

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENO ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA EL ESTUDIO DE
PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE
SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO
ANCASH.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LINEA DE INVESTIGACION: TRANSPORTES

AUTORES:

Br. GONZALES LOPEZ, ELBER JAIME

Br. CASTAÑEDA NIEVES, RONAL ROLANDO

ASESOR:

ING. OCHOA ZEVALLOS, ROLANDO

N° de Registro: _____

TRUJILLO – PERÚ

2019

MIEMBROS DE JURADO

ING. Lujan Silva, Enrique Francisco
CIP: 54460
PRESIDENTE

ING. Rodríguez Ramos, Mamerto
CIP: 3689
SECRETARIO

ING. Urteaga García, Juan Manuel
CIP: 75985
VOCAL

ING. Ochoa Zevallos, Rolando
CIP: 9133
ASESOR

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo con lo dispuesto en el reglamento de Grados y Títulos de la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Privada Antenor Orrego - Trujillo, es grato poner a vuestra consideración, la presente Tesis titulada: **“USO DE LA AEROFOTOGRAMETRIA PARA EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH, DISTRITO SAN MARCOR, PROVINCIA HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH”**, con la finalidad de cumplir los requisitos para obtener el **TÍTULO PROFESIONAL** de **INGENIERO CIVIL**.

TRUJILLO, MARZO DEL 2019

Br. Gonzales López, Elber Jaime

Br. Castañeda Nieves Ronal Rolando

DEDICATORIA

A Dios:

Por brindarme la vida que tengo, por darme la fuerza para continuar y rodearme de personas que hacen que mi mundo sea el adecuado.

A mis padres:

Elvira y Alvaro, por su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos:

Percy y Mary, por ser una parte muy importante en mi vida y por su paciencia, disciplina y consejos

A mi Hijo y Esposa:

Mateo y Fiorella quienes han sido mi inspiración para continuar este largo camino de mi vida, a ellos que día a día me motivan a seguir adelante, gracias por Hacerme muy feliz.

A todos los miembros de mi familia

A todas aquellas personas a las que considero mucho y llevo en mi corazón, por su cariño, amistad, apoyo y por formar parte de mi vida y estar en cada paso que doy.

Elber Jaime, Gonzales Lopez

DEDICATORIA

A Dios:

*Por darme el don de la paciencia
las buenas aptitudes y actitudes para
superarme como persona y derramar su
bendición en mí.*

A mi madre:

*Por ser una buena madre que sin tener estudios completos
Desde pequeño me dio amor y enseñó a valorar las cosas para
Así darle significado para mi vida cotidiana.*

A mi familia:

*A ellos quienes con sus consejos me
supieron orientar y siempre estar ahí
cuando más lo necesitaba tanto en el factor
económico y moral.*

A mis hijos y Esposa:

*Por ellos quienes dieron sentido a mi vida desde el momento de
Ser padre y el significado de ello, que es muy importante
Para mi familia mantener el eje paternal. A mi esposa quien me apoya
incondicionalmente cada día y su paciencia para con los hijos.*

Ronal Rolando, Castañeda Nieves



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por guiarme por el buen camino y a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyectos, a mi asesor Rolando Ochoa Zevallos por el tiempo invertido, su dedicación y paciencia para el desarrollo de nuestra tesis, a mi compañero Ronal Castañeda por su ayuda y compromiso en el desarrollo y culminación de la Tesis.

ELBER JAIME, GONZALES LOPEZ



AGRADECIMIENTO

Los valiosos resultados de esta tesis, están dedicados en forma muy especial a todas aquellas personas que, de alguna forma, han sido parte de su culminación.

Mi agradecimiento a Dios primordialmente, él que me ha dado fortaleza para continuar. A mis padres, por ser mis guías en mis logros, a mis hermanos quienes fueron mi inspiración para seguir adelante en este objetivo.

A mi asesor Ing. Ronal Ochoa Zevallos, por tomarse el tiempo necesario en las correcciones y viabilidad de la tesis.

RONAL ROLANDO, CASTAÑEDA NIEVES



RESUMEN

El trabajo de pre factibilidad busca el desarrollo económico de la comunidad Ayash por medio del trazo de una carretera que ayude a los pobladores transportar sus 2 mayores productos que son la papa y el trigo, así como también permitir el acceso libre a turistas a esta comunidad ya que LIMATOURS está proponiendo un nuevo Tours denominado EL GRAN CAMINO INCA que tiene como objetivo poner en valor los caminos incas en el Perú. Esta comunidad Ayash es parte del recorrido de dicho Tours.

El presente estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash comprende desde la comunidad Ayash hasta el cruce de la carretera principal que se dirige al Distrito de San Marcos. Uniendo los sectores Ayash Huaripampa y Ayash Pichiu. Un gran tramo pasa por las operaciones de la compañía minera Antamina, este trazo se realiza teniendo en cuenta los límites de propiedad además de no interferir o impactar en las operaciones de la minera.

El estudio se enfoca principalmente al beneficio que brinda la construcción de una obra de ingeniería Civil a la comunidad Ayash y a la empresa Antamina generando el menor daño posible a su entorno social, ambiental y sobre todo contar con una carretera definitiva y beneficiosa en el sector.

La región Ancash es una de las que recibe mayores recursos financieros del canon minero por lo cual no debería ser una restricción la construcción de esta carretera. Antamina es una de las mineras que más aporta al canon minero y dicha empresa tiene como política apoyar como prioridad a las comunidades aledañas a sus operaciones por lo cual es interesante estos proyectos para el desarrollo de dichas comunidades.

El estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash es de suma importancia debido al crecimiento económico de sus pobladores ya que el 40% de la comunidad de Ayash trabaja en la compañía minera Antamina y perciben un salario promedio de 4,000.00 nuevos soles mensuales además de percibir utilidades anuales promedio de 100,000.00 nuevos soles lo cual conlleva que dichos pobladores adquieran vehículos automotores y para lo cual necesitan una carretera apropiada para dirigirse a sus respectivas viviendas.

El estudio de pre factibilidad busca que las autoridades se enfoquen en garantizar una mayor integración física en la región. Desde la perspectiva de un ciudadano las mejoras en la conectividad vial, con carreteras pavimentadas, le permiten desplazarse en menor tiempo y con una mayor calidad y seguridad, todo lo cual impacta positivamente en su



bienestar. Desde una perspectiva empresarial, la visión es logística: Mientras haya más vías de transporte eficientes, mejor será la transitabilidad y el acceso a mercados regionales. Esto impulsará la competitividad de los productos regionales e impactará significativamente en la economía regional.

El estudio de pre factibilidad es un **análisis preliminar** de una idea para determinar si o no es viable el estudio de la carretera de Ayash y así convertirla en un proyecto. Se usa en el ámbito empresarial y comercial. Al realizar un estudio de pre factibilidad se toma en cuentas diversas variables y se reflexiona sobre los puntos centrales de la idea.

Si se estima que su implantación es correcta, la idea se transformará en un proyecto que será sometido, ahora sí, en un estudio de factibilidad. Este es el último paso antes que el proyecto se materialice.

El estudio de pre factibilidad se realizará con una técnica nueva llamada aerofotogrametría; se determinará de forma rápida y precisa la viabilidad del proyecto.

La Aerofotogrametría se utiliza desde hace casi un siglo para la elaboración de cartografía general o topográfica, en escalas medias e incluso grandes. Se han desarrollado metodologías que permiten el levantamiento en 3D de grandes extensiones de terreno con una precisión bastante elevada en función de la escala de trabajo.

Se puede agregar, además, que la Aerofotogrametría no excluye ningún detalle del terreno, en comparación con un levantamiento topográfico convencional, ya que al realizar éste, solamente se extrae los detalles necesarios para desarrollar el proyecto de ingeniería determinado a realizarse en dicho sector. De esta manera la aerofotogrametría es perfecta para realizar estudios de pre factibilidad de carreteras por su precisión, menor costo y tiempo.

Este proyecto de investigación denominado "Uso de la aerofotogrametría para el estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash, distrito San Marcos, Provincia Huari, Departamento Ancash" plantea el uso de tecnología en diferentes proyectos de carreteras (uso de drones), esta tecnología con drones es importante utilizarla en zonas inaccesibles o que dificulten la ejecución del levantamiento topográfico.

La metodología que seguimos en este proyecto fue el mismo esquema que cualquier trabajo aerofotogramétrico y levantamiento topográfico. Para ello se realizó en gabinete



la delimitación del área mediante un software en el cual se simuló los vuelos, con ello se colocó los puntos de control que requería, se levantaron los puntos de control con GPS diferencial, posteriormente se tomó los datos en campo con el vehículo UAV.

Una vez ya realizado el vuelo, se tiene las fotografías y con ello procedemos a la obtención del DTM y ortofotos. Ya contando con el DTM y ortofotos se realiza el trazo más adecuado para la carretera mediante un software para así realizar el estudio de pre factibilidad de dicha carretera.

Los resultados obtenidos por la comparación de diferentes superficies son los adecuados para realizar el estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash, realizar este tipo de levantamientos es rentable siempre que se trabaje con áreas de gran magnitud para realizar varias alternativas, también teniendo en cuenta que las condiciones y el equipo sean las adecuadas para realizar este tipo trabajo.



ABSTRACT

The pre-feasibility work seeks the economic development of the Ayash community by means of a road that helps the villagers to transport their 2 largest products, such as potatoes and wheat, as well as allowing free access to tourists. To this community since LIMATOURS is proposing a new Route called EL GRAN CAMINO INCA that aims to value the Inca roads in Peru. This community is part of the tour of said Tours.

The present pre-feasibility study of the Ayash wagon comprises from the Ayash community to the crossing of the main road that goes to the District of San Marcos. Uniting the Ayash Huaripampa and Ayash Pichiu sectors. A large section passes through the operations of the mining company. Background, this is the time to carry out the limits of the property, in addition to not interfering or impacting the operations of the mining company.

The study focuses mainly on the benefit provided by the construction of a civil engineering work to the Ayash community and the company Antamina generating the least possible damage to their social, environmental and above all, with a definitive and beneficial path in the sector.

The Ancash region is one of the best sources of financial resources of the canon so it should not be a restriction in the construction of this road. It is one of the mining companies that contributes the most to the canon.

The study of pre-feasibility of the Ayash road is of the utmost importance due to the economic growth of its inhabitants, since 40% of the Ayash community works in the mining company. The annual averages of 100,000.00 nuevos soles which leads to the residents and motor vehicles.

The pre-feasibility study seeks that the authorities focus on guaranteeing greater physical integration in the region. From the perspective of a citizen, improvements in road connectivity, with paved roads, allow you to move in the shortest time and with the highest quality and safety, all that can be positively improved in your wellness. From a business perspective, the vision is logistics: As long as there are more efficient transport routes, the better will be the trafficability and access to regional markets. This will boost the competitiveness of regional products and significantly impact the regional economy.



The pre-feasibility study is a preliminary analysis of an idea to determine whether or not it is feasible to study the Ayash road and thus convert it into a project; It is used in the business and commercial field. When carrying out a pre-feasibility study, several variables are taken into account and the central points of the idea are reflected.

If it is estimated that its implementation is correct, the idea will be transformed into a project that will be submitted, now, in a feasibility study. This is the last step before the project materializes.

The pre-feasibility study will be carried out with a new technique called aerophotogrammetry; the viability of the project will be determined quickly and accurately.

Aerial photogrammetry has been used for almost a century for the preparation of general or topographic cartography, on medium and even large scales. Methodologies have been developed that allow the survey in 3D of large areas of land with a fairly high precision depending on the scale of work.

It can also be added that the Aerophotogrametry does not exclude any detail of the land, in comparison with a conventional topographic survey, since when this is done, only the necessary details are extracted to develop the engineering project determined to be carried out in said sector. In this way, aerial photography is perfect for carrying out pre-feasibility studies of roads due to their precision, lower cost and time.

This research project called "Use of aerial photography for the pre-feasibility study of the Ayash road, San Marcos district, Huari province, Ancash department" raises the use of technology in different highway projects (use of drones), this technology drones is important to use in inaccessible areas or that hinder the execution of the topographic survey.

The methodology we followed in this project was the same scheme as any aerophotogrammetric work and topographic survey. For this, it was carried out in the cabinet the delimitation of the area by means of a software in which the flights were simulated, with it the control points that were required were placed, the control points with differential GPS were raised, later the data was taken in the field with the UAV vehicle.



Once the flight is done, we have the photographs and with that we proceed to obtain the DTM and orthophotos. Already counting on the DTM and orthophotos, the most suitable route for the road is made using software to carry out the pre-feasibility study of said road.

The results obtained by the comparison of different surfaces are adequate to carry out the pre-feasibility study of the Ayash road, making this type of surveys is profitable whenever working with large areas to make several alternatives, also taking into account that the conditions and equipment are adequate to perform this type of work.



INDICE

PRESENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	5
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCION	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	16
1.3. HIPOTESIS	16
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	17
1.5.1. JUSTIFICACION ACADEMICA	17
1.5.2. JUSTIFICACION TECNICA	17
1.5.3. JUSTIFICACION SOCIAL	17
1.6. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	17
1.7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	18
1.8. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	18
CAPITULO II	20
MARCO TEORICO	20
2.1. ANTECEDENTES	21
2.1.1. ANTECEDENTE INTERNACIONAL	21
2.1.2. ANTECEDENTE NACIONAL	23
2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL	24
2.2. FUNDAMENTACION TEORICA	24
2.2.1. CONCEPTOS QUE CONFORMAN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA CARRETERA.	24
2.2.2. DESARROLLO DE LA REGION	35



2.2.5.1	FUNDAMENTOS TEORICOS DE TOPOGRAFIA.....	42
2.2.5.2	GENERALIDADES SOBRE FOTOGRAMETRIA.....	58
2.2.5.3.	CALCULO DE MODELOS DIGITALES.....	103
CAPITULO III.....		112
3.1.	UBICACION, POBLACIÓN Y MUESTRA	113
3.1.1.	UBICACION.....	113
3.1.2.	POBLACION.....	117
3.1.4.	RECURSOS ECONOMICOS	118
3.1.5.	MUESTRA.....	119
3.1.6.	MÉTODO.....	119
3.1.7.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	120
3.1.8.	VARIABLES DE ESTUDIOS Y OPERACIONALIZACION	120
3.1.8.1.	VARIABLES:.....	120
3.1.9.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	121
3.1.10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	122
CAPITULO IV.....		123
PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACION		123
4.1.	FASE 01–GABINETE PLANIFICACIÓN DE PROYECTO	124
4.1.1.	SELECCIÓN DE LA ZONA DE VUELO.	124
4.1.2.	SIMULACIÓN DE VUELO.....	125
4.1.3.	PRE COLOCADO DE PUNTOS DE CONTROL.....	126
4.2.	FASE 02-CAMPO LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRÍA.....	126
4.2.1.	COLOCACIÓN DE PUNTOS DE APOYO, MARCADO.	126
4.2.2.	FACTORES INICIALES PARA EL VUELO DEL DRONE.....	127
4.2.2.1.	REVISION Y ESTADO DEL EQUIPO	127
4.2.2.2.	ENSAMBLADO DEL DRONE EBBE	129
4.2.3.	SELECCIÓN DE LA ZONA DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE.....	131
4.2.4.	VERIFICACION CLIMATICA	132
4.2.4.1.	VERIFICACIÓN DEL VIENTO.	132
4.2.4.2.	VERIFICACION DE POSIBLES TORMENTAS.....	133
4.2.5.	CAPTURA DE INFORMACIÓN	133
4.2.5.1.	INICIO DE VUELO DRONE.....	133
4.3.	FASE 03-CAMPO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	141
4.4.	FASE 04-GABINETE PROCESO DE INFORMACIÓN.....	142



CAPÍTULO V	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	163
5.1. CONCLUSIONES.....	164
5.1.1. APLICACIÓN Y EJECUCIÓN:.....	170
5.1.2. REFERENTE A LOS RESULTADOS:	171
5.2. RECOMENDACIONES	172
BIBLIOGRAFÍA	173
ANEXOS	175
ANEXO A.....	176
GLOSARIO.....	176
ANEXO B.....	178
REPORTE DE CALIDAD Y PUNTOS UTILIZADO.....	178
ANEXO C.....	179
PLANOS.....	179
ANEXO D.....	180
PRESUPUESTO	180



