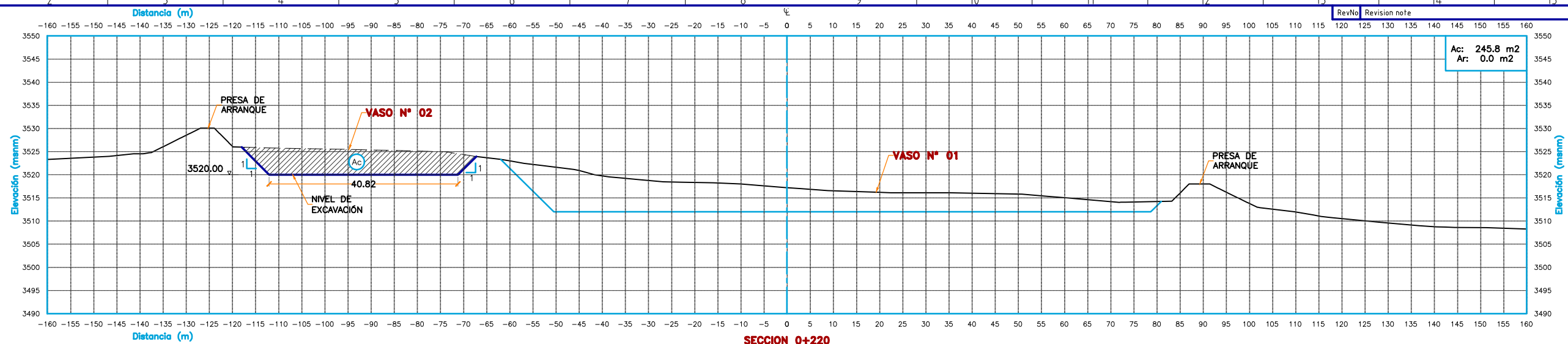
	AREA DE CORTE
	AREA DE RELLENO

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

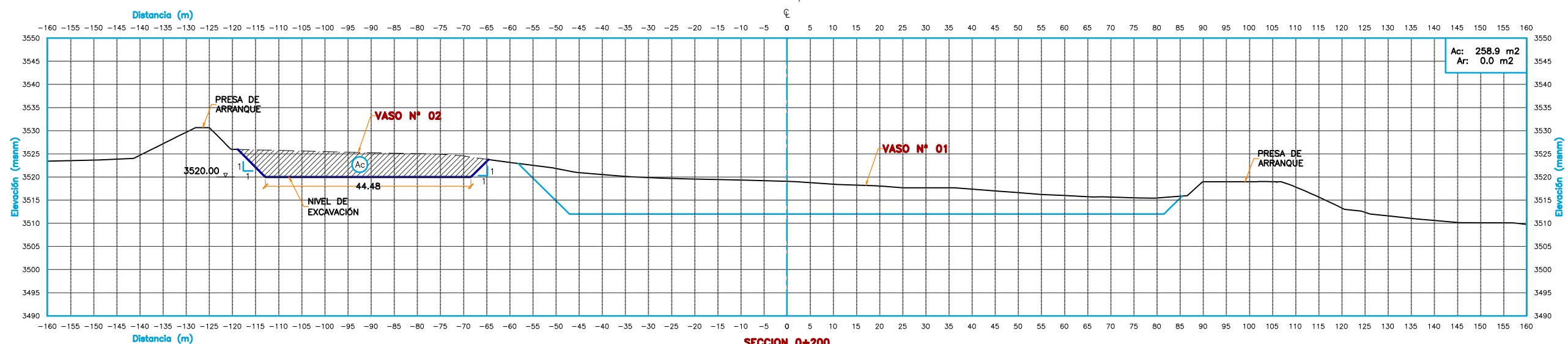


PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 33
 PLANO N° 34
 PLANO N° 35
 PLANO N° 37
 PLANO N° 38

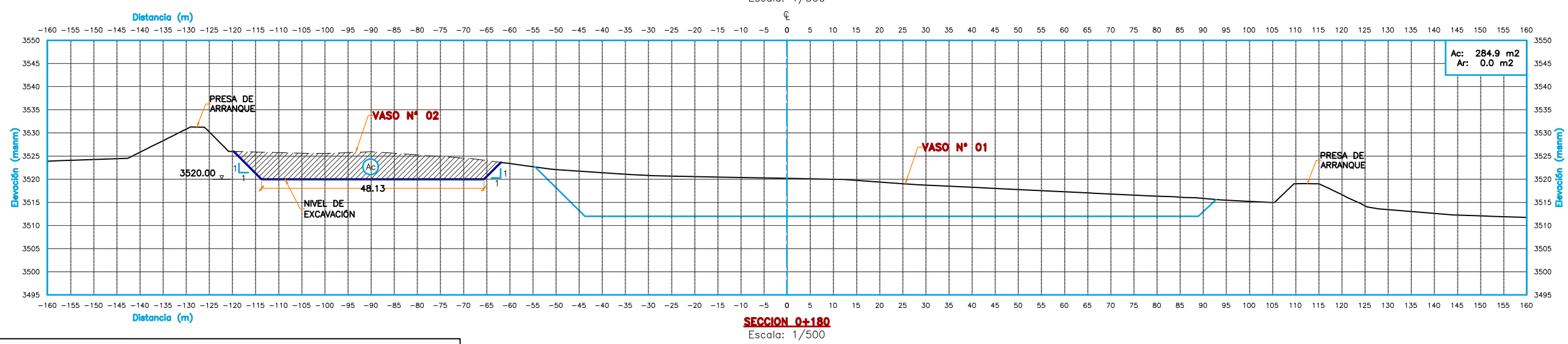
	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
	Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH		
UNMSM	EXCAVACION VASO N° 02 SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+120 A PROG 0+160		
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dirección: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No: PLANO N° 36	Escala: 1:500
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobación: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



SECCION 0+220
Escala: 1/500



SECCION 0+200
Escala: 1/500



SECCION 0+180
Escala: 1/500

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEL VASO N° 2 SERA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTatico, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

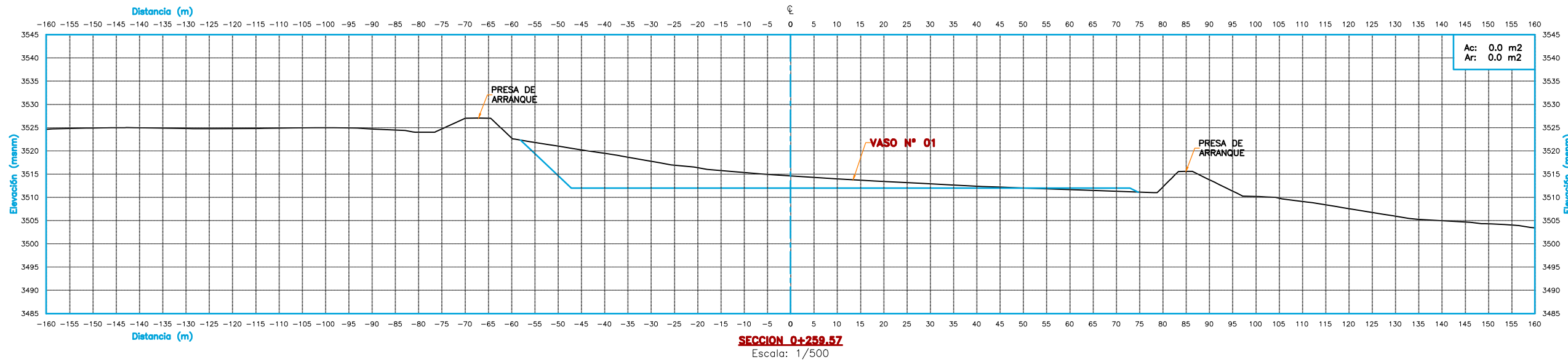
	AREA DE CORTE
	AREA DE RELLENO

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

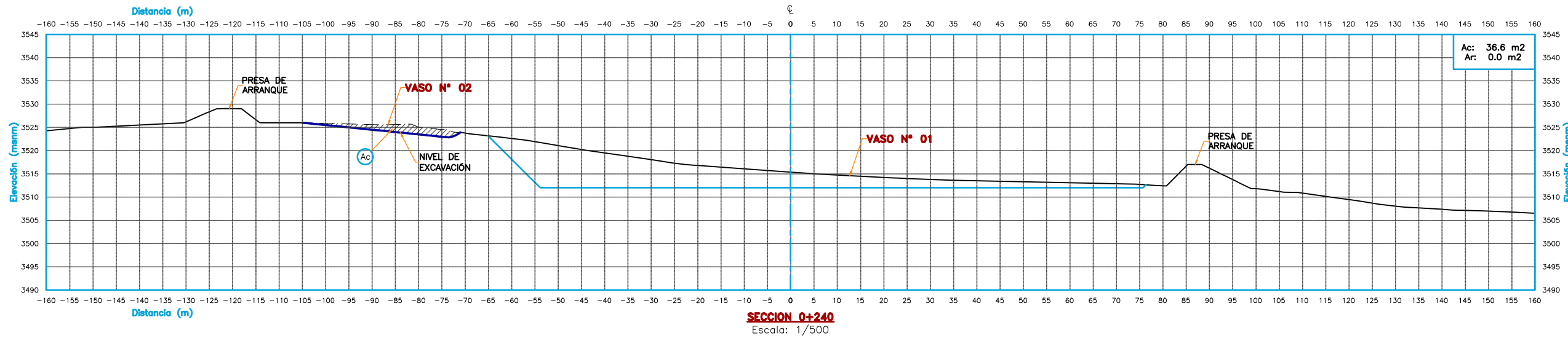


PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 33
 PLANO N° 34
 PLANO N° 35
 PLANO N° 36
 PLANO N° 38

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH			
UNMSM		EXCAVACION VASO N° 02 SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+180 A PROG 0+220	
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.: PLANO N° 37	Escala: 1:500 Fecha: JUNIO 2023



SECCION 0+259.57
Escala: 1/500



SECCION 0+240
Escala: 1/500

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEL VASO N° 2 SERA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTatico, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DE LA CIMENTACION DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

LEYENDA

-  AREA DE CORTE
-  AREA DE RELLENO

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/500

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 33
- PLANO N° 34
- PLANO N° 35
- PLANO N° 36
- PLANO N° 37



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

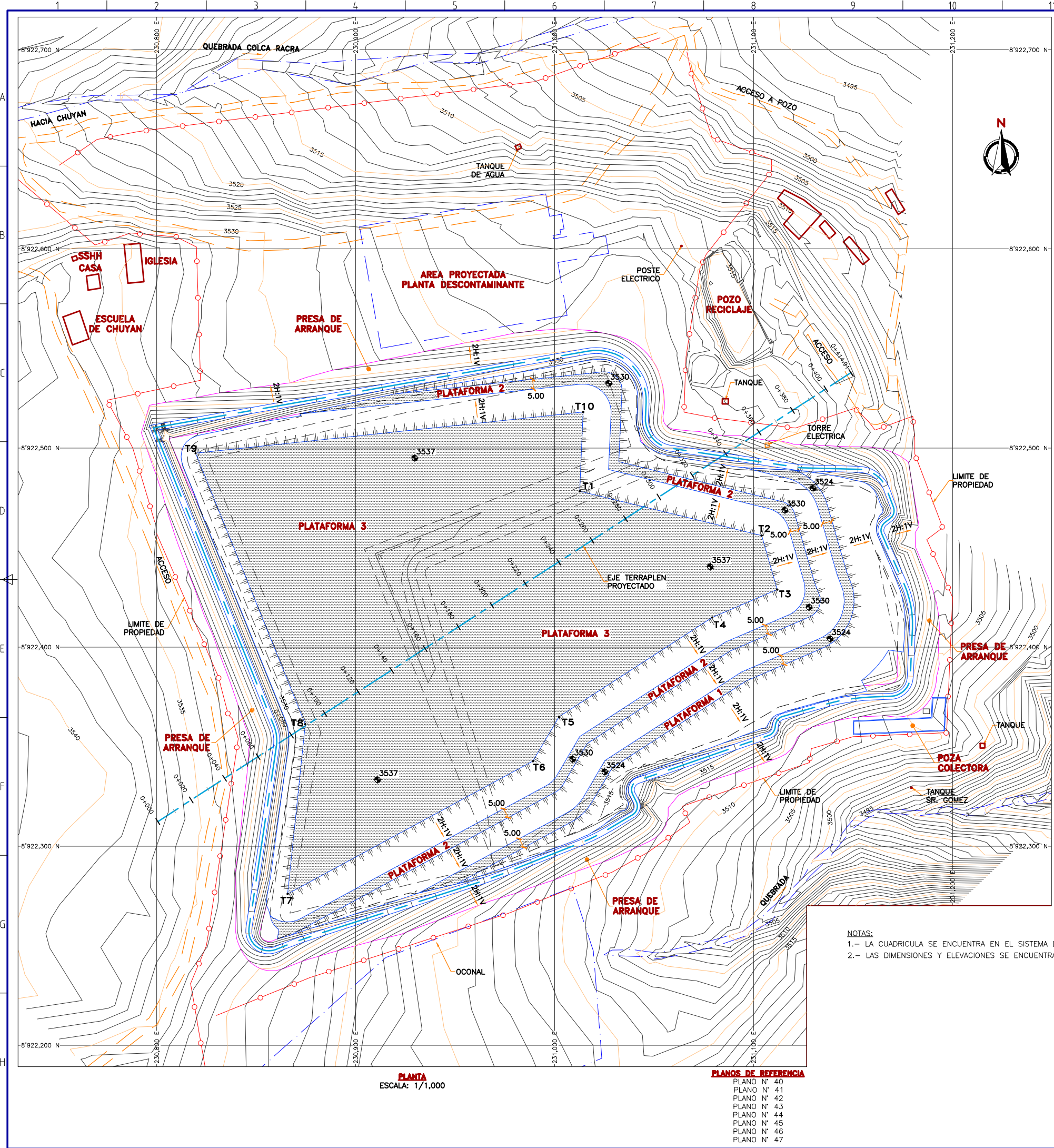
Plano: **EXCAVACION VASO N° 02**
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+240 A PROG 0+259.57

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 38**

Escala: 1:500
Fecha: JUNIO 2023



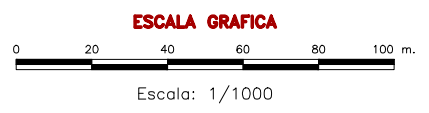
CARACTERÍSTICAS DEL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES TICAPAMPA

COTA BASE DEL VASO 1	: 3512 msnm
COTA BASE DEL VASO 2	: 3520 msnm
ALTURA MÁXIMA DEL TERRAPLEN	: 32.0 m.
ALTURA MÍNIMA DEL TERRAPLEN	: 2.00 m.
NIVEL MÁXIMO TERRAPLEN 1	: 3524 msnm
NIVEL MÁXIMO TERRAPLEN 2	: 3530 msnm
NIVEL MÁXIMO TERRAPLEN 3	: 3537 msnm
ANCHO DE BERMAS	: 5.00 m.
TALUD AGUAS ABAJO	: 2H:1V
CAPACIDAD TERRAPLEN 1	: 430,698.66 m ³
CAPACIDAD TERRAPLEN 2	: 313,350.36 m ³
CAPACIDAD TERRAPLEN 3	: 298,951.51 m ³
TIEMPO DE OPERACIÓN TERRAPLEN 1	: 10.9 meses
TIEMPO DE OPERACIÓN TERRAPLEN 2	: 7.9 meses
TIEMPO DE OPERACIÓN TERRAPLEN 3	: 7.5 meses
CAPACIDAD DE DEPOSICIÓN TOTAL	: 1'043,000.53 m ³
TIEMPO DE OPERACIÓN TOTAL	: 2.2 años

CUADRO DE COORDENADAS

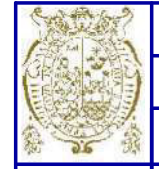
PUNTO	ESTE	NORTE
T1	231,012.59	8'922,478.30
T2	231,104.03	8'922,456.03
T3	231,111.85	8'922,428.89
T4	231,079.18	8'922,414.87
T5	231,002.24	8'922,365.07
T6	230,989.09	8'922,342.70
T7	230,865.78	8'922,276.05
T8	230,874.63	8'922,361.26
T9	230,819.54	8'922,497.41
T10	231,014.33	8'922,518.08

NOTAS:
 1.- LA CUADRÍCULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
 ESCALA: 1/1,000

PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 40
 PLANO N° 41
 PLANO N° 42
 PLANO N° 43
 PLANO N° 44
 PLANO N° 45
 PLANO N° 46
 PLANO N° 47

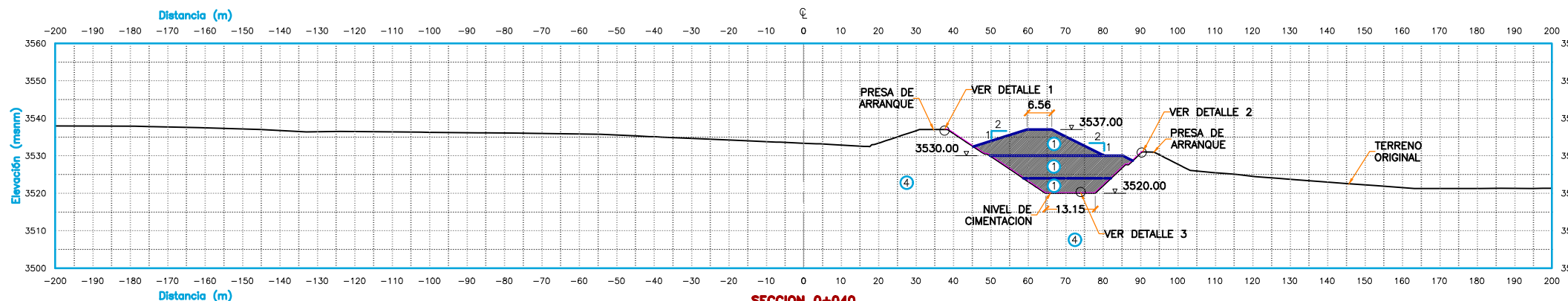


UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

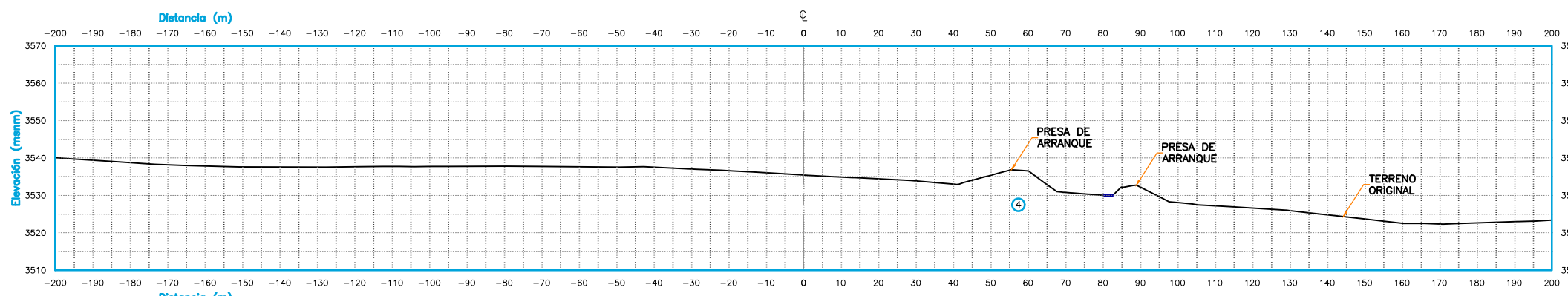
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

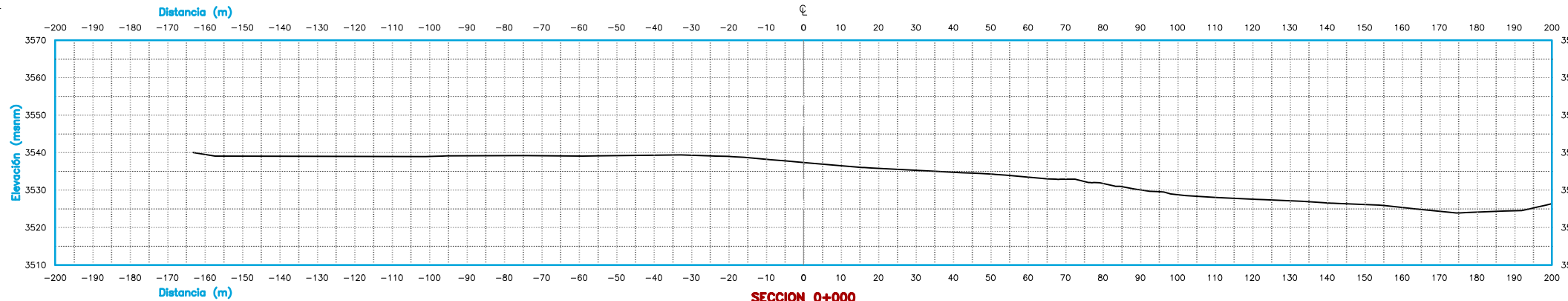
UNMSM	TERRAPLEN DEPÓSITO DE RESIDUOS INERTES PLANTA	
	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujo: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
	Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
	Plano N° PLANO N° 39	Escala: 1:1,000 Fecha: JUNIO 2023



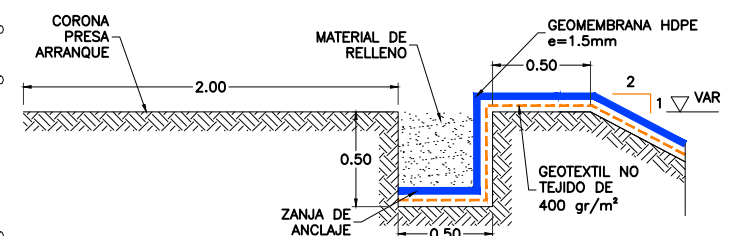
SECCION 0+040
Escala: 1/750



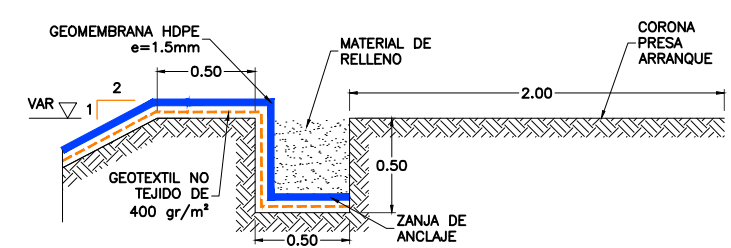
SECCION 0+020
Escala: 1/750



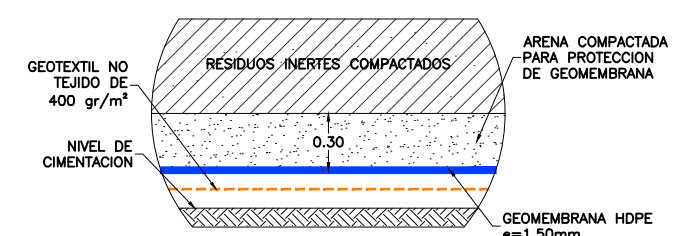
SECCION 0+000
Escala: 1/750



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 2: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 3: CIMENTACION Y PROTECCION DE LA GEOMEMBRANA

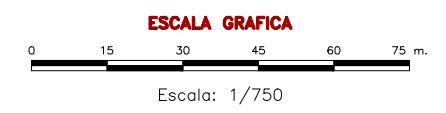
- NOTAS TECNICAS**
- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
 - SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
 - EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
 - EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
 - LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
 - LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR EL INVESTIGADOR.
 - CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

LEYENDA

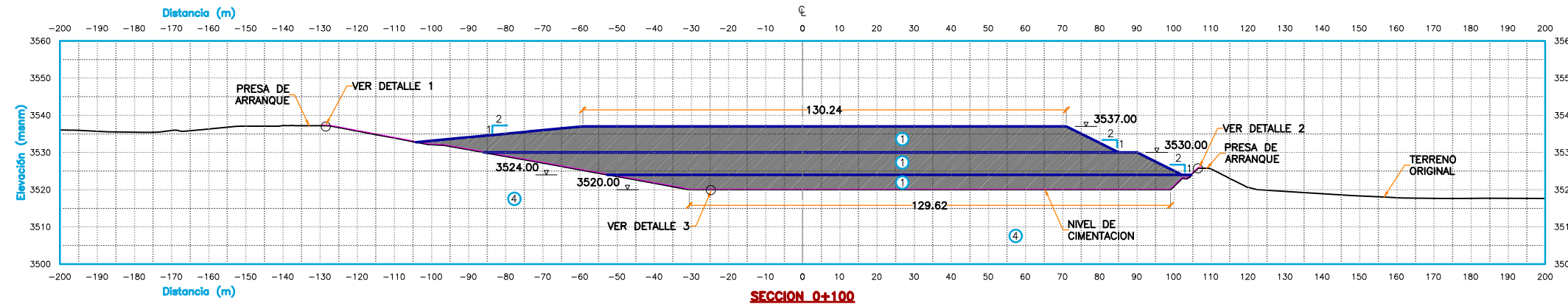
①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACION:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 39
 - PLANO N° 41
 - PLANO N° 42
 - PLANO N° 43
 - PLANO N° 44
 - PLANO N° 45
 - PLANO N° 46
 - PLANO N° 47

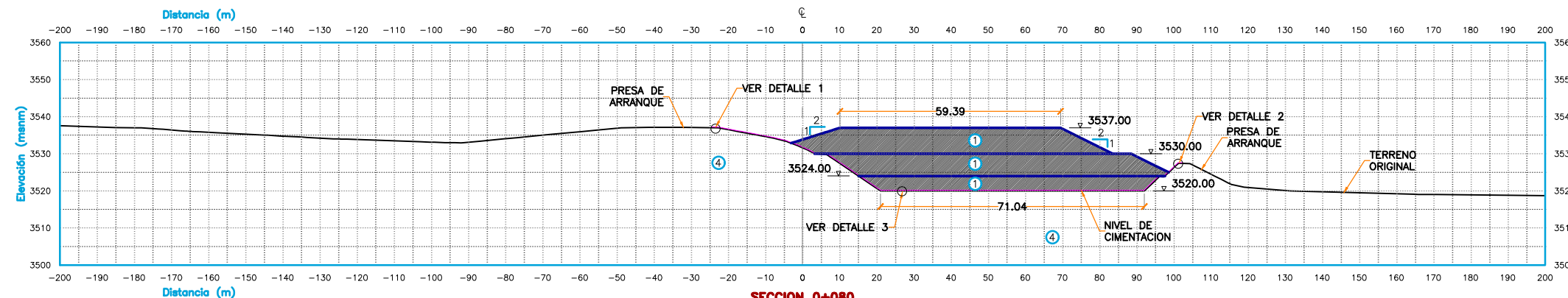
- NOTAS:**
- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



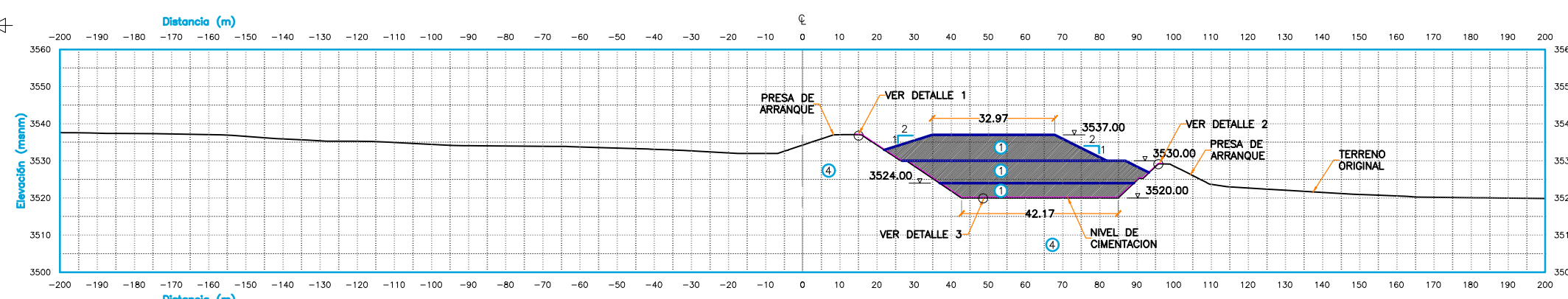
<p>UNMSM</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA</p> <p>UNIDAD DE POSTGRADO</p>	
	<p>Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH</p>	
<p>TERRAPLEN RESIDUOS INERTES</p> <p>SECCIONES TRANSVERSALES</p> <p>PROG. 0+000 A PROG 0+040</p>		<p>Plano No. PLANO N° 40</p>
<p>Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Escala: 1:750</p>
<p>Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Fecha: JUNIO 2023</p>



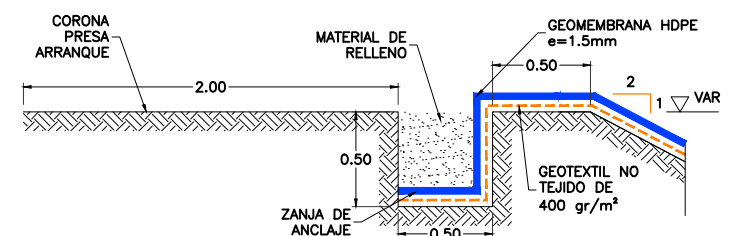
SECCION 0+100
Escala: 1/750



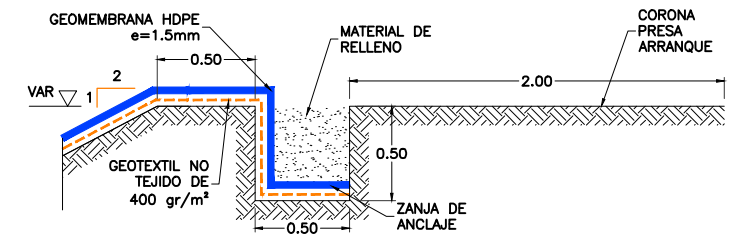
SECCION 0+080
Escala: 1/750



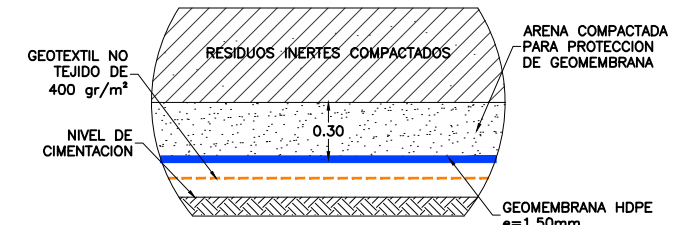
SECCION 0+060
Escala: 1/750



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 2: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 3: CIMENTACION Y PROTECCION DE LA GEOMEMBRANA

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR EL INVESTIGADOR.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

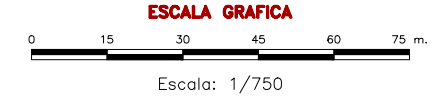
LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACION:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 39
 - PLANO N° 40
 - PLANO N° 42
 - PLANO N° 43
 - PLANO N° 44
 - PLANO N° 45
 - PLANO N° 46
 - PLANO N° 47