INDICE DE FIGURAS

FIG. 1: Vuelo de dron Ebee Aerofotogramétrico	18
FIG. 2:Fotografía área tomada por el drone Ebee.	19
FIG. 3: Plano de curvas de nivel con coordenadas UTM	23
FIG. 4:Captura de pantalla del software Matlab	24
FIG. 5: Índice vehicular semanal	26
FIG. 6:Cuadro de pesos por EJE	26
FIG. 7: Tolerancia de pesos por EJE	27
FIG. 8: Tabla de dimensión y Carga	28
FIG. 9:Diseño de Carril según AASHTO	29
FIG. 10: Cartel de Señalizaciones.....	30
FIG. 11: Estado Natural de la Carretera	31
FIG. 12: Estudio de suelo.....	31
FIG. 13: Formación de taludes.....	32
FIG. 14: Procedimiento del diseño de pavimentación	32
FIG. 15: Estudio Hidrológico y Hidráulico	33
FIG. 16: Diseño Geometrico	33
FIG. 17: Supervisión de carretera en su desarrollo.....	35
FIG. 18: Toma fotografica de la localidad de AYASH	36
FIG. 19:Análisis para el desarrollo de nueva ruta.....	36
FIG. 20:Imagen:Trazo de nueva ruta	37
FIG. 21:Imagen de material prestado	38
FIG. 22:Imagen de condiciones de la carretera	38
FIG. 23: Imagen del desorden vehicular	39
FIG. 24: Imagen del producto Agrícola	39
FIG. 25: Imagen de demografía vinculante	40
FIG. 26: Análisis del Caudal máximo	40
FIG. 27: Talud y Banqueta terminada.....	41
FIG. 28:Levantamiento Topográfico de la Carretera.	43
FIG. 29:Trazo de Manzaneo y Lotización.....	45
FIG. 30:Trazo de Reservorio y Excavación en Talud con estación total Trimble. (1:1.5).....	46
FIG. 31:Mapa Temático de Subcuenta del Rio Shulcas.	49



FIG. 32:Zonificación de la Subcuenca Shullcas.	50
FIG. 33:Plano topográfico puente Sogon.	51
FIG. 34: Medición y replanteo de terreno.	51
FIG. 35: Demostración de fallas tectónicas en superficie agrícola.	52
FIG. 36: La tierra en su forma geodésica.	54
FIG. 37:Mapa e Instrumentos para la medición Cartográfico.	55
FIG. 38: Representación del sistema de coordenadas.	58
FIG. 39: Representación de imágenes traslapadas para procesamiento fotogramétrico.	59
FIG. 40: Fotografía tomada del drone Ebee .	64
FIG. 41: Drone Phantom	65
FIG. 42: Drone Ebee	65
FIG. 43: Toma de fotos secuenciales aerofotogrametricos generando traslapes. ...	66
FIG. 44: Una de las primeras máquinas alemanas Wild para el uso fotogramétrico.	67
FIG. 45: Por intermedio d la computadora el uso del Software Autocad y Google Earth.....	68
FIG. 46: Vistas proyectadas en AutoCad y Foto aérea.....	69
FIG. 47: Deducción de una toma aerofotogrametico.....	73
FIG. 48: Representación de una fotografía aérea.	74
FIG. 49: Señalización de marcas fiduciales de una toma fotogramétrica.	75
FIG. 50: Orientación de las tomas tomadas en forma de traslape.	76
FIG. 51: Medición de una toma vertical dado su ángulo.....	77
FIG. 52: Casco estereoscópico para la realidad virtual.	80
FIG. 53: Fotos tomadas en diferentes sentidos.	80
FIG. 54: Representación geométrica.	81
FIG. 55: Representación tomada según campo angular.....	83
FIG. 56: Representación tomada según campo angular.....	84
FIG. 57: Imagen datos que aparecen en la fotografía aérea.....	85
FIG. 58: Imagen digital Acceso Ayash.	90
FIG. 59:Dimencion d imagen en pixeles.....	93
FIG. 60: Comprensión de imagen.....	95



FIG. 61: Años consecutivos de utilización de naves aéreas hasta la utilización de naves (UAV).	98
FIG. 62: Clasificación de aeronaves.	100
FIG. 63: Nube de puntos clasificados por su tonalidad de colores.	106
FIG. 64: Mapa de Ubicación.	113
FIG. 65: Vista transversales de inicio donde empezara la carretera.	115
FIG. 66: Vista intermedia por donde se trazó la carretera	115
FIG. 67: Censo de la población de Ayash	117
FIG. 68: Cosecha de la Comunidad de Ayash	118
FIG. 69: Variable - Medidor - Variable	121
FIG. 70: Zona de vuelo.	125
FIG. 71: Simulación de vuelo en el programa eMution 2.	125
FIG. 72: Tomas de las crucetas marcadas en el terreno para los traslapes.	126
FIG. 73: Marca del punto P2	127
FIG. 74: Partes del Dron Ebee	128
FIG. 75: Simulación del sentido del viento	132
FIG. 76: Software para programación de vuelo	133
FIG. 77: Recorrido y recopilación de fotos (cada cruceta es una toma).	141
FIG. 78: Cuadro de Coordenadas Base	142
FIG. 79: Procesamiento de Datos con Emotion	146
FIG. 80: Proceso de Orthomosaico y MDT con Postflight Terra	148
FIG. 81: Fotos tomadas desde el dron Ebee	157
FIG. 82: Reporte de control de calidad.	159
FIG. 83: Vista superior de la posición inicial de la imagen.	159
FIG. 84: Perfil 01 de recopilación de datos.	160
FIG. 85: Perfil 02 de la toma de datos.	160
FIG. 86: Numero de imágenes calculadas para cada pixel de la superposición Orthomosaic.	161
FIG. 87: Vista superior de números de puntos significativos 2D (Triangulación).	162
FIG. 88: Tabla de Referencias	167
FIG. 89: Tabla de Rendimientos	168
FIG. 90: Tabla de Precisión de Equipos Topográficos	168



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

FIG. 91: Costo de levantamiento con Estación Total	169
FIG. 92: Costo de levantamiento con GPS.....	169
FIG. 93: Costo de levantamiento con Dron Ebee.....	170

CAPÍTULO I

INTRODUCCION



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto se realizará en la comunidad Ayash, Distrito San Marcos, Provincia Huari, Departamento Ancash.

Según la información de transparencia económica del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el Gobierno Regional de Ancash ha recibido una buena cantidad de dinero por canon minero (cada año aumenta debido al factor Antamina) y por lo tanto hay un considerable aumento en los ingresos por este concepto para las municipalidades provinciales y distritales. Este dinero debería designarse a proyectos de conectividad vial.

Las autoridades deberían enfocarse en garantizar una mayor integración física en la región. Desde la perspectiva de un ciudadano las mejoras en la conectividad vial, con carreteras pavimentadas, le permiten desplazarse en menor tiempo y con una mayor calidad y seguridad, todo lo cual impacta positivamente en su bienestar. Desde una perspectiva empresarial, la visión es logística: Mientras haya más vías de transporte eficientes, mejor será la transitabilidad y el acceso a mercados regionales. Esto impulsara la competitividad de los productos regionales e impactara significativamente en la economía regional.

En la actualidad el Distrito San marcos se encuentra con carreteras en mal estado con taludes inestables, inadecuada señalización, falta de cunetas y trazo geométrico inadecuado los cuales deben ser solucionados a la brevedad posible para asegurar el desarrollo del distrito.

El problema principal que se observa en la zona del proyecto es el inadecuado nivel de transitabilidad del acceso, situación que origina incremento en los costos de producción, el tiempo en el traslado para llegar a los mercados de consumo, traslado de pobladores a su centro de trabajo y aumento automotriz, todo consecuentemente genera la presencia de acciones negativas por el mal estado del acceso.



Actualmente la comunidad Ayash cuenta con un acceso sin pavimentar con curvas muy cerradas, lo cual ocasiona incomodidad a la población por el polvo que se genera por el paso de vehículos, además puede ocasionar accidentes vehiculares fatales el cual se puede evitar realizando estudios de pre factibilidad a menor costo y tiempo lo cual sería de gran importancia para elegir la propuesta más adecuada que dé solución al problema antes mencionado.

El terreno es muy accidentado y escarpado, lo cual dificultaría el ingreso de personal a realizar el levantamiento de información.

Por lo expuesto es difícil tener bajo el método tradicional un levantamiento actualizado a menor tiempo y costo para el estudio de pre factibilidad de la carretera.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo es el levantamiento aerofotogramétrico para el estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash, Distrito San Marcos, Provincia Huari, Departamento Ancash?

1.3. HIPOTESIS

El uso del levantamiento aerofotogramétrico con drones influye significativamente y tiene la precisión para el estudio de pre factibilidad de la carretera en el Distrito San Marcos, Provincia Huari, Departamento Ancash.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Uso de la aerofotogrametría para el estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash en el Distrito San Marcos, Provincia de Huari, Departamento Ancash.



1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el levantamiento Aerofotogramétrico con Drones.
- Realizar el procesamiento de imágenes.
- Realizar el levantamiento topográfico con estación total y GPS de una zona de la carretera para determinar la precisión y costo respecto al levantamiento aerofotogramétrico.
- Realizar el trazo más óptimo y adecuado para el estudio de pre factibilidad de la carretera.

1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

1.5.1. JUSTIFICACION ACADEMICA

El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá analizar procedimientos y metodologías para verificar la confiabilidad en el uso aerofotogramétrico para aprobación de estudios de pre factibilidad de carreteras y determinar la precisión en la utilización de la nueva tecnología vs metodología tradicional.

1.5.2. JUSTIFICACION TECNICA

El presente proyecto está orientado al uso de la aerofotogrametría para estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash ante la desconfianza de procesamiento de datos y la demanda de tiempo para la aprobación de diferentes proyectos de carreteras.

1.5.3. JUSTIFICACION SOCIAL

Evitar mayor tiempo y costo en estudios de pre factibilidad de la carretera Ayash en el Distrito San Marcos, Provincia Huari, Departamento Ancash.

1.6. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación busca implementar el uso de la tecnología en diferentes estudios de pre factibilidad, una de ellas es en carreteras para lo cual se necesita información topográfica de áreas extensas a menor costo y tiempo. Con este nuevo uso de herramientas tecnológicas permitirán obtener datos con una alta resolución espacial, tanto de fotografías como de nube de puntos, el cual una vez recogidos



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

los datos se exportaran en softwares especializados capaces de realizar procesamientos aerofotogramétricos y el posterior tratamiento de estos creando una nube de puntos con coordenadas x,y,z, un modelo digital del terreno y composición de una orto imagen georreferenciada. Con todo ello se podrá realizar el estudio de pre factibilidad con datos confiables.



FIG. 1: vuelo de dron Ebee Aerofotogramétrico

Fuente: Parrot presenta un dron en asociación con Airinov.

1.7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente levantamiento aerofotogrametrico se aplica a superficies de áreas llanas, onduladas con poca presencia de vegetación, las cuales se mantengan en superficies visibles para que el equipo Drone pueda recolectar información mediante fotografías.

1.8. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La investigación que se realizará pretende aprovechar un nuevo uso de la tecnología –drones- aplicándolas a la topografía tradicional, realizando un estudio de pre factibilidad de la carretera Ayash más rápido y óptimo para su respectiva aprobación. Es una investigación APLICADA TECNOLÓGICA



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Por otro lado, según la función científica con el presente trabajo de Investigación se pretende señalar las cualidades que presenta un levantamiento fotogramétrico con drones y un levantamiento topográfico. Es una investigación Descriptiva.



FIG. 2: Fotografía área tomada por el drone Ebee.

Fuente : propia



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

CAPITULO II

MARCO TEORICO



2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTE INTERNACIONAL

- ❖ José Juan Álvarez Morales (2011), en su tesis "LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMETRICO PARA EL PROYECTO DEL LIBRAMIENTO SUR DE TULANCINGO, HIDALGO" en la universidad Nacional Autónoma de México.

Presenta las siguientes conclusiones:

- Cabe mencionar que este sistema de aerofotogrametría (con cámara analógica) ya tiene varios años, pero aún sigue funcionando en la actualidad por su alta precisión de las mediciones, gran productividad del trabajo, completa objetividad, confiabilidad de los resultados de las mediciones, obtener el trabajo en menor tiempo y costo.
- La fotogrametría permite realizar mediciones precisas usando fotografías, a pesar de que presenta una gama de aplicaciones en diferentes campos y ramas de la ciencia, así como: la topografía, la astronomía, la medicina, la meteorología, la minería, la geología y muchos otros; tiene su principal aplicación en la cartografía topográfica.
- Este proyecto se realizó con aparato de restitución conocido como el WILD B8 que es un aparato analítico y que es un poco más laborioso la realización de los planos fotogramétricos por lo tanto es más tardado restituir un proyecto.
- Por otro lado, las cámaras fotográficas digitales han entrado con fuerza en los últimos años en todas las áreas donde fuera necesario el registro de imágenes. Se describen las características fundamentales de los sensores digitales comparándolos con los analógicos, destacando sus ventajas. Se abordan los dos tipos de cámaras, de línea y matriciales
- Las cámaras analógicas y digitales son muy diferentes entre si, pero tienen cuatro componentes básicos que las caracterizan y son la óptica, el sensor, el procesador y el soporte de salida. Las diferencias fundamentales están en el sensor y el procesador.
- La toma de la imagen se realiza por barrido simultáneo en tres posiciones de la línea de toma, una hacia atrás otra hacia abajo y la tercera hacia



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

delante. Posteriormente en pos proceso se compondrán para formar una sola imagen

- Las cámaras matriciales toman imágenes al modo de las cámaras convencionales, tienen varios objetivos que disparan simultáneamente, unos en pancromático (rojo, verde y azul) y otros en infrarrojo. Cuentan con varios planos focales y funden las imágenes en una única.
- En este caso las imágenes no se obtienen de forma continua sino en sensores modulares matriciales simultáneamente. Dos son sus representantes en el panorama comercial, la Vexcel Ultracam de Inpho y la Z/I DMC de Zeiss/Intergraph.

VENTAJES:

- ✓ Las imágenes son de gran estabilidad dimensional.
- ✓ La visualización es más fácil.
- ✓ Tratamiento por software.
- ✓ Procedimientos automáticos.
- ✓ Resultado en formato digital.
- ✓ Distribución de imágenes más fácil.

DESVENTAJAS:

- ✓ Se necesita un volumen alto de almacenamiento.

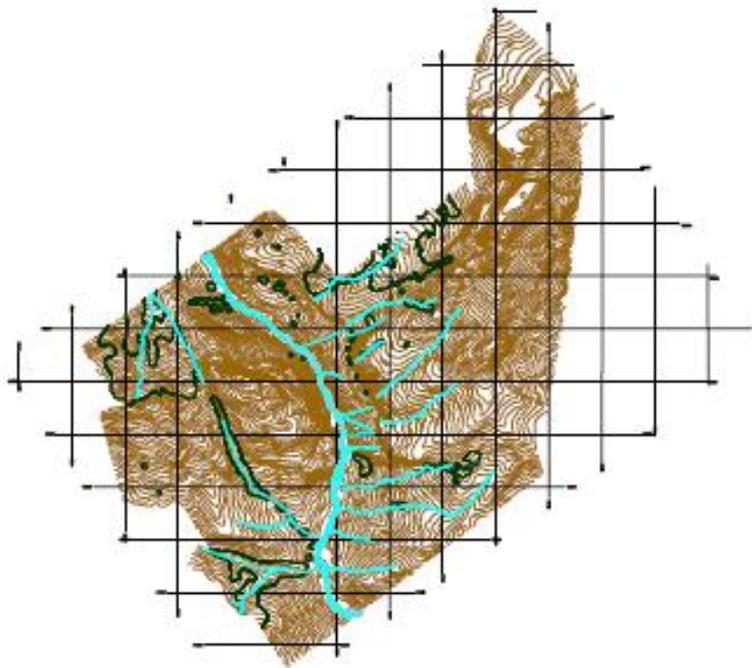


FIG. 3: Plano de curas de nivel con coordenadas UTM

2.1.2. ANTECEDENTE NACIONAL

- ❖ Gabino Rey Vidangos Ponce (2017), en su tesis “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES PARA LA DETECCIÓN DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE QUINUA” en la Universidad Nacional Del Altiplano – Puno.

Presenta las siguientes conclusiones:

Primero: Es posible la detección de las malezas por el procesamiento digital de imágenes en MatLab mediante sus herramientas de procesamiento como operaciones como la dilatación y segmentación, la flor de la maleza fue de gran ayuda por ser una característica muy resaltante de la maleza por ser de color amarillo claro, el programa tiene una fiabilidad positiva al según el coeficiente de correlación que ha sido de 0.8, debido que en algunos cultivos de pocas malezas será sencilla la detección, al contrario de algunas con interferencias o acumulación de malezas se contaban como una sola malezas.



TESIS: “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH”.

Segundo: Nuestra herramienta fotografía aérea, un drone equipado con una cámara fotográfica, brinda muchas posibilidades de hacer, tomas aéreas de cultivos de quinua de manera normal sin perjudicar a las mismas.

Tercero: El uso de las función “regionprops” de Matlab, tiene operación que pueden realizar el etiquetado de sus posición en una imagen y como el encuadramiento de las malezas localizadas, después de hacer el proceso de selección de color, dilatación y binarización de la imagen.



FIG. 4: Captura de pantalla del software Matlab

2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL

- ✓ Aun no hay antecedentes de proyectos similares en nuestra ciudad de Trujillo.

2.2. FUNDAMENTACION TEORICA.

2.2.1. CONCEPTOS QUE CONFORMAN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA CARRETERA.

➤ Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio

El estudio de tránsito se encarga de estimar los volúmenes de tránsito esperados en el momento de dar en servicio la vía y su comportamiento a lo largo de la vida útil de esta y su carril de diseño.

Tiene dos finalidades:

- La rentabilidad de la vía.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- El diseño de pavimento.

Es de primordial importancia conocer el tipo de vehículo, el número de veces que pasa y el peso por eje de ese tipo de vehículo.

Volúmenes esperados se puede determinar el tiempo de la concesión, el costo del peaje y la tasa de retorno de la inversión

El nivel de servicio se refiere a la calidad de servicio que ofrece la vía a los usuarios esta dado principalmente por dos elementos:

- la velocidad media de Recorrido.
- la relación volumen / capacidad.

Volumen de tránsito

Se define como el número de vehículos que pasan por un punto o un carril durante una unidad de tiempo. Sus unidades son vehículos/día; vehículos/hora, etc.

Índice Medio Diario, IMD

Es el promedio del número de vehículos que pasan por un punto durante un período de tiempo.

Según el período de análisis para medir el volumen, podrá ser índice medio diario anual, IMDA, índice medio diario mensual (IMDM) o índice medio diario semanal (IMDS).

Por ejemplo, de un aforo realizado durante una semana se obtuvieron los siguientes resultados.

DÍAS	N° DE VEHÍCULOS
LUNES	150
MARTES	180
MIERCOLES	120
JUEVES	200
VIERNES	120
SAVADO	180



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

DOMINGO	150
IMDS	157

FIG. 5: índice vehicular semanal

REGLAMENTO NACIONAL DE VEHICULOS

El D.S.Nº034-2001-MTC titulado "Reglamento Nacional de Vehículos", reglamenta entre otras cosas los pesos y dimensiones máximas de los vehículos para transporte terrestre.

Peso Vehicular

El peso máximo por eje independiente o grupos de ejes permitido a los vehículos para su circulación por las vías de nuestro país, es el siguiente:

FIG. 6: Cuadro de pesos por EJE



Eje(s)	Neumático	Gráfico			Kilos
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	
Simple	2				7,000
Simple	4				11,000
Doble	6				16,000
Doble	8				18,000
Triple	10				23,000
Triple	12				25,000

D.S.N°034-2001-MTC: "Reglamento Nacional de Vehículos"

El peso bruto vehicular máximo es de 48,000 kg. El exceso de peso permitido por eje se denominará tolerancia:

Eje(s)	Neumáticos	Tolerancia
Simple	02	350 kg
Simple	04	550 kg
Doble	06	800 kg
Doble	08	900 kg
Triple	10	1,150 kg
Triple	12	1,250 kg

FIG. 7: Tolerancia de pesos por EJE

Periodo de diseño

El pavimento puede ser diseñado para soportar el efecto acumulativo del tránsito durante cualquier período de tiempo. El período seleccionado en años, para el cual se diseña el pavimento, se denomina *período de diseño*. Al final de este período puede esperarse que el pavimento requiera trabajos de rehabilitación, para devolverle a la vía un adecuado nivel de transitabilidad.

Tabla de Dimensiones y Carga



SIMBOLICO	DIAGRAMA	LONGITUD TOTAL (MTS)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO	
			EJE DELANTERO	CARGA POR EJE O CUJO POSTERIOR				
				1°eje	2°eje	3°eje		4°eje
C2		12.30	7	11			18	
C3		13.20	7	18			25	
C4		13.20	7	25			32	
8x4		13.20	7+7	18			32	
T2S1 O 2S1		20.60	7	11	11		28	
T2S2 O 2S2		20.50	7	11	18		36	
T2S2a2		20.50	7	11	11	11	40	
T2S3 O 2S3		20.60	7	11	25		43	
T2S2a3		20.60	7	11	11	18	47	
T3S1 O 3S1		20.50	7	18	11		36	
T3S2 O 3S2		20.50	7	18	18		43	

Reglamento Nacional de Vehículos, Decreto Supremo N° 034-2001-MTC, publicado en El Peruano, el 25 de julio del 2001, Pág. 207449

FIG. 8: Tabla de dimensión y Carga

AASHTO



Parte del conteo en ambas direcciones, el factor direccional recomendado es de 50%, aunque este valor puede variar entre 30 a 70%. El tráfico en un sentido se separa para el carril de diseño según la recomendación:

Nº carriles en 1 dirección	%ESAL en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

ESAL Equivalent Single Axle Load

FIG. 9:Diseño de Carril según AASHTO

Crecimiento de transito

El pavimento debe ser diseñado para servir adecuadamente la demanda del tránsito durante un período de años; por lo tanto, el crecimiento del tránsito se debe anticipar.

El crecimiento puede considerarse como el Factor de Crecimiento:

$$\text{Factor de Crecimiento} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r: es tasa de crecimiento anual, %

n: periodo de diseño en años



Estudio de Señalización

Se refiere a la especificación y ubicación de las diferentes señales verticales, preventivas, informativas y reglamentarias; así como el diseño de las líneas de demarcación del pavimento.



FIG. 10: Cartel de Señalizaciones



Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia



Comprende la geología detallada a lo largo y ancho del corredor de la vía en estudio, información sobre la estabilidad de las laderas naturales, comportamiento de los cauces en cuanto a socavación y sedimentación, estudio de los sitios para fuentes de materiales y ubicación de los sitios para la disposición del material de corte.



FIG. 11: Estado Natural de la Carretera

➤ **Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones**

Con el fin de diseñar la estructura más adecuada de acuerdo a la capacidad de soporte del suelo donde se va a fundar.



FIG. 12: Estudio de suelo

Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes



A partir de la altura y el tipo de suelo se define la inclinación de los taludes, de excavación y relleno.

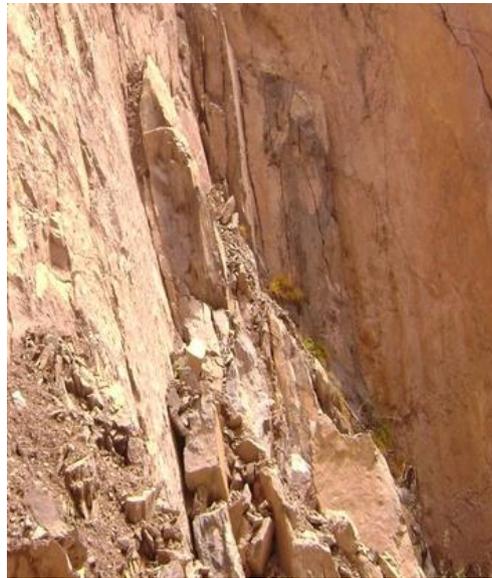


FIG. 13: Formación de taludes

➤ **Estudio Geotécnico para el Diseño de Pavimentos**

Dependiendo del tránsito esperado y su correspondiente composición, y de las condiciones del suelo de la subrasante se define, a partir de una serie de cálculos y tanteos, cuál debe ser el espesor y características de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento.



FIG. 14: Procedimiento del diseño de pavimentación

➤ **Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación**



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

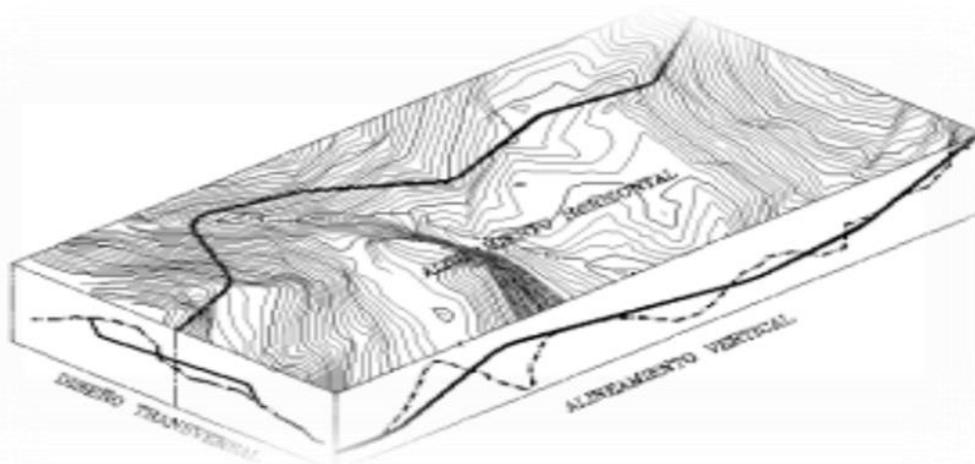
A lo largo del trazado de una carretera se requiere ubicar, diseñar y construir las obras de drenaje para que las diferentes corrientes de agua atraviesen la banca de tal forma que se garantice la estabilidad de esta y se tenga el mínimo efecto sobre el medio ambiente.



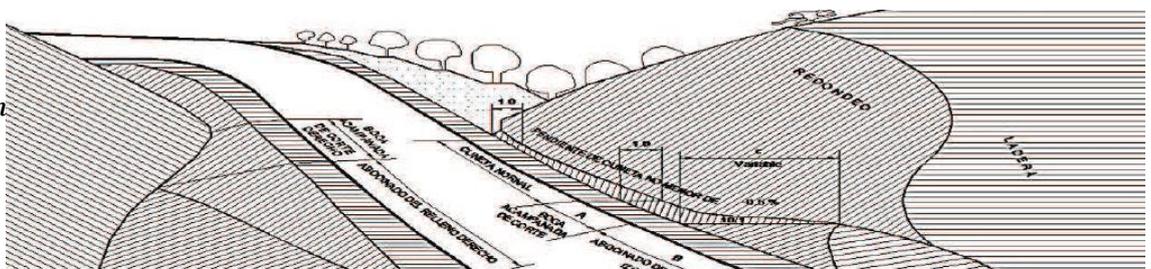
FIG. 15: Estudio Hidrológico y Hidráulico

➤ Diseño geométrico

- Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.
- Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.
- Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas.



Br. Ron





➤ **Estudio de impacto ambiental**

- Debe de indicar cuales son las medidas a tener en cuenta para mitigar o minimizar estos efectos.
- En la construcción de una carretera el movimiento de tierra, excavación y disposición son problemas de orden ambiental
- La explotación de los diferentes materiales para su construcción debe llevar un plan o programa que minimice el daño ecológico.



➤ **Estudio de Pre factibilidad de Valorización**

Este estudio se encarga de determinar si los propietarios de los predios dentro del área de influencia del proyecto tienen la capacidad económica de financiar este y cuál sería la cuantía.

➤ **Estudio Predial**

- Para cada uno de los predios que son afectados por la construcción de una carretera.
- Esta ficha debe contener el nombre del propietario, el tipo de predio, el área construida, total y afectada, etc.



➤ **Evaluación Socioeconómica**

- Se debe evaluar si la obra a construir realmente beneficia a la población ubicada en la zona de influencia y si este beneficio es significativo con respecto a los recursos que se invierten.
- Se debe de determinar la relación beneficio costo con el fin de justificar la inversión.

➤ **Estudio para Pliego de Condiciones, Cantidades de Obra y Análisis de Precios Unitarios**

- Se debe especificar además cuales son las condiciones generales de construcción, especificaciones de algunas actividades especiales, tiempo de ejecución, etc.

2.2.2 DESARROLLO DE LA REGION

El desarrollo de una región, está ligado emocionalmente por su real de carreteras que permiten una interacción económica de los pueblos con menor grado de evolución, lo que permitirá la mejoría de conjunto.



FIG. 17: Supervisión de carretera en su desarrollo

2.2.3 IMPORTANCIA E INFORMACION QUE SE UTILIZA EN UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Para el efecto, el proyecto de carretera como el correspondiente de la pre factibilidad de la carretera que vincula a la localidad de Ayash tiene el carácter de importante para la región ANCASH.



FIG. 18: Toma fotográfica de la localidad de AYASH

Para realizar un estudio de pre factibilidad vial, como el que se tiene como efectivo el ing. Civil, utiliza una variedad de información tales como:

- ❖ **Planeación de la mejor ruta de desarrollo de la vía de interconexión:**
Se determina el inicio y fin de la ruta por donde se transportarán las personal y productos de un lugar determinado la cual tena el menor impacto ambiental, social, costo y tiempo.



FIG. 19: Análisis para el desarrollo de nueva ruta



- ❖ **Trazo geométrico de la ruta seleccionada:** Consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.

El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

El trazo geométrico debe cumplir con la norma vigente del Ministerio de transporte y carreteras.



FIG. 20: Imagen: Trazo de nueva ruta

- ❖ **Características del suelo de desarrollo de la vía.**

Se determina el tamaño de las partículas minerales que forman el suelo determina sus propiedades físicas: textura, estructura, capacidad de drenaje del agua, aireación. El análisis de todas sus características y ensayos determinas la capacidad portante de un determinado suelo.



FIG. 21:Imagen de material prestado

❖ **Condiciones medios ambientales de la zona de estudio.**

Se analiza el impacto que tendrá el trazo geométrico sobre la cantidad de plantas a cortar, animales que habitan ese lugar, y contaminación del agua por si existiera algún río, manantial etc.



FIG. 22:Imagen de condiciones de la carretera

❖ **Análisis de los desequilibrios sociales que se presentan en la zona.**

Se analiza el tipo de vida de zonas aledañas en donde se efectuara la carretera; con el fin de obtener un equilibrio social y sostenible para dichos pueblos y sobre todo alcanzar un buen desarrollo. Se analiza el incremento de compra de vehículos los cuales podían transitar por la carretera.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



FIG. 23: Imagen del desorden vehicular

❖ **Evaluación de la producción agrícola, agropecuaria y minera del espacio influyente.**

Se analiza y se obtiene estadísticas sobre la producción y su aumento porque toda esta producción transitara por la carretera a construir.



FIG. 24: Imagen del producto Agrícola

❖ **Análisis de la demografía de los espacios vinculante.**

Si son zonas pequeñas y para tener un dato más exacto se sugiere realizar un censo y compararlas con las estadísticas de años anteriores para tener una proyección de cuantas personas podrían transitar por la carretera.



FIG. 25: Imagen de demografía vinculante

❖ **Análisis Hidrológico.**

Se analizará el caudal máximo de la corriente y el punto donde desembocará dicha corriente el cual garantice un óptimo comportamiento hidráulico.