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



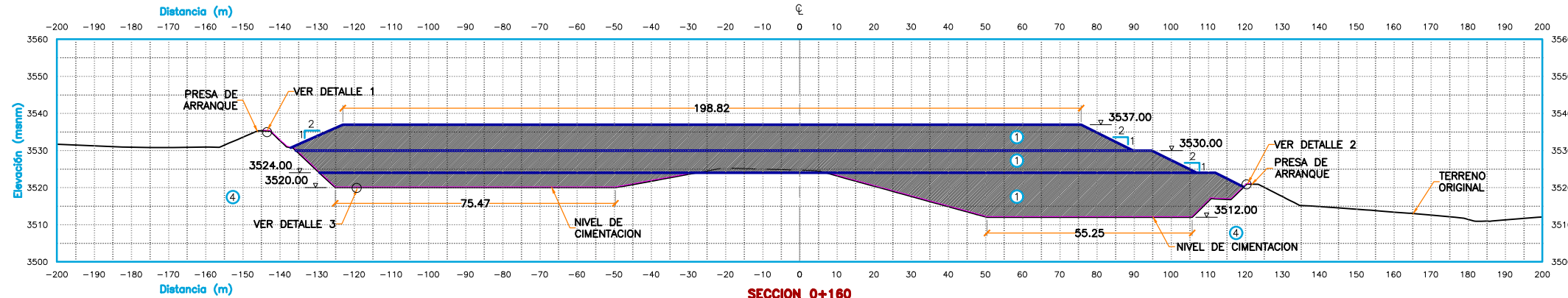
UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

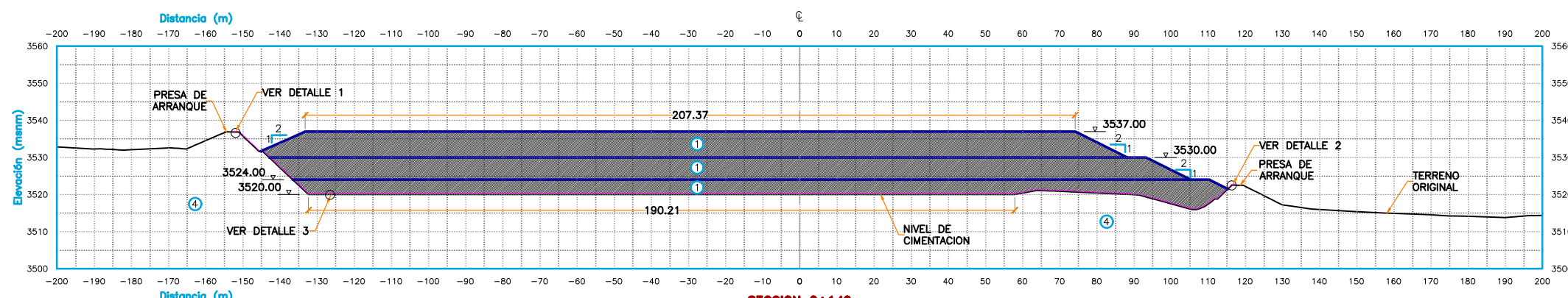
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano: **TERRAPLEN RESIDUOS INERTES SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+060 A PROG 0+100**

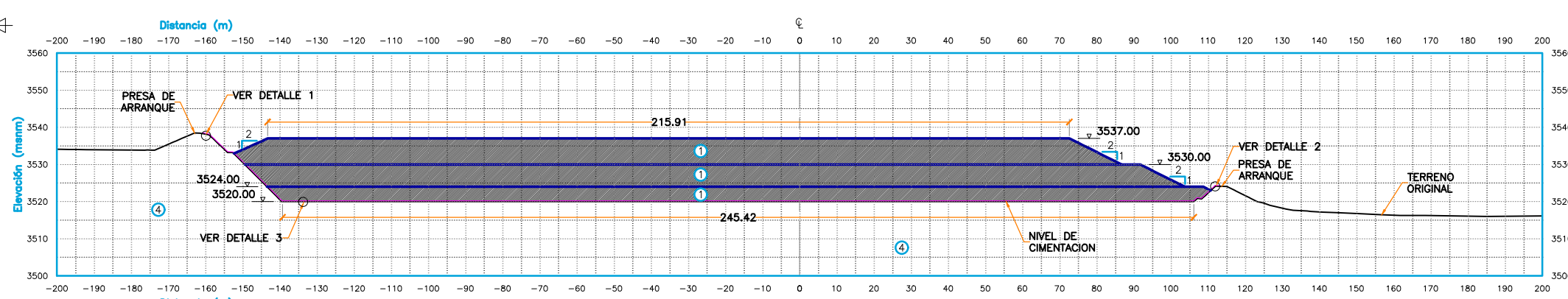
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.:	Escala: 1:750
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	PLANO N° 41	Fecha: JUNIO 2023



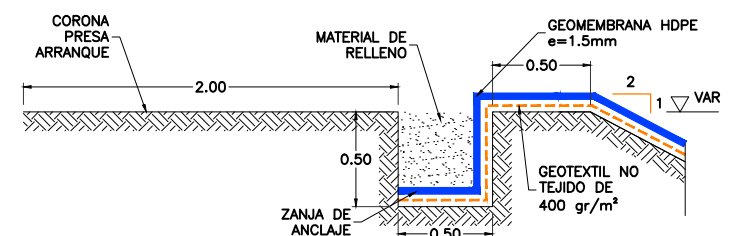
SECCION 0+160
Escala: 1/750



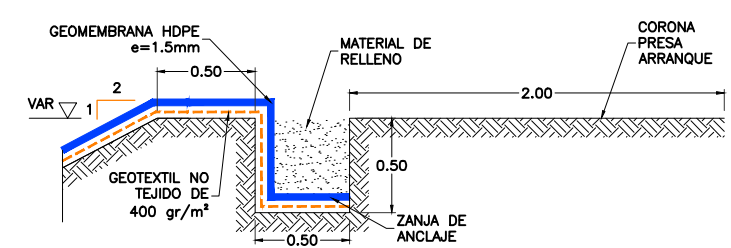
SECCION 0+140
Escala: 1/750



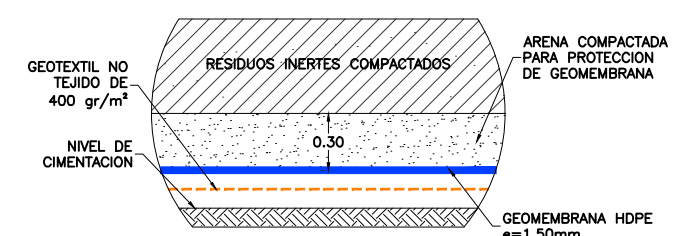
SECCION 0+120
Escala: 1/750



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 2: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 3: CIMENTACION Y PROTECCION DE LA GEOMEMBRANA

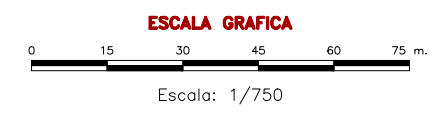
- NOTAS TECNICAS**
- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
 - SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
 - EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
 - EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
 - LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
 - LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
 - LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR INVESTIGADOR.
 - CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

LEYENDA

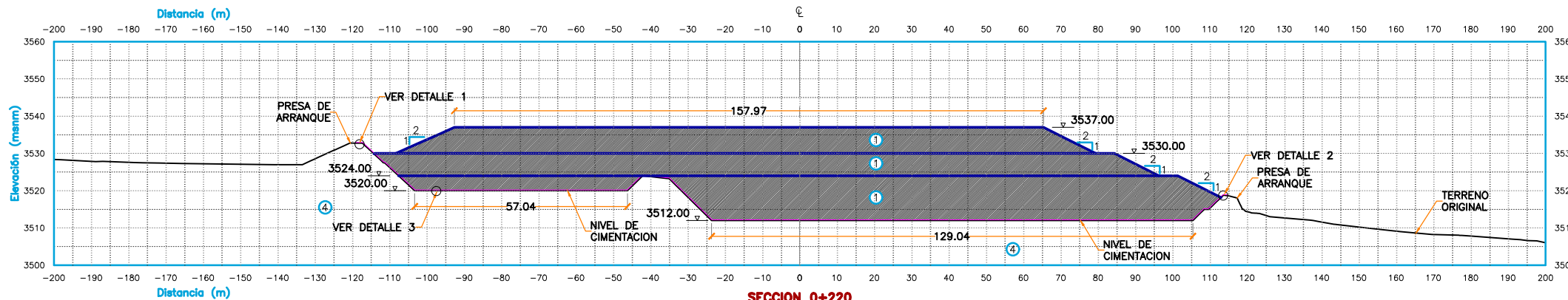
①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACION:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 39
 - PLANO N° 40
 - PLANO N° 41
 - PLANO N° 43
 - PLANO N° 44
 - PLANO N° 45
 - PLANO N° 46
 - PLANO N° 47

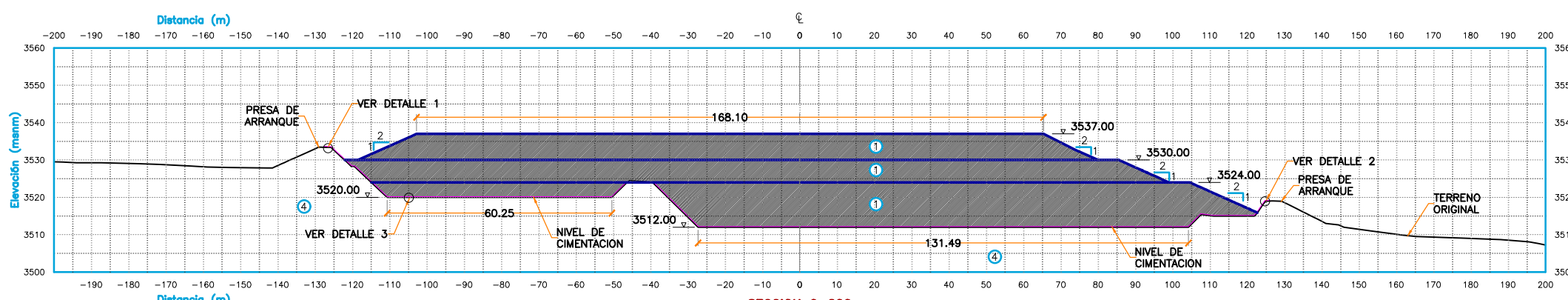
- NOTAS:**
- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



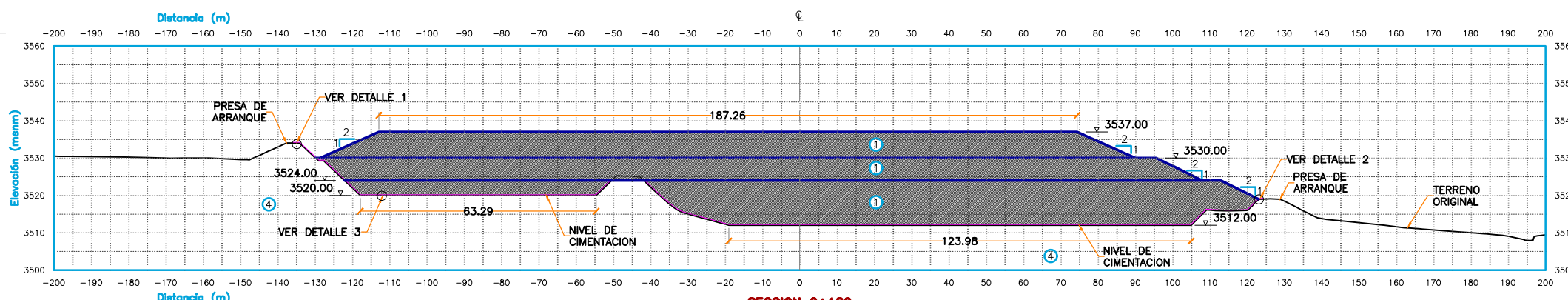
<p>UNMSM</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</p>		
	<p>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO</p>		
	<p>Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH</p>		
<p>Plano:</p> <p>TERRAPLEN RESIDUOS INERTES SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+120 A PROG 0+160</p>		<p>Plano No.:</p> <p>PLANO N° 42</p>	<p>Escala:</p> <p>1:750</p> <p>Fecha:</p> <p>JUNIO 2023</p>
<p>Diseño:</p> <p>JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Dibujó:</p> <p>JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	<p>Aprobó:</p> <p>JORGE ESCALANTE CONTRERAS</p>	



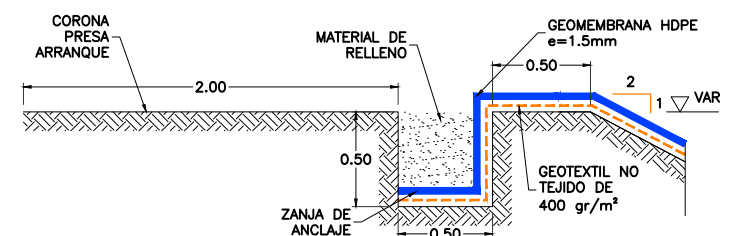
SECCION 0+220
Escala: 1/750



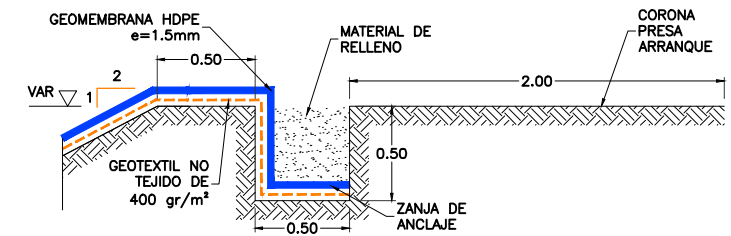
SECCION 0+200
Escala: 1/750



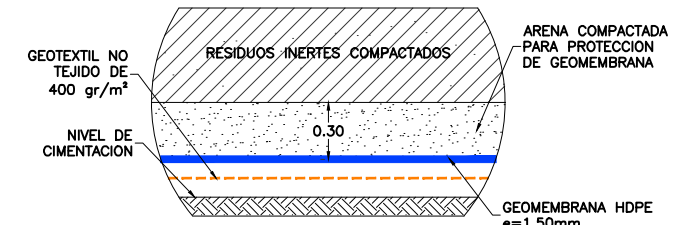
SECCION 0+180
Escala: 1/750



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 2: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 3: CIMENTACION Y PROTECCION DE LA GEOMEMBRANA

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR INVESTIGADOR.

CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

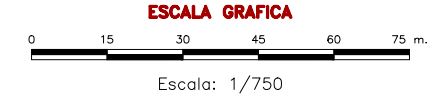
LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACION:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 39
 - PLANO N° 40
 - PLANO N° 41
 - PLANO N° 42
 - PLANO N° 44
 - PLANO N° 45
 - PLANO N° 46
 - PLANO N° 47

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



UNMSM

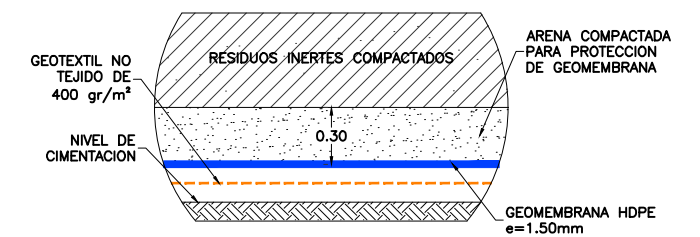
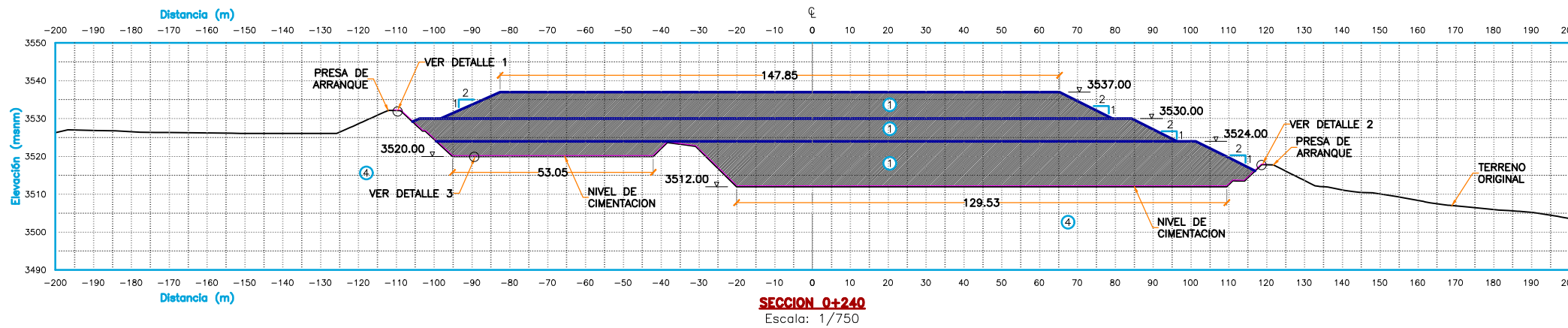
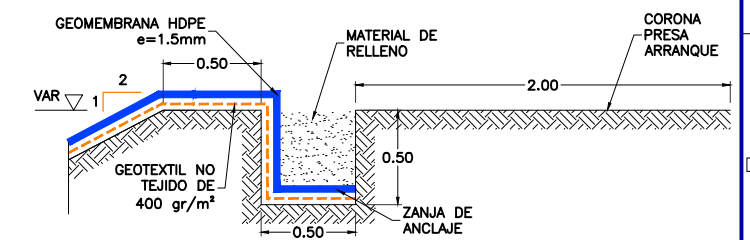
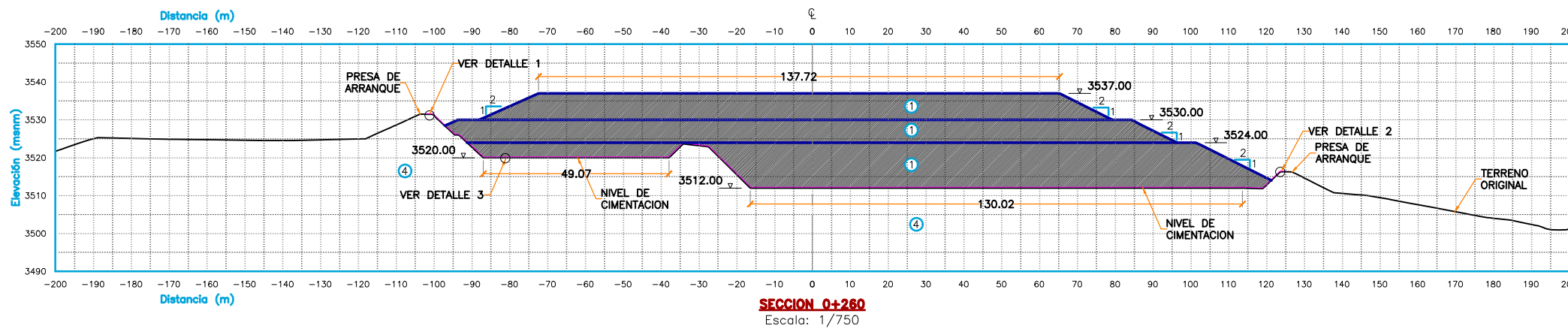
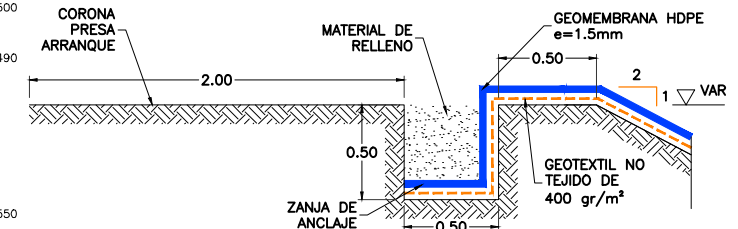
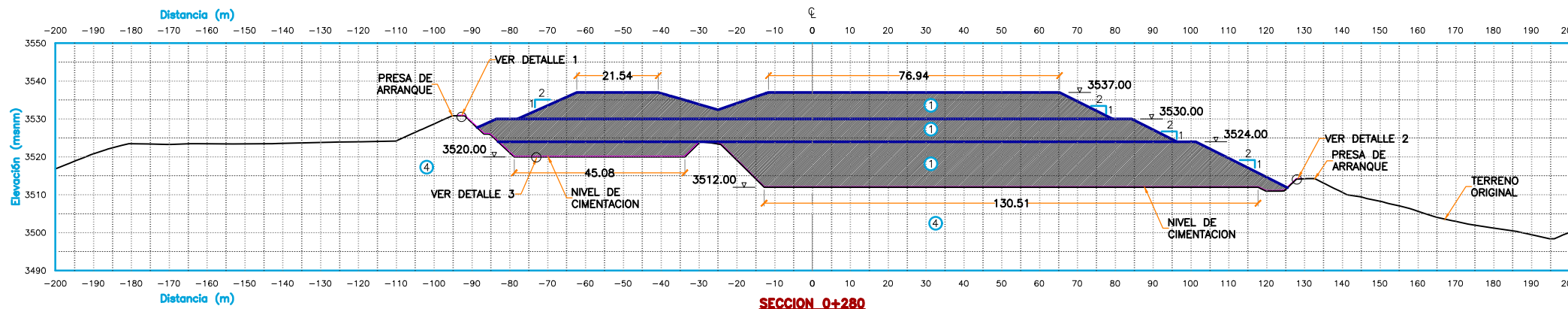
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano: **TERRAPLÉN RESIDUOS INERTES SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+180 A PROG 0+220**

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Dibujo: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Escala: 1:750
 Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Fecha: JUNIO 2023

Plano N° 43



NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR EL INVESTIGADOR.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

LEYENDA	
①	RESIDUOS INERTES: LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE: GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACION: GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 39
- PLANO N° 40
- PLANO N° 41
- PLANO N° 42
- PLANO N° 43
- PLANO N° 45
- PLANO N° 46
- PLANO N° 47

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/750



UNMSM

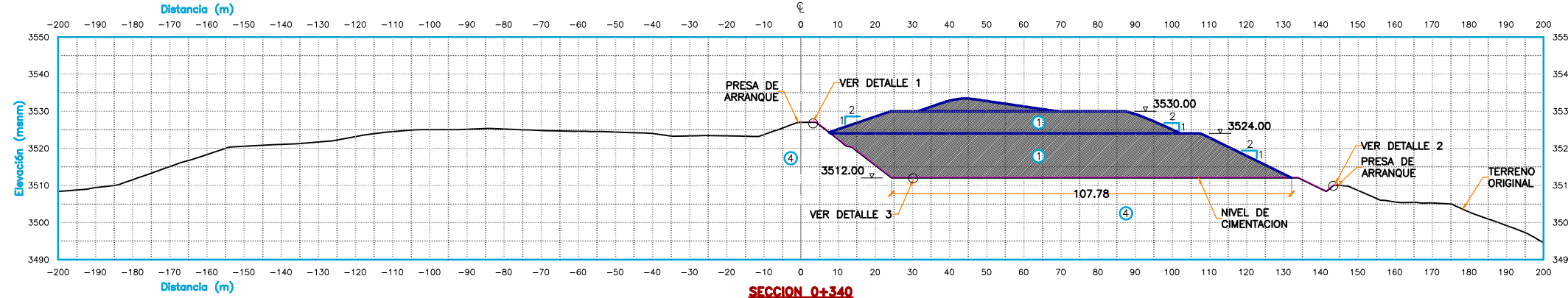
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

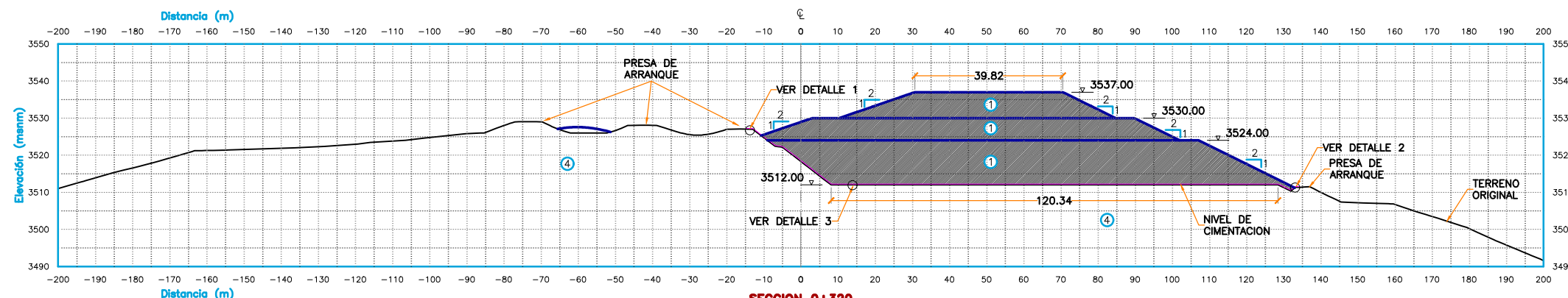
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

TERRAPLEN RESIDUOS INERTES
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+240 A PROG 0+280

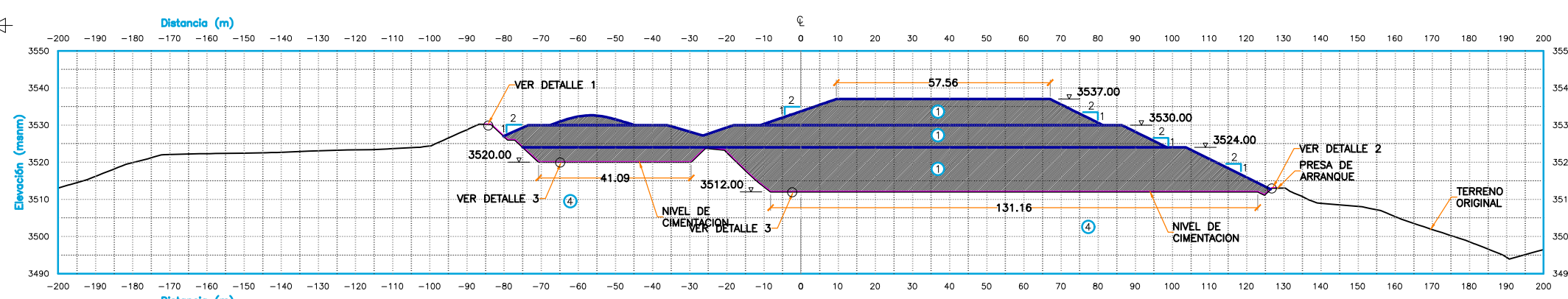
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 44	Escala: 1:750
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



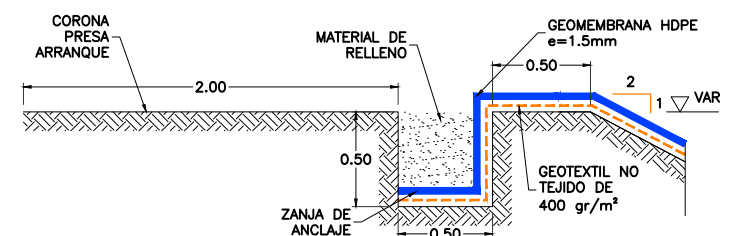
SECCION 0+340
Escala: 1/750



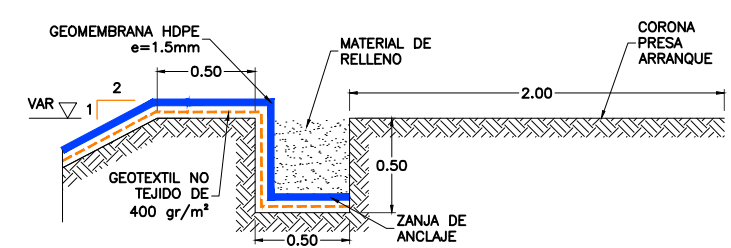
SECCION 0+320
Escala: 1/750



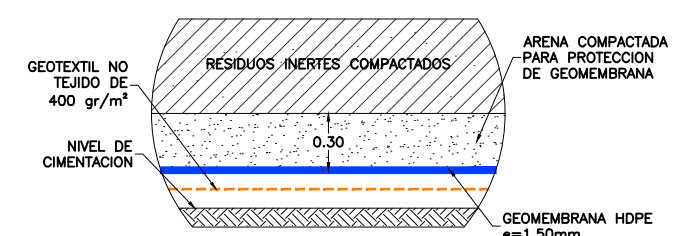
SECCION 0+300
Escala: 1/750



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 2: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
Esc. 1:20



DETALLE 3: CIMENTACION Y PROTECCION DE LA GEOMEMBRANA

NOTAS TECNICAS

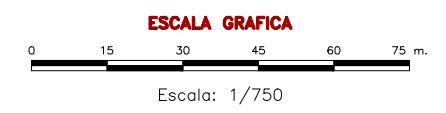
- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
- EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
- EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR EL INVESTIGADOR.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

LEYENDA	
①	RESIDUOS INERTES: LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE: GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

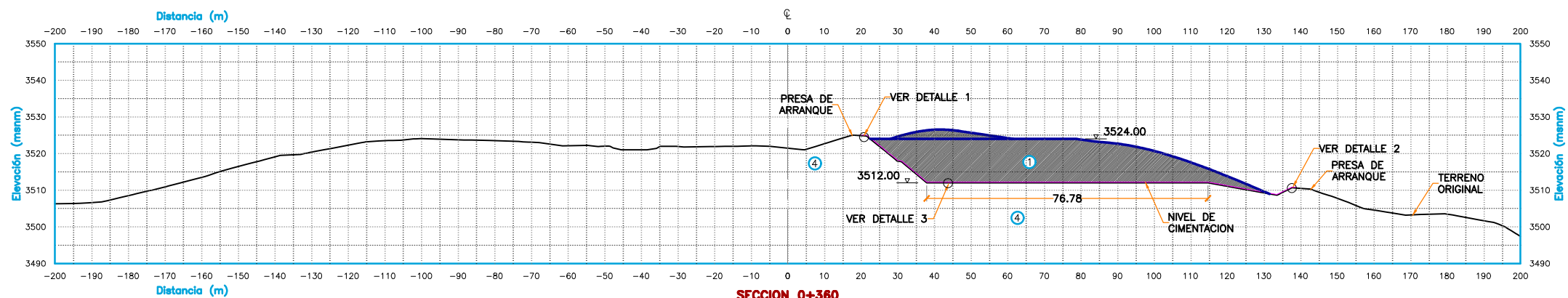
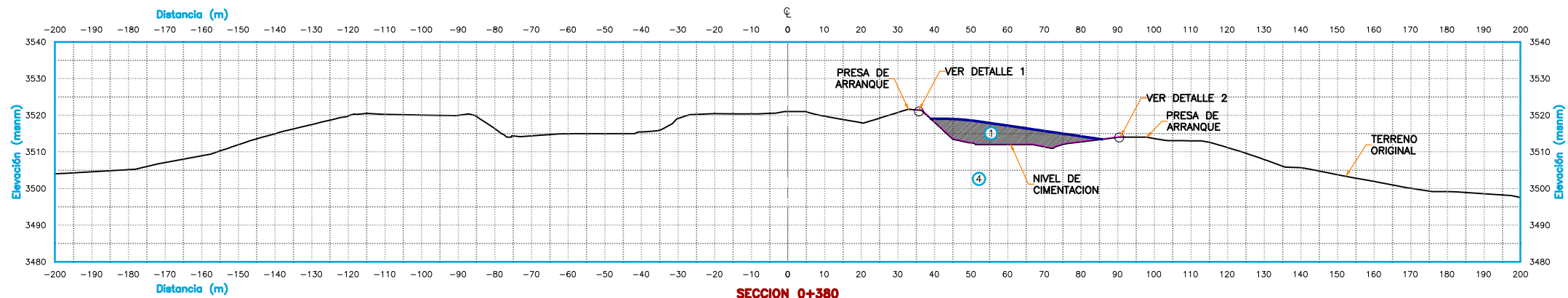
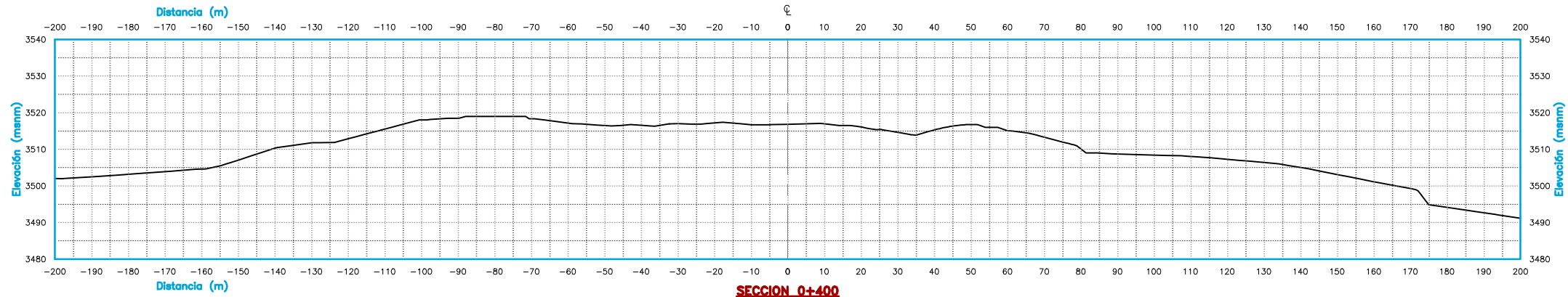
- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 39
 - PLANO N° 40
 - PLANO N° 41
 - PLANO N° 42
 - PLANO N° 43
 - PLANO N° 44
 - PLANO N° 46
 - PLANO N° 47

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS	
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO	
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH		
TERRAPLEN RESIDUOS INERTES SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+300 A PROG 0+340		
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano N°: PLANO N° 45
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Escala: 1:750 Fecha: JUNIO 2023



NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
- EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR EL INVESTIGADOR.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

LEYENDA

①	RESIDUOS INERTES:	LIMO ARENOSO
②	PRESA DE ARRANQUE:	GRAVA LIMOSA GRAVA ARCILLOSA
④	CIMENTACION:	GRAVA LIMOSA CON ARENA ARCILLA LIMOSA

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 39
- PLANO N° 40
- PLANO N° 41
- PLANO N° 42
- PLANO N° 43
- PLANO N° 44
- PLANO N° 45
- PLANO N° 47

NOTAS:

- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/750



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

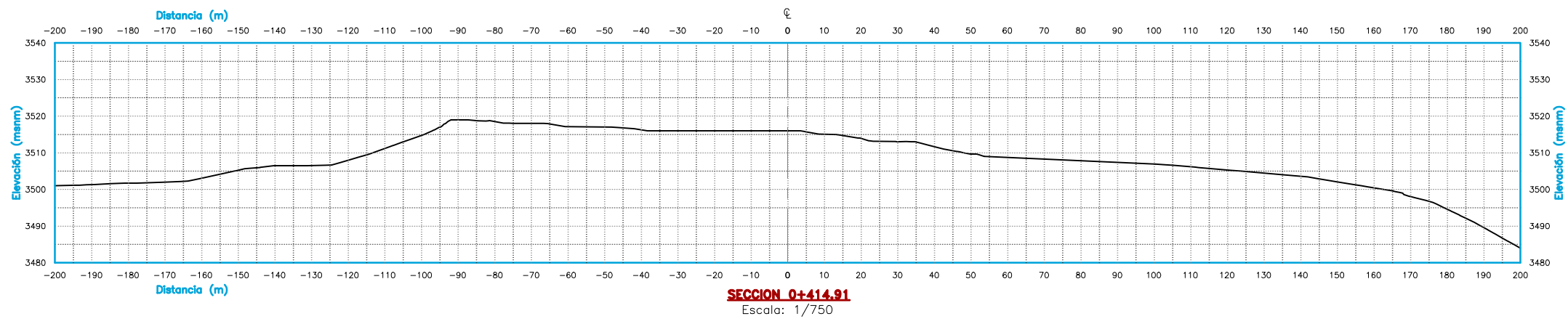
Plano: **TERRAPLEN RESIDUOS INERTES**
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+360 A PROG 0+400

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: **PLANO N° 46**

Escala: 1:750
Fecha: JUNIO 2023



NOTAS TECNICAS

1. EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
2. SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES TALUDES DE CORTE PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS:
 - EN SUELO SUELTO : 1H:1V - 1H:1V
 - EN ROCA : 0.25H:1V - 0.50H:1V
3. EL TERRAPLEN DE RESIDUOS INERTES SERA CONSTRUIDO CON MATERIAL LIMOARENOSO, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
4. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAS COMO MINIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
5. EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
6. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
7. LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m. DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
8. LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR EL INVESTIGADOR.
9. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL INVESTIGADOR.