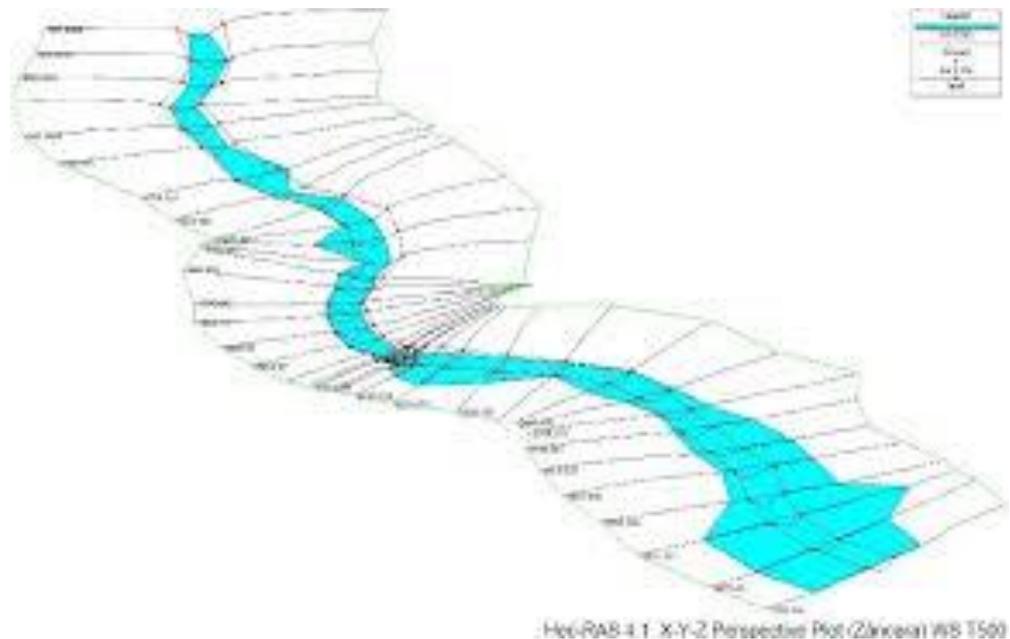


FIG. 26: Análisis del Caudal máximo

❖ **Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes**

Se identifica los diferentes tipos de materiales que existen en la zona; los cuales serán impactados por la nueva carretera.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Se definirá por progresivas el tipo de material; esto con en el fin de determinar un talud adecuado o en el peor de los casos optar por reforzar dichos taludes el cual aumentaría los costos.



FIG. 27: Talud y Banqueta terminada

2.2.4 DIFICULTADES QUE SE PRESENTAN EN UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.

De todas esas actividades, lo que más demora obtener es la necesidad del conocimiento de las condiciones geológicas, topográficos y medio ambiente de la zona, más aun cuando las condiciones de la zona estudiar, son severas debido a su actitud, irregularidades de sus relieves y condiciones climáticas adversos, lo que induce a errores cuando se realiza dicho análisis de manera tradicional, defectos que pudieran hacer no factible a un proyecto vial.

Para superar dichas dificultades, así como ahorrar tiempo y superar errores procedimentales, así como tener un grado de confiabilidad más óptimo en la obtención de esos datos, es que viene en la ayuda del ingeniero, una tecnología moderna, más confiable, y más rápida como es el levantamiento aerofotogramétrico mediante el DRON.



2.2.5 NUEVA TECNOLOGIA PARA SUPERAR DIFICULTADES EN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.

La aerofotogrametría se utiliza justamente para este tipo de casos, para mitigar el tiempo, gastos y aprovechar los medios climáticos, ya que el procedimiento es rápido y sencillo solamente se tiene que ver el momento preciso para hacer el levantamiento de la zona a trabajar, después solo se tendría que hacer el análisis correspondiente para el proyecto.

Para entender el método de aerofotogrametría se realizara una descripción de la ciencia de donde parte, su historia y conceptos básicos los cuales son:

2.2.5.1 FUNDAMENTOS TEORICOS DE TOPOGRAFIA

➤ HISTORIA DE LA TOPOGRAFIA

En realidad, se desconoce el origen de la topografía. Las pruebas que ubiquen la realidad histórica de la topografía se han encontrado en forma aislada como lo muestra una tablilla de barro encontrada en Ur, en Mesopotamia, que data de tres siglos antes de nuestra era y los testimonios encontrados en otros territorios, en diversas partes del mundo, pero es de Egipto donde se han obtenido mayores y mejores referencias, las escenas representadas en muros, tablillas y papiros, de los hombres realizando mediciones de terrenos.

La topografía avanzó notablemente después de los grandes movimientos bélicos a través de la historia. En la actualidad existe una urgente necesidad de elaborar planos y mapas topográficos con alta precisión, para determinar límites entre países, tareas en las que se complementa con la geodesia.

El aumento del costo de los terrenos y el progreso de la última parte del siglo XIX y, sobre todo, del siglo XX, hizo que se inventaran instrumentos y métodos en forma vertiginosa. En efecto, sobre todo en las últimas décadas, se han conseguido más avances científicos y tecnológicos que en todos los siglos anteriores. Así, ahora contamos con teodolitos de alta precisión, tanto ópticos como electrónicos, distanciómetros electrónicos de fuente luminosa y de fuente electromagnética, colimadores láser, la percepción remota por medio de fotografías aéreas, imágenes de satélites artificiales y el radar, que facilitan los trabajos topográficos.



FIG. 28: Levantamiento Topográfico de la Carretera.

Fuente: Propio

➤ **IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFIA**

La topografía es una de las artes más antiguas e importantes porque, como se ha observado, desde los tiempos más remotos ha sido necesario marcar límites y dividir terrenos. En la era moderna, la topografía se ha vuelto indispensable. Los resultados de los levantamientos topográficos de nuestros días se emplean para:

- Elaborar mapas de superficies terrestres, arriba y abajo del nivel del mar.
- Trazar cartas de navegación aérea, terrestre y marítima.
- Deslindar propiedades privadas y públicas.
- Crear bancos de datos con información de recursos naturales y utilización de la tierra, para ayudar a la mejor administración y aprovechamiento de nuestro ambiente físico.
- Evaluar datos sobre tamaño, forma, gravedad y campo magnético de la tierra.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- Preparar mapas de la luna y de los planetas.

La topografía desempeña un papel sumamente importante en muchas ramas de la ingeniería, por ejemplo, los levantamientos topográficos son indispensables para planear, construir y mantener carreteras, sistemas viales de tránsito, edificios, puentes, base de lanzamiento de cohetes y estaciones astronáuticas, estaciones de rastreo, túneles, canales, presas, obras de drenaje, fraccionamiento de terrenos urbanos, sistemas de aprovisionamiento de agua potable y eliminación de aguas negras, tuberías y tiros de minas, los métodos topográficos se emplean comúnmente en las instalaciones de líneas de ensamble industrial y otros dispositivos de fabricación, para el armado y montaje de equipo y maquinaria de gran tamaño, para determinar el control de la aerofotogrametría, y en muchas actividades relacionadas con la agronomía la arqueología, la geografía, la geodesia, la arquitectura del paisaje, la meteorología, pero sobre todo en la ingeniería civil, etc.

➤ **DIVISION DE LA TOPOGRAFIA**

- **PLANIMETRIA**

Se refiere a la posición de puntos y su proyección sobre un plano horizontal.

Llamamos planimetría a la parte del trabajo topográfico que consiste en determinar la situación de los puntos del terreno en el plano XY.

La planimetría estudia los puntos de la superficie terrestre para proyectarlos sobre un plano horizontal, llamado plano de referencia. Para representar un punto en un plano, es decir, en un espacio bidimensional, es necesario establecer un sistema de referencias que nos sitúe los puntos medidos respecto a un origen común.



FIG. 29: Trazo de Manzaneo y Lotización.

Fuente: Google Earth.

- **ALTIMETRIA**

La altimetría considera las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o una construcción. Para poder conocer estas diferencias de nivel hay que medir distancias verticales, directa o indirectamente, operación que se denomina nivelación.

Todas las alturas de un trabajo de topografía, están referidas a un plano común de referencia. Este plano llamado de comparación es una superficie plana imaginaria, cuyos puntos se asumen con una elevación o altura de cero.

Se denomina cota, elevación o altura de un punto determinado de la superficie terrestre a la distancia vertical que existe desde el plano de comparación a dicho punto.

Comúnmente se usa como plano de comparación el del nivel medio del mar, que se establece por medio de un gran número de observaciones en un aparato llamado mareógrafo a través de un largo período de años. En los trabajos topográficos, dada su limitada extensión superficial, el plano de comparación no es necesariamente el nivel medio del mar, sino que el operador lo elige a su arbitrio, procurando que todas las cotas resulten positivas para comodidad del cálculo.



FIG. 30: Trazo de Reservorio y Excavación en Talud con estación total Trimble. (1:1.5).

Fuente: Propio.

➤ LEVANTAMIENTOS

Son el conjunto de operaciones necesarias para determinar posiciones sobre la superficie de la Tierra, de las características naturales y/o artificiales de una zona determinada y establecer la configuración del terreno. El procedimiento a seguir en los levantamientos topográficos comprende dos etapas fundamentales: El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales.

El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano. La mayor parte de los levantamientos, tienen como objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía, donde reciben el nombre de topometría.

La topografía es una de las artes más antiguas e importantes porque, como se ha observado, desde los tiempos más remotos ha sido necesario marcar límites y dividir terrenos. En la era moderna, la topografía se ha vuelto indispensable. Los resultados de los levantamientos topográficos de nuestros días se emplean para elaborar mapas de la superficie terrestre, arriba y abajo del nivel mar;



trazar cartas de navegación aérea, terrestre y marítima; deslindar propiedades privadas y públicas; crear bancos de datos con información sobre recursos naturales y utilización de la tierra, para ayudar a la mejor administración y aprovechamiento de nuestro ambiente físico; evaluar datos sobre tamaño, forma, gravedad y campo magnético de la Tierra; y preparar mapas de la Luna y los planetas. Es difícil imaginar un proyecto de ingeniería por sencillo que esta sea, en el que no se tenga que recurrir a la topografía en todas y cada una de sus fases.

➤ TIPOS DE LEVANTAMIENTO

Existen diversos tipos de levantamientos especializados. Aquellas personas que busquen hacer carrera en topografía y cartografía, deberían conocer todas las fases de esta materia, ya que están íntimamente relacionadas con la práctica moderna. Continuación se describen brevemente algunas clasificaciones importantes:

- **Levantamiento de control:** Red de señalamientos horizontales y verticales que sirven como marco de referencia para otros levantamientos
- **Levantamientos topográficos:** Determinan la ubicación de características o accidentes naturales y artificiales, así como las elevaciones usada en la elaboración de mapas.

Levantamientos catastrales de terreno y de linderos: Normalmente se trata de levantamientos cerrados y ejecutados con el objetivo de fijar límites de propiedad y vértices.

Levantamiento hidrográfico: Definen la línea de playa y las profundidades de lagos, corrientes, océanos, represas y otros cuerpos de agua. Los levantamientos hidrográficos junto con la ingeniería civil, cubren los levantamientos para proyectos de bahía, puertos, lagos o ríos y en la actualidad puede involucrar los levantamientos de construcción de plataformas marinas asociadas con líneas de conducción.

Levantamiento de rutas: Se efectúan para planear, diseñar y construir carreteras, ferrocarriles, líneas de tuberías y proyectos lineales. Estos



normalmente comienzan en un punto de control y pasan progresivamente a otro, de la manera más directa posible permitida por las consideraciones del terreno.

Levantamientos de construcción: Determinan la línea, la pendiente, las elevaciones de control, las posiciones horizontales, las dimensiones y las configuraciones para operaciones de construcción. También proporcionan datos elementales para calcular los pagos a los contratistas.

Levantamientos finales según obra construida: Documentan la ubicación final exacta y disposición de los trabajos de ingeniería, y registran todos los cambios de diseño que se hayan incorporado a la construcción. Estos levantamientos son sumamente importantes cuando se construyen obras subterráneas de servicios, cuyas localizaciones precisas se deben conocer para evitar daños inesperados al llevar a cabo, posteriormente, otras obras.

Levantamientos industriales: Son procedimientos para la ubicación de maquinarias industriales, son levantamientos de mucha precisión con errores muy pequeños.

➤ **PRODUCTOS GENERADOS POR LOS LEVANTAMIENTOS**

Los productos finales de la topografía son, en su gran mayoría, de carácter gráfico, es decir, dibujos a escala de los detalles resaltantes del levantamiento, sobre un determinado tipo de papel, o bien dibujos realizados mediante un programa adecuado, generalmente un CADD (de las siglas en inglés ComputerAided Design and Drafting). A continuación se definen tres de los productos gráficos más importantes.

- **El Mapa:** El mapa es una representación convencional, generalmente plana, de fenómenos concretos o abstractos localizables en el espacio, que se efectúa mediante diversos sistemas de proyección, los cuales son sistemas convencionales para realizar la transposición sobre una superficie plana de una parte del globo terrestre (elipsoide) y de su topografía (relieve), y según diferentes escalas, las cuales son la relación de reducción del elipsoide sobre la superficie plana. Por su naturaleza, son producto de levantamientos geodésicos.



Los mapas constituyen la parte principal de los sistemas modernos de información sobre la tierra (LIS) y de los sistemas de información geográfica (GIS). Esta tecnología para el análisis y el control de datos espaciales usa la computadora para almacenar, recuperar, manipular, unir, analizar y exhibir la información mediante mapas digitales, los LIS y GIS tiene aplicación en casi todo campo de la actividad humana. Generalmente las bases de datos espaciales de apoyo a estos sistemas se desarrollan digitalizando mapas gráficos existentes o introduciendo en la computadora levantamiento del terreno o bien directamente de datos fotogramétricos.



FIG. 31: Mapa Temático de Subcuenta del Río Shulcas.

Fuente: Mapa Temático del Perú.

- **Mapas base o mapas topográficos:** Tienen la finalidad de representar los elementos del terreno necesarios para la referenciación (X, Y, Z). Estos son documentos cartográficos de base, donde se representan, según normas y convenciones: las vías de comunicación y sus respectivas variaciones e importancia, las construcciones, la red hidrográfica, la naturaleza del relieve (curvas



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

de nivel), los nombres de los lugares, ríos y centros poblados (toponimia), así como todos los elementos del terreno que tengan interés en ser representados. En ellos también se realiza la reducción del elipsoide sobre una superficie plana. Generalmente son realizados mediante fotogrametría aérea.

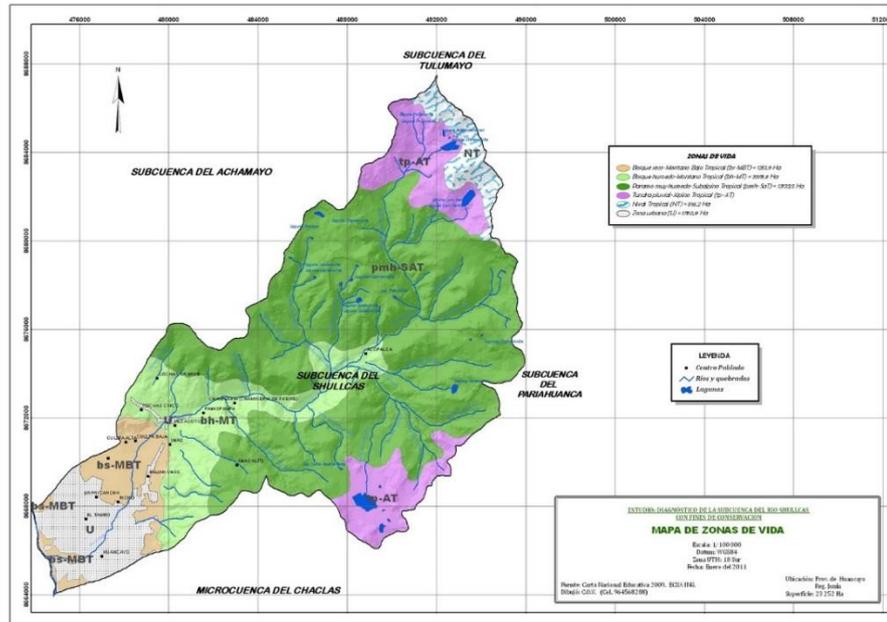


FIG. 32: Zonificación de la Subcuenca Shullcas.

Fuente: Mapa Temático del Perú.

- **Planos Topográficos.**

Se da el nombre de plano a la representación gráfica que por la escasa extensión de superficie a que se refiere no exige hacer uso de los sistemas cartográficos, se apoyen o no los trabajos en la geodesia.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

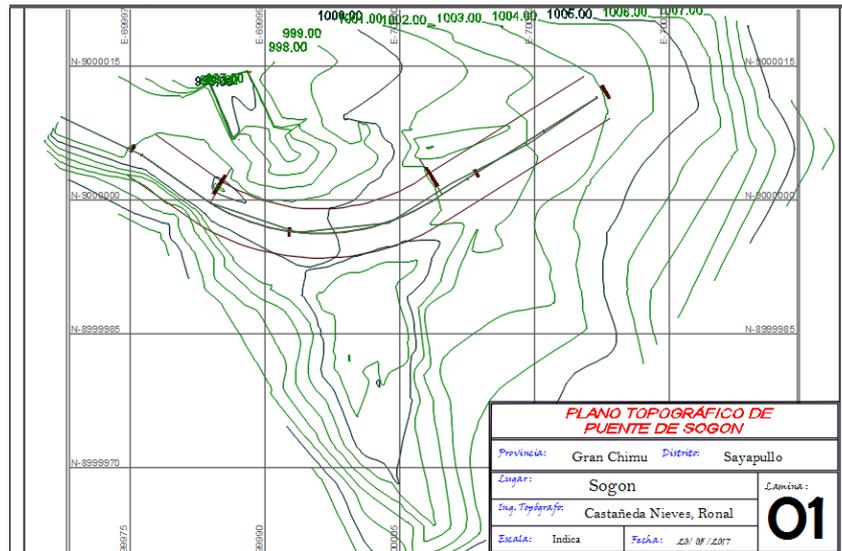


FIG. 33: Plano topográfico puente Sogon.

Fuente: elaboración propia.

➤ CIENCIAS Y TERMINOS RELACIONADOS CON LA TOPOGRAFIA

• AGRIMENSURA

Parte de la topografía que se ocupa de la determinación de las superficies agrarias (planimetría) y de los límites de los terrenos.



FIG. 34: medición y replanteo de terreno.

Fuente: losandes.com.ar/article/view?slug=nutrida-agenda-por-el-dia-del-agrimensor.

• GEOFISICA

La geofísica es la ciencia que aplica los principios físicos al estudio de la Tierra.



Los geofísicos examinan los fenómenos naturales y sus relaciones en el interior terrestre. Entre ellos se encuentran el campo magnético terrestre, los flujos de calor, la propagación de ondas sísmicas y la fuerza de la gravedad.

La geofísica, tomada en un sentido amplio, estudia también los fenómenos extraterrestres que influyen sobre la Tierra, a veces de forma sutil, y las manifestaciones de la radiación cósmica y del viento solar.



FIG. 35: Demostración de fallas tectónicas en superficie agrícola.

Fuente: ingeotecnia.com.co/18-estudios-geofisicos.html

- **GEODESIA**

Ciencia que tiene por objeto el estudio y la determinación de la forma, dimensiones y campo de la gravedad de la Tierra y de los cuerpos celestes cercanos a ella. Previamente a la realización del mapa topográfico de un país son necesarios los trabajos de geodesia. Permite obtener datos para fijar con exactitud los puntos de control de la triangulación y la nivelación.

Es el tipo de topografía que tiene presente la verdadera forma del planeta se denomina geodesia, los levantamientos que emplean los principios de la geodesia son de alta precisión y por lo general cubren grandes extensiones.



Cuando el área incluida no es muy grande, como puede ser el caso de un estado, la precisión puede obtenerse si se supone que la tierra es una esfera perfecta. En caso que el área sea muy grande, como puede ser un país, se debe considerar la verdadera forma esferoidal de la tierra.

La información de diferentes levantamientos geodésicos es de gran importancia, ya que permite determinar puntos de referencias precisos a los cuales se ligan a levantamientos de menor precisión.

Esta ciencia tiene finalidades muy similares a la topografía; pero en la geodesia se tiene en cuenta la curvatura terrestre (la forma geométrica a la cual se asemeja la forma de la tierra es una elipse en revolución girando sobre su semieje menor "elipsoide"), por lo anterior el grado de precisión de la geodesia es mayor que el de topografía.

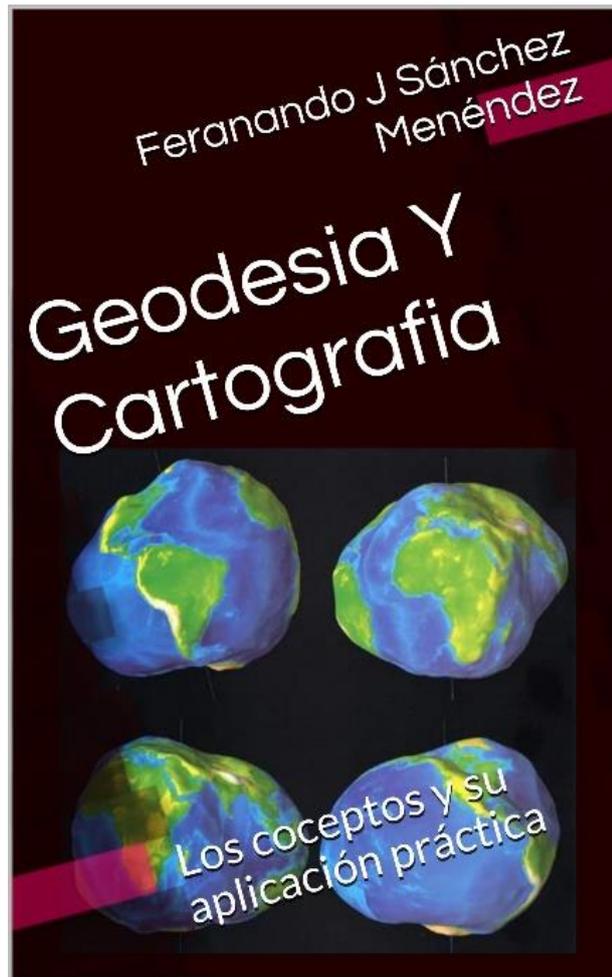


FIG. 36: la tierra en su forma geodésica.

Fuente: www.casadellibro.com/ebook-geodesia-y-cartografia-los-conceptos

- **CARTOGRAFIA**

Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su establecimiento.

La cartografía es el único procedimiento gráfico que permite una representación del espacio geográfico mediante la escala y los sistemas de proyección. Los resultados se representan en Mapas y Planos en función de la escala a la que se representen, siendo los mapas una interpretación gráfica simplificada de la realidad. Ya se ha indicado que los formatos en los que se puede procesar la información son diversos, desde formato vectorial (puntos, líneas o polígonos), formato ráster u ortoimágenes, todos en



ellos en dos dimensiones. Pero también se puede visualizar la información en una tercera dimensión, mediante la creación de modelos 3D. Toda representación gráfica debe ir acompañada de escala, sistemas de coordenadas y leyenda de los elementos que aparecen en el área cartografiada.



FIG. 37: Mapa e Instrumentos para la medición Cartográfico.

Fuente: www.formacionyestudios.com/licenciatura-en-cartografia.html

➤ LA TIERRA EN SU VERDADERA FORMA

Como la tierra es una figura amorfa (geoméricamente) el hombre la ha asemejado a diferentes figuras geométricas para su estudio. En la antigüedad se creía que la tierra era una esfera, debido a que podía representarse fácilmente, siendo esta forma la que en el espacio a gran distancia se observa; pero con base en mediciones posteriores, se ha establecido, que la tierra tiene una forma aproximada a una esfera achatada o elipsoide, cuya la longitud del



eje polar es ligeramente menor que la del eje ecuatorial (43 Km. Aproximadamente).

Estudios más recientes han demostrado que en realidad la figura exacta de la tierra, se asemeja a un elipsoide de revolución llamado *geoide* (superficie compleja formada por el nivel de los mares supuestos prolongados por debajo de los continentes). A finales de la década de los 80 se ha postulado la teoría de que la tierra más bien se parece a un cardioide, entendiéndose como un cuerpo que posee más masa hacia el norte que hacia el sur.

La geodesia matemática estudia la figura de la tierra mediante la determinación de coordenadas de puntos situados sobre la superficie terrestre, bajo un sistema de referencia fijo y validado para toda la tierra.

Cuando se realizan cálculos de posición, distancias, etc. Sobre puntos de la tierra, se requiere que esos cálculos matemáticos se efectúen sobre una superficie que responda a unas leyes matemáticas.

El geoide no cumple con este requisito, con lo que se adopta una superficie matemática arbitraria que se adapte lo más posible a la forma del geoide.

El Elipsoide es el cuerpo geométrico más simple que se ajusta a la forma real de la tierra y sobre él sí se pueden efectuar cálculos angulares, de posición y de distancia. Un elipsoide de revolución es un elipsoide al que se le hace girar sobre su eje menor y generar un cuerpo con superficie.

Se pueden distinguir dos tipos de elipsoides en geodesia:

- **Elipsoides Globales:** Son aquellos que se aproximan a la forma de toda la tierra. Se fuerzan para que coincidan con los ejes de inercia de la Tierra. También se denominan elipsoides geocéntricos.
- **Elipsoides Locales:** Se ajustan a una zona concreta de la tierra. Se utilizan sólo en esa porción de superficie terrestre

Los parámetros de un elipsoide de revolución global serían los mostrados en la figura y se definen de la siguiente manera:

- a:** Semieje mayor (Ecuatorial): es la longitud desde el centro de masas de la tierra hasta la superficie terrestre medida por el ecuador.
- b:** Semieje menor (Polar): es la longitud desde el centro de masas de la tierra hasta uno de los polos.



f: Factor de aplanamiento: es la relación que existe entre la magnitud del eje mayor y el menor:

$$f = 1 - \frac{b}{a}$$

Ec. 1. Factor de Aplanamiento

Como este valor suele ser demasiado pequeño, se suele dar el valor inverso:

$$a = \frac{1}{f}$$

Ec. 2. Inversa del factor de aplanamiento

WGS 84, es el elipsoide global que utiliza el sistema WGS84. Es el elipsoide con el que trabajan los sistemas GPS. Este elipsoide se utiliza a nivel global sobre toda la superficie de la tierra. Este sistema es utilizado actualmente en El Perú para la elaboración para la elaboración de cartografía básica.

➤ **SISTEMA DE COORDENADAS GRAFICAS.**

El sistema de coordenadas geográficas se desarrolló a partir de conceptos originados por los filósofos griegos antes de la Era Cristiana. Este es el primer sistema utilizado para estimaciones básicas de la situación, tales como la navegación y la prospección. El sistema es fundamentalmente del tipo de coordenadas esféricas, no siendo los meridianos y paralelos rectos ni estando regularmente espaciados. Es útil para cartografiar grandes áreas y la medir distancias y direcciones en unidades angulares de grados, minutos y segundos. Un sistema rectangular de coordenadas, que es mucho más simple de construir y utilizar, se puede superponer al sistema de coordenadas geográficas.

El sistema de coordenadas geográficas utiliza las dos coordenadas angulares, latitud (Norte y Sur) y longitud (Este y Oeste) y sirve para determinar los laterales de la superficie terrestre (o en general de un círculo o un esferoide).

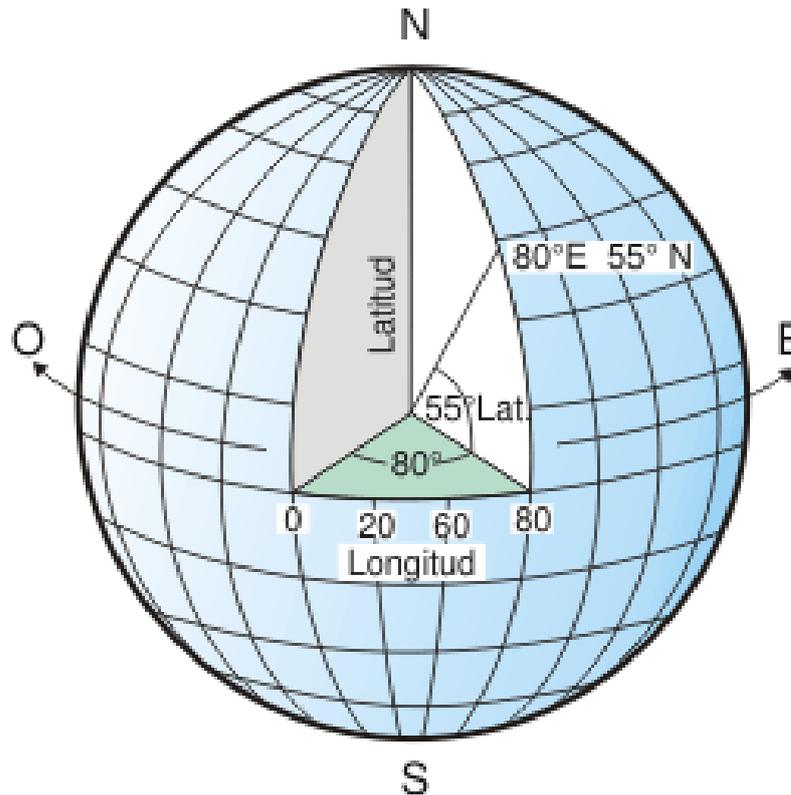


FIG. 38: Representación del sistema de coordenadas.

Fuente: [IBM®](#) - [IBM Knowledge Center](#)

2.2.5.2 GENERALIDADES SOBRE FOTOGRAMETRIA

➤ DEFINICION DE AEROFOTOGRAMETRIA

La Fotogrametría es el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuales se puede deducir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones de este; el Levantamiento Fotogramétrico es la aplicación de la Fotogrametría a la Topografía. La Fotogrametría no es una ciencia nueva, ya que los principios matemáticos con que se rige son estudiados desde hace más de un siglo, sin embargo sus aplicaciones topográficas son mucho más recientes, en cambio la Fotointerpretación es el examen de las imágenes fotográficas con el propósito de identificar objetos y juzgar su significado. Así al trazar las curvas de nivel sobre un terreno fotografiado se puede obtener la información topográfica del sector requerido

Las aplicaciones de la fotogrametría, no son solo topográficas, ya que es una eficaz ayuda en Medicina Legal y Criminalística, así como en Investigaciones



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

policíacas, además en Escultura y Arquitectura se valen de ella para la reproducción y medida de cuerpos y objeto diversos. Gracias a ésta se pudo reconstruir muchos monumentos destruidos durante las guerras mundiales, entre ellos la célebre Catedral de Reims en Francia.

También se utiliza la fotogrametría en meteorología, astronomía, balística, geología, hidráulica, etc.

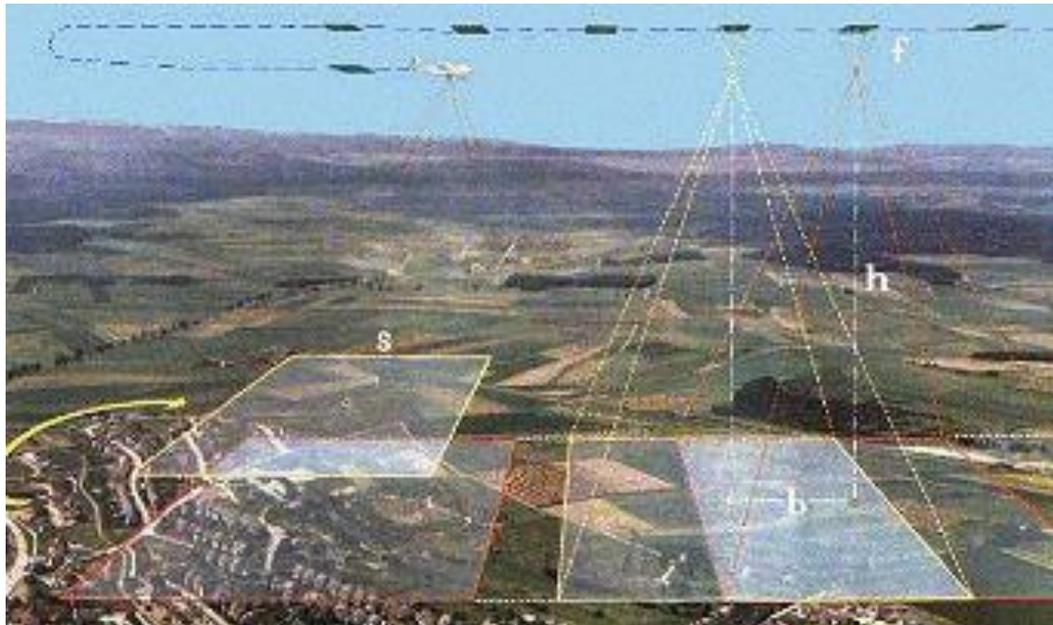


FIG. 39: representación de imágenes traslapadas para procesamiento fotogramétrico.
Fuente: planetaindustria.com/empresas/conozca-de-que-se-trata-la-aerofotogrametria/

➤ HISTORIA Y EVOLUCION DE LA FOTOGRAMETRIA

Fue un físico escocés, Sir Charles Wheatstone (1802-1875), quién en junio de 1838 describió el fenómeno de la visión tridimensional y construyó un aparato con el que se podían apreciar en relieve dibujos geométricos: el Estereoscopio, mediante el cual se introdujo el concepto de la doble imagen.