LEYENDA

- | | | |
|---|--------------------|--|
| ① | RESIDUOS INERTES: | LIMO ARENOSO |
| ② | PRESA DE ARRANQUE: | GRAVA LIMOSA
GRAVA ARCILLOSA |
| ④ | CIMENTACIÓN: | GRAVA LIMOSA CON ARENA
ARCILLA LIMOSA |

NOTAS:

- 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
- 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

ESCALA GRAFICA



Escala: 1/750

PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 39
- PLANO N° 40
- PLANO N° 41
- PLANO N° 42
- PLANO N° 43
- PLANO N° 44
- PLANO N° 45
- PLANO N° 46



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

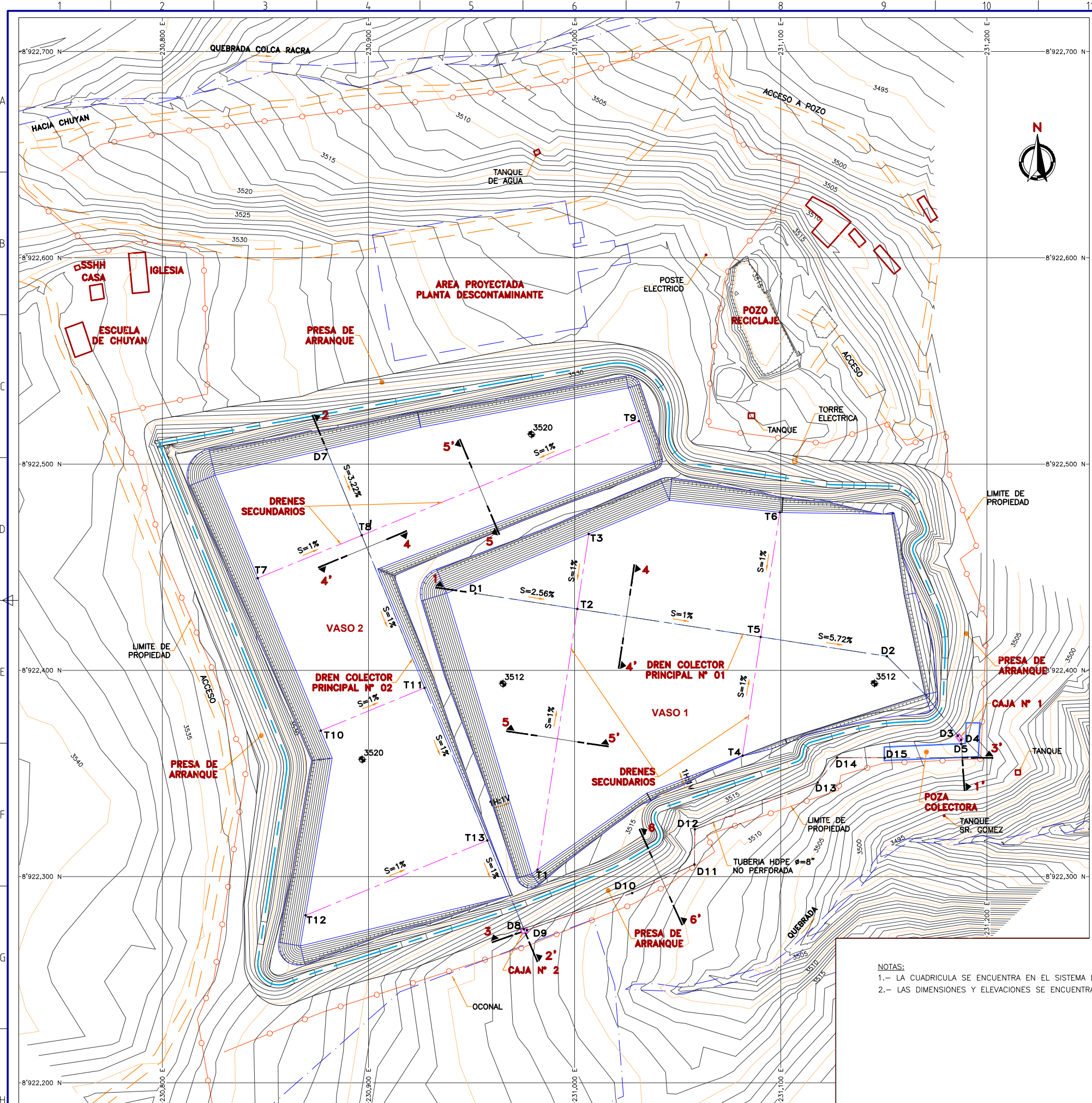
TERRAPLÉN RESIDUOS INERTES
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+414.91

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Plano No.: PLANO N° 47

Escala: 1:750
Fecha: JUNIO 2023



DREN COLECTOR PRINCIPAL Nº 01

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
D1	230,951.85	8'922,437.29
D2	231,151.45	8'922,406.83
D3	231,185.86	8'922,368.29
D4	231,187.42	8'922,366.33
D5	231,187.57	8'922,364.21

DRENES SECUNDARIOS VASO Nº 01

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
T1	230,981.98	8'922,303.34
T2	231,001.28	8'922,429.75
T3	231,006.83	8'922,466.09
T4	231,081.46	8'922,358.58
T5	231,090.25	8'922,416.17
T6	231,099.47	8'922,476.59

DREN COLECTOR PRINCIPAL Nº 02

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
D7	230,879.60	8'922,507.06
D8	230,975.40	8'922,274.40

TUBERIA DE CONDUCCION

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
D9	230,976.80	8'922,273.97
D10	231,027.86	8'922,291.99
D11	231,058.12	8'922,305.90
D12	231,058.29	8'922,322.87
D13	231,117.89	8'922,345.52
D14	231,127.27	8'922,357.61
D15	231,150.40	8'922,357.61

DRENES SECUNDARIOS VASO Nº 02

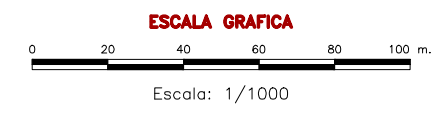
CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
T7	230,846.23	8'922,444.65
T8	230,896.73	8'922,465.45
T9	231,031.21	8'922,520.82
T10	230,876.84	8'922,370.74
T11	230,927.19	8'922,391.47
T12	230,869.48	8'922,281.19
T13	230,957.65	8'922,317.50

LEYENDA

- DREN COLECTOR PRINCIPAL TUBERIA PERFORADA (Ø=6")
- DRENES SECUNDARIOS TUBERIA PERFORADA (Ø=4")
- TUBERIA DE CONDUCCION NO PERFORADA (Ø=8")

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
 ESCALA: 1/1,000

PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO Nº 30
 PLANO Nº 33
 PLANO Nº 49
 PLANO Nº 50
 PLANO Nº 51

UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA

UNIDAD DE POSTGRADO

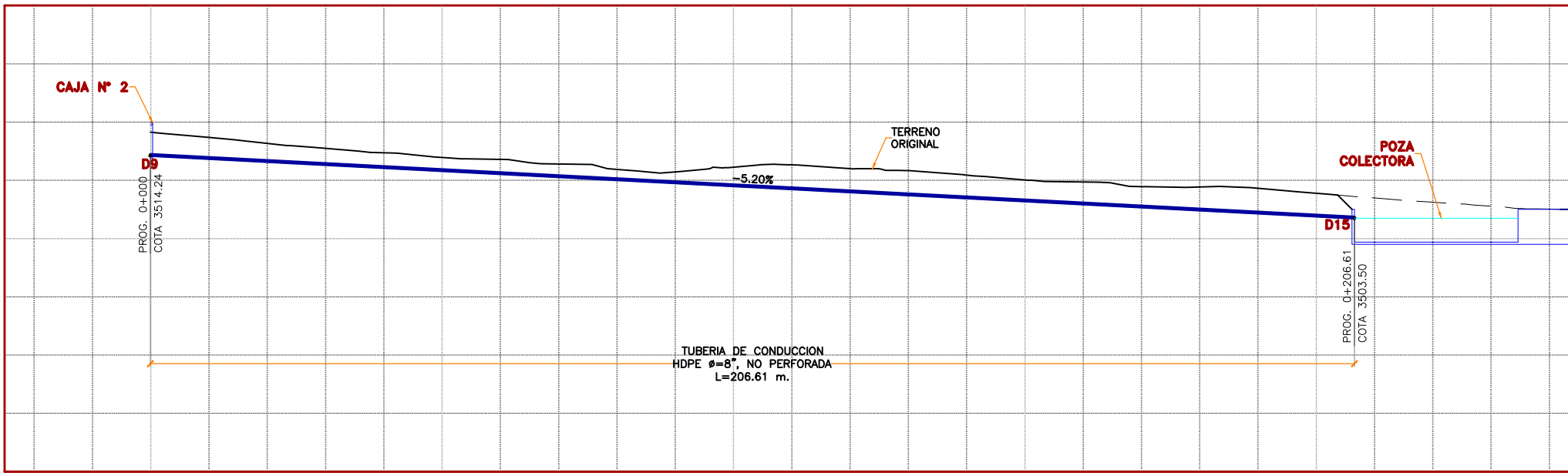
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

SISTEMA DE SUBDRENAJE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LOS VASOS 1 Y 2

Plano No. **PLANO Nº 48**

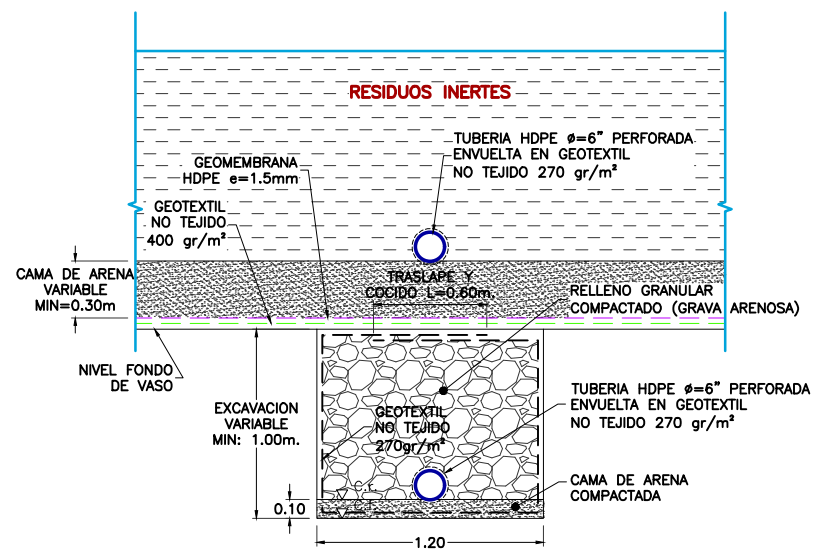
Escala: 1:1,000
 Fecha: JUNIO 2023

Elevación (msnm)

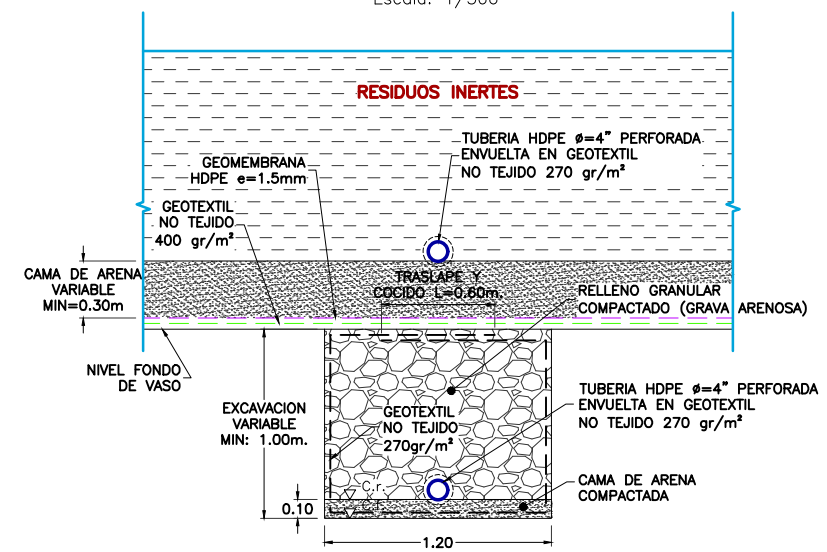


PROGRESIVAS	0+025	0+050	0+100	0+150	0+200
COTA TERRENO	3517.38	3516.36	3515.49	3514.72	3513.93
COTA RASANTE	3513.72	3513.20	3512.68	3512.16	3511.64
PENDIENTE	S = -5.20%				
ALINEAMIENTO	L = 206.61				

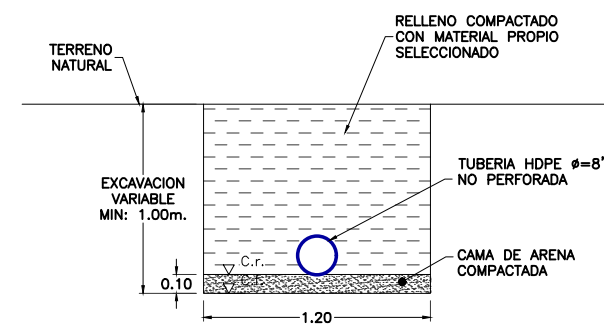
PERFIL LONGITUDINAL CORTE 3-3'
Escala: 1/500



CORTE 4-4' DREN COLECTOR 1 Y 2
Escala: 1/20



CORTE 5-5' DREN SECUNDARIO
Escala: 1/20



CORTE 6-6' TUBERIA DE CONDUCCION
Escala: 1/20

LEYENDA

- ▽ C.r. COTA RASANTE TUBERIA
- ▽ C.f. COTA FONDO



ESCALA: 1/20

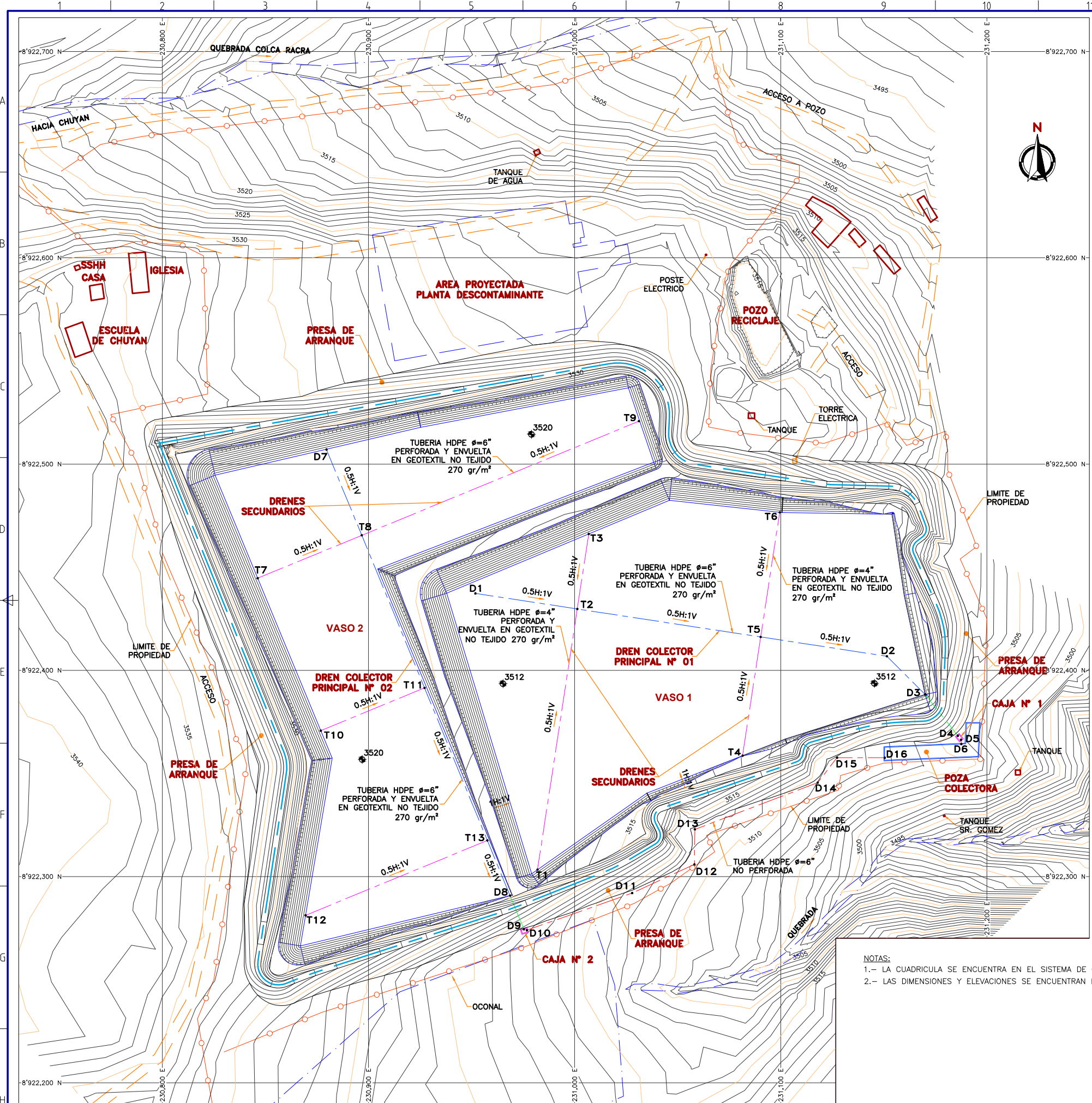


ESCALA: 1/500

- NOTAS:**
- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 49

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH			
SISTEMA DE SUBDRENAJE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LOS VASOS 1 Y 2			
CORTES 3-3', 4-4', 5-5' Y 6-6'			
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano N°: PLANO N° 50	Escala: INDICADA
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



DREN COLECTOR PRINCIPAL Nº 01

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
D1	230,951.85	8°922,437.29
D2	231,151.45	8°922,406.83
D3	231,170.03	8°922,388.27
D4	231,185.86	8°922,368.29
D5	231,187.42	8°922,366.33
D6	231,187.57	8°922,364.21

DRENES SECUNDARIOS VASO Nº 01

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
T1	230,981.98	8°922,303.34
T2	231,001.28	8°922,429.75
T3	231,006.83	8°922,466.09
T4	231,081.46	8°922,358.58
T5	231,090.25	8°922,416.17
T6	231,099.47	8°922,476.59

DREN COLECTOR PRINCIPAL Nº 02

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
D7	230,879.60	8°922,507.06
D8	230,968.67	8°922,290.76
D9	230,975.40	8°922,274.40
D10	230,976.80	8°922,273.97
D11	231,027.86	8°922,291.99
D12	231,058.12	8°922,305.90
D13	231,058.29	8°922,322.87
D14	231,117.89	8°922,345.52
D15	231,127.27	8°922,357.61
D16	231,150.40	8°922,357.61

DRENES SECUNDARIOS VASO Nº 02

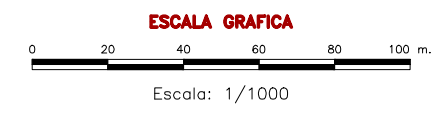
CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
T7	230,846.23	8°922,444.65
T8	230,896.73	8°922,465.45
T9	231,031.21	8°922,520.82
T10	230,876.84	8°922,370.74
T11	230,927.19	8°922,391.47
T12	230,869.48	8°922,281.19
T13	230,957.65	8°922,317.50

LEYENDA

- DREN COLECTOR PRINCIPAL TUBERIA PERFORADA (φ=6")
- DRENES SECUNDARIOS TUBERIA PERFORADA (φ=4")
- COLECTOR PRINCIPAL NO PERFORADO (φ=6")
- TUBERIA DE CONDUCCION NO PERFORADA (φ=6")

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
 ESCALA: 1/1,000

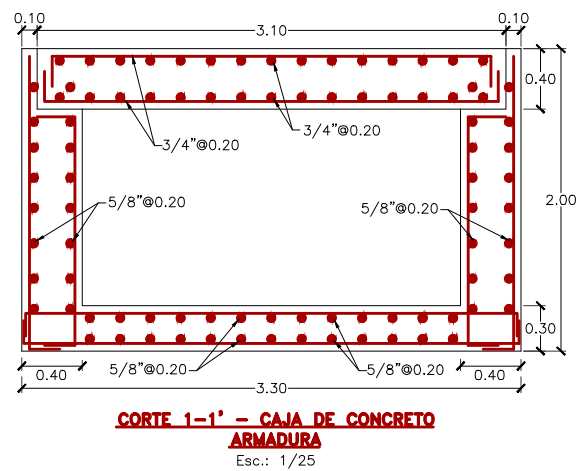
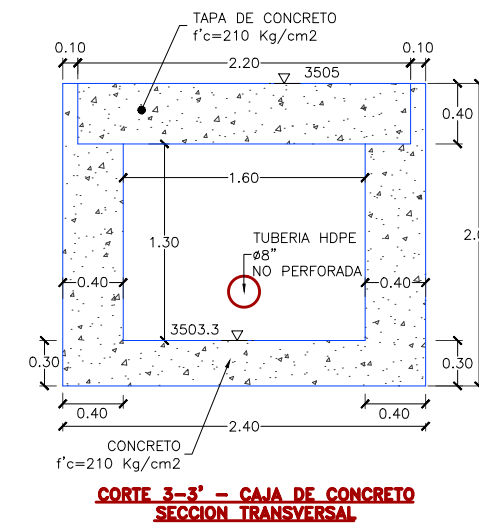
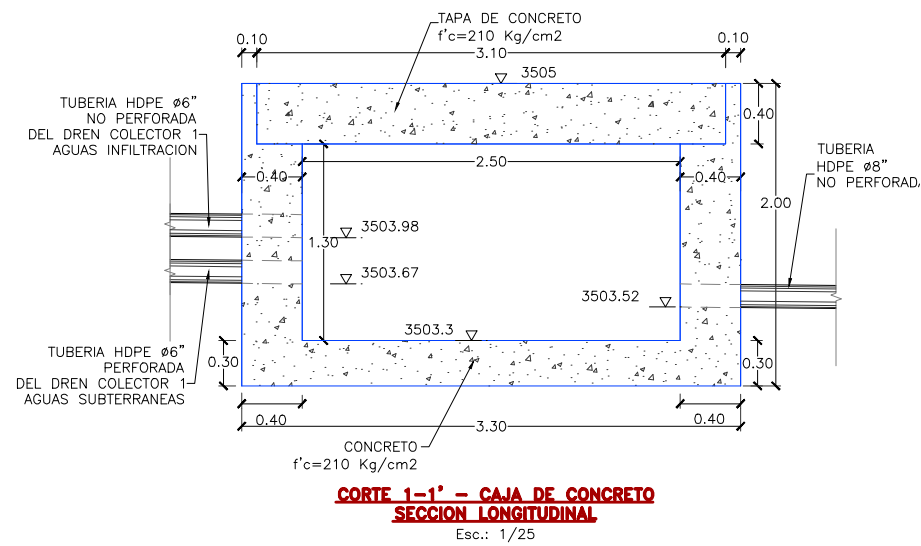
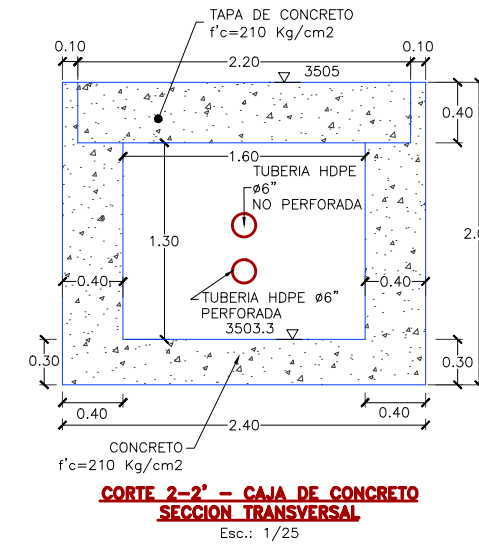
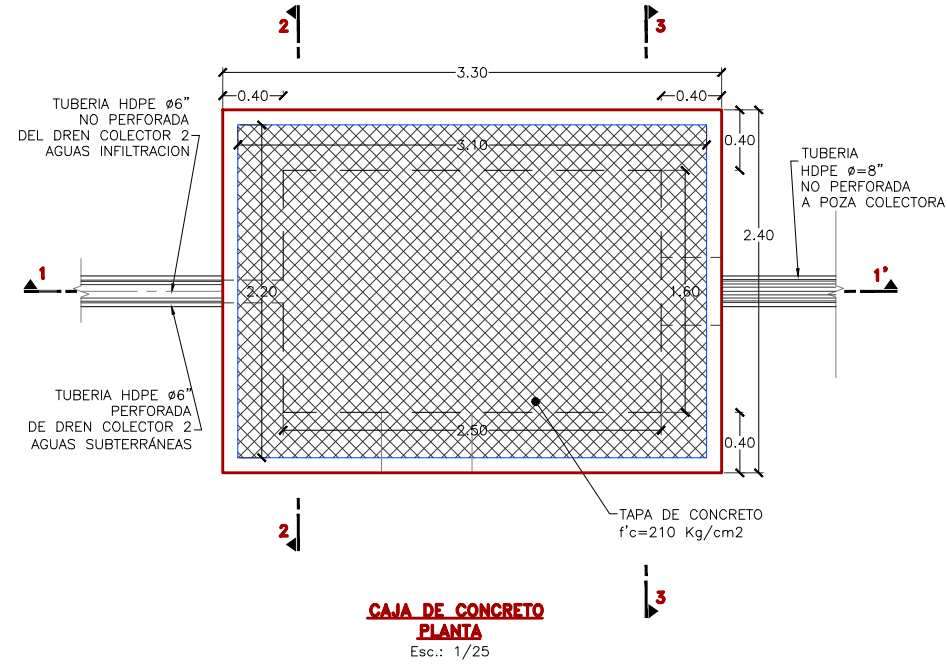
PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO Nº 48
 PLANO Nº 49
 PLANO Nº 50
 PLANO Nº 52



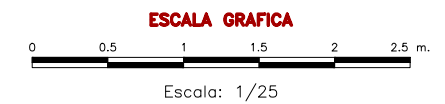
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM	Plano No. PLANO Nº 51		Escala: 1:1,000 Fecha: JUNIO 2023
	Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	