En 1839 se obtuvieron las primeras imágenes fotográficas obtenidas por el inventor francés de origen vasco, Louis Jacques Mandé Daguerre (1789-1851), e inmediatamente se piensa en utilizar el descubrimiento para colaborar en la elaboración de un levantamiento topográfico. Así a partir del año 1850, la fotogrametría ha seguido ciclos de desarrollo que se pueden agrupar en las siguientes etapas:

a) Fotogrametría Gráfica (1850 a 1900)



- b) Fotogrametría Analógica (1900 a 1960)**
- c) Fotogrametría Analítica (1960 hasta la actualidad)**
- d) Fotogrametría Digital (1990 hasta la actualidad)**

Pero antes del invento de la fotografía, Jean Henri Lambert, (1728, 1777) matemático, físico y filósofo de origen francés, en 1759 sentó las bases de la fotometría y estableció los fundamentos para resolver el problema de la restitución perspectiva. Así, con las bases de la fotometría y el desarrollo de la fotografía, el ingeniero militar francés Aimé Laussedat (1819-1907) considerado como fundador de la Fotogrametría, consiguió obtener planos exactos de edificios y pequeñas extensiones de terreno a partir de la fotografía, y así anuncia con éxito las primeras mediciones de un objeto mediante fotografías, creando el primer método de restitución. De esta manera se desarrolló la Fotogrametría Gráfica.

El inconveniente más grande que tenía este sistema era a la identificación de un mismo punto en dos fotografías tomadas (puntos homólogos) desde distintos puntos de vista, además que la restitución de un punto implicaba una gran cantidad de cálculos, Este método estuvo vigente hasta el principio del siglo XX; cuando en 1901, Kart Pulfrich mediante el empleo de la visión y medición estereoscópica resolvió el problema de identificación de puntos homólogos creando el "Estereocomparador" con el cual se permite la medición de coordenadas y paralajes con una alta precisión y marca uno de los hitos fundamentales de la Fotogrametría, así comienza la Fotogrametría Analógica.

En el estereocomparador se procesaban fotogramas terrestres tomados con los ejes de ambas cámaras paralelos entre sí y perpendiculares a la base o, con ejes paralelos entre sí y con una cierta desviación con respecto a la perpendicular de la base. En estas situaciones, las coordenadas en el espacio de un punto se obtenían a partir de fórmulas sencillas. De ahí en adelante, el dibujo del mapa se hacía de la misma manera que si esos puntos hubieran sido obtenidos por procedimientos de la Topografía. Con una buena cantidad de puntos aislados, convenientemente elegidos y volcados sobre el papel, se interpolaban las curvas de nivel y demás rasgos cartográficos.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

En 1909 se dio el paso definitivo para la consagración de la fotogrametría terrestre, gracias al teniente austriaco Von Orel al construir el "Estéreoautógrafo", aparato de restitución automática que es utilizado para la construcción y dibujo automático de planos, sólo en el caso de ejes ópticos horizontales. Luego con el desarrollo de la aviación y el comienzo de la Primera Guerra Mundial, ambos bandos estaban en la necesidad de obtener fotografías aéreas del campamento contrario. Como en la fotogrametría aérea, la cámara está en movimiento, para poder efectuar la restitución, es preciso conocer el punto exacto en que se impresionó el fotograma, para solucionar este obstáculo se tuvo que aplicar el antiguo Teorema de Terrero-Hauck, el cual establece la orientación relativa de cada dos fotografías consecutivas por método exclusivamente óptico y mecánicos y obtener así, los puntos homólogos que determinan un objeto en el espacio.

La tercera etapa, Fotogrametría Analítica, comienza con la introducción del cálculo electrónico que significó un gran avance en el desarrollo de la Fotogrametría. En 1953, Hellmut Schmid, desarrolla los principios de la fotogrametría analítica moderna usando notaciones matriciales y utiliza soluciones mínimo cuadráticas y un completo estudio de la propagación de los errores. En 1957, Uki Helava inventa el estereoploter analítico. El comienzo del cuarto período, Fotogrametría Digital, es muy difícil de ubicar. En 1955 Rosenberg ya habla de la automatización electrónica para la elaboración de mapas. En 1965, Sharp describe el «Digital Automatic Map Compilation» que es un sistema de compilación digital automatizado de mapas desde imágenes digitalizadas. Desde los años 90 hasta la actualidad el progreso en la fotogrametría digital es tan rápido y paralelo como los avances informáticos. La Fotogrametría no ha eliminado a la Topografía, por el contrario, ambos son el complemento perfecto para realizar un estudio completo de un terreno en particular.

Una gran cantidad de labores distintas surgieron para la Fotogrametría durante los últimos decenios. En primer plano figuran, en numerosos países, los levantamientos topográficos del territorio. A esto se suman una gran variedad de mapas especiales y fotoplanos para los fines de Proyectos de Ingeniería (Figura. 3.5), de Economía, del Tráfico, de la Ciencia y de la Administración.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Algunos ejemplos de las anteriores son: La urbanización, el catastro, el parcelamiento moderno (Figura. 3.4), el planeamiento de ciudades, pueblos y villas, la variedad de levantamientos forestales y agrícolas, la geografía científica y aplicada con sus numerosas ramas especiales y ciencias limítrofes, por ejemplo: la Geomorfología, el Paisajismo, la exploración de montañas, glaciares y formaciones de hielo, el estudio de poblados y la ecología vegetal; tampoco debemos olvidar el reportaje aéreo. En la mayoría de los casos, se menciona aquí lo que únicamente la fotografía aérea es capaz de suministrar: No solo copiar fielmente, hasta en sus detalles más pequeños, el estado actual de terrenos de extensión indeterminada, formas mezcladas y fenómenos complejos gráficamente apenas reproducibles, sino también lograr exagerarlos mediante procedimientos auxiliares especiales, y, a menudo, repetir aún las fotografías periódicamente.

Ante todo se debe disponer de cámaras fotográficas que respondan eficazmente a las diferentes tareas anteriormente mencionadas. Para las fotografías desde gran altura, son precisas distancias focales grandes y máximas; para fotografías de grandes extensiones se necesitan cortas distancias focales y grandes ángulos de la imagen; todas las fajas exigen medios para asegurar el perfecto recubrimiento.

Los mapas a grandes escalas, las fotografías en colores, las expediciones científicas, etc., son objeto de reflexiones particulares. Por ejemplo, las bajas temperaturas que se encuentran a grandes alturas de vuelo, suelen traer consigo toda clase de problemas.

Es, además, necesario disponer de aviones apropiados óptimamente para las tareas características de un vuelo fotográfico, y de medios auxiliares para montar las cámaras según el fin al que se las destine. Es importante resolver los problemas que trae consigo un vuelo fotográfico, como son: El campo visual limitado, los difíciles accesos a ciertos emplazamientos, la inestabilidad del instrumento, la inestabilidad del avión, etc.

La navegación del vuelo fotográfico ofrece, ante todo, la posibilidad de fotografiar grandes extensiones sin lagunas ni dificultades especiales, para cuya superación hay que contar con medios auxiliares y procedimientos aptos.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Muy a menudo los breves plazos impuestos y la situación meteorológica, que proporciona a veces solo pocos días de vuelo durante meses enteros, obligan al aprovechamiento máximo de cada vuelo fotográfico. Así también, como en toda tarea, existe la necesidad de trabajar al menor costo económico.

➤ LA FOTOGRAMETRIA EN EL PERU

Al culminar el 2015, el mercado de los Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV por sus siglas en inglés) o drones en el Perú, afronto un franco crecimiento emergente a pesar del gran desconocimiento que existe sobre el manejo del equipo

Actualmente en el Perú el empleo de drones en obra civil o edificación está adquiriendo cada vez más relevancia. Las opiniones de los expertos apuntan a que la utilización de drones será generalizada, al menos, en el medio plazo.

Las principales razones que justificarían la utilización de drones en construcción son diversas. Primero por su potencial para **planificar, promover o comercializar nuevas obras o proyectos**. Por ejemplo mediante técnicas de realidad virtual y modelos digitales 3D es posible reproducir la integración de un proyecto en el entorno construido o las vistas que se tendrían desde una ventana o mirador de un nuevo edificio.

Desde el punto de vista estrictamente constructivo, la utilización de drones permitirá un mejor seguimiento de la obras, tanto desde el punto de vista del avance de los trabajos como de la inspección de las unidades de obra, la logística de los trabajos o la idoneidad de las medidas seguridad e higiene en el trabajo. Asimismo los drones ofrecen un potencial enorme para la ejecución de las tareas 3D.

Mantenerse en línea con las nuevas tecnologías es de suma importancia en cualquier industria, por ello, cada vez el uso de drones en la construcción cobra mayor transcendencia. En un comienzo la normalización del sector ha sido rentable el auge de esta tecnología, pero como sucedió con la robótica empleada en trabajos de fabricación son técnicas que acaban por implantarse con normalidad.

Con el fin de reducir gastos hasta en un 25 % y hasta 10 veces el tiempo necesario, es recomendable el uso de los drones en la construcción y en la



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

ejecución de obras civiles. Gracias al empleo del software y de sistemas de control y aviónica necesarios, ayuda la recolección periódica de datos para el control y el seguimiento de los avances en la construcción.

Los drones se han convertido por su bajo costo y facilidad de uso en una herramienta versátil para registrar desde el aire y en gran detalle todo tipo de cosas. Consecuentemente, sus aplicaciones aumentan y se desarrollan cada día. Hoy los emplean municipalidades que quieren mejorar sus labores de catastro y control de propiedad, compañías constructoras en la supervisión de sus proyectos, entrenadores de básquetbol para registrar el desplazamiento de su equipo, cuerpos de bomberos, investigadores forestales y agrícolas, etc.



FIG. 40: Fotografía tomada del drone Ebee .

Fuente: www.ingtopgeo.blogspot.pe

➤ **PRODUCTOS Y SERVICIOS.**

En el Perú diversas empresas ya usan drones para levantar información topográfica que permita la construcción de carreteras o aperturas de minas. Existen diversas empresas que alquilan drones y ofrecen servicios de aerofotogrametría.

En el mercado peruano existen diferentes tipos de modelos y marcas de drones pero el más utilizado en Ing. Civil es EBEE.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



FIG. 41: Drone Phantom



FIG. 42: Drone Ebee

➤ **CLASIFICACION DE LA FOTOGRAMETRIA**



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Frecuentemente se divide en dos especialidades de acuerdo con el tipo de fotografía utilizada (Herrera, 1987) y estas son:

- Fotogrametría terrestre.
- Fotogrametría aérea.

➤ **FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE**

Tiene su principal aplicación en la arquitectura y la arqueología y se basa en el principio de la toma de fotografías desde la tierra, la fotografía es usada en una posición tal que el eje de la cámara fotográfica resulta horizontal y paralelo al terreno o corteza terrestre; donde la posición de la cámara y el objeto es perfectamente conocida.

➤ **FOTOGRAMETRÍA AEREA**

Es la que utiliza fotografías aéreas obtenidas desde una cámara de toma de vistas, ubicada en una plataforma especial (vehículo aéreo). Donde el eje óptico de la cámara fotográfica resulta sensiblemente perpendicular al terreno o corteza terrestre.

También dependiendo del método empleado, se pueden distinguir tres tipos diferentes de fotogrametría:

- ✓ Fotogrametría Analógica.
- ✓ Fotogrametría Analítica.
- ✓ Fotogrametría Digital.



FIG. 43: Toma de fotos secuenciales aerofotogrametricos generando traslapes.

Fuente: cajaprevisionmza.com.ar/?p=69



➤ **FOTOGRAMETRIA ANALOGICA**

Se basa en la utilización de aparatos de restitución ópticos o mecánicos, donde el operador realiza la alineación de las imágenes para crear un modelo estereoscópico debidamente nivelado y escalado. Por otro lado, la confección de mapas, con información planialtimétrica, se realiza con el principio de la marca flotante o graficadoras basadas en este principio.



FIG. 44: Una de las primeras máquinas alemanas Wild para el uso fotogramétrico.

Fuente: www.pinterest.com.mx/pin/338262622002486442/

➤ **FOTOGRAMETRIA ANALITICA**

Con la utilización de los restituidores analógicos y la incorporación de las computadoras se da inicio a la fotogrametría analítica. Se crea al restituidor analítico agilizando los tiempos y logrando niveles de detalle a diferentes escalas.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Se posibilita el vuelco de la información a programas de tipo CAD.

Esto únicamente supuso una evolución en el modo de trabajar apoyada por la aparición de los sistemas informáticos, obteniendo mejores precisiones y mayor rendimiento al sustituir la analogía mecánica por los cálculos matemáticos.



FIG. 45: Por intermedio d la computadora el uso del Software Autocad y Google Earth.

Fuente: es.wikipedia.org/wiki/Fotogrametría_digital

➤ FOTOGRAMETRIA DIGITAL

Finalmente, el avance tecnológico hizo posible llegar a la fotogrametría digital. El uso de las computadoras y los programas aplicados dan origen a los modelos digitales del terreno 3D.

Las imágenes digitales son ingresadas a la computadora y el operador puede identificar con buena precisión los puntos homólogos o bien la computadora realiza estas operaciones por comparación de imágenes; finalmente el resultado es una imagen en formato raster o vectorial. Esta salida (digital)



puede ser utilizada como información de base para la generación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

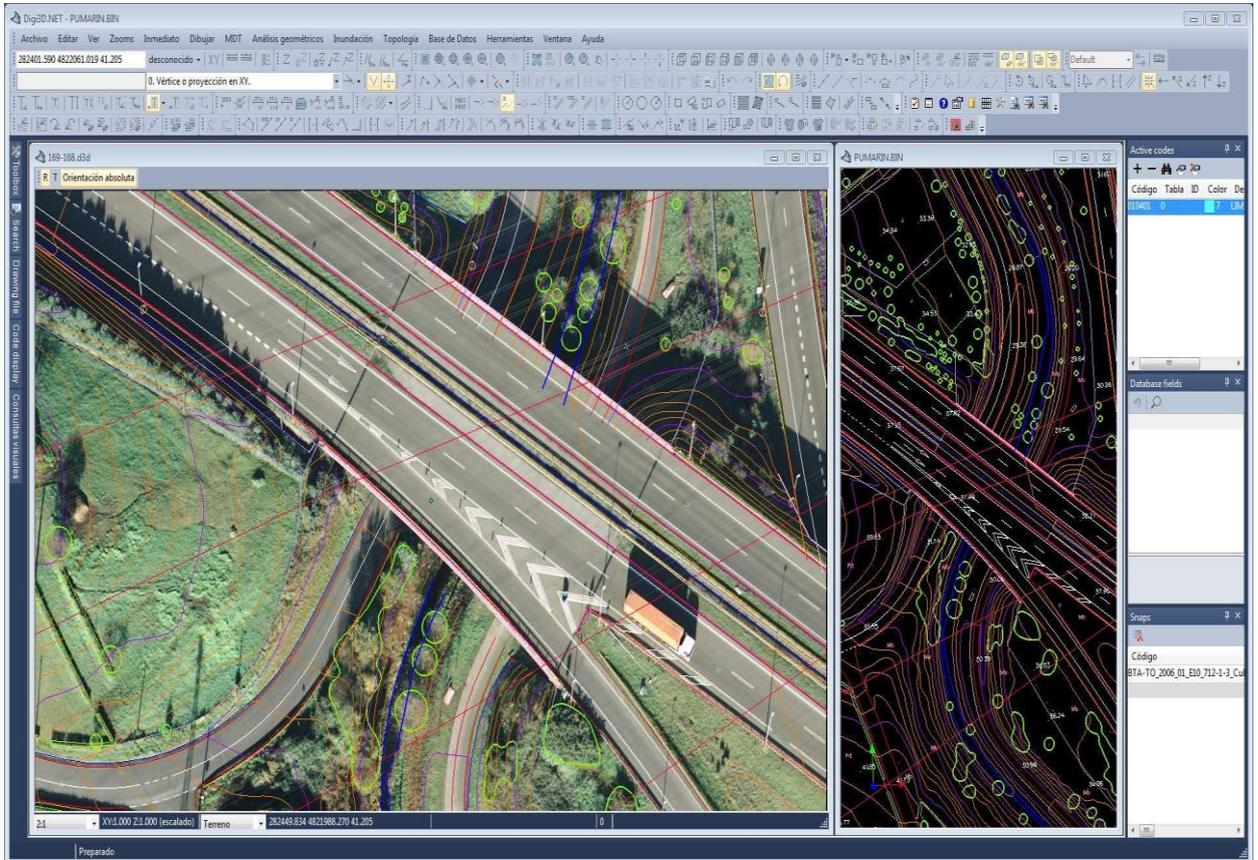


FIG. 46: Vistas proyectadas en AutoCad y Foto aérea.