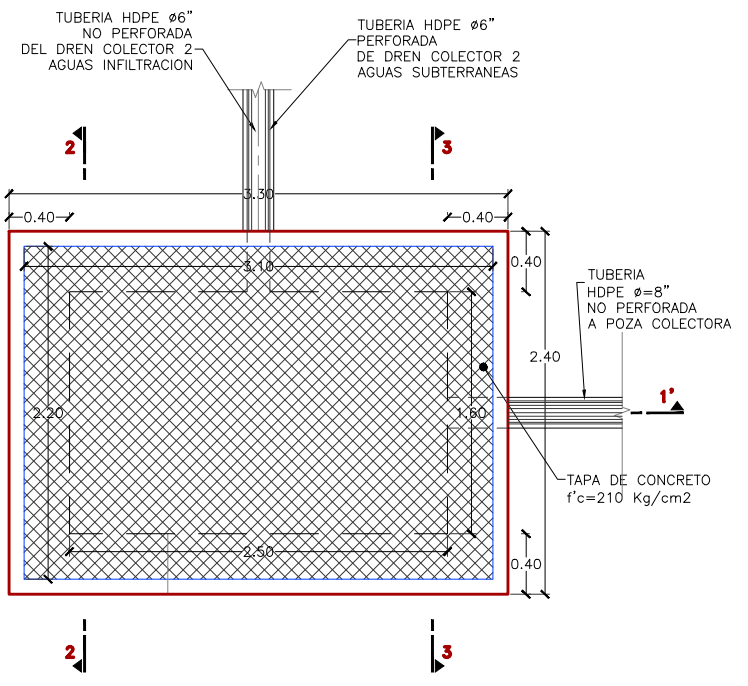


- NOTAS:**
- 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

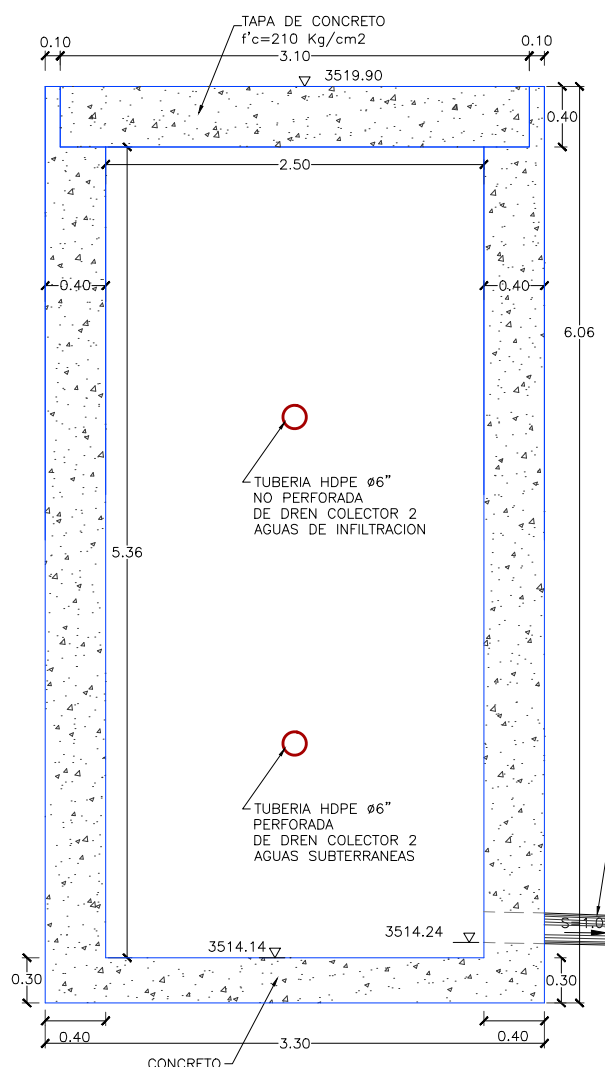


- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 48
 - PLANO N° 49
 - PLANO N° 50
 - PLANO N° 51

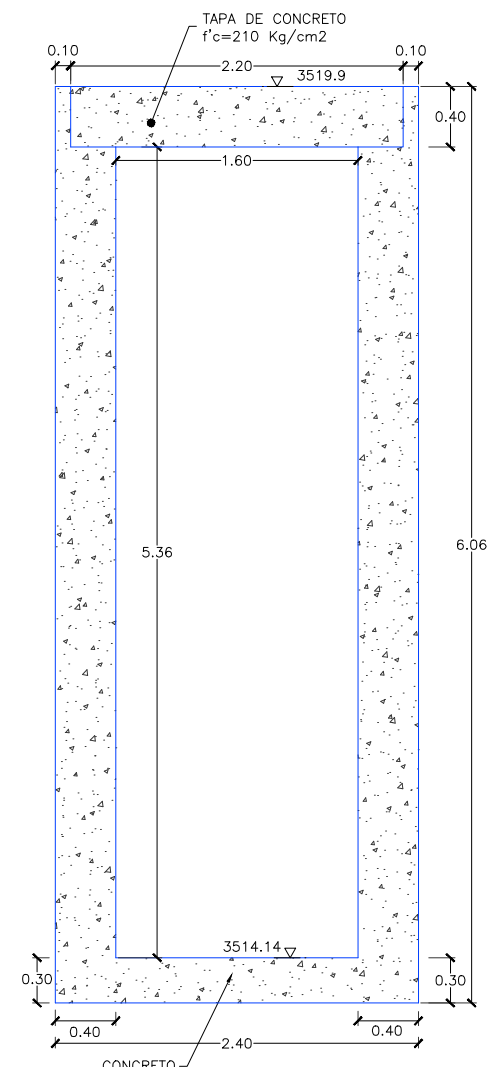
	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH			
UNMSM	Plano: SISTEMA DE DRENAJE DE LAS AGUAS DE INFILTRACION Y SUBTERRANEAS DEL VASO 1 CAJA COLECTORA N° 01		Plano No. PLANO N° 52
	Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Escala: 1:25
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



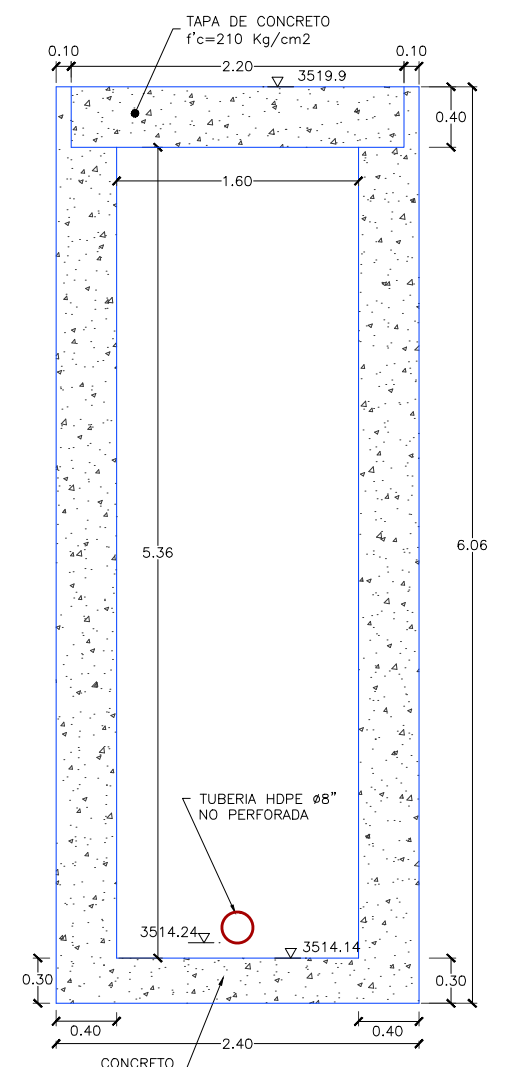
CAJA DE CONCRETO PLANTA
Esc.: 1/25



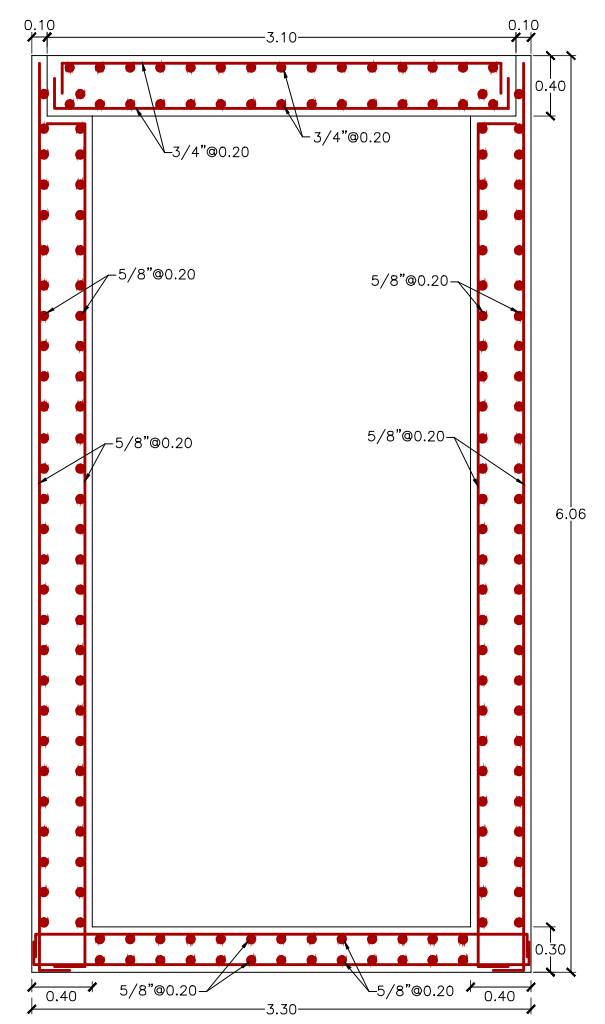
CORTE 1-1' - CAJA DE CONCRETO SECCION LONGITUDINAL
Esc.: 1/25



CORTE 2-2' - CAJA DE CONCRETO SECCION TRANSVERSAL
Esc.: 1/25

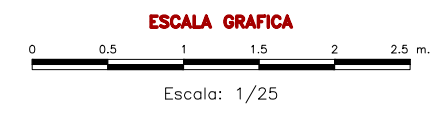


CORTE 3-3' - CAJA DE CONCRETO SECCION TRANSVERSAL
Esc.: 1/25




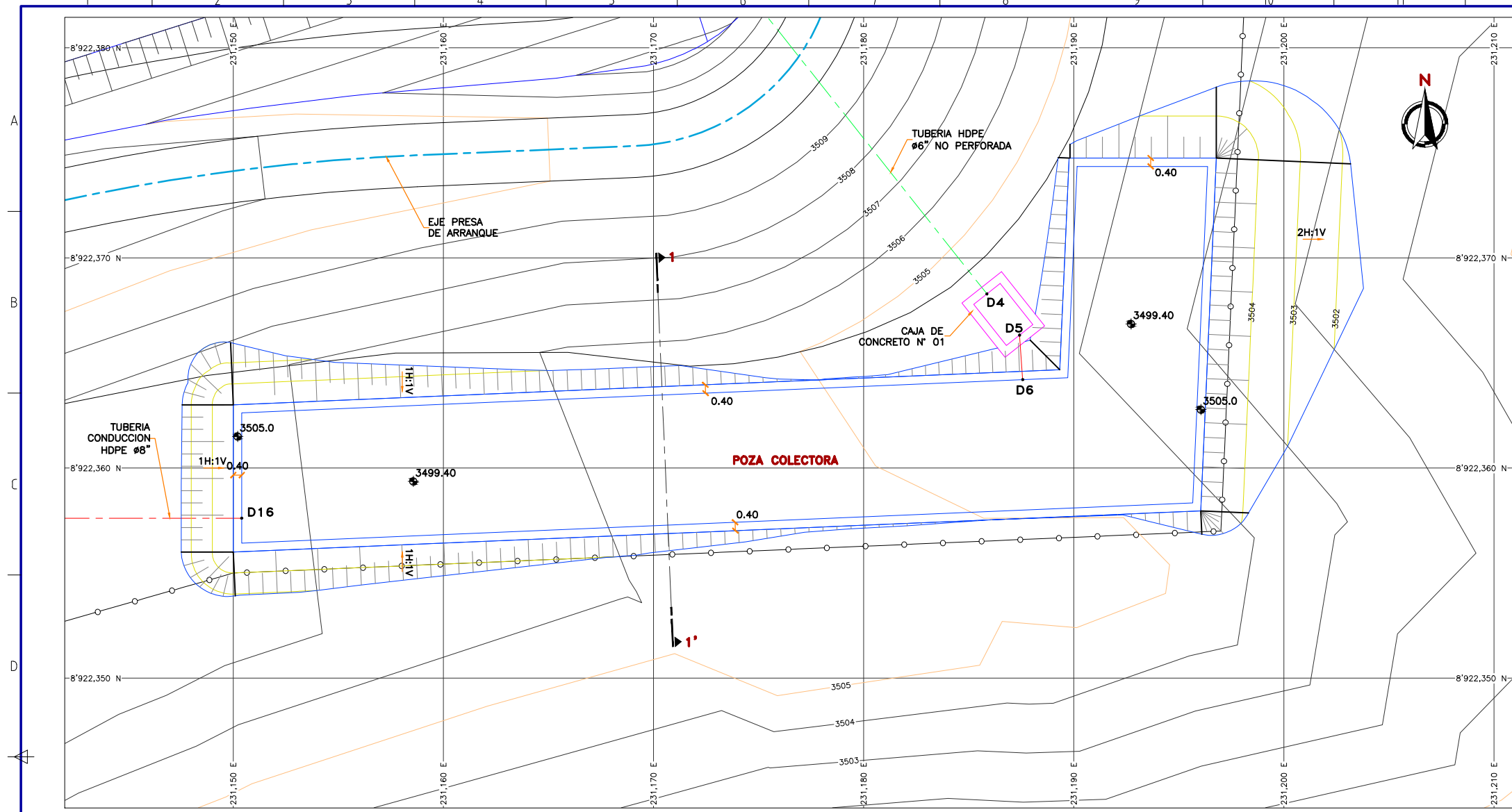
CORTE 1-1' - CAJA DE CONCRETO ARMADURA
Esc.: 1/25

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 48
PLANO N° 49
PLANO N° 50
PLANO N° 51

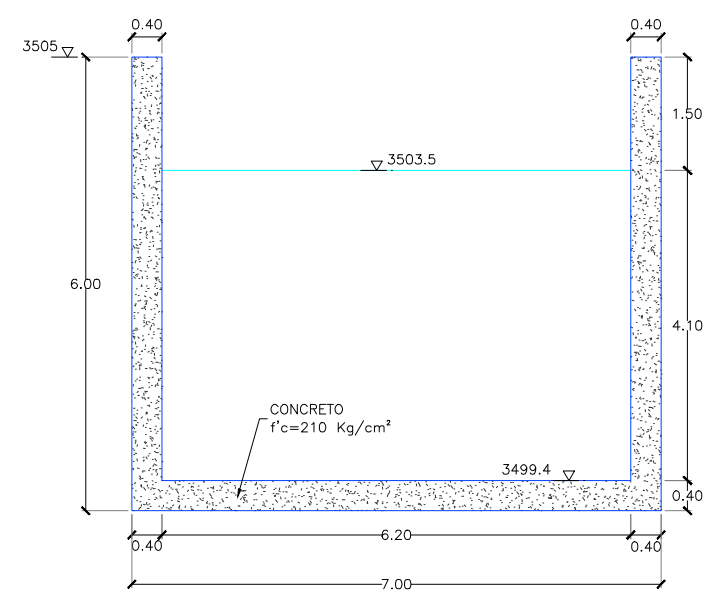
 UNMSM	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
	Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH		
Plano: SISTEMA DE DRENAJE DE LAS AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO 2 CAJA COLECTORA N° 02		Plano No.: PLANO N° 53	Escala: 1:25 Fecha: JUNIO 2023
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS		



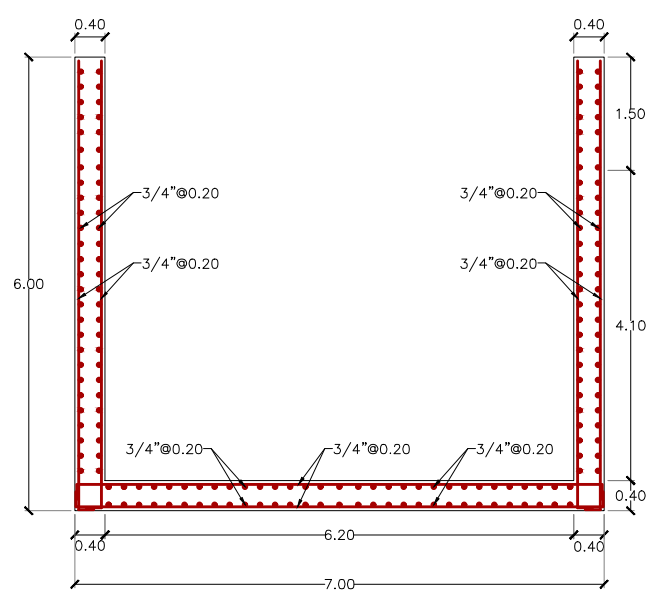
CARACTERISTICAS DE LA POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION Y SUBDRENAJE

NIVEL DE CORONA	: 3505.0 msnm
PROFUNDIDAD MAXIMA DE POZA	: 6.0 m
PROFUNDIDAD UTIL DE POZA	: 4.1 m
NIVEL MAXIMO DE ALMACENAMIENTO	: 3503.5 msnm
BORDO LIBRE	: 1.5 m
LARGO EXTERIOR DE LA POZA	: 56.17 m
ANCHO EXTERIOR DE LA POZA	: 7.00 m
CAPACIDAD UTIL DE LA POZA	: 1407.6 m ³

PLANTA
ESCALA: 1/125



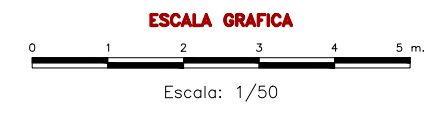
CORTE 1-1'
POZA COLECTORA
ARMADURA
Esc: 1/50



CORTE 1-1'
POZA COLECTORA
ARMADURA
Esc: 1/50

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 48
 - PLANO N° 49
 - PLANO N° 50
 - PLANO N° 51

NOTIAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

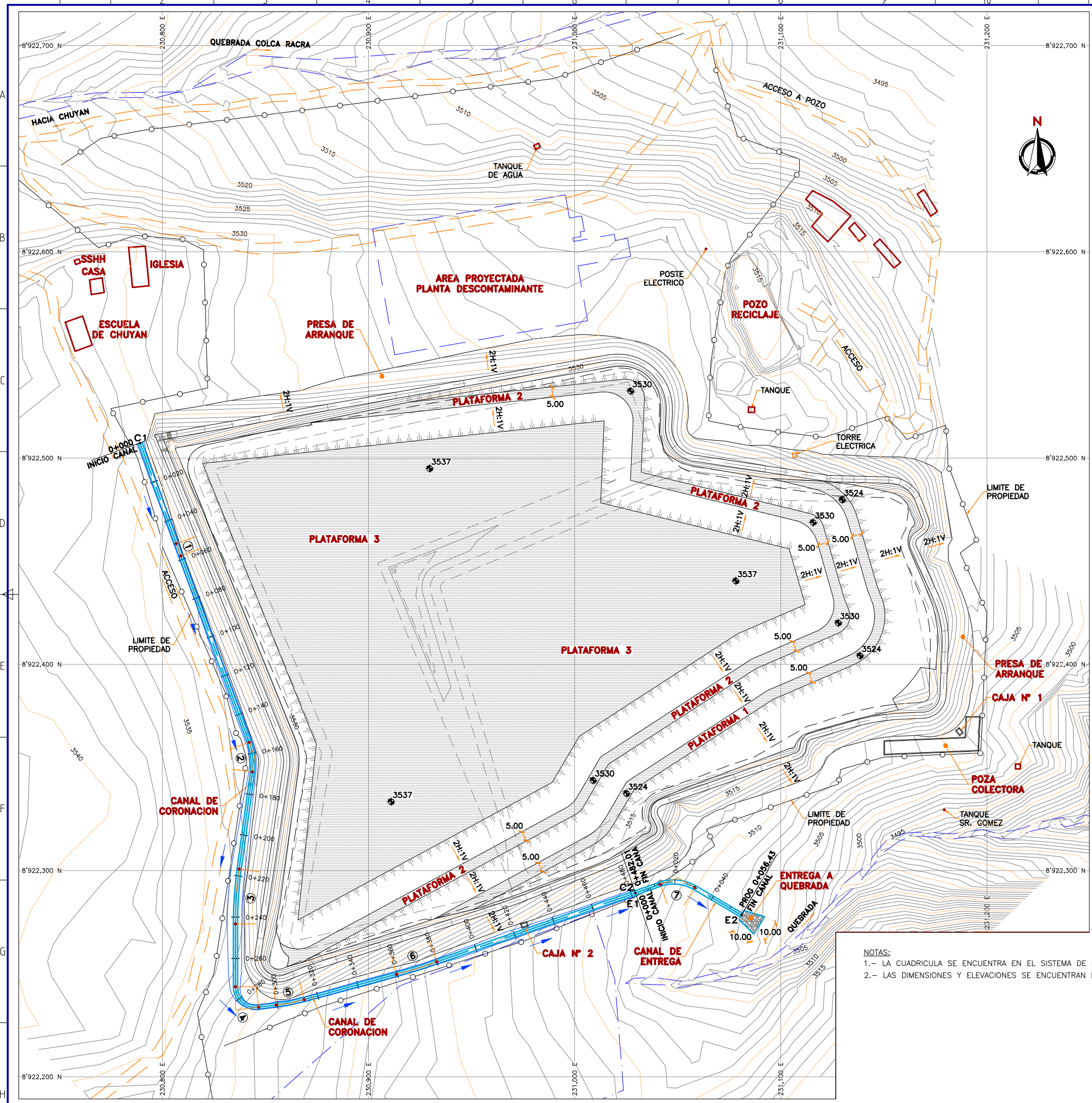
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Plano: **POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION Y SUBDRENAJE**
PLANTA

UNMSM

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.:	Escala:
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	PLANO N° 54	INDICADA
		Fecha:	JUNIO 2023



CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
C1	230,789.21	8'922,507.31
C2	231,029.47	8'922,289.18

CURVA	CENTRO		PC		PI		PT	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	231,747.60	8'922,797.41	230,806.75	8'922,458.59	230,807.83	8'922,455.61	230,808.92	8'922,452.63
2	230,813.97	8'922,351.88	230,842.13	8'922,362.22	230,844.71	8'922,355.21	230,843.69	8'922,347.81
3	231,030.44	8'922,274.27	230,837.25	8'922,300.72	230,835.44	8'922,287.51	230,835.44	8'922,274.18
4	230,845.46	8'922,243.66	230,835.46	8'922,243.65	230,835.46	8'922,232.31	230,846.72	8'922,233.74
5	230,842.58	8'922,334.02	230,855.18	8'922,234.81	230,862.10	8'922,235.69	230,868.83	8'922,237.52
6	230,834.79	8'922,539.16	230,913.53	8'922,249.68	230,923.45	8'922,252.38	230,933.15	8'922,255.75

ELEMENTOS DE CURVA

CURVA	R	ALFA	Lcurva	TANG	Prog PC	Prog PI	Prog PT
1	1,000.00	0°21'48"	6.34	3.17	0+51.78	0+54.95	0+58.12
2	30.00	27°57'49"	14.64	7.47	0+154.44	0+161.91	0+169.08
3	195.00	7°49'15"	26.62	13.33	0+216.61	0+229.94	0+243.23
4	10.00	97°12'53"	16.97	11.35	0+273.76	0+285.11	0+290.73
5	100.00	7°58'38"	13.92	6.97	0+299.26	0+306.23	0+313.18
6	300.00	3°55'21"	20.54	10.27	0+359.51	0+369.79	0+380.05

CUADRO DE COORDENADAS

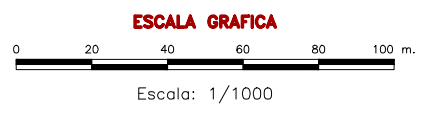
PUNTO	ESTE	NORTE
E1	231,029.47	8'922,289.18
E2	231,080.96	8'922,278.40

CURVA	CENTRO		PC		PI		PT	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
7	231,048.11	8'922,274.48	231,041.55	8'922,293.37	231,050.26	8'922,296.39	231,058.22	8'922,291.73

ELEMENTOS DE CURVA

CURVA	R	ALFA	Lcurva	TANG	Prog PC	Prog PI	Prog PT
1	20.00	49°30'38"	17.28	9.22	0+12.78	0+22.01	0+30.07

NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANTA
ESCALA: 1/1,000

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 56
 - PLANO N° 57
 - PLANO N° 58
 - PLANO N° 59
 - PLANO N° 60



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

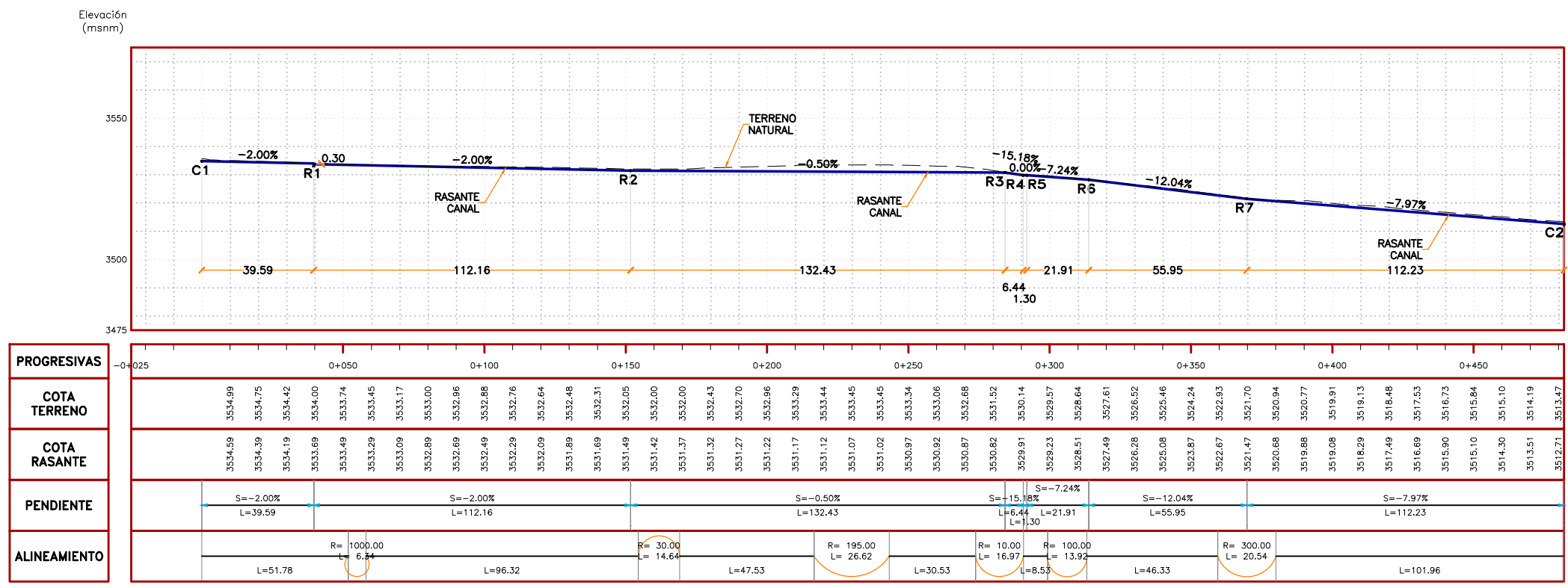
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

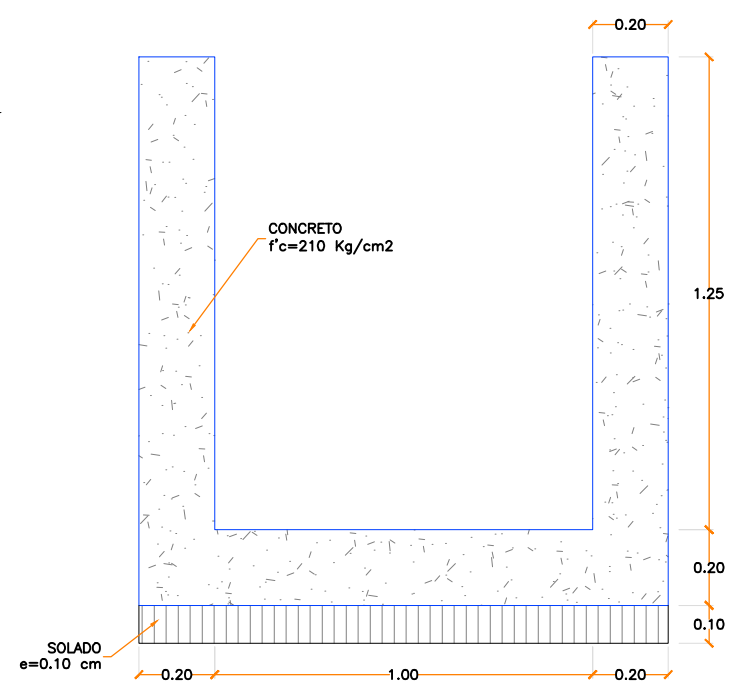
UNMSM

CANAL DE CORONACION
PLANTA

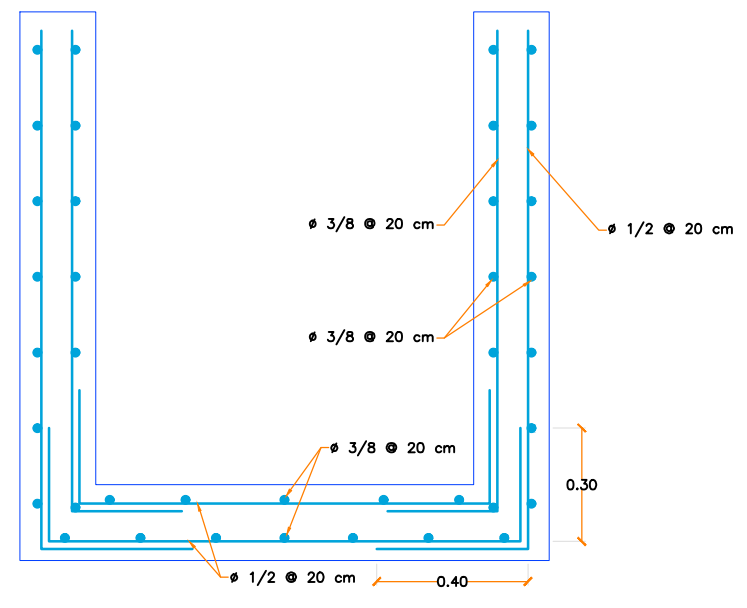
Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 55	Escala: 1:1,000
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023	



CANAL DE CORONACION
PERFIL LONGITUDINAL
Escala: 1/1000



SECCION TIPICA
CANAL DE CORONACION
Esc. 1:10



CANAL DE CORONACION
ARMADURA
Esc. 1:10

LEYENDA

	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm ²
	SOLADO DE CONCRETO f'c=100 Kg/cm ² e = 0.10 m.