Fuente: www.digi21.net/digi3d/

➤ TEORIA DE LA AEROFOTOGRAMETRIA

La fotografía aérea, como un sistema de información:

Las fotografías aéreas están destinadas a proporcionar, de una manera sencilla, ciertas informaciones de objetos considerados aisladamente o pertenecientes a determinados conjuntos, como es la superficie topográfica. Estas informaciones, recogidas gracias al registro sobre una emulsión sensible, por medio de una cámara fotográfica, de radiaciones emitidas por dichos objetos, sirven de base para un examen que permite obtener ciertos datos, especialmente los relativos a su disposición en el espacio, gracias a la observación estereoscópica.

Pero la transmisión de esta información se hace a través de ciertos pasos intermedios, que influyen sobre el resultado final como: iluminación del



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

objeto, radiaciones emitidas por algunos de sus puntos, marcha del rayo a través de la atmósfera hasta la cámara fotográfica, características de la cámara fotográfica, superficie sensible, su tratamiento, tirada de una copia positiva, instrumento de examen y el observador con sus características fisiológicas y psicológicas.

Problemas que se plantean:

Pueden clasificar las diferentes cuestiones presentadas en el examen y la explotación de las fotografías en cuatro grupos:

Problemas geométricos

La forma y el tamaño de la imagen de un objeto dependen de sus características geométricas, de la naturaleza y de la posición de la cámara fotográfica. Estos resultados pueden ser generalizados a las propiedades de la misma naturaleza que se refieren a conjuntos de objetos.

Las fotografías pueden servir para encontrar la posición de los objetos en un sistema de referencia; situación y orientación sobre un mapa, sobre la tierra, etc.

Problemas físicos

Se deben a la marcha de los rayos luminosos a través de medios diversos. Tienen por efecto introducir limitaciones, de orígenes distintos, en la aplicación de las normas geométricas.

- **Problemas fisiológicos**

El ojo y la visión binocular juegan un papel muy importante en el examen de las fotografías aéreas. La visión estereoscópica, poco utilizada en la vida corriente, se impone aquí para una lectura completa.

- **Problemas Psicológicos**



El reconocimiento de los objetos, ya sea directa o indirectamente, las conclusiones sacadas de su presencia o distribución, forman parte de un proceso muy completo que pone a la vez en juego la percepción inmediata, la memoria y la lógica. No es cuestión de profundizar en un campo tan difícil, pero su importancia y existencia no pueden ser omitidas.

Propiedad geométrica fundamental: la fotografía es una perspectiva cónica.

Si se supone, en efecto, como normalmente sucede, que la totalidad del clisé (negativo) se impresiona al mismo tiempo gracias a un obturador central, el haz de rectas que unen en el momento de la toma de la vista el centro del objetivo fotográfico con los diferentes puntos del terreno (haz perspectivo), se transforma en un haz de rectas respectivamente paralelas a las anteriores y que pasan por un mismo punto (punto nodal posterior) encontrando a la superficie sensible en puntos homólogos a los del terreno.

La perspectiva está definida por elementos internos relativos a la cámara fotográfica solamente, y elementos externos dependientes de su posición respecto a terreno fotografiado.

Elementos internos.

La perspectiva está definida:

- ✓ Por su centro o punto de vista O.
- ✓ Por su plano: el del cuadro sobre el que se adapta la superficie sensible.
- ✓ Por su distancia principal, distancia del punto de vista al plano de perspectiva, sensiblemente igual a la distancia focal f del objeto (ésta última depende de la longitud de onda de la radiación que impresiona a la superficie sensible). El eje óptico del objetivo debe ser perpendicular al plano de la superficie sensible.



- ✓ Finalmente, el marco (o recuadro que limita la imagen fotográfica) que limita la perspectiva a una porción del espacio.
- ✓ En numerosas aplicaciones se utilizan copias positivas, por contacto, de los negativos obtenidos en la toma de vistas. Esta operación, que se hace aplicando la cara sensible del papel contra la cara sensible del negativo, es un giro, se puede considerar como una simetría del negativo respecto a O.

En todo lo que sigue representaremos sistemáticamente, para sencillez de las figuras, la correspondencia terreno-positivo como una perspectiva central de centro O sobre un plano perpendicular al eje óptico del objetivo, a la distancia f de O hacia abajo.

Elementos externos

Es muy importante para la explotación posterior de una fotografía definir los elementos de la perspectiva en relación a un sistema de referencia cómodo.

Se representan por seis parámetros:

- ✓ El centro de la toma de vista, definidos por tres coordenadas (latitud, longitud y altitud).
- ✓ El eje de levantamiento, definido por su inclinación i respecto a la vertical y por otro ángulo, como el que forma el plano vertical que contiene a este eje con el plano meridiano de O (acimut).
- ✓ Finalmente por la posición de la cámara de toma de vistas se completa por el ángulo que forma una dirección-referencia con la dirección de las horizontales de su plano (orientación marginal)

Un punto juega un papel esencial: el nadir n , (Figura 3.7) imagen de un punto N del terreno situado en la vertical del objetivo O; este punto n no coincide con el centro, pie de la perpendicular bajada desde O al plano de la perspectiva, salvo



en el caso de que el eje de levantamiento sea rigurosamente vertical. En caso contrario, n es distinto de w , centro de la fotografía.

Elementos de una Fotografía aérea:

- **ALTURA:** Es la distancia del centro de proyección O (centro de perspectiva) al plano del terreno y se representa con la letra " Z "

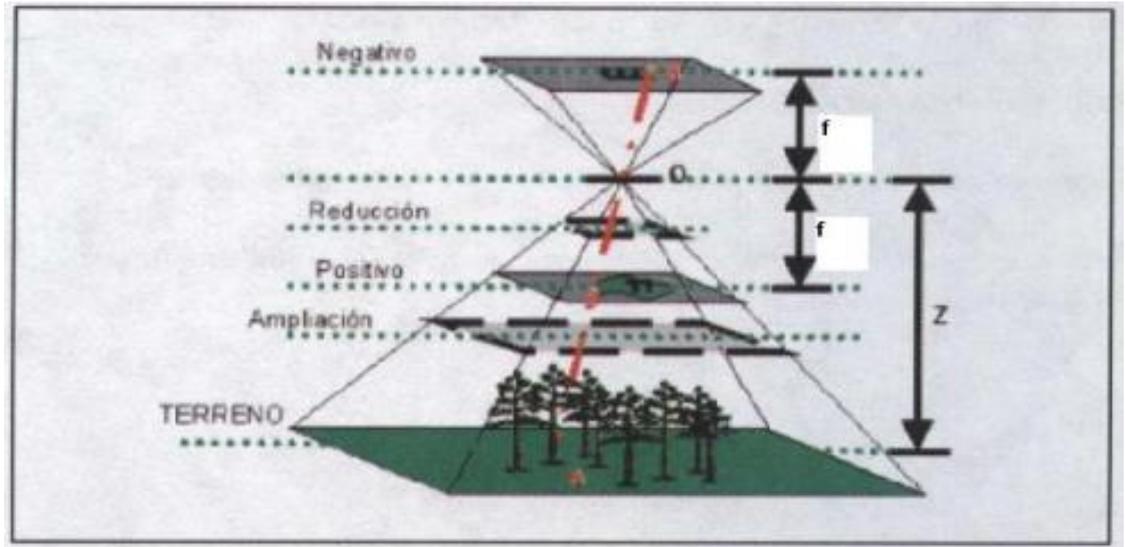


FIG. 47: Deducción de una toma aerofotogramétrica.

Fuente: <http://bazica.org/documento-2-previo-de-fotogrametra-1-definicion-de-elementos-de.html>

- **DISTANCIA PRINCIPAL:** Es la distancia del centro de proyección O al plano del negativo y se representa con la letra " f "
- **BASE O ESTACION DE EXPOSICIÓN:** Es la posición que ocupa O en el espacio, en el momento de la exposición fotográfica.
- **DISTANCIA FOCAL:** Es la distancia del foco al centro de la lente y se representa con la letra " f_0 ". Es necesario destacar en fotogrametría la Distancia Principal NO es igual a la Distancia Focal, ya que el objetivo de una cámara fotogramétrica no es una lente sencilla, sino un conjunto de lentes.

Sin embargo para efectos de un estudio geométrico se considerara en adelante el objetivo como una lente simple, luego:



$$1/(\text{Distancia focal}) = 1/(\text{Altura}) + 1/(\text{Distancia Principal})$$

$$1/fo = 1/Z + 1/f$$

Teóricamente f y fo , NO son iguales, sin embargo desde el punto de vista práctico como el valor Z es mucho mayor que fo , puede decirse que $1/Z$ tiende a cero y por consiguiente fo tiende a valer fo .

- **PUNTO NADIR:** La intersección de la vertical que pasa por el centro de proyección con el plano del negativo se llama Punto Nadir. Se representa con la letra "n" en la foto y "N" en el terreno.

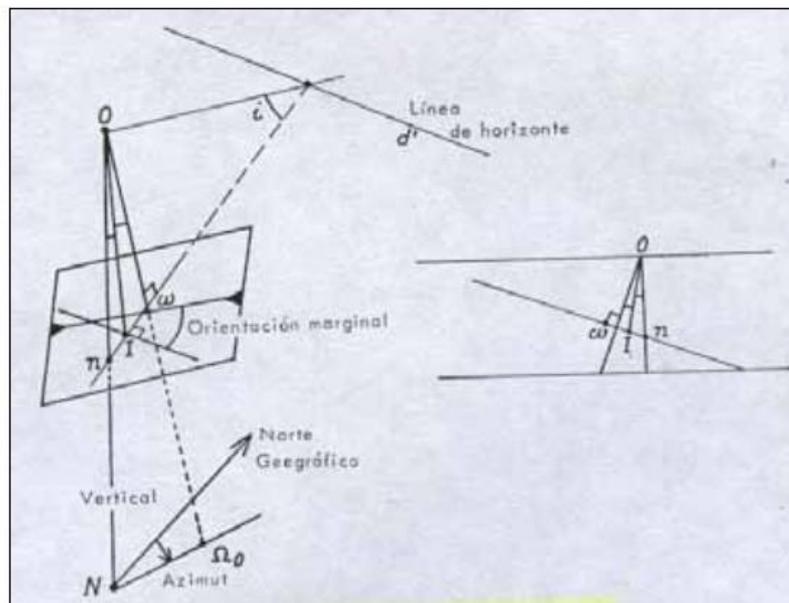


FIG. 48: Representación de una fotografía aérea.

Fuente: <http://bazica.org/documento-2-previo-de-fotogrametra-1-definicion-de-elementos-de.html>

- **PUNTO PRINCIPAL:** Punto donde una línea perpendicular que viene desde el punto nodal frontal, interfecta la fotografía, se identifica con la letra "w"
- **ISOCENTRO:** Es el punto en que la bisectriz del ángulo determinado por la perpendicular al plano del negativo y la vertical que pasa por el centro de proyección, corta el plano del negativo de la fotografía, se designa con la letra "T".



- **LINEA PRINCIPAL:** Es la intersección del plano de la fotografía con el plano principal.
- **ISOLINEA:** Es la línea del plano de la fotografía, perpendicular a la línea principal que pasa por el isocentro (Figura 3.9). Corresponde en la práctica a la intersección de una foto vertical y una inclinada, tomadas desde un mismo centro de proyección. En dicha línea las dos fotografías poseen la misma escala.
- **MARCAS FIDUCIALES:** Corresponde a señales indicativas (generalmente cuatro), que están directamente relacionadas con el lente de la cámara. Si trazamos dos líneas diagonales pasando cada una por dos de estas marcas, estas se cruzarán en el centro de la foto que debe coincidir con el nadir (punto de la superficie terrestre perpendicular al plano focal). Esto sólo es así, si el avión volaba sin inclinación, si esto no ocurre el punto central de la foto se desvía respecto al nadir.



FIG. 49: Señalización de marcas fiduciales de una toma fotogramétrica.

Fuente: <http://slideplayer.com.br/slide/329028/>

- **LINEA DE VUELO:** Es la unión de pares sucesivos de puntos principales de cada fotografía, estas definen la línea de vuelo, indicando la dirección del vuelo. Esto se puede lograr, sólo si las fotografías han sido tomadas con un recubrimiento longitudinal



superior al 50%, con esa condición, será posible identificar el punto principal de cada foto en las fotografías adyacentes.

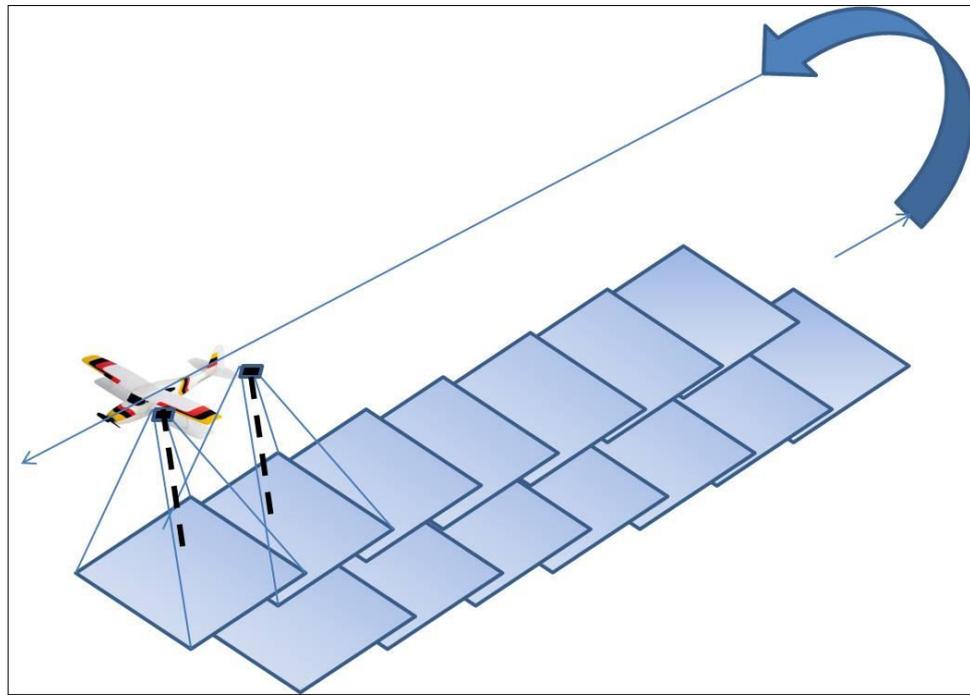


FIG. 50: Orientación de las tomas tomadas en forma de traslape.

Fuente:

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=107945>

- **FORMATO:** Es el marco o recuadro que limita la imagen fotográfica. **Generalmente este formato es de forma cuadrada (18x18 o 23x23 cm.)**
- **CAMPO ANGULAR:** Es el ángulo en el vértice del cono de luz que atraviesa el objetivo para formar la imagen.