- NOTAS:**
- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

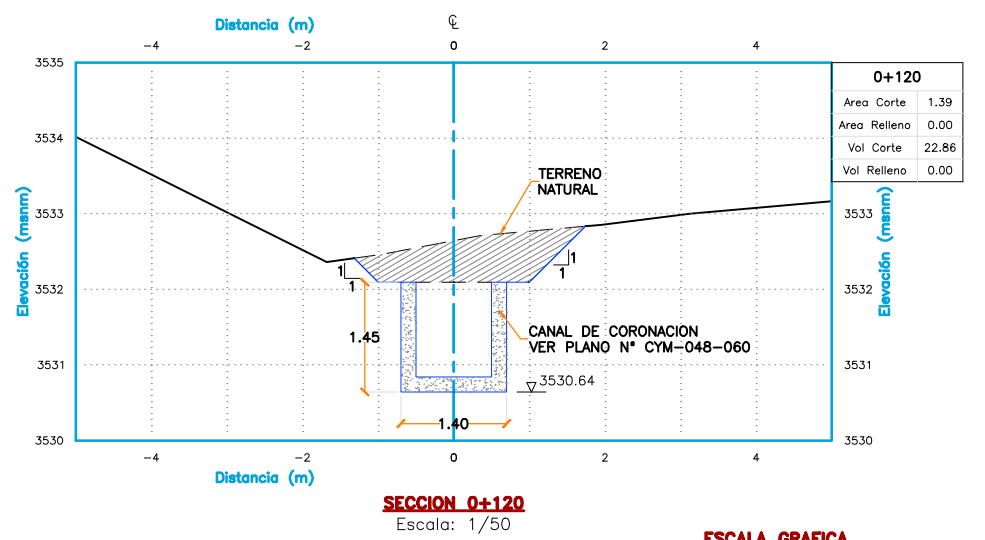
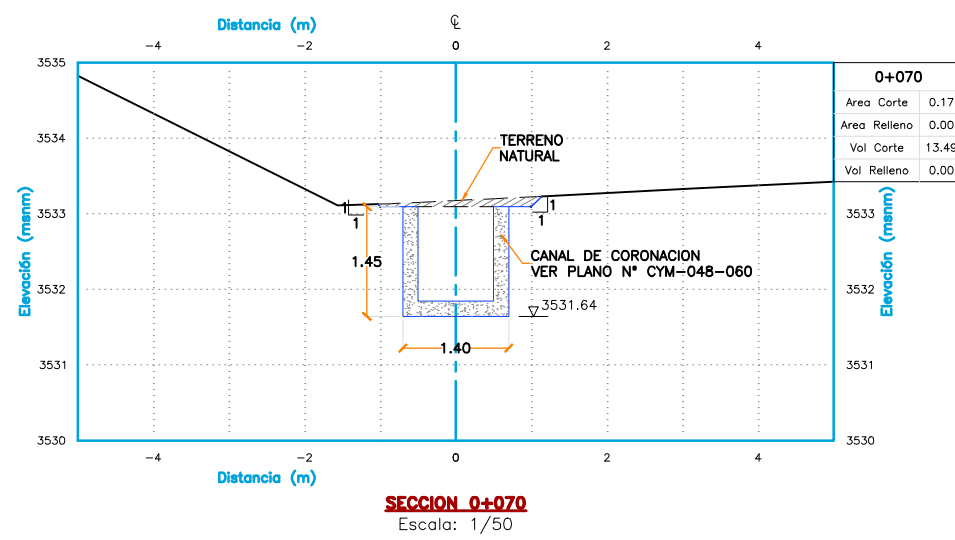
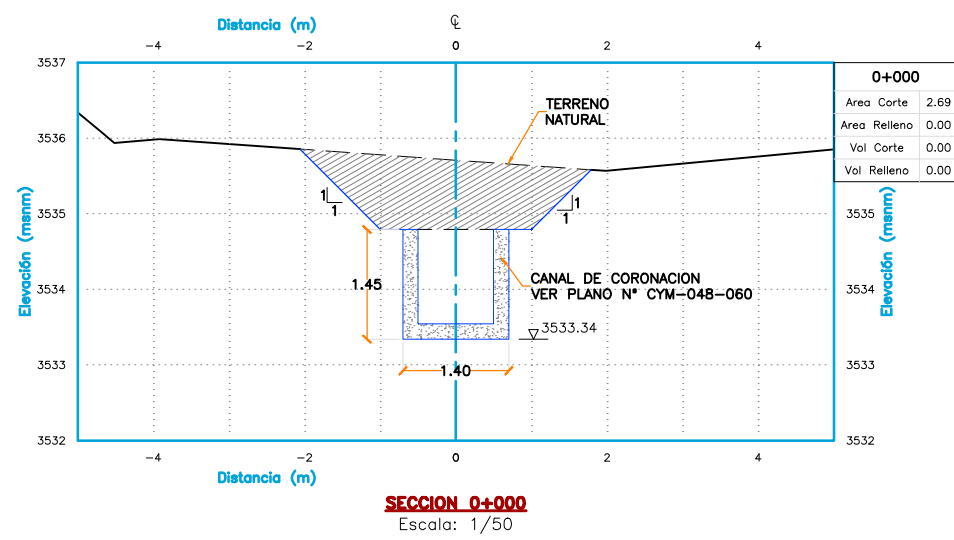
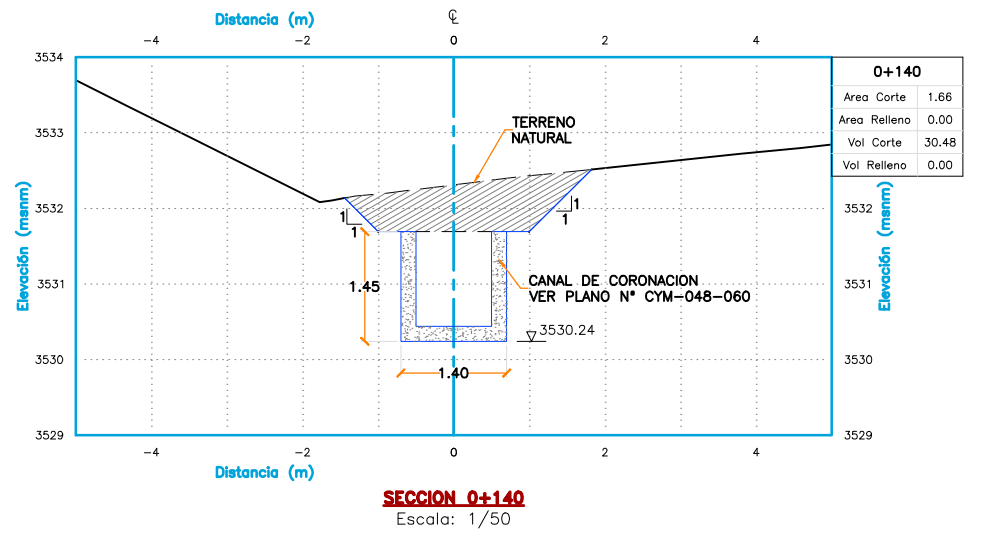
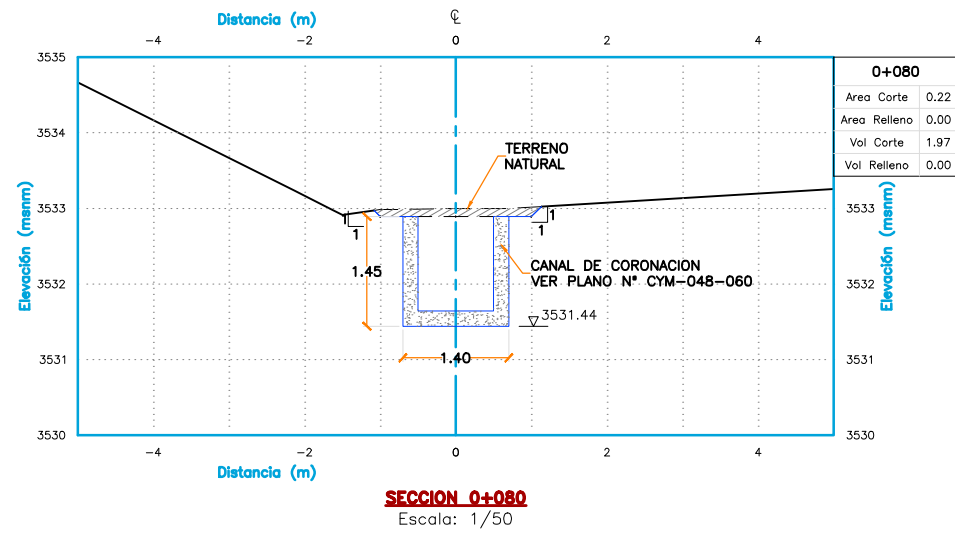
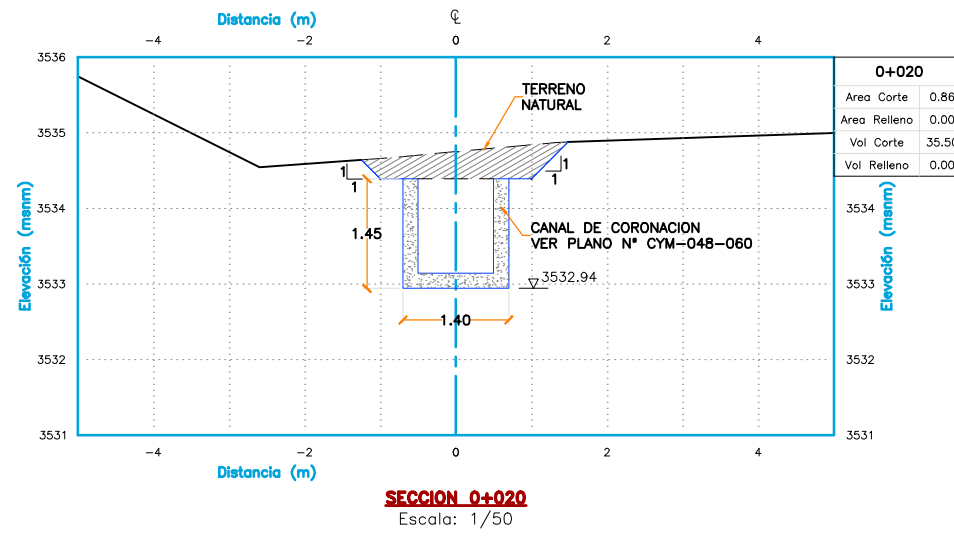
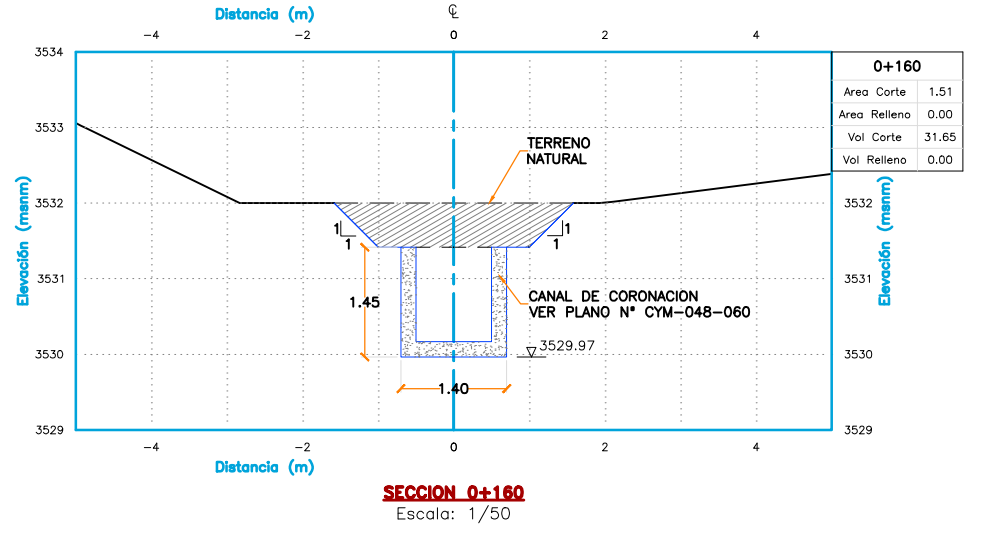
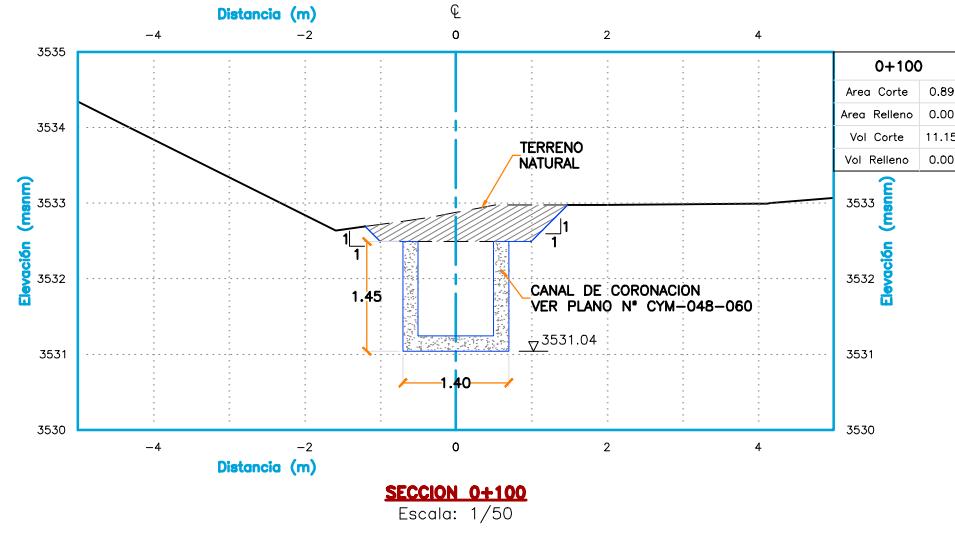
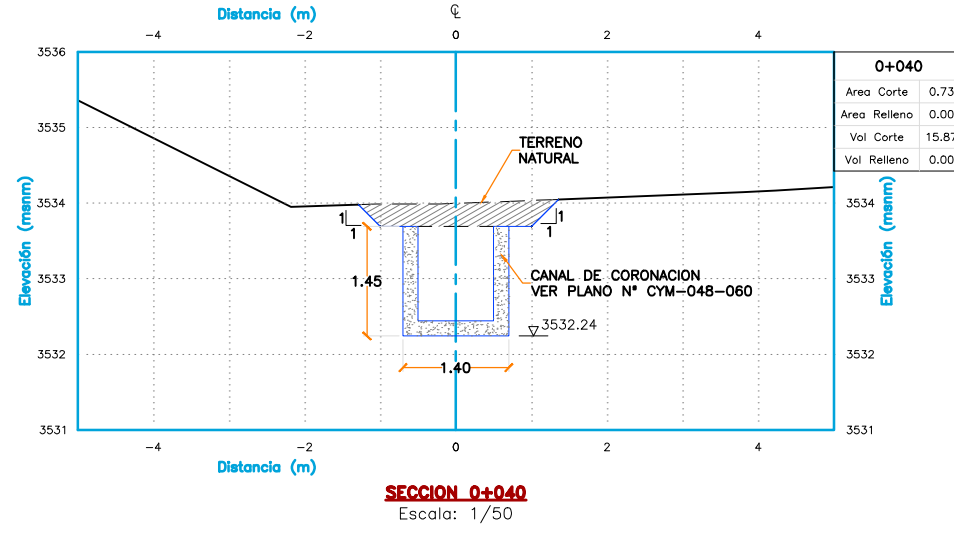


CANAL RECTANGULAR
CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

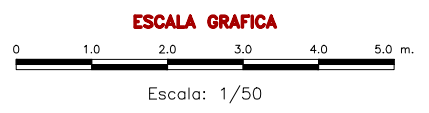
Caudal	: 3.20 m ³ /s
Rugosidad	: 0.014
Pendiente	: Variable
Tirante Normal	: 0.72 m
Area Hidráulica	: 0.72 m ²
Perímetro	: 2.43 m
Radio Hidráulico	: 0.29 m
Velocidad	: 4.47 m/s

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 55
 - PLANO N° 57
 - PLANO N° 58
 - PLANO N° 59
 - PLANO N° 60


	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS	
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA UNIDAD DE POSTGRADO	
	Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH	
UNMSM	CANAL DE CORONACION PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIÓN TÍPICA	
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No. PLANO N° 56 Escala: 1:1,000 Fecha: JUNIO 2023

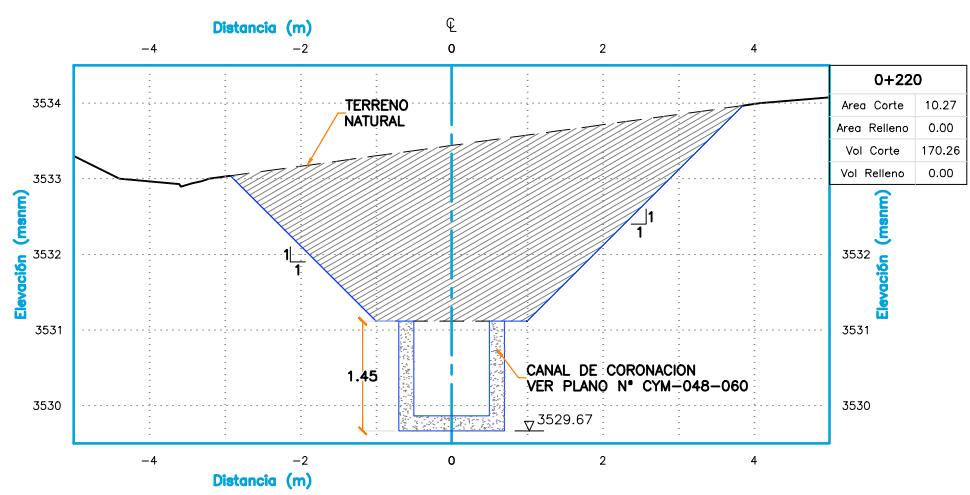


NOTAS:
 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

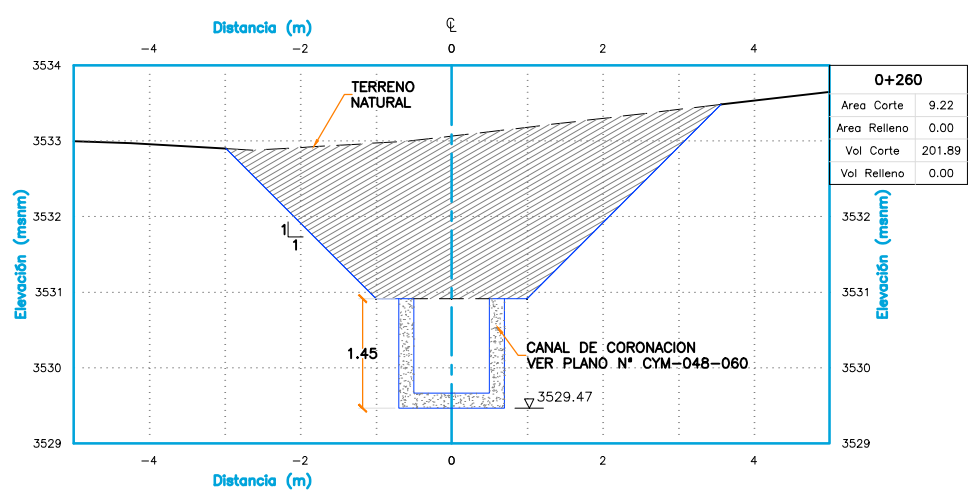


PLANOS DE REFERENCIA
 PLANO N° 55
 PLANO N° 56
 PLANO N° 58
 PLANO N° 59
 PLANO N° 60

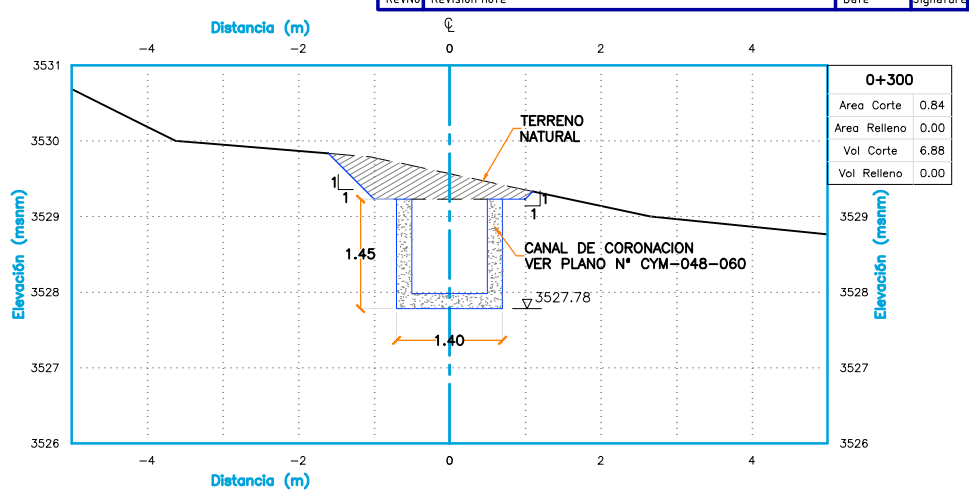
 UNMSM	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO	
	Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH	
CANAL DE CORONACION SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+000 A PROG. 0+160		Plano No.: PLANO N° 57
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Escala: 1:50
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Fecha: JUNIO 2023



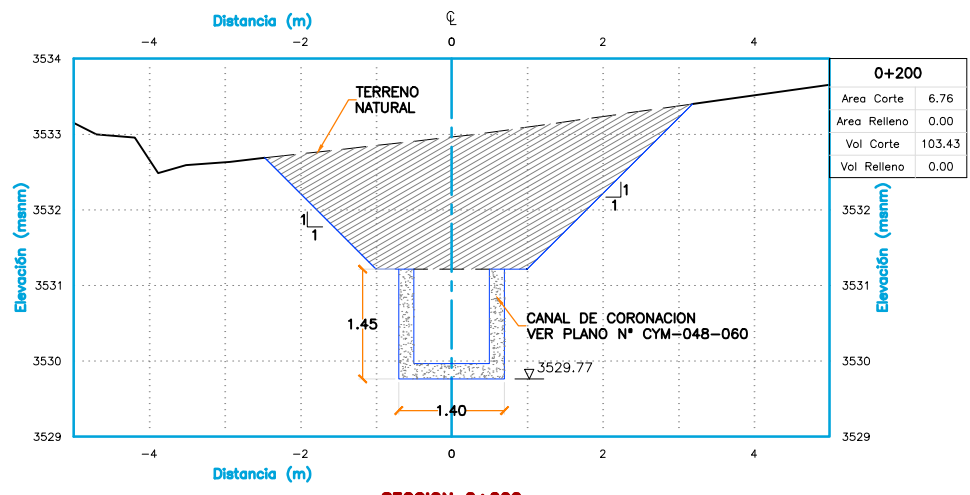
SECCION 0+220
Escala: 1/50



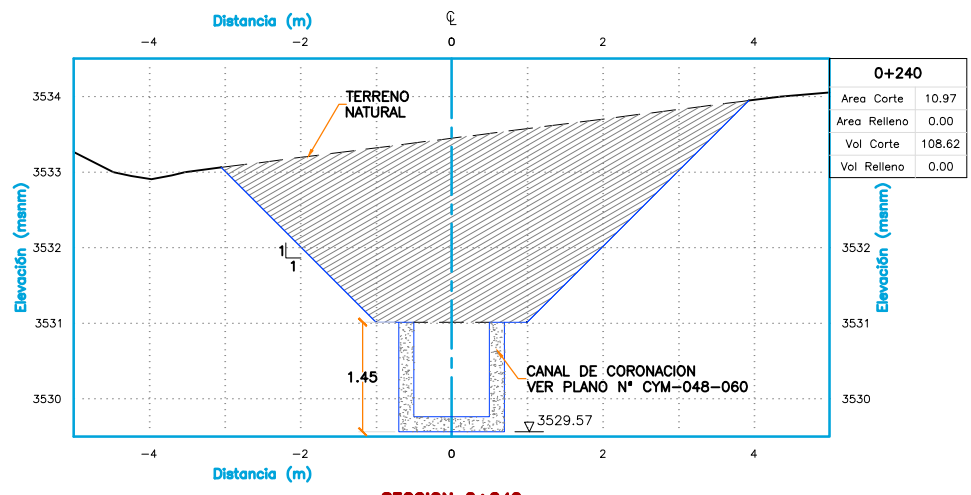
SECCION 0+260
Escala: 1/50



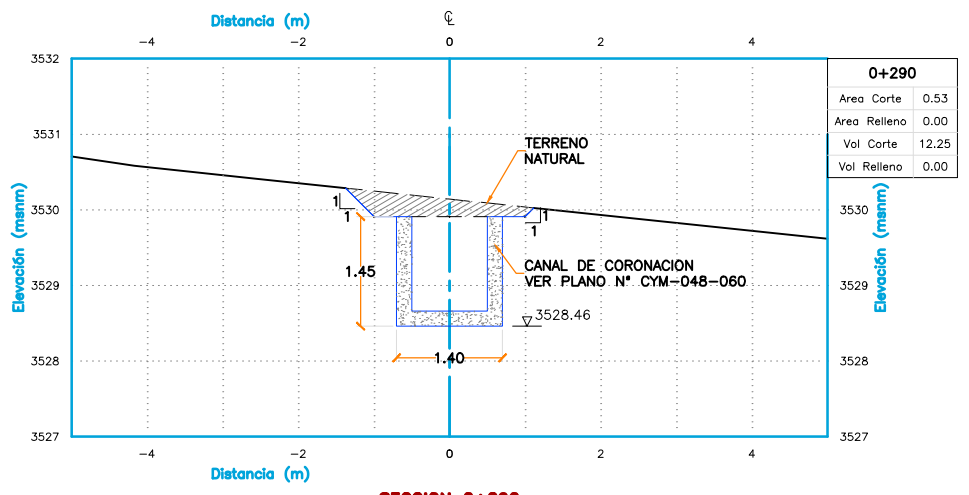
SECCION 0+300
Escala: 1/50



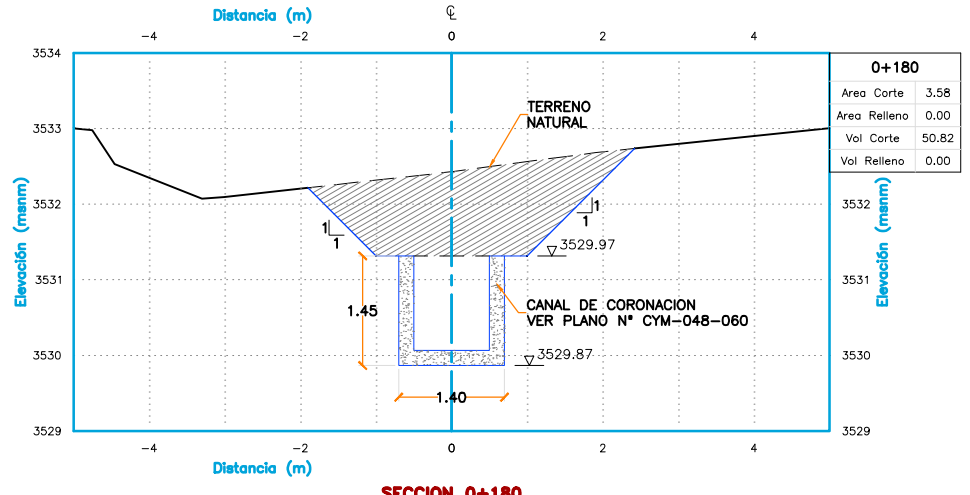
SECCION 0+200
Escala: 1/50



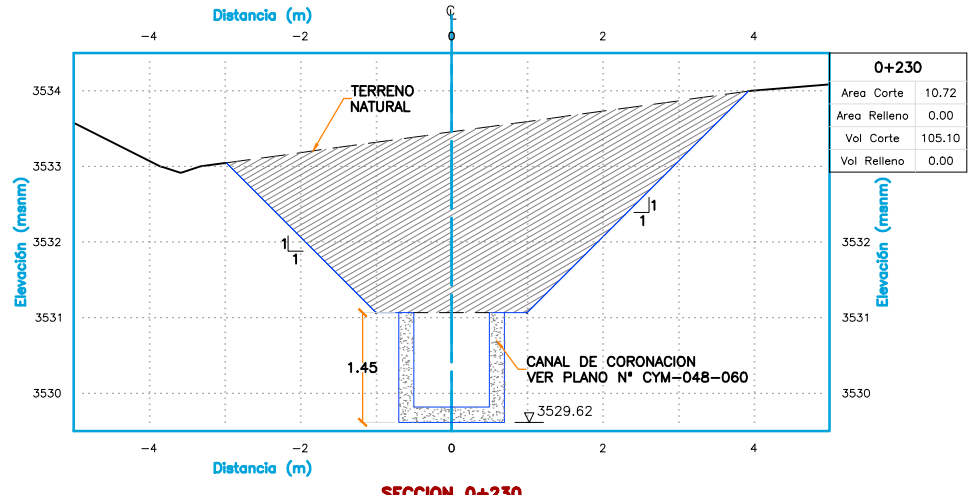
SECCION 0+240
Escala: 1/50



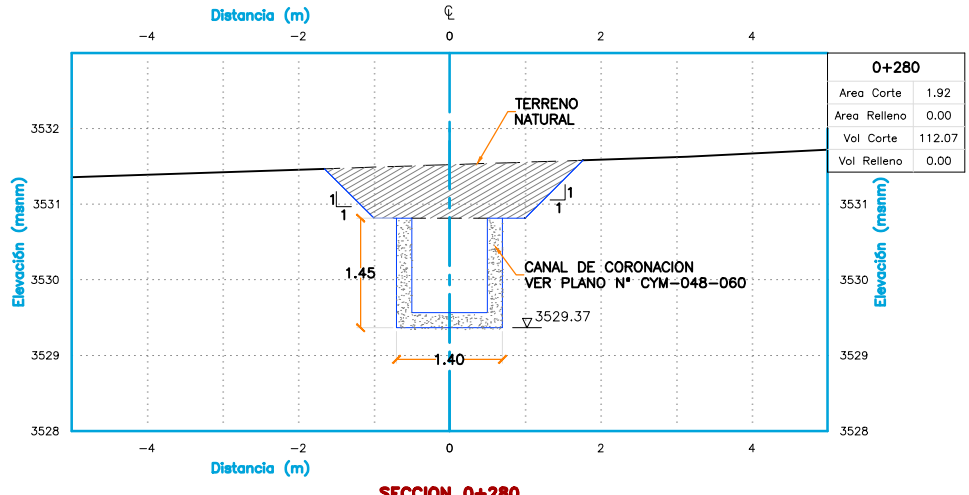
SECCION 0+290
Escala: 1/50



SECCION 0+180
Escala: 1/50

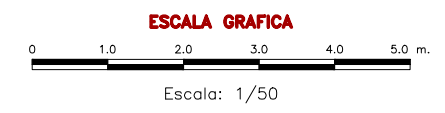


SECCION 0+230
Escala: 1/50



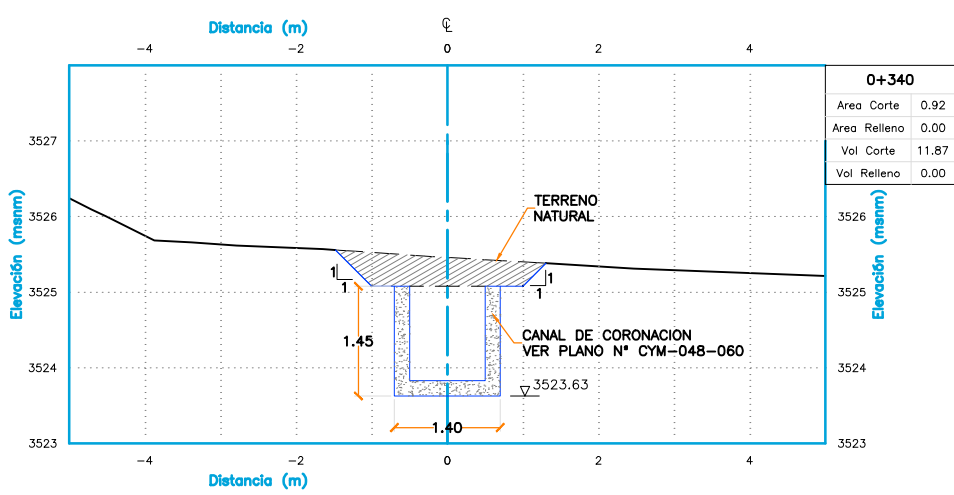
SECCION 0+280
Escala: 1/50

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

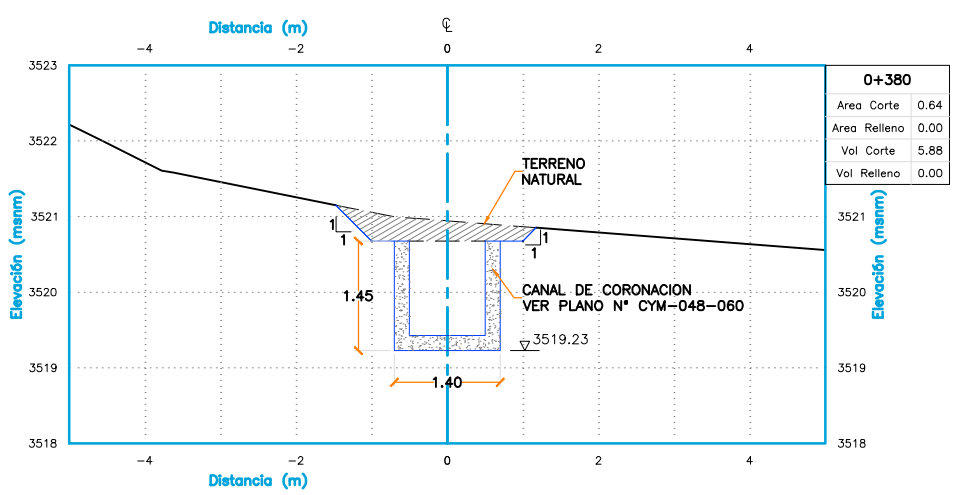


PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 55
PLANO N° 56
PLANO N° 57
PLANO N° 59
PLANO N° 60

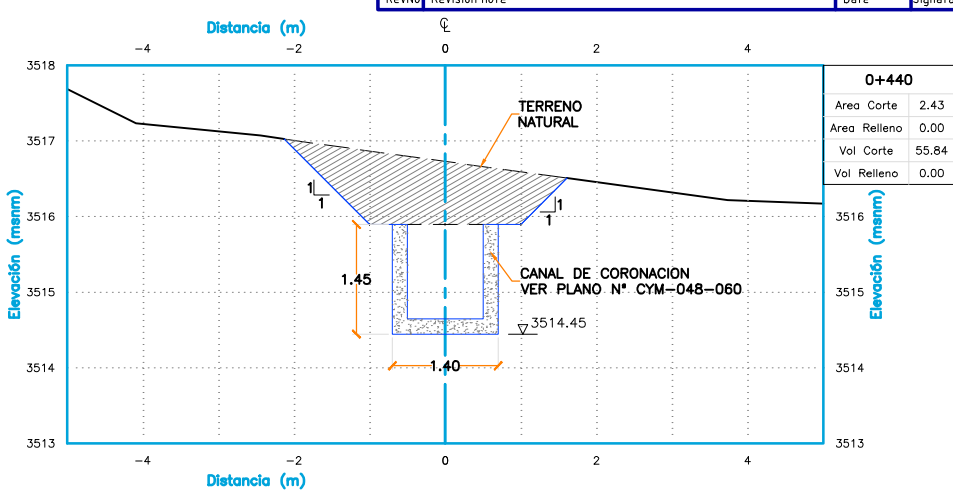
 UNMSM	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH			
CANAL DE CORONACION SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+180 A PROG. 0+300		Plano No. PLANO N° 58	Escala: 1:50 Fecha: JUNIO 2023
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujo: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Escala: 1:50 Fecha: JUNIO 2023



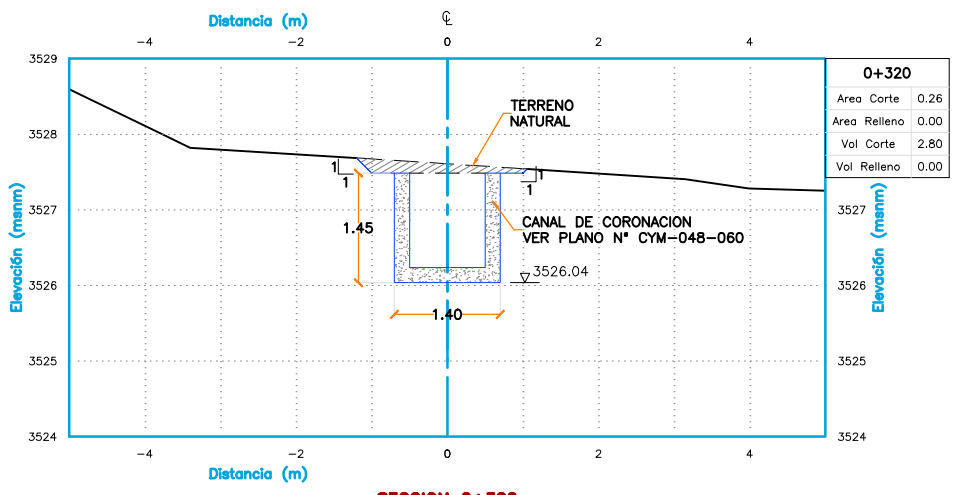
SECCION 0+340
Escala: 1/50



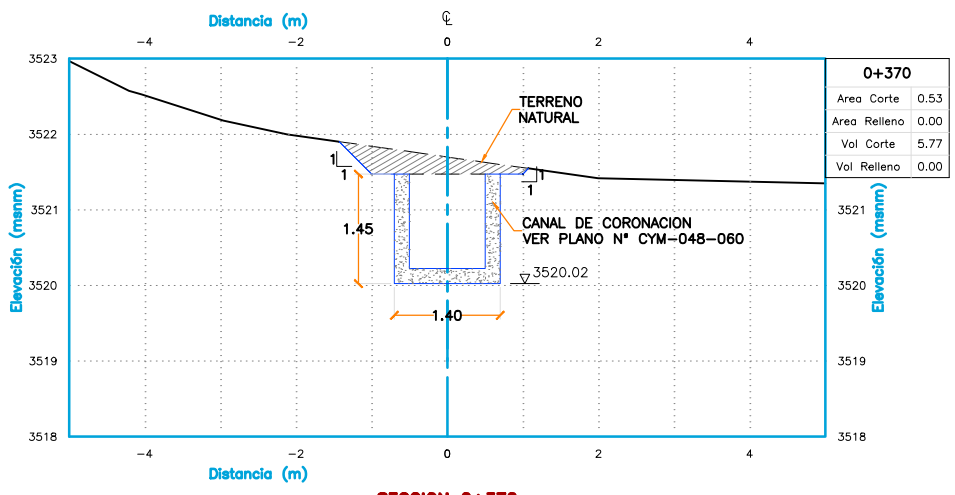
SECCION 0+380
Escala: 1/50



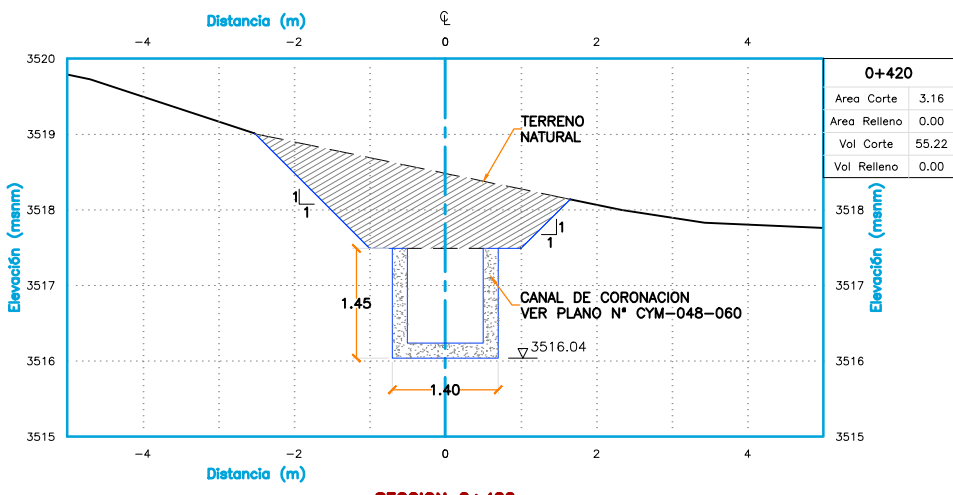
SECCION 0+440
Escala: 1/50



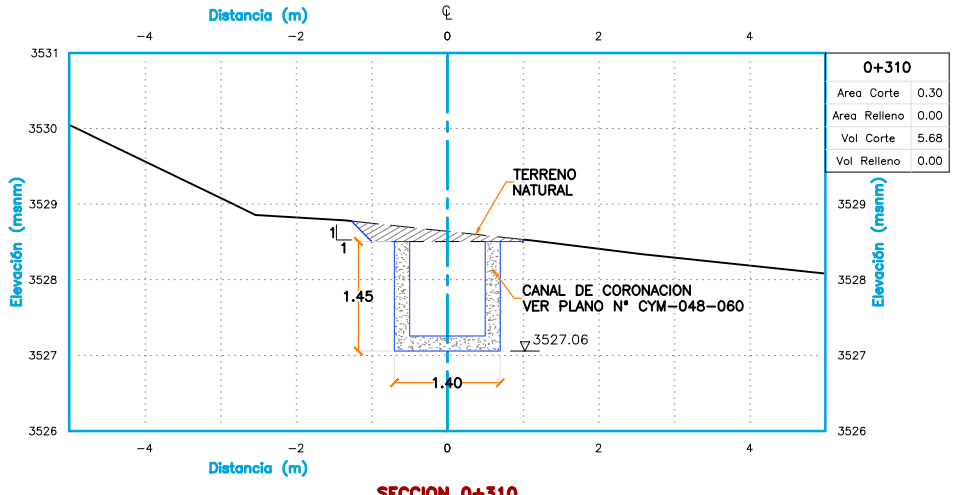
SECCION 0+320
Escala: 1/50



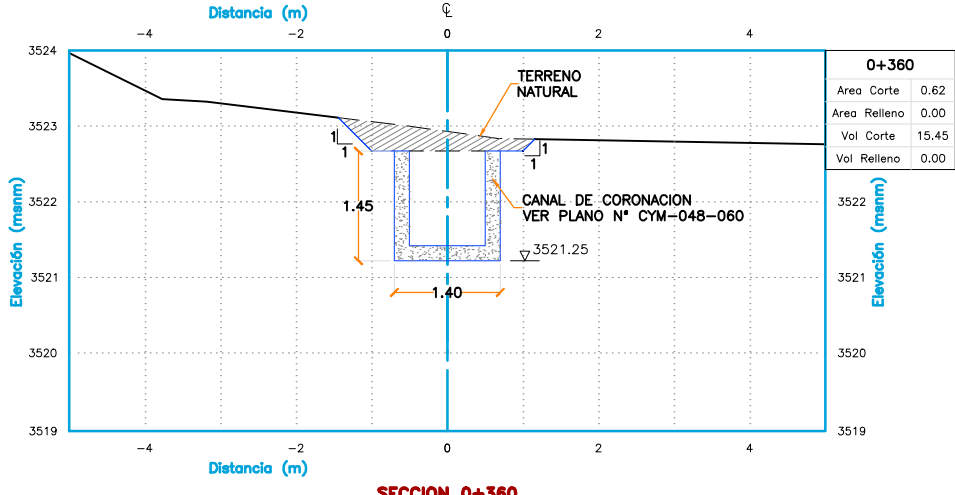
SECCION 0+370
Escala: 1/50



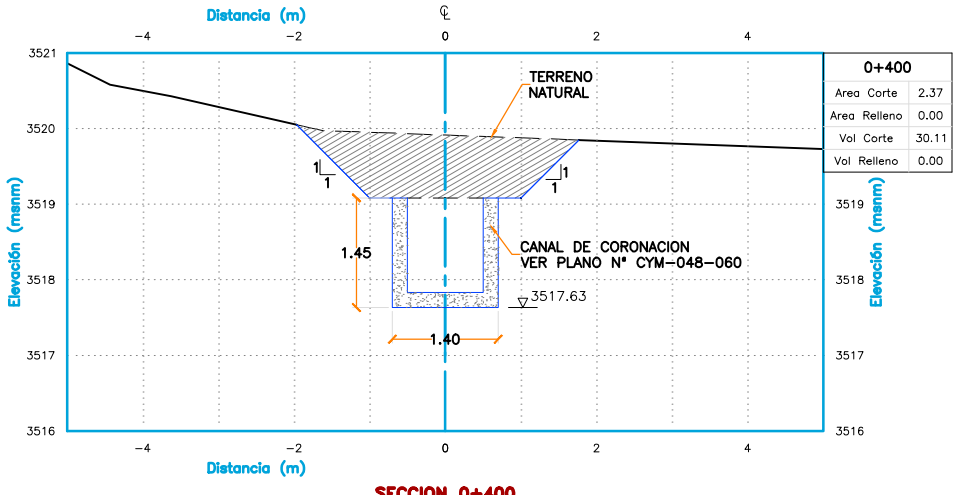
SECCION 0+420
Escala: 1/50



SECCION 0+310
Escala: 1/50

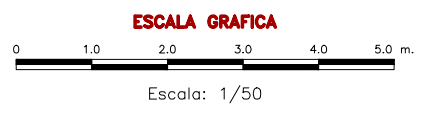


SECCION 0+360
Escala: 1/50



SECCION 0+400
Escala: 1/50

NOTAS:
1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).



PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 55
PLANO N° 56
PLANO N° 57
PLANO N° 58
PLANO N° 60



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

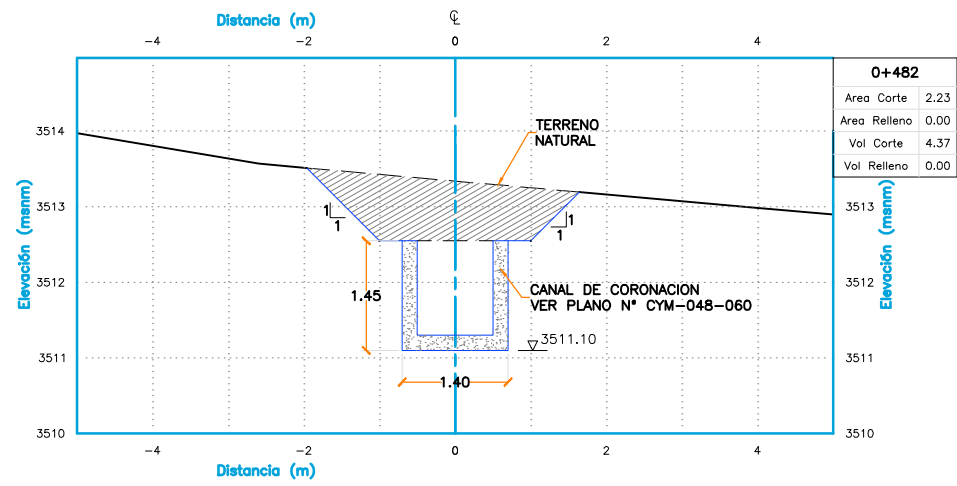
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

UNMSM

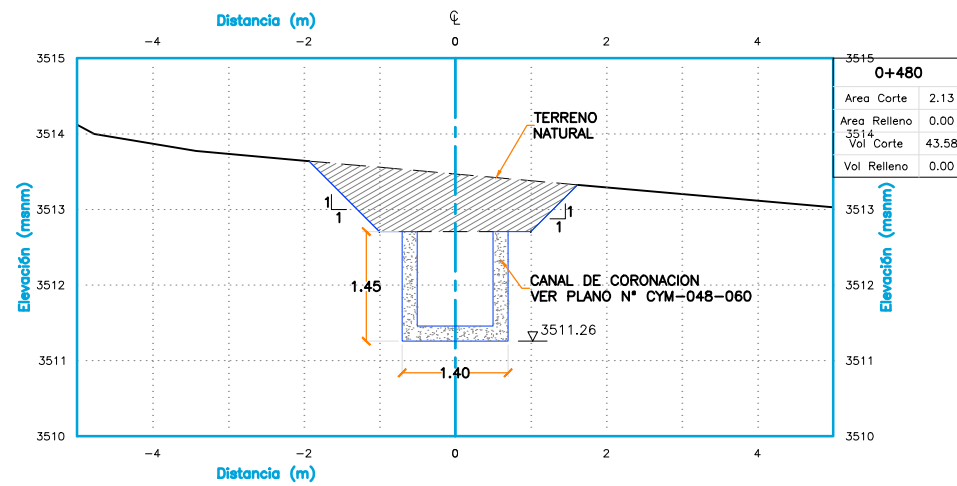
CANAL DE CORONACION
SECCIONES TRANSVERSALES
PROG. 0+310 A PROG. 0+440

Diseño: JORGE ESCALANTE CONTRERAS | Dibujo: JORGE ESCALANTE CONTRERAS | Plano No.: PLANO N° 59 | Escala: 1:50
Revisión: JORGE ESCALANTE CONTRERAS | Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS | Fecha: JUNIO 2023



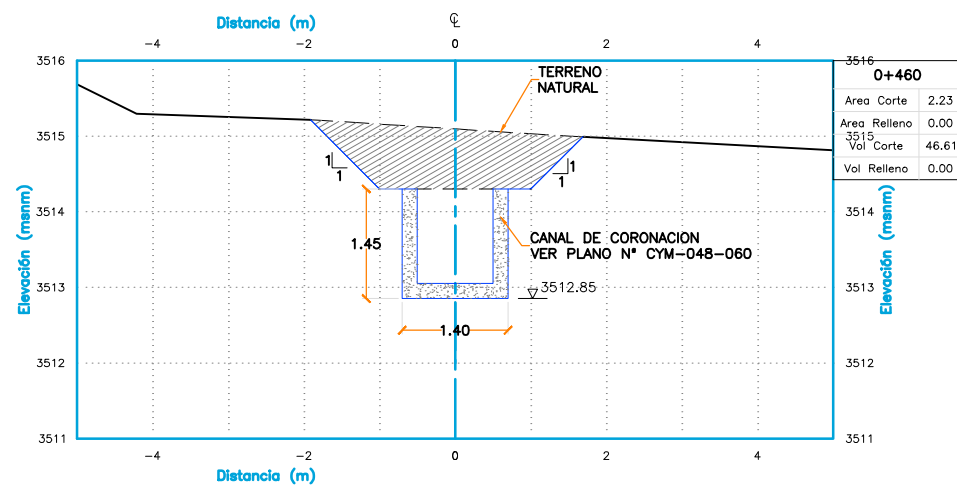
0+482	
Area Corte	2.23
Area Relleno	0.00
Vol Corte	4.37
Vol Relleno	0.00

SECCION 0+482.01
Escala: 1/50



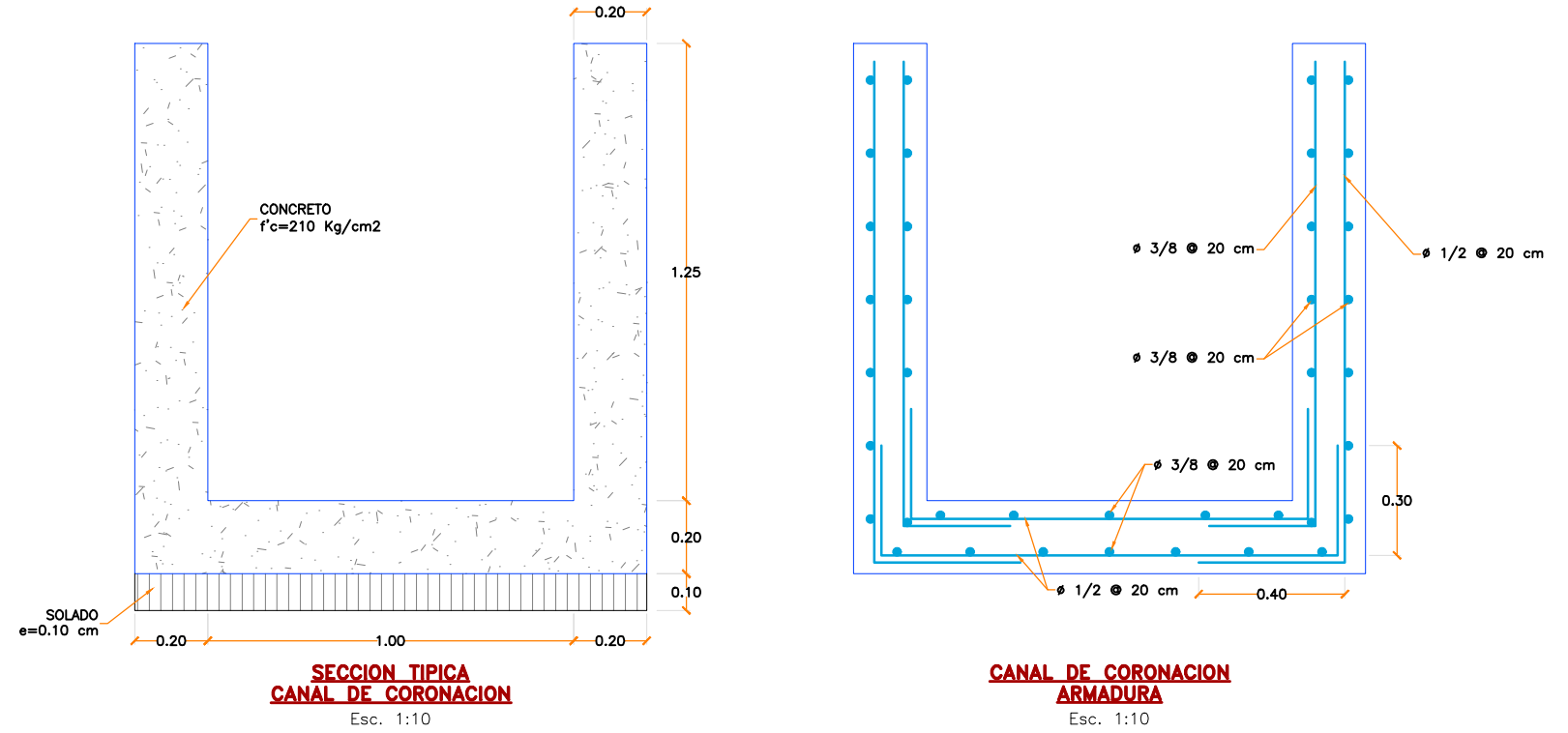
0+480	
Area Corte	2.13
Area Relleno	0.00
Vol Corte	43.58
Vol Relleno	0.00

SECCION 0+480
Escala: 1/50



0+460	
Area Corte	2.23
Area Relleno	0.00
Vol Corte	46.61
Vol Relleno	0.00

SECCION 0+460
Escala: 1/50



**SECCION TIPICA
CANAL DE CORONACION**
Esc. 1:10

**CANAL DE CORONACION
ARMADURA**
Esc. 1:10

LEYENDA

	CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	SOLADO DE CONCRETO $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ $e = 0.10 \text{ m.}$

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CONCRETOS : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 : $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
- REFUERZO : ACERO $Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTO : $r = 0.05 \text{ m}$
- TRASLAPES ACERO : $L = 300$
DE REFUERZO
- ARISTAS EXPUESTAS : BISEL $1" \times 1"$

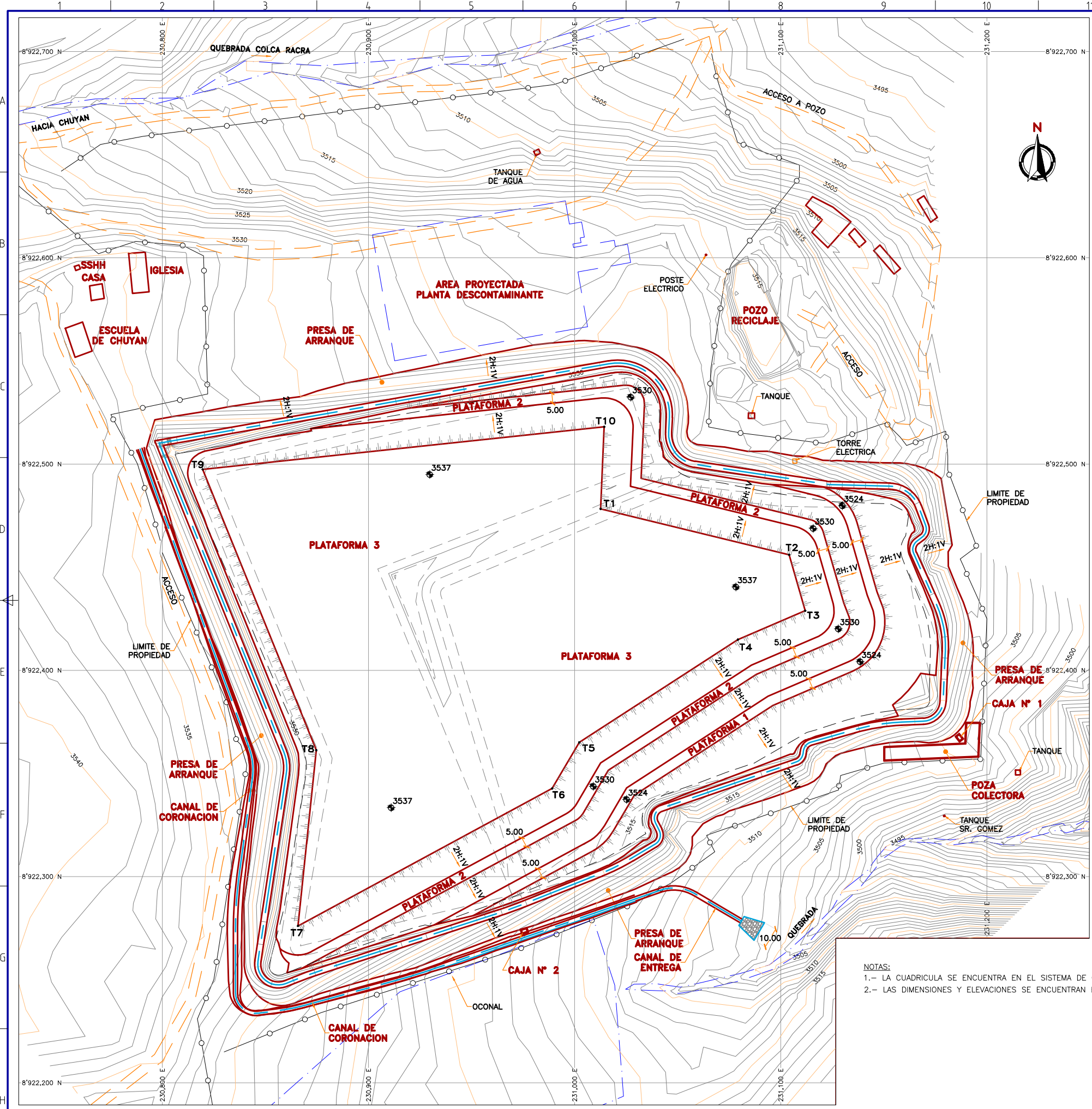


- NOTAS:**
- 1.- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - 2.- LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANOS DE REFERENCIA

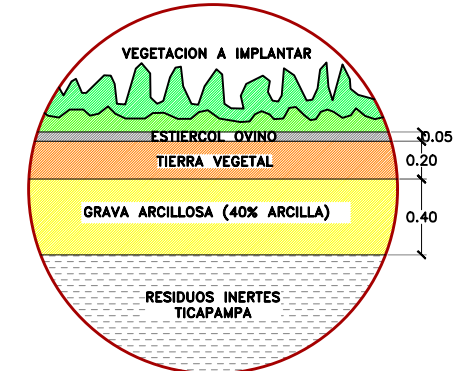
- PLANO N° 55
- PLANO N° 56
- PLANO N° 57
- PLANO N° 58
- PLANO N° 59

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA UNIDAD DE POSTGRADO		
Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH			
UNMSM	CANAL DE CORONACIÓN SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+460 A PROG. 0+482.01		
	Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Dibujó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Plano No.: PLANO N° 60

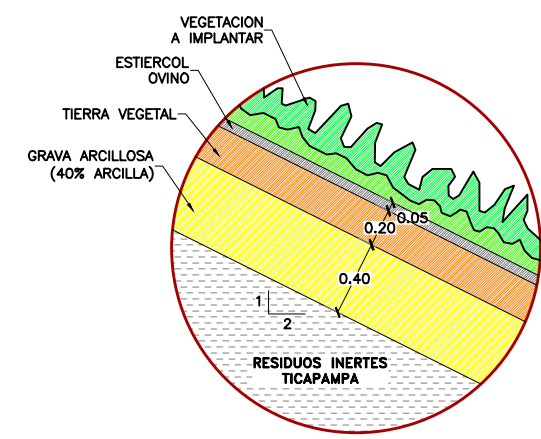


CARACTERISTICAS DE LA COBERTURA Y REVEGETACION A IMPLANTAR

AREA VEGETACION A IMPLANTAR	: 101,224 m ²
VOLUMEN ESTIERCOL OVINO	: 10,122.40 m ³
VOLUMEN TIERRA VEGETAL	: 20,244.80 m ³
VOLUMEN GRAVA ARCILLOSA	: 40,489.60 m ³



DETALLE 1 - COBERTURA EN SUPERFICIE PLANA
ESC. 1:20



DETALLE 2 - COBERTURA EN TALUDES
ESC. 1:20



ESCALA: 1/20



ESCALA: 1/1000

- NOTAS:**
- LA CUADRICULA SE ENCUENTRA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS: PSAD-56, ZONA 18.
 - LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA METRICO INTERNACIONAL (SI).

PLANTA
ESCALA: 1/1,000

PLANOS DE REFERENCIA
PLANO N° 18
PLANO N° 62



UNMSM

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Tesis: DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

DEPÓSITO DE RESIDUOS INERTES TICAPAMPA
COBERTURA Y REVEGETACIÓN A IMPLANTAR
PLANTA Y DETALLES

Elaboró: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Diseñó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Revisó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Aprobó: JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Plano N°: 61
Escala: INDICADA
Fecha: JUNIO 2023



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-1
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTIMADO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40	--		--	Material de cultivo
2.50	2.10	mab-1		GW-GC	Grava bien graduada arcillosa, 20% de boleos y cantos rodados de TM = 0.40 m., con grava gruesa subredondeada en 60%, arena media dura en 30% y finos de plasticidad media en 10%, media resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad baja, color rojiza, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					

Ing. Elio Fernando Peña Vergara
 N.º de Colegiación: 10111
 D.º de Colegiación: 10111



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicista : C-2
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRAFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIAL
0.90	0.90	**		**	Material de cultivo
1.40	0.50	mab-1		CL	Arcilla arenosa, con arena subredondeada en 30%, y finos de mediana plasticidad en 70%. de mediana resistencia en estado seco, dilatancia lenta, media tenacidad, color rojizo, ningún olor, humedad baja, homogénea, consistencia firme.
2.50	1.10	mab-2		GC	Grava arcillosa, 30% de cantos rodados y boleos de TM = 1.00 m, con grava gruesa subredondeada en 55%, arena media dura en 25% y finos de plasticidad media en 20%, media resistencia en estado seco, dilatancia rapida, tenacidad media, color rojizo, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea

OBSERVACIONES:

Ing. Eloy...
 2011, COP. 423668



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-3
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40	--		--	Material de cultivo
1.30	0.90	mab-1		CL	Arcilla arenosa, con bolcos en 10% de TM = 0.80 m, arena subredondeada en 30%, y finos de mediana plasticidad en 70%, de mediana resistencia en estado seco, dilatancia lenta, media tenacidad, color rojizo, ningún olor, humedad baja, homogénea, consistencia firme.
2.50	1.20	mab-2		SC	Arena arcillosa, 30% de cantos rodados y bolcos de TM = 8", con grava gruesa subredondeada en 30%, arena media dura en 45% y finos de plasticidad media en 25%, media resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad media, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea.
OBSERVACIONES:					

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Elmer...
 Apr. 2011



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitada : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-4
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Ciso Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.50	0.00				Material de cultivo
3.00	2.60	mab-1		GP-GM	Grava mal graduada fino arcillosa, 70% de bolson y cantos rodados de TM = 0.40 m., con grava gruesa subredondeada en 65%, arena media dura en 25% y finos de plasticidad media en 10%; media resistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad baja, color beige con tintes negruzcos, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea

OBSERVACIONES:

COLUMBO INGENIEROS S.R.L.
 Ing. Ramón Castilla
 N° 1019 - Huaraz - Perú
 Telf: 043 423668 Celular: 944931236
 E-mail: emvlabyconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-5
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40	--		--	Material de cultivo
1.40	1.00	mab-1		GM	Grava limosa, 40% de bolos y cantos rodados TM = 8", con grava gruesa subredondeada en 30%, arena media dura en 30% y finos de baja plasticidad en 40%. baja resistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad baja, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
1.50	0.10	--		SM	Arena limosa color negruzco
3.00	1.50	mab-1		GM	Grava limosa, 40% de bolos y cantos rodados TM = 8", con grava gruesa subredondeada en 30%, arena media dura en 30% y finos de baja plasticidad en 40%. baja resistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad baja, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					


 Ing. Elmer Augusto Villanueva
 TECNICO EN SUELOS
 N.º 42237



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Cálculo : C-6
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	NUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SIUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40	--		--	Material de cultivo
1.50	1.10	mab-1		GC-GM	Grava limosa, 40% de boleos y cantos rodados $T_M = 8'$, con grava gruesa subredondeada en 30%, arena media dura en 20% y finos de baja plasticidad en 50%, baja resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad baja, color beige, ningún olor, humedad alta, cementación moderada, homogénea. Existen Zonas de coloración negra. BOLONERÍA DE FONDO
OBSERVACIONES:					

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. *[Firma]*
 No. de Colegiado: 10000
 No. de Colegiado: 10000



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-7
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40				Material de cultivo
1.40	1.00	mab-1		GC	Grava arcillosa, 60% de bolos y cantos rodados TM = 0.60 m., con grava gruesa subredondeada en 40%, arena media dura en 35% y finos de media plasticidad en 25%, media resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad media, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea.
2.10	0.70	mab-2		MH	Limo elástico, poca arena, finos plásticos en 95%, alta resistencia en estado seco, lenta dilatancia, color negrozco, ALTA humedad, consistencia suave, homogénea
3.00	0.90	mab-3		CL	Arcilla arenosa con bolos de TM = 0.60 m., poca grava, arena media dura en 30% y finos de media plasticidad en 70%, media resistencia en estado seco, dilatancia lenta, tenacidad media, color beige, ningún olor, humedad regular, consistencia firme, homogénea
OBSERVACIONES:					

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Celso Acuña, Ardo Vargas
 INGENIERO CIVIL
 R.M.S. CIP Nº 42632



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-8
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40				Material de cubo
3.00	2.60	mab-1		GW-GM	Grava bien graduada limosa, 60% de bolos y cantos rodados de TM = 0.40 m., con grava gruesa subredondeada en 50%, arena mediana dura en 30% y finos de baja plasticidad en 10%, baja resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad baja, color marrón amarillento, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					


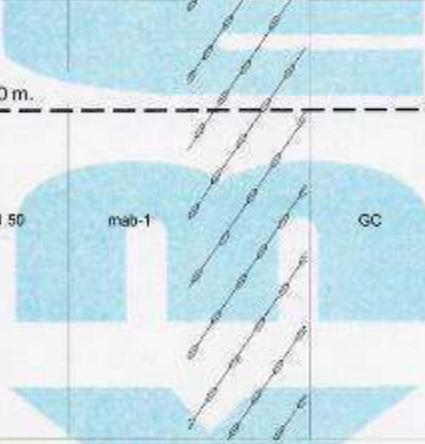
OFICINA DE INGENIERÍA DEL PERÚ
 Ing. Elio Víctor Milla Ungaito
 R.C. 18443 C.O.T. 42882



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-9
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : 1,10 m.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.50	0.50	--		--	Material de cultivo
▽ N.F. = 1.10 m.					
2.00	1.50	mab-1		GC	Grava arcillosa, 50% de boleros y cantos rodados TM = 1.20 m., con grava gruesa subredondeada en 60%, arena media dura en 25% y finos de media plasticidad en 15%, media resistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad media, color marrón amarillento, ningún olor, humedad baja, cementación débil a moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					


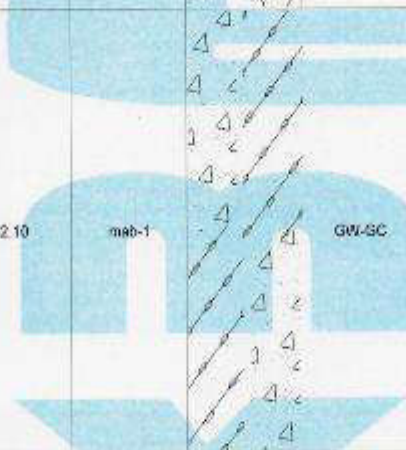

 COL. INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Elvira María Vergara
 C.O.P. 10000
 HUANUCO - PERÚ



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-10
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sonda: Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPEJOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40	--			Material de cultivo
2.50	2.10	mab-1		GW-GC	Grava bien graduada arcillosa, 70% de boleos y cantos rodados de TM = 0.50 m., con grava gruesa subredondeada en 55%, arena media dura en 35% y finos de plasticidad media en 10%, media resistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad baja, color marrón claro a oscuro, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					


 Colegio de Ingenieros del Perú
 Ing. Eloy José García Vergara
 INGENIERO CIVIL
 C.O.P. N° 42832



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-11
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : 1.40 m.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.50	0.50				Material de cultivo
	1.50	mab-1		CL	Arcilla arenosa, 30% de boleros y cantos rodados TM = 8", con grava gruesa subredondeada en 5%, arena media dura en 35% y finos de media plasticidad en 60%, media resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad media, color marrón rojizo, ningún olor, humedad baja, consistencia firme, homogénea.
2.00					Presencia de roca granodiorítica muy intemperada

▽ N.F. = 1.40 m.

OBSERVACIONES:

COLLEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Elio Pacheco Vargara
 C.O.P. Nº 18300



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calcuta : C-12
 Lugar : Ticapampa - Recuey. Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.30	0.30			..	Material de cultivo
3.00	2.70	mab-1		GW-GC	Grava bien graduada arcillosa, 70% de boleos y cantos redados de TM = 0.60 m., con grava gruesa subredondeada en 60%, arena media dura en 30% y finos de plasticidad media en 10%, media resistencia en estado seco, dilatancia rapida, tenacidad baja, color rojizo, ningun olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					

Ing. Elio Alejandro Peña Vargas
 No. 42332



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-13
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESES ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40	---		---	Material de cultivo
3.00	2.60	mab-1		GP-GM	Grava mal graduada limosa, 60% de boleos y cantos rodados de TM = 0.60 m., con grava gruesa subredondeada en 60%, arena media dura en 35% y finos no plástico en 5%, nularesistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad baja, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Lic. Elío Rodríguez Villa Vergara
 Nº 12113
 Nº 12113



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-14
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sonda: Cielo Abierto Prof. N.F.: 0.50 m.

PROFUND. (m)	ESPECSR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40			..	Material de cultivo
▽ N.F. = 0.50 m.					
2.80	2.40	mab-1		Cl	Arcilla arenosa, con grava gruesa subredondeada en 10%, arena media dura en 40% y finos de media plasticidad en 50%; media resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad media, color marrón rojizo, ningún olor, humedad baja, consistencia firme, homogénea.

OBSERVACIONES:

COLUCO DE INGENIEROS CIVILES
 Ing. Elio Alberto Milla Vergara
 Ingeniero Civil
 RUC: 2011042315



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa

Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A.

Calicata : C-15

Lugar : Ticapampa - Recuay

Fecha : Abril 2011

Tipo de Sondaje : Cazo Abierto

Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40	---		..	Material de cultivo
3.00	2.60	mab-1		GP	Grava mal graduada, 60% de boleros y cantos rodados de TM = 0.40 m, con grava gruesa subredondeada en 60%, arena media dura en 40% y finos no plástico, nularesistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad baja, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					


 GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
 Ing. Elvira Luján Milla Vergara
 INGENIERA DE CIVIL
 REG. Nº 11-04855



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto :	Deposito de Residuos Inertes - Ticapampa		
Solicitado :	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.	Calicata :	C-16
Lugar :	Ticapampa - Recuay	Fecha :	Abril 2011
Tipo de Sondaje :	Cielo Abierto	Prof. N.F. :	N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.40	0.40				Material de cultivo
2.50	2.10	mab-1		GP-GM	Grava mal graduada limosa, 50% de bolos y cantos rodados de TM = 0.60 m. con grava gruesa subredondeada en 50%, arena media dura en 30% y finos no plástico en 10%. nula resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad baja, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
OBSERVACIONES:					



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-18
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SIEMBOLO GRAFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIAL
0.30	0.30				Material de cultivo
2.50	2.50	mb-1		GP-GM	Grava mal graduada limosa, 60% de balazos y cantos rodados de TM = 0.60 m, con grava gruesa subredondeada en 70%, arena media dura en 20% y finos poco plásticos en 10%, baja resistencia en estado seco, dilatación rápida, tenacidad baja, color beige, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
2.80					

OBSERVACIONES:

COLABORADOR DE INGENIERIA CIVIL
 Ing. Elio Pacheco de la Cruz
 D.N.I. 4.542.123 C.O.P.I. 12345
 R.E.S. CP 18740877



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-19
 Lugar : Ticapampa - Recuay Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : 1.30 m.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.30	0.30	--		..	Material de cultivo
	2.20	mab-1		CH	Arcilla densa, con arena media dura en 10% y finos de alta plasticidad en 80%, media resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad media, color marrón amarillento con tintes grises, ningún olor, humedad baja, consistencia firme, homogénea.
2.50					

▽ N.F. = 1.30 m.

OBSERVACIONES:

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Elio Alejandro Alvar Vergara
 INGENIERO CIVIL
 N.º 1. 043 49830



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado : Compañía Minera Yahuarcocha S.A. Calicata : C-20
 Lugar : Ticapampa - Recusy Fecha : Abril 2011
 Tipo de Sondaje : Cielo Abierto Prof. N.F. : N.E.

PROFUND. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.20	0.20	Material de cultivo
2.30	2.30	mab-1		GW-GC	Grava bien graduada arcillosa, 10% de cantos rodados de TM = 4", con grava gruesa subredondeada en 60%, arena media dura en 30% y finos de plasticidad media en 10%, media resistencia en estado seco, dilatancia rápida, tenacidad baja, color marrón claro con linternas rojizas, ningún olor, humedad baja, cementación moderada, homogénea
2.50					

OBSERVACIONES:

Colegio de Ingenieros del Perú
 Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
 Profesional en el área
 Reg. C.º N.º 4032



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Proyecto Depósito de Residuos Inertes Ticapampa

Solicitado Compañía Minera Yahuarcocha S.A.
 Lugar Ticapampa Recuay

Ingeniero E.M.V.
 Técnico O.C.M.
 Fecha Abril 2011

DENSIDAD IN SITU POR EL METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D-1556, AASHTO T 191, MTC E117-2009

Item	Descripción	Und.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
			5	20	6	13
	Calicata		1.50 m	2.00 m	1.50 m	2.00 m
	Profundidad (m)					
1	Peso del suelo húmedo + recipiente	(gr)	3984.00	4186.00	2698.00	4442.00
2	Peso del recipiente	(gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Peso del suelo húmedo (1)-(2)	(gr)	3984.00	4186.00	2698.00	4442.00
4	Peso del cono + Arena	(gr)	8942.00	8907.00	8774.00	8582.00
5	Peso del cono y la arena que queda	(gr)	4816.00	4582.00	5570.00	4102.00
6	Peso de la arena del cono inferior	(gr)	1554.00	1554.00	1554.00	1554.00
7	Peso de la arena en el hueco (4)-(5)-(6)	(gr)	2772.00	2771.00	1650.00	3026.00
8	Densidad de la Arena	(gr/cm ³)	1.41	1.41	1.41	1.41
9	Volumen del hueco (7)/(8)	(cm ³)	1965.96	1965.25	1170.21	2148.10
10	Peso de la grava secada al aire	(gr)	696.00	576.20	1238.40	342.60
11	Volumen de la grava por desplazamiento	(cm ³)	340.00	220.00	478.00	132.00
12	Peso del suelo (3)-(10)	(gr)	3078.00	3609.80	1459.60	4099.40
13	Volumen del suelo (9)-(10)	(cm ³)	1625.96	1745.25	692.21	2014.10
14	Densidad del Suelo Húmedo (3)/(9)	(gr/cm ³)	1.89	2.07	2.11	2.04
15	Humedad Contenida del Suelo	(%)	8.50	7.61	8.00	8.50
	Peso suelo húmedo + recipiente	(gr)	168.46	192.61	159.01	172.88
	- Peso suelo seco + recipiente	(gr)	158.02	181.53	149.86	162.10
	- Peso recipiente	(gr)	40.70	37.39	38.86	35.25
16	Densidad del suelo seco (10)/((11)+100)	(gr/cm ³)	1.74	1.92	1.95	1.88

OBSERVACIONES:



Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423668 Celular: 944931236 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931238 RPM: *669956 E-mail: emvlabyconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Proyecto Depósito de Residuos Inertes Ticapampa

Solicitado Compañía Minera Yataurcocha S.A.
 Lugar Ticapampa Recuay
 Sondaje DPL-1 (C-02)

Fecha Abril 2011

Profundidad 0.00 - 1.80 m.
 $\gamma_s = 18.62 \text{ kN/m}^3$

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA DIN 4094

F.C. = 1

Profundidad	N2 (DPL)	N1 (SPT)	σ_p (kN/m ²)	Ncorr	Grafico Profundidad - N (SPT)
0.00	0	-	-	-	
0.10	7	-	-	-	
0.20	10	-	-	-	
0.30	10	9	5.588	9	
0.40	8	-	-	-	
0.50	10	-	-	-	
0.60	9	9	11.172	9	
0.70	11	-	-	-	
0.80	10	-	-	-	
0.90	12	11	16.758	11	
1.00	14	-	-	-	
1.10	15	-	-	-	
1.20	17	15	22.344	15	
1.30	16	-	-	-	
1.40	15	-	-	-	
1.50	22	18	27.93	33.3101	
1.60	20	-	-	-	
1.70	28	-	-	-	
1.80	45	31	33.516	52.368	

Rechazo por llegar a piedra

N del SPT promedio

N = 22 golpes/capa

Observaciones:

[Handwritten signature]
 Ing. Elva Angulo Milla Vergar
 INGE. CIVIL
 INGE. GEOL. Y SUELOS



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes Ticapampa	
Solicitado	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.	Fecha
Lugar	Ticapampa Recuay	Abril 2011
Sondaje	DPL-2 (C-05)	Profundidad
		2.50 - 4.00 m.
		$\gamma_s = 18.62 \text{ kN/m}^3$

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA DIN 4094

F.C. = 1

Profundidad	N2 (DPL)	N1 (SPT)	σ_v (kN/m ²)	Ncorr	Grafico Profundidad - N (SPT)
2.50	0	-	-	-	
2.60	7	-	-	-	
2.70	9	-	-	-	
2.80	12	9	5.586	9	
2.90	10	-	-	-	
3.00	8	-	-	-	
3.10	4	7	11.172	7	
3.20	7	-	-	-	
3.30	14	-	-	-	
3.40	14	12	16.758	12	
3.50	22	-	-	-	
3.60	25	-	-	-	
3.70	26	24	22.344	24	
3.80	37	-	-	-	
3.90	38	-	-	-	
4.00	45	40	27.93	74.0224	

Rechazo por llegar a piedra

N del SPT promedio

N = 25 golpes/capa

Observaciones:



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Proyecto Depósito de Residuos Inertes Ticapampa

Solicitado Compañía Minera Yahuarcocha S.A.
 Lugar Ticapampa Recuay
 Sondaje DPL-3 (C-07)

Fecha Abril 2011

Profundidad 3.00 3.60 m.
 $\gamma_s = 18.62 \text{ kN/m}^3$

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA DIN 4094

FC = 1

Profundidad	N2 (DPL)	N1 (SPT)	σ_v (kN/m ²)	Ncorr	Grafico Profundidad - N (SPT)
3.00	0	-	-	-	<p>Ensayo de Penetración Dinámica</p> <p>Profundidad</p> <p>Numero de Golpes</p> <p>Legend: + DPL, ● SPT</p>
3.10	7	-	-	-	
3.20	16	-	-	-	
3.30	20	14	5.586	14	
3.40	20	-	-	-	
3.50	45	-	-	-	
3.60	48	38	11.172	38	

Rechazo por llegar a piedra

N del SPT promedio

N = 26 golpes/capa

Observaciones:



Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423668 Celular: 944931236 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931238 RPM: *669956 E-mail: emvlabyconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa	Fecha	Abril 2011
Solicitado	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.	Profundidad	0.00 - 0.60 m.
Lugar	Ticapampa Recuay	$\gamma_s =$	18.62 kN/m ³
Sondaje	DPL-4 (C-08)		

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA DIN 4094

F.C. = 1

Profundidad	N2 (DPL)	N1 (SPT)	σ_v (kN/m ²)	Ncorr	Grafico Profundidad - N (SPT)
0.00	0	-	-	-	<p>Ensayo de Penetración Dinámica</p> <p>Profundidad (m)</p> <p>Numero de Golpes</p> <p>Legend: -•- DPL -▲- SPT</p>
0.10	6	-	-	-	
0.20	12	-	-	-	
0.30	28	15	5.586	15	
0.40	36	-	-	-	
0.50	18	-	-	-	
0.60	37	30	11.172	30	

Rechazo por llegar a piedra

N del SPT promedio

N = 23 golpes/caps

Observaciones:

[Handwritten signature and stamp]



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Proyecto: Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa
 Solicitado: Compañía Minera Yahuaroscha S.A. Fecha: Abril 2011
 Lugar: Ticapampa Recuay Profundidad: 0.00 - 1.80 m.
 Sondaje: DPL-5 (C-19) $\gamma_s = 18.62 \text{ kN/m}^3$

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA DIN 4094

F.C. = 1

Profundidad	N2 (DPL)	N1 (SPT)	σ_v (kN/m ²)	Ncorr	Gráfico Profundidad N (SPT)
0.00	0	-	-	-	
0.10	8	-	-	-	
0.20	10	-	-	-	
0.30	16	11	5.586	11	
0.40	20	-	-	-	
0.50	6	-	-	-	
0.60	6	11	11.172	11	
0.70	7	-	-	-	
0.80	9	-	-	-	
0.90	14	10	16.758	10	
1.00	22	-	-	-	
1.10	33	-	-	-	
1.20	48	34	22.344	34	
1.30	40	-	-	-	
1.40	36	-	-	-	
1.50	45	40	27.93	74.0224	
1.60	49	-	-	-	
1.70	52	-	-	-	
1.80	62	54	33.516	91.2235	

Rechazo por llegar a piedra

N del SPT promedio

N = 39 golpes/capa

Observaciones:

[Firma]
 Ing. Fernando Milla Vargas
 C.O.P.E. 10110
 C.O.P.E. 10110



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Proyecto	Deposito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicitado	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.	Fecha	Abril 2011
Lugar	Ticapampa Recuay	Profundidad	2.00 2.60 m.
Sondaje	DPL-8 (C-20)	$\gamma_s =$	18.62 kN/m ³

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA DIN 4094

F.C. = 1

Profundidad	N2 (DPL)	N1 (SPT)	σ_0 (kN/m ²)	Ncorr	Grafico Profundidad N (SPT)
2.00	0	-	-	-	
2.10	16	-	-	-	
2.20	32	-	-	-	
2.30	48	32	5.586	32	
2.40	35	-	-	-	
2.50	55	-	-	-	
2.60	58	49	11.172	49	

Rechazo por llegar a piedra

N del SPT promedio

N = 41 golpes/capa

Observaciones:

COLLEJO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Evaristo VARGAS
 INGENIERO CIVIL
 RUC. CIP Nº 42835



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa		
Solicitante	Compañía Minera Yahuarcoccha S.A.	Fecha	Abril 2011
Lugar	Ticapampa Recuay		
Calicata	C-3 Muestra	mas-2	Profundidad: 1.30 2.50 m.

Tipo de Dispositivo		Ancho:	8 cm
Tipo de muestra	Remoldeada	Area:	35 cm ²

		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.00	1.98	2.00	1.98	2.00	1.95
Ancho (B)	(cm)	5.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00
Peso Unitario húmedo (γ)	(g/cm ³)	1.89	2.11	1.89	2.11	1.89	2.11
Humedad (w)	(%)	16.45	22.83	16.45	20.55	16.45	20.42
Peso Unitario seco (γ _d)	(g/cm ³)	1.62	1.72	1.62	1.75	1.62	1.75
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.422	0.01173	0.05	1.530	0.04249	0.05	2.044	0.05678
0.10	1.511	0.04198	0.10	4.086	0.11349	0.10	5.472	0.15200
0.25	5.081	0.14113	0.25	8.552	0.23756	0.25	8.600	0.23889
0.50	7.350	0.20529	0.50	10.757	0.29980	0.50	13.171	0.36587
0.75	8.530	0.23693	0.75	12.079	0.33553	0.75	16.601	0.46113
1.00	8.794	0.24427	1.00	13.307	0.36964	1.00	19.910	0.55307
1.25	9.051	0.25141	1.25	14.062	0.39062	1.25	22.398	0.62220
1.50	9.241	0.25669	1.50	14.550	0.40418	1.50	24.085	0.66902
1.75	9.510	0.26416	1.75	15.630	0.43416	1.75	25.653	0.71258
2.00	9.855	0.26920	2.00	16.171	0.44920	2.00	26.750	0.74307
2.50	10.147	0.28187	2.50	17.484	0.48567	2.50	28.506	0.79462
3.00	11.246	0.31238	3.00	18.871	0.52420	3.00	30.694	0.85260
3.50	11.538	0.32049	3.50	19.849	0.55136	3.50	32.921	0.91447
4.00	11.826	0.32849	4.00	20.806	0.57240	4.00	35.117	0.97547
4.50	12.036	0.33433	4.50	21.138	0.58718	4.50	36.652	1.01811
5.00	12.286	0.34129	5.00	21.938	0.60938	5.00	37.448	1.04016
6.00	13.088	0.36356	6.00	23.338	0.64829	6.00	38.898	1.08329
7.00	13.250	0.36907	7.00	24.600	0.68333	7.00	40.590	1.12751
8.00	13.252	0.36811	8.00	25.298	0.70271	8.00	41.328	1.14900
9.00	13.173	0.36591	9.00	26.010	0.72249	9.00	42.103	1.16953
10.00	13.173	0.36591	10.00	26.106	0.72518	10.00	41.894	1.16373
11.00	13.173	0.36591	11.00	25.801	0.71869	11.00	41.894	1.16373
12.00	13.173	0.36591	12.00	25.801	0.71869	12.00	41.894	1.16373



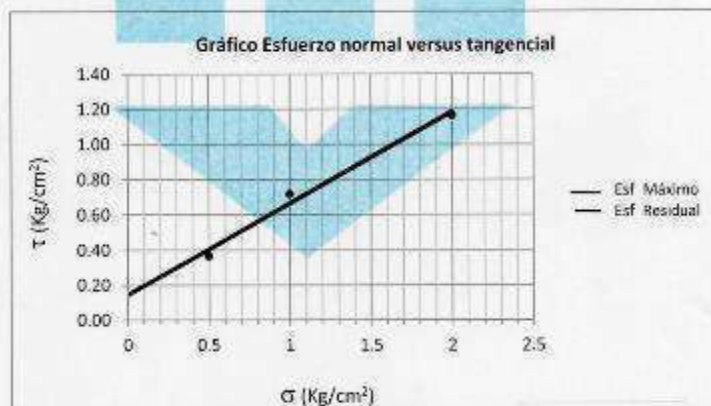
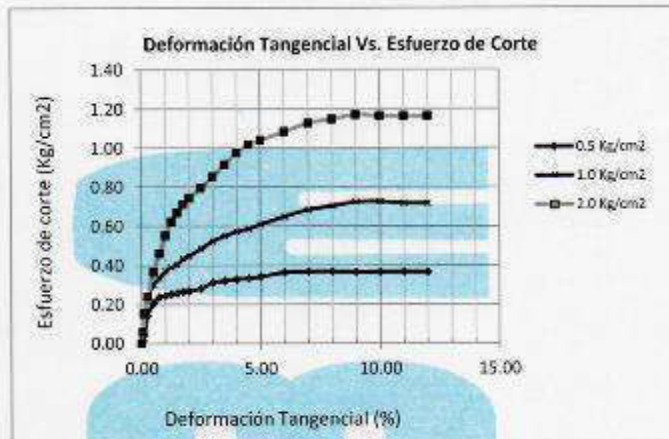
Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423668 Celular: 944931236 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931236 RPM: *669956 E-mail: emvlabconsl@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicita	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.		
Lugar	Ticapampa	Recuay	Fecha Abril 2011
Calicata	C-3	Muestra miab-2	Profundidad: 1.30 2.50 m



Resistencia Máxima:

C	=	0.15 Kg/cm ²
φ (°)	=	27.54 °

Resistencia Residual:

C	=	0.14 Kg/cm ²
φ (°)	=	27.47 °



Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423666 Celular: 944931236 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931238 RPM: *669956 E-mail: emviabyconst@hotmail.com


LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicita	Compañía Minera Yahuarcocha S.A	Fecha	Abril 2011
Lugar	Ticapampa Recuay		
Calicata	C-8	Muestra	mab-1 Profundidad: 0.40 3.00 m

Tipo de Dispositivo	Remoldeada	Ancho:	6 cm
Tipo de muestra		Área	36 cm ²

		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.00	1.98	2.00	1.98	2.00	1.95
Ancho (B)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Unitario húmedo (γ)	(gr/cm ³)	1.95	2.11	1.95	2.11	1.95	2.11
Humedad (w)	(%)	8.68	16.32	8.68	16.16	8.68	15.22
Peso Unitario seco (γ _d)	(gr/cm ³)	1.79	1.81	1.79	1.82	1.79	1.83
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.787	0.02187	0.05	0.796	0.02211	0.05	0.868	0.02411
0.10	2.636	0.07329	0.10	3.259	0.09053	0.10	5.545	0.15402
0.25	3.834	0.10927	0.25	7.199	0.19998	0.25	11.418	0.31718
0.50	5.392	0.14951	0.50	9.890	0.27471	0.50	17.300	0.48056
0.75	6.375	0.17709	0.75	11.300	0.31389	0.75	20.706	0.57516
1.00	6.658	0.18493	1.00	12.038	0.33440	1.00	22.522	0.62562
1.25	7.094	0.19704	1.25	12.992	0.36089	1.25	24.695	0.68569
1.50	7.425	0.20624	1.50	13.830	0.38418	1.50	25.488	0.70800
1.75	8.127	0.22576	1.75	14.546	0.40407	1.75	28.918	0.74773
2.00	8.558	0.23771	2.00	15.090	0.41918	2.00	28.106	0.78071
2.50	9.284	0.25789	2.50	16.832	0.46756	2.50	30.576	0.84933
3.00	10.165	0.28236	3.00	18.285	0.50791	3.00	32.671	0.90753
3.50	11.071	0.30753	3.50	19.013	0.52813	3.50	34.698	0.96384
4.00	11.874	0.32982	4.00	20.202	0.56118	4.00	36.391	1.01087
4.50	12.481	0.34613	4.50	21.034	0.58427	4.50	38.678	1.07438
5.00	12.895	0.35820	5.00	21.574	0.59927	5.00	41.185	1.14404
6.00	13.586	0.37684	6.00	23.538	0.65384	6.00	44.852	1.24616
7.00	14.148	0.39300	7.00	24.967	0.69353	7.00	46.302	1.28618
8.00	14.788	0.41078	8.00	23.034	0.63984	8.00	47.457	1.31824
9.00	15.122	0.42007	9.00	23.034	0.63984	9.00	48.786	1.35518
10.00	14.926	0.41462	10.00	23.034	0.63984	10.00	48.160	1.33778
11.00	14.926	0.41462	11.00	23.034	0.63984	11.00	48.160	1.33778
12.00	14.926	0.41462	12.00	23.034	0.63984	12.00	48.160	1.33778

COLABORADOR DE INGENIERÍA DEL PERÚ
 Ing. Elia Alejandra Millo Vargas
 INGENIERO CIVIL
 REG. CP N° 40932

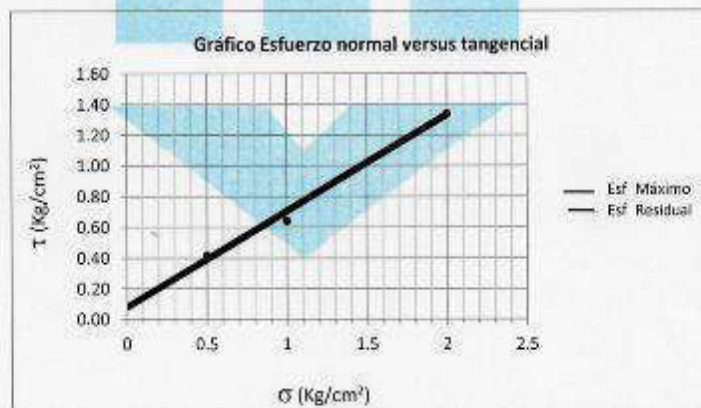
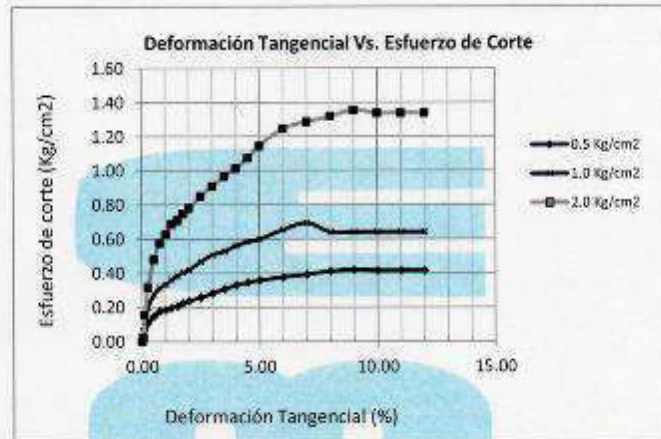
Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423668 Celular: 944931238 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931238 RPM: *669956 E-mail: emvlabconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes - Ticapampa		
Solicita	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.		
Lugar	Ticapampa	Recuay	Fecha Abril 2011
Calicata	c-8	Muestra mab-1	Profundidad: 0.40 - 3.00 m



Resistencia Máxima:

C	=	0.09 Kg/cm ²
ϕ (°)	=	32.17 °

Resistencia Residual:

C	=	0.07 Kg/cm ²
ϕ (°)	=	32.10 °



Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423668 Celular: 944931236 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931238 RPM: *669956 E-mail: envlabyconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicitante	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.	Fecha	Abril 2011
Lugar	Ticapampa Recuay		
Calicata	C-9 Muestra mab-1	Profundidad:	0.50 2.00 m

Tipo de Dispositivo	Ancho:	6 cm
Tipo de muestra	Remoldeada	Area
		36 cm ²

		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.00	1.98	2.00	1.98	2.00	1.95
Ancho (B)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Unitario húmedo (γ)	(gr/cm ³)	1.92	2.11	1.92	2.11	1.92	2.11
Humedad (w)	(%)	13.21	21.28	13.21	20.36	13.21	17.60
Peso Unitario seco (γ _d)	(gr/cm ³)	1.70	1.74	1.70	1.75	1.70	1.79
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	2.089	0.05902	0.05	2.397	0.06658	0.05	2.634	0.07316
0.10	3.767	0.10464	0.10	5.150	0.14304	0.10	7.175	0.19931
0.25	7.178	0.19938	0.25	7.303	0.20287	0.25	8.734	0.24262
0.50	7.628	0.21744	0.50	9.969	0.27691	0.50	12.061	0.33502
0.75	8.003	0.22231	0.75	11.440	0.31778	0.75	14.034	0.38964
1.00	8.016	0.22267	1.00	12.093	0.33591	1.00	15.078	0.41884
1.25	8.292	0.23033	1.25	13.554	0.37649	1.25	16.077	0.44658
1.50	8.518	0.23662	1.50	14.398	0.39993	1.50	18.114	0.50316
1.75	9.373	0.26036	1.75	14.670	0.40751	1.75	19.884	0.54622
2.00	9.658	0.26629	2.00	15.068	0.41856	2.00	21.299	0.59164
2.50	9.690	0.26916	2.50	16.790	0.46640	2.50	24.353	0.67647
3.00	9.990	0.27751	3.00	17.350	0.48193	3.00	27.862	0.76840
3.50	10.398	0.28884	3.50	19.082	0.53007	3.50	30.558	0.84884
4.00	10.940	0.30389	4.00	20.154	0.55982	4.00	32.969	0.91580
4.50	11.554	0.32093	4.50	21.009	0.58358	4.50	34.901	0.96947
5.00	12.071	0.33531	5.00	22.269	0.61858	5.00	37.262	1.03507
6.00	13.213	0.36702	6.00	23.900	0.66389	6.00	40.786	1.13296
7.00	14.266	0.39627	7.00	25.598	0.71107	7.00	43.962	1.22116
8.00	13.946	0.38738	8.00	26.163	0.72676	8.00	45.942	1.27618
9.00	13.862	0.38507	9.00	26.640	0.74000	9.00	47.850	1.32916
10.00	13.862	0.38507	10.00	27.398	0.76104	10.00	50.165	1.39347
11.00	13.862	0.38507	11.00	28.512	0.79200	11.00	52.496	1.45822
12.00	13.862	0.38507	12.00	28.890	0.80249	12.00	53.228	1.47849

Ing. Elio Esteban Milla Vergara
 N.º 1730 C.O.E.
 N.º 41932

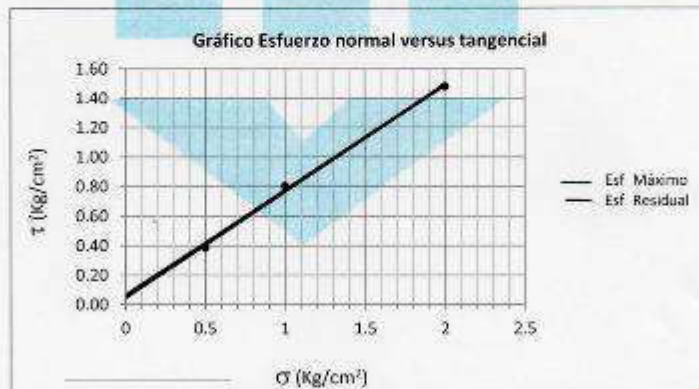
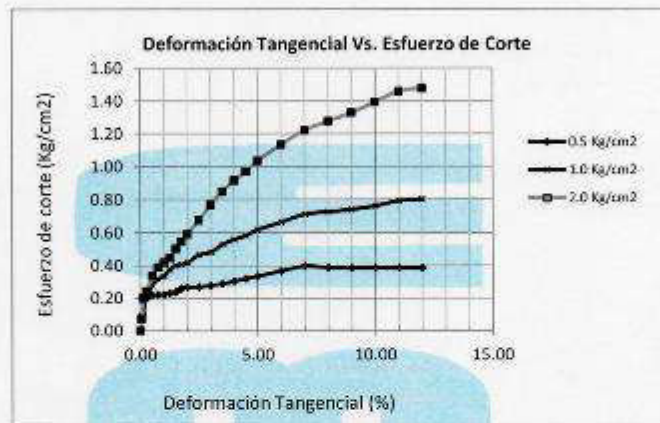
Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423688 Celular: 944931236 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931238 RPM: *669956 E-mail: emvlabconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUJAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Depósito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicita	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.		
Lugar	Ticapampa	Recuy	Fecha: Abril 2011
Calicata	C-9	Muestra	mab-1 Profundidad: 0.50 2.00 m



Resistencia Máxima:

$$C = 0.06 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi (^{\circ}) = 35.56^{\circ}$$

Resistencia Residual:

$$C = 0.05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi (^{\circ}) = 35.81^{\circ}$$





LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Deposito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicita	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.	Fecha	Abril 2011
Lugar	Ticapampa Recuay		
Calicata	C-11 Muestra	mab-1	Profundidad: 0.70 2.00 m

Tipo de Dispositivo	Remoldeada	Ancho:	8 cm
Tipo de muestra		Area	36 cm ²

		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.00	1.88	2.00	1.98	2.00	1.95
Ancho (B)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Unitario húmedo (γ)	(g/cm ³)	2.02	2.11	2.02	2.11	2.02	2.11
Humedad (w)	(%)	20.40	23.96	20.40	22.59	20.40	21.59
Peso Unitario seco (γ _d)	(g/cm ³)	1.68	1.70	1.68	1.72	1.68	1.74
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.758	0.02107	0.05	0.848	0.02356	0.05	1.017	0.02824
0.10	2.500	0.06944	0.10	3.019	0.08387	0.10	3.614	0.10038
0.25	4.898	0.13604	0.25	6.788	0.18856	0.25	10.638	0.29549
0.50	5.772	0.16033	0.50	9.034	0.25093	0.50	15.519	0.43109
0.75	6.405	0.17796	0.75	10.865	0.30180	0.75	18.335	0.50931
1.00	6.953	0.19313	1.00	11.946	0.33184	1.00	20.549	0.57080
1.25	7.282	0.20227	1.25	12.625	0.35902	1.25	22.312	0.61978
1.50	7.696	0.21382	1.50	13.726	0.38129	1.50	23.775	0.66042
1.75	8.116	0.22544	1.75	15.019	0.41720	1.75	25.234	0.70096
2.00	8.788	0.24411	2.00	15.430	0.42862	2.00	26.571	0.73809
2.50	8.870	0.24638	2.50	16.038	0.44549	2.50	28.705	0.79736
3.00	8.912	0.24756	3.00	17.162	0.47671	3.00	30.526	0.84793
3.50	9.469	0.26302	3.50	18.634	0.51760	3.50	32.731	0.90920
4.00	9.915	0.27542	4.00	19.831	0.55007	4.00	33.892	0.94144
4.50	10.198	0.28327	4.50	20.362	0.56618	4.50	34.566	0.96016
5.00	10.503	0.29176	5.00	21.150	0.58749	5.00	35.314	0.98096
6.00	11.274	0.31318	6.00	22.330	0.62029	6.00	38.259	1.00720
7.00	11.772	0.32700	7.00	23.158	0.64327	7.00	36.550	1.01529
8.00	11.914	0.33096	8.00	22.914	0.63849	8.00	37.006	1.02793
9.00	11.919	0.33109	9.00	22.500	0.62500	9.00	37.503	1.04178
10.00	12.117	0.33658	10.00	21.806	0.60571	10.00	37.886	1.05240
11.00	12.322	0.34227	11.00	21.806	0.60571	11.00	38.404	1.06678
12.00	12.397	0.34436	12.00	21.806	0.60571	12.00	38.673	1.07424

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

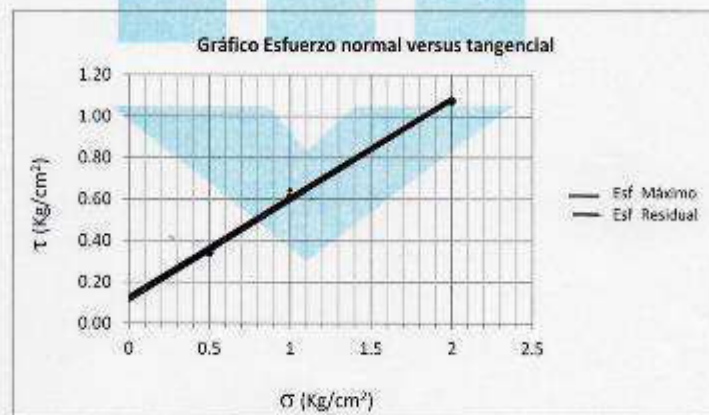
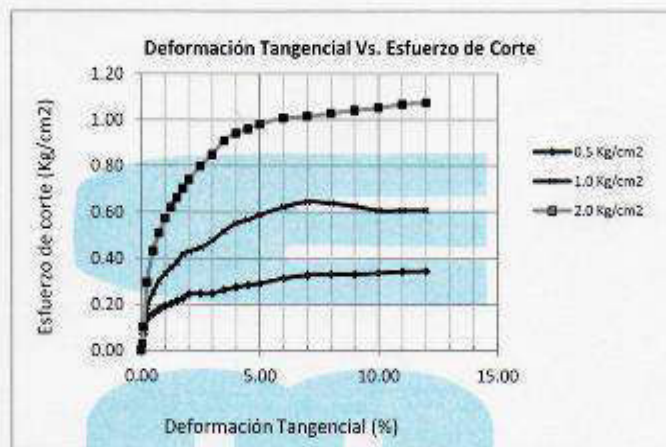
Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423668 Celular: 944931236 RPM: *669950
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931236 RPM: *669956 E-mail: emvlabconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Deposito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicitante	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.		
Lugar	Ticapampa	Recuay	Fecha: Abril 2011
Calicata	C-11	Muestra: mab-1	Profundidad: 0.70 - 2.00 m



Resistencia Máxima:

C	=	0.13 Kg/cm ²
φ (°)	=	25.58 °

Resistencia Residual:

C	=	0.11 Kg/cm ²
φ (°)	=	25.83 °

[Handwritten Signature]
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Evaristo Vargas Vengor
 R.C. N° 14623



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Deposito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicita	Compañia Minera Yahuarcocha S.A.	Fecha	Abril 2011
Lugar	Ticapampa Recuay		
Calicata	C-13 Muestra máb-1	Profundidad:	0.40 3.00 m

Tipo de Dispositivo	Remoldeada	Ancho:	6 cm
Tipo de muestra		Area	36 cm ²

	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.00	1.98	2.00	1.98	2.00	1.95
Ancho (B) (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Unitario húmedo (γ) (g/cm ³)	1.88	2.11	1.86	2.11	1.88	2.11
Humedad (w) (%)	9.05	16.97	9.05	15.54	9.05	16.08
Peso Unitario seco (γ _d) (g/cm ³)	1.72	1.80	1.72	1.83	1.72	1.82
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.841	0.02336	0.05	0.882	0.02449	0.05	1.722	0.04782
0.10	2.674	0.07427	0.10	3.241	0.09002	0.10	3.858	0.10718
0.25	5.020	0.13944	0.25	6.580	0.18278	0.25	11.926	0.33129
0.50	6.514	0.18096	0.50	10.621	0.29502	0.50	19.526	0.54244
0.75	8.509	0.23636	0.75	12.918	0.35862	0.75	21.862	0.60727
1.00	8.966	0.24904	1.00	14.376	0.39933	1.00	23.910	0.66416
1.25	9.373	0.26036	1.25	15.306	0.42518	1.25	25.649	0.71247
1.50	9.586	0.26629	1.50	15.947	0.44298	1.50	27.062	0.75173
1.75	9.723	0.27009	1.75	16.407	0.45576	1.75	28.152	0.78200
2.00	9.770	0.27138	2.00	17.222	0.47840	2.00	29.359	0.81553
2.50	9.921	0.27558	2.50	18.318	0.50884	2.50	31.422	0.87282
3.00	9.996	0.27787	3.00	19.015	0.52820	3.00	33.714	0.93549
3.50	10.194	0.28318	3.50	19.855	0.55153	3.50	36.033	1.00091
4.00	10.362	0.28784	4.00	20.575	0.57153	4.00	37.996	1.05516
4.50	10.435	0.28967	4.50	21.756	0.60438	4.50	39.660	1.10167
5.00	10.734	0.29816	5.00	22.435	0.62320	5.00	41.354	1.14871
6.00	11.321	0.31447	6.00	23.103	0.64176	6.00	43.281	1.20224
7.00	11.964	0.33233	7.00	23.178	0.64384	7.00	43.868	1.21856
8.00	12.206	0.33907	8.00	23.545	0.65402	8.00	44.582	1.23840
9.00	12.457	0.34602	9.00	24.215	0.67264	9.00	46.154	1.28204
10.00	12.722	0.35340	10.00	24.282	0.67449	10.00	46.985	1.30513
11.00	12.681	0.35224	11.00	23.710	0.65862	11.00	47.766	1.32684
12.00	12.000	0.33333	12.00	23.710	0.65862	12.00	48.053	1.33480

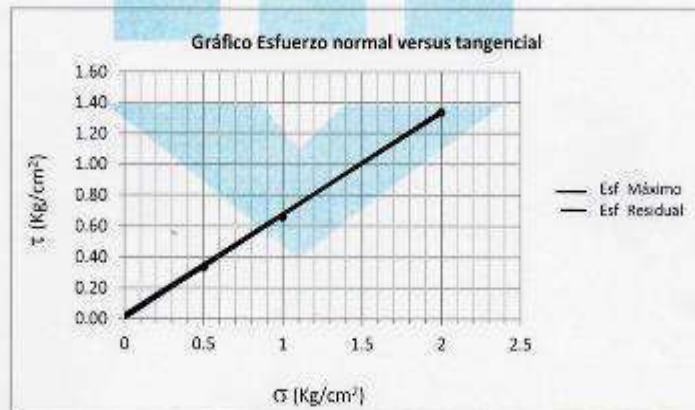
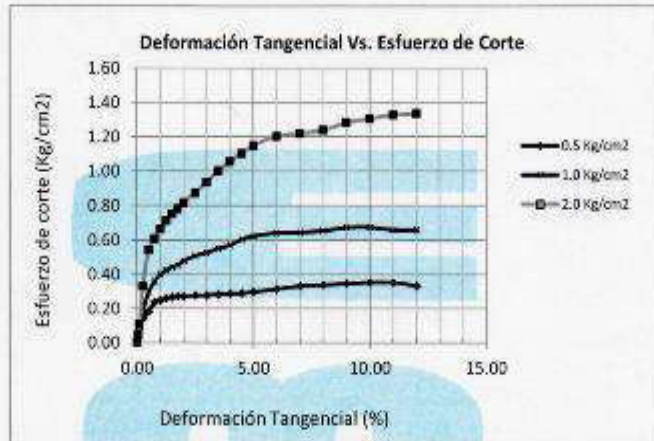
Ing. Emilio Milla Wraga
 INGENIERO CIVIL
 D.E.S. C.P. Nº 4932



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Deposito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicitante	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.		
Lugar	Ticapampa	Racuay	Fecha Abril 2011
Calicata	C-13	Muestra mab-1	Profundidad: 0.40 3.00 m



Resistencia Máxima:

C	=	0.02 Kg/cm ²
φ (°)	=	33.23 °

Resistencia Residual:

C	=	0.00 Kg/cm ²
φ (°)	=	33.78 °

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Elio Enrique Milla Vergara
 C.P. N° 33104
 I.C. N° 42537



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Deposito de Residuos Inertes Ticapampa		
Solicitante	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.	Fecha	Abril 2011
Lugar	Ticapampa Recuay		
Calicata	C-20 Muestra	mab-1	Profundidad: 0.20 2.50 m

Tipo de Dispositivo	Ancho:	6 cm	
Tipo de muestra	Remoldeada	Area	36 cm ²

		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.00	1.98	2.00	1.98	2.00	1.95
Ancho (B)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Unitario húmedo (γ)	(gr/cm ³)	1.92	2.11	1.92	2.11	1.92	2.11
Humedad (w)	(%)	8.68	16.84	8.68	16.52	8.68	16.48
Peso Unitario seco (γ _d)	(gr/cm ³)	1.77	1.81	1.77	1.81	1.77	1.81
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 01		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.928	0.02578	0.05	1.387	0.03853	0.05	2.353	0.06536
0.10	3.785	0.10516	0.10	5.090	0.14140	0.10	6.030	0.16751
0.25	5.513	0.15313	0.25	8.057	0.22380	0.25	11.021	0.30613
0.50	6.279	0.17442	0.50	10.025	0.27849	0.50	15.131	0.42031
0.75	6.990	0.19418	0.75	12.324	0.34233	0.75	18.518	0.51440
1.00	7.512	0.20867	1.00	13.205	0.36660	1.00	21.231	0.58976
1.25	7.901	0.21669	1.25	13.473	0.37424	1.25	23.382	0.64951
1.50	7.829	0.21747	1.50	13.618	0.37827	1.50	24.183	0.67176
1.75	7.912	0.21978	1.75	13.738	0.38164	1.75	25.472	0.70756
2.00	8.226	0.22851	2.00	13.965	0.38791	2.00	26.437	0.73436
2.50	8.950	0.24860	2.50	14.896	0.41378	2.50	28.694	0.79704
3.00	9.978	0.27718	3.00	17.772	0.49067	3.00	31.878	0.88551
3.50	10.558	0.29327	3.50	19.381	0.53780	3.50	34.949	0.97080
4.00	11.348	0.31522	4.00	21.045	0.58458	4.00	37.410	1.03916
4.50	11.866	0.32960	4.50	22.472	0.62422	4.50	38.575	1.07153
5.00	12.180	0.33833	5.00	23.427	0.65076	5.00	40.427	1.12298
6.00	12.676	0.35211	6.00	25.132	0.69811	6.00	43.218	1.20049
7.00	13.183	0.36620	7.00	26.994	0.74982	7.00	45.988	1.27738
8.00	13.995	0.38678	8.00	27.378	0.76051	8.00	47.458	1.31827
9.00	14.843	0.41231	9.00	28.368	0.78800	9.00	48.710	1.35304
10.00	14.607	0.40578	10.00	29.006	0.80571	10.00	47.872	1.32978
11.00	14.607	0.40578	11.00	29.604	0.82233	11.00	47.872	1.32978
12.00	14.607	0.40578	12.00	27.883	0.77453	12.00	47.872	1.32978



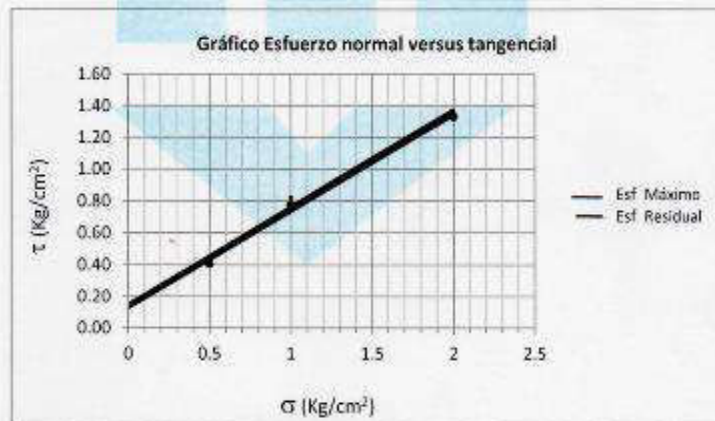
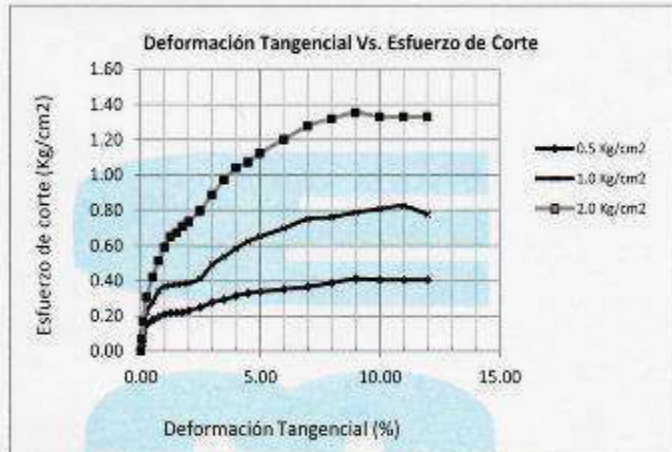
Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: 043-423668 Celular: 944931236 RPM: *669950
Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz Telefax: (043)422315 Celular: 944931238 RPM: *669956 E-mail: emvabyconst@hotmail.com



LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Proyecto	Deposito de Residuos Inertes - Ticapampa		
Solicitante	Compañía Minera Yahuarcocha S.A.		
Lugar	Ticapampa	Recuay	Fecha: Abril 2011
Calicata	C-20	Muestra: mab-1	Profundidad: 0.20 - 2.50 m



Resistencia Máxima:
C = 0.15 Kg/cm²
φ (°) = 31.52 °

Resistencia Residual:
C = 0.13 Kg/cm²
φ (°) = 31.27 °



REGISTRO DEL ENSAYO
PERMEABILIDAD IN SITU - METODO PORCHET

POZO N° C-03

Tiempo Inicial T_1 seg	Tiempo Término T_2 seg	Delta T $T_2 - T_1$ seg	Nivel Ref. h_1 cm	Nivel Descenso h_2 cm	Delta h $h_2 - h_1$ cm	Radio r cm	$2h + r$ mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	5400	5400	40.8	51.1	10.3	7.5	25.1	0.1248	5.30

POZO N° C-06

Tiempo Inicial T_1 seg	Tiempo Término T_2 seg	Delta T $T_2 - T_1$ seg	Nivel Ref. h_1 cm	Nivel Descenso h_2 cm	Delta h $h_2 - h_1$ cm	Radio r cm	$2h + r$ mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	5400	5400	41.6	49.6	8	7.5	23.6	0.0675	4.06

POZO N° C-06

Tiempo Inicial T_1 seg	Tiempo Término T_2 seg	Delta T $T_2 - T_1$ seg	Nivel Ref. h_1 cm	Nivel Descenso h_2 cm	Delta h $h_2 - h_1$ cm	Radio r cm	$2h + r$ mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	4500	4500	37	48.9	11.9	7.5	31.2	0.1845	7.89

POZO N° C-07

Tiempo Inicial T_1 seg	Tiempo Término T_2 seg	Delta T $T_2 - T_1$ seg	Nivel Ref. h_1 cm	Nivel Descenso h_2 cm	Delta h $h_2 - h_1$ cm	Radio r cm	$2h + r$ mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	3000	3000	50.5	63.2	12.7	5.8	29	0.1127	4.70


 Ing. Edilberto N. B. Vargas
 INGENIERO CIVIL
 RUC: C-11-4832

**REGISTRO DEL ENSAYO
PERMEABILIDAD IN SITU - METODO PORCHET**

POZO N° C-08

Tiempo Inicial T ₁ seg	Tiempo Término T ₂ seg	Delta T T ₂ - T ₁ seg	Nivel Ref. h ₁ cm	Nivel Descenso h ₂ cm	Delta h h ₂ - h ₁ cm	Radio r cm	2h + r mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	1800	1800	39.7	46.3	6.6	3.6	16.8	0.1275	5.31

POZO N° C-12

Tiempo Inicial T ₁ seg	Tiempo Término T ₂ seg	Delta T T ₂ - T ₁ seg	Nivel Ref. h ₁ cm	Nivel Descenso h ₂ cm	Delta h h ₂ - h ₁ cm	Radio r cm	2h + r mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	1800	1800	46.5	55.2	8.7	3.6	17	0.105	4.50

POZO N° C-13

Tiempo Inicial T ₁ seg	Tiempo Término T ₂ seg	Delta T T ₂ - T ₁ seg	Nivel Ref. h ₁ cm	Nivel Descenso h ₂ cm	Delta h h ₂ - h ₁ cm	Radio r cm	2h + r mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	600	600	27	47.5	20.5	3.6	44.8	1.3933	58.05

POZO N° C-15

Tiempo Inicial T ₁ seg	Tiempo Término T ₂ seg	Delta T T ₂ - T ₁ seg	Nivel Ref. h ₁ cm	Nivel Descenso h ₂ cm	Delta h h ₂ - h ₁ cm	Radio r cm	2h + r mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	120	120	38	53	15	3.6	35.6	4.1445	172.70



**REGISTRO DEL ENSAYO
PERMEABILIDAD IN SITU - METODO PORCHET**

POZO N° C-18

Tiempo Inicial T ₁ seg	Tiempo Término T ₂ seg	Delta T T ₂ - T ₁ seg	Nivel Ref. h ₁ cm	Nivel Descenso h ₂ cm	Delta h h ₂ - h ₁ cm	Radio r cm	2h + r mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	120	120	39	50	11	3.8	25.6	3.0697	128.90

POZO N° C-20

Tiempo Inicial T ₁ seg	Tiempo Término T ₂ seg	Delta T T ₂ - T ₁ seg	Nivel Ref. h ₁ cm	Nivel Descenso h ₂ cm	Delta h h ₂ - h ₁ cm	Radio r cm	2h + r mm	Permeabilidad	
								m/día	mm/hr
0	4500	4500	63.5	71.5	18	3.8	39.6	0.0074	4.08

Ecuaación de calculo de permeabilidad, método Porchet:

$$K = 432 \cdot \gamma \cdot \left(\frac{\ln(h_1 + r/2) \cdot \ln(h_2 + r/2)}{t_2 - t_1} \right) \text{ m/día}$$



S10

ALTERNATIVA N° 01**REUBICACIÓN DE DEPÓSITO DE RELAVE TICAPAMPA****Presupuesto**

Presupuesto 1003001 "DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA - RECUJAY - ANCASH"

Subpresupuesto 001 REUBICACIÓN DE DEPÓSITO DE RELAVE TICAPAMPA
 Cliente JORGE ESCALANTE CONTRERAS
 Lugar TICAPAMPA

Item	Descripción	Und.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	REUBICACIÓN DE DEPÓSITO DE RELAVE TICAPAMPA	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01.01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				32,307.75
01.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40m	und	1.00	1,928.04	1,928.04
01.01.01.02	ALMACEN DE OBRA	mes	6.00	753.16	4,518.96
01.01.01.03	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	glb	1.00	4,550.00	4,550.00
01.01.01.04	CONSTRUCCION DE CERCO PROVISIONAL	m	80.00	43.84	3,507.20
01.01.01.05	CONEXION DEL SERVICIO ELECTRICO TEMPORAL	und	1.00	2,700.00	2,700.00
01.01.01.06	ACARREO DE PIEDRA GRANDE Y MEDIANO D>50 MTS.	m3	152.43	38.49	5,867.03
01.01.01.07	ACARREO DE AGREGADOS D>50 MTS.	m3	168.58	38.49	6,488.64
01.01.01.08	ACARREO DE CEMENTO D>50 MTS.	bol	1,347.00	2.04	2,747.88
01.01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				41,059.55
01.01.02.01	DESBROCE, DESFORESTACION Y LIMPIEZA MANUAL	m2	5,351.39	2.39	12,789.82
01.01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	und	1.00	15,372.88	15,372.88
01.01.02.03	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	5,351.39	2.41	12,896.85
01.01.03	REMOCION: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y RELAVE TICAPAMPA				14,837,176.28
01.01.03.01	CORTE MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	5,184.21	43.22	224,061.56
01.01.03.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	m2	1,655.26	17.70	29,298.10
01.01.03.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE NUEVO DEPÓSITO	m3	1,080.34	22.52	24,329.26
01.01.03.04	CORTE DE RELAVE TICAPAMPA CON MAQUINARIA 750mx120mx1.588m	m3	1,043,000.53	0.35	365,050.19
01.01.03.05	CARGUÍO DE RELAVE A VOLQUETE	m3	1,043,000.53	0.05	52,150.03
01.01.03.06	RIEGO A RELAVE TICAPAMPA EN PROCESO DE CARGUÍO	m3	1,043,000.53	0.01	10,430.01
01.01.03.07	TRANSPORTE DE RELAVE INERTE TICAPAMPA	m3	1,043,000.53	13.49	14,070,077.15
01.01.03.08	ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400gr/m2	m2	2,500.00	8.02	20,050.00
01.01.03.09	ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE 1.5mm	m2	3,000.00	13.91	41,730.00
01.01.04	SEGURIDAD Y SALUD				54,024.69
01.01.04.01	IMPLEMENTACION DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	und	1.00	3,129.80	3,129.80
01.01.04.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	220.00	163.05	35,871.00
01.01.04.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.01.04.04	SEÑALIZACIONES EN OBRA DURANTE LA EJECUCION	m	969.05	3.63	3,517.65
01.01.04.05	CHARLAS DE CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	und	1.00	1,877.43	1,877.43
01.01.04.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	und	1.00	6,628.81	6,628.81

COSTO DIRECTO INCLUIDO IGV**14,964,568.28**

SON : CATORCE MILLONES NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS SESENTA Y OCHO Y 28/100 NUEVOS SOLES

S10

ALTERNATIVA N° 02**ENCAPSULAMIENTO IN SITU DEL DEPÓSITO DE RELAVE TICAPAMPA****Presupuesto**

Presupuesto 1003001 "DISEÑO DE UN DEPÓSITO DE RELAVES REUBICADO FRENTE A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL RELAVE TICAPAMPA – RECUAY – ANCASH"

Subpresupuesto 001 ENCAPSULAMIENTO IN SITU DEL DEPÓSITO DE RELAVE TICAPAMPA

Cliente JORGE ESCALANTE CONTRERAS

Lugar TICAPAMPA

Item	Descripción	Und.			
01	ENCAPSULAMIENTO IN SITU DEL DEPÓSITO DE RELAVE TICAPAMPA	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01.01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				32,307.75
01.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40m	und	1.00	1,928.04	1,928.04
01.01.01.02	ALMACEN DE OBRA	mes	6.00	753.16	4,518.96
01.01.01.03	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	glb	1.00	4,550.00	4,550.00
01.01.01.04	CONSTRUCCION DE CERCO PROVISIONAL	m	80.00	43.84	3,507.20
01.01.01.05	CONEXION DEL SERVICIO ELECTRICO TEMPORAL	und	1.00	2,700.00	2,700.00
01.01.01.06	ACARREO DE PIEDRA GRANDE Y MEDIANO D>50 MTS.	m3	152.43	38.49	5,867.03
01.01.01.07	ACARREO DE AGREGADOS D>50 MTS.	m3	168.58	38.49	6,488.64
01.01.01.08	ACARREO DE CEMENTO D>50 MTS.	bol	1,347.00	2.04	2,747.88
01.01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				447,372.88
01.01.02.01	DESBROCE, RELAVE MINERA Y LIMPIEZA MANUAL	m2	90,000.00	2.39	215,100.00
01.01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	und	1.00	15,372.88	15,372.88
01.01.02.03	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	90,000.00	2.41	216,900.00
01.01.03	REMOCION: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y RELAVE TICAPAMPA				9,384,037.88
01.01.03.01	CORTE MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m2	90,000.00	35.02	3,151,800.00
01.01.03.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	m2	90,000.00	17.70	1,593,000.00
01.01.03.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE LA PERIFERIE	m3	3,480.00	22.52	78,369.60
01.01.03.04	CORTE DE RELAVE TICAPAMPA CON MAQUINARIA 750mx120mx1.588m	m3	1,043,000.53	0.35	365,050.19
01.01.03.05	CARGUÍO DE RELAVE CON CARGADOR FRONTAL	m3	1,043,000.53	0.05	52,150.03
01.01.03.06	RIEGO A RELAVE TICAPAMPA EN PROCESO DE CARGUÍO	m3	1,043,000.53	0.01	10,430.01
01.01.03.08	ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400gr/m2	m2	199,703.00	8.02	1,601,618.06
01.01.03.09	ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE 1.5mm	m2	182,000.00	13.91	2,531,620.00
01.01.04	SEGURIDAD Y SALUD				54,024.69
01.01.04.01	IMPLEMENTACION DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	und	1.00	3,129.80	3,129.80
01.01.04.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	220.00	163.05	35,871.00
01.01.04.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.01.04.04	SEÑALIZACIONES EN OBRA DURANTE LA EJECUCION	m	969.05	3.63	3,517.65
01.01.04.05	CHARLAS DE CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	und	1.00	1,877.43	1,877.43
01.01.04.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	und	1.00	6,628.81	6,628.81
01.01.05	MURO DE CONTENCIÓN				2,184,985.30
01.01.05.01	CORTE MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	1,350.00	85.02	114,777.00
01.01.05.02	CORTE MANUAL EN MATERIAL SEMIROCOSO	m3	450.00	143.05	64,372.50
01.01.05.03	CORTE MANUAL EN MATERIAL ROCOSO	m3	380.00	175.58	66,720.40
01.01.05.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE LA ZANJA	m3	1,985.00	42.52	84,402.20
01.01.05.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	12,500.00	35.00	437,500.00
01.01.05.06	CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	2,280.00	379.54	865,351.20
01.01.05.07	ACERO DE REFUERZO	KG	98,900.00	5.58	551,862.00

COSTO DIRECTO INCLUIDO IGV**12,102,728.50**

SON : DOCE MILLONES CIENTO DOS MIL SETECIENTOS VEINTIOCHO Y 50/100 NUEVOS SOLES