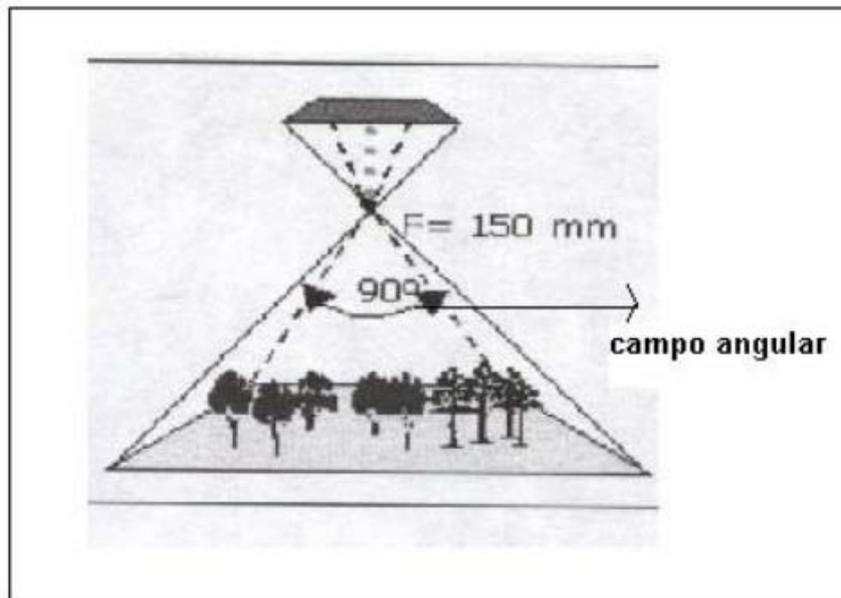


FIG. 51: Medición de una toma vertical dado su ángulo.

Fuente:

<http://aprendeonlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=107945>

Estereoscopia

La idea básica de las imágenes estereoscópicas es que partiendo de dos imágenes desde el mismo punto de vista, pero con una pequeña diferencia de ángulo entre ellas, el cerebro se encarga de unir esas dos imágenes, formando una sola que es la que nos produce la visión tridimensional.

La Estereoscopía es la facultad que poseen todos los seres dotados de visión binocular, o sea la facultad de ver los objetos tridimensionalmente, pues se tienen dos puntos de vista de un mismo objeto, lo que permite apreciar el largo, el ancho y la profundidad de dicho objeto. Las fotos aéreas se toman en forma sistemática y, como ya se ha dicho, con un traslape de 60%. Así pues, desde dos puntos de vista diferentes se hacen dos exposiciones del mismo objeto y es posible tener una franja o zona estereoscópica similar a la que se presenta a nuestros ojos. Estos tienen una capacidad muy amplia ya que a partir de su eje, cuando se dirigen visuales paralelas presentan movimientos laterales de 45° hacia adentro y 135° hacia fuera y verticalmente tienen un campo de acción de 50° hacia arriba y 70° hacia abajo.

La separación promedio de ambos ojos es de 65mm y recibe el nombre de base interpupilar.



Al observar alternadamente con uno y otro ojo un mismo objeto, se produce una pequeña diferencia de la imagen que recibe el nombre de paralaje. Cuando las visuales coinciden en un punto forman un ángulo llamado ángulo de intersección paraláctico.

El campo de la visión no es totalmente estéreo; solo lo es la zona central pues ahí coinciden ambas visuales, y en ambos lados habrá zonas marginales donde la visión es plana, ya que las imágenes serán vistas por el lado del ojo correspondiente. Al acercarse las imágenes el ángulo paraláctico crece y al alejarse disminuye hasta un mínimo de agudeza visual, que es el promedio de unos 20 segundos. Este ángulo representa la paralaje mínima que permite ver estereoscópicamente un objeto hasta una distancia aproximada de 650 m, que variará en función de la agudeza visual. Todo esto nos da la estereoscopia natural, pero como ya se dijo, al tomar fotos consecutivas de una serie de objetos, en la zona de traslape se puede tener una zona estérea.

Imágenes estereoscópicas: Para poder observar correctamente una imagen estereoscópica, cada ojo debe ver solamente la imagen que le corresponde. Para ello se han ideado diversos sistemas:

- **Visión libre paralela:** Los ojos observan cada uno su imagen correspondiente, manteniendo sus ejes ópticos paralelos, es decir, como si mirásemos al infinito. Sólo puede usarse este método con imágenes no superiores a 65 milímetros entre sus centros. Es el método usado para ver las imágenes de los libros con estereogramas de puntos aleatorios ("ojo mágico").
- **Visión libre cruzada:** Las imágenes se observan cruzando los ejes ópticos de los ojos. El par estéreo se presenta invertido, es decir, la imagen derecha está situada a la izquierda y viceversa. Podemos ayudarnos mirando un lápiz situado entre nuestros ojos y las imágenes. Este método debe usarse con imágenes de dimensiones superiores a 65 milímetros entre sus centros, aunque la imagen virtual aparece más pequeña.
- **Anáglifo:** Se utilizan filtros de colores complementarios, como rojo y azul o rojo y verde. La imagen presentada por ejemplo en rojo no es vista por el ojo que tiene un filtro del mismo color, pero



sí que ve la otra imagen en azul o verde. Este sistema, por su bajo costo, se emplea sobre todo en publicaciones, así como también en monitores de ordenador y en el cine. Presenta el problema de la alteración de los colores, pérdida de luminosidad y cansancio visual después de un uso prolongado. Normalmente se sitúa el filtro rojo en el ojo izquierdo, y el azul en el ojo derecho.

- **Polarización:** Se utiliza luz polarizada para separar las imágenes izquierda y derecha. El sistema de polarización no altera los colores, aunque hay una cierta pérdida de luminosidad. Se usa tanto en proyección de cine 3D como en monitores de ordenador mediante pantallas de polarización alternativa. Hoy día es el sistema más económico para una calidad de imagen aceptable.
- **Alternativo:** Con este sistema se presentan en secuencia y alternativamente las imágenes izquierda y derecha, sincronizadamente con unas gafas dotadas con obturadores de cristal líquido (denominadas LCS, Liquid Crystal Shutter glasses o LCD, Liquid Crystal Display glasses), de forma que cada ojo ve solamente su imagen correspondiente. A una frecuencia elevada, el parpadeo es imperceptible. Se utiliza en monitores de ordenador, TV y cines 3D de última generación.
- **Head mounted display (hmd):** Un HMD (Figura 27), es un casco estereoscópico que porta dos pantallas y los sistemas ópticos para cada ojo, de forma que la imagen se genera en el propio dispositivo. Su principal uso hasta ahora ha sido la Realidad Virtual, a un costo prohibitivo y de forma experimental, aunque al bajar de precio aparecen otras aplicaciones lúdicas, como los videojuegos.



FIG. 52: Casco estereoscópico para la realidad virtual.

Fuente:

<http://aprendeonlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=107945>

- **Monitores auto-stereo:** Se están desarrollando prototipos de monitores que no precisan gafas especiales para su visualización. Todos ellos emplean variantes del sistema lenticular, es decir, microlentes dispuestas paralela y verticalmente sobre la pantalla del monitor, que generan una cierta desviación a partir de dos o más imágenes (normalmente de 2 a 8).

Clasificación de las fotografías aéreas

Las fotografías aéreas se pueden clasificar de varias maneras, según su forma, tamaño o la "respuesta" de los objetos:

01. La forma de los objetos está sobre todo ligada a la inclinación del eje de levantamiento según esto la fotografía se denomina:

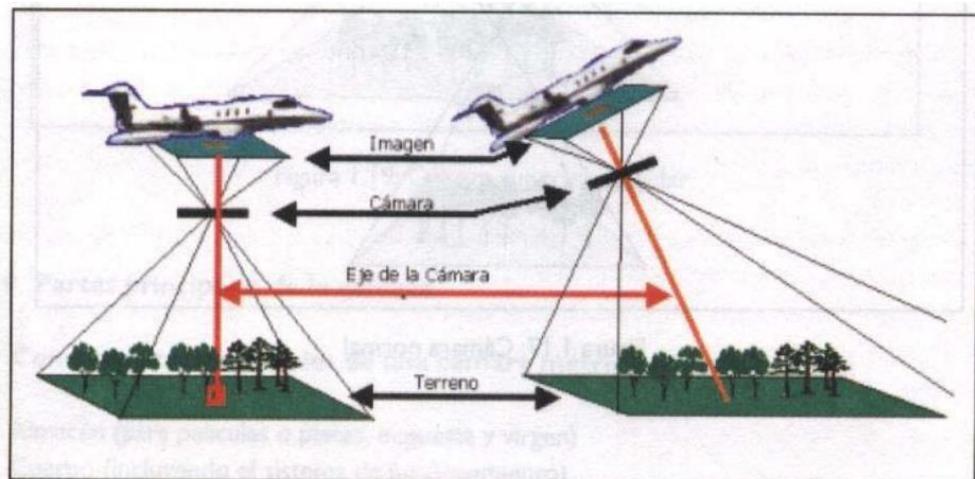


FIG. 53: Fotos tomadas en diferentes sentidos.

Fuente: <http://biogeografia.netau.net/fotografia4.html>



- Vertical, si esta inclinación no pasa de los 5 grados. En realidad es el eje de la fotografía quien es vertical, pero esta designación no produce en la práctica confusión alguna.
- Oblicua baja, cuando no se registra el horizonte pasando la inclinación del valor de más de 5° , antes fijado
- Oblicua alta o panorámica si se registra el horizonte. Es preciso para ello que el ángulo de inclinación i , que forma el eje de levantamiento con la vertical, sea superior a 90° .

Aunque las fotografías oblicuas presentan ciertas ventajas cuando se les utiliza aisladamente, dando en particular a los objetos un aspecto más normal presentan, por el contrario, serios inconvenientes en relación a los pares de fotografías verticales, sobre todo en la explotación fotogramétrica

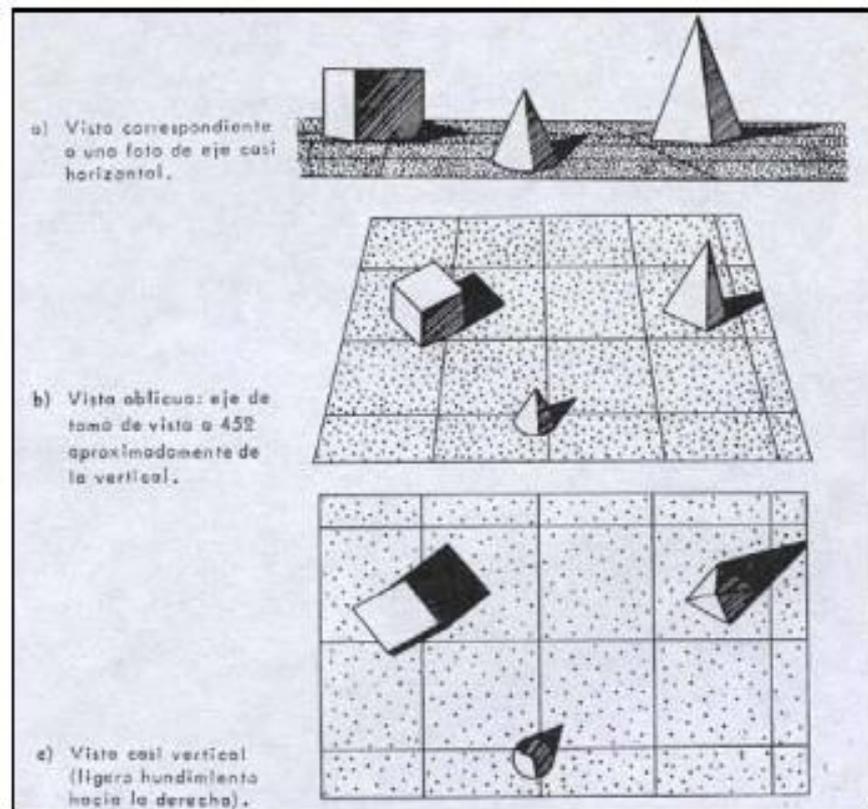


FIG. 54: Representación geométrica.

Fuente: <http://biogeografia.netau.net/fotografia4.html>



02. El tamaño de los objetos está ligado a la escala de la fotografía.

Esta es fácil de deducirla en el caso de una fotografía de eje vertical cuando la superficie fotografiada es plana y horizontal es la relación de semejanza, $e = f/H$ entre la imagen y el terreno, siendo f la distancia focal y H la altura de vuelo; se expresa en general en la forma $1/E$, siendo E entero.

Si el terreno presenta relieve o el eje de la fotografía no es vertical, la escala no puede deducirse para toda la fotografía.

03. La "respuesta" de los objetos depende mucho de naturaleza de las emulsiones utilizadas en la toma de la vista y en la prueba positiva sobre el papel.

Podemos diferenciar las fotografías en pancromáticas, infrarrojas, colores, etc.

Cámaras Fotogramétricas

Las cámaras aéreas, son sensores diseñados especialmente para tomar fotografías, desde plataformas aéreas (aviones, globos, etc.), las que se caracterizan por poseer un tiempo de exposición muy corto, debido a que están en movimiento durante la exposición. Estas cámaras presentan obturadores de gran eficiencia y emulsiones de variada velocidad, sensibles a las longitudes de onda comprendidas entre la radiación ultravioleta y el infrarrojo reflejado (0,30 a 0,91 micrones aprox.).

Las cámaras aéreas, son instrumentos que recogen la información básica necesaria, para la Aerofotogrametría y la Fotointerpretación, obteniendo imágenes que deben ser de óptima calidad, tanto cualitativa como cuantitativamente.

La clasificación de las cámaras aéreas puede ser hecha tomando como criterio de clasificación diferentes elementos, sin embargo, los criterios corrientemente empleados son según: formato, campo angular, uso e inclinación del eje de la cámara.

- **Según el Formato:** Se distinguen cámaras con y sin formato. Las primeras son aquellas en que el formato o recuadro, generalmente rectangular o cuadrado, es expuesto a través del objetivo de la cámara (conjunto de lentes), permaneciendo fijo durante el tiempo de exposición. Los recuadros más usados son de 9x12 cm, 12x18 cm, 18x18cm y el más común de 23x23 cm. La exposición es



controlada por el tiempo y abertura del diafragma y, desde el punto de vista práctico puede considerarse instantánea.

Las cámaras sin formato, son aquellas en la imagen se registra en forma continua, y se refieren especialmente a las cámaras panorámicas y cámaras continuas.

- ✓ Las cámaras panorámicas, se caracterizan porque el terreno es barrido de lado a lado, en dirección perpendicular a la línea de vuelo, obteniéndose una imagen de buena resolución y en la que se ven ambos horizontes.
- ✓ Las cámaras continuas, producen la imagen de una faja de terreno exponiendo, a través de un orificio fijo, una película que se mueve constantemente, a una velocidad sincronizada con la velocidad del terreno.
- **Cámaras aéreas según su campo angular**
 - ✓ Cámara normal: Son aquellas que tienen un campo angular reducido, entre 50° y 75° , con una distancia focal de aproximadamente 210 mm.

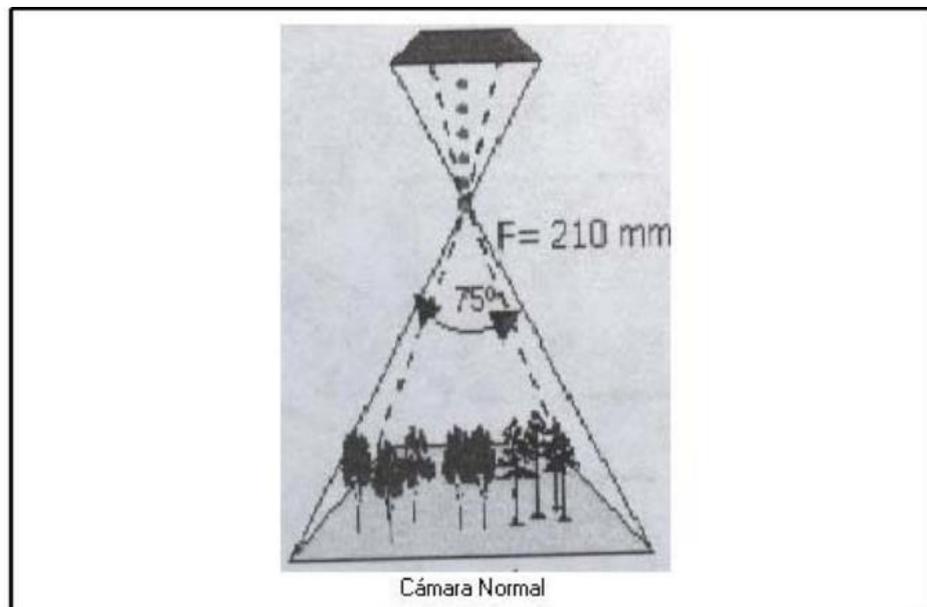


FIG. 55: Representación tomada según campo angular.

Fuente: <http://biogeografia.net.au.net/fotografia4.html>



- ✓ **Cámara granangular:** Son aquellas que tienen un campo angular de 75° a 100° , y una distancia focal de aproximadamente 150 mm.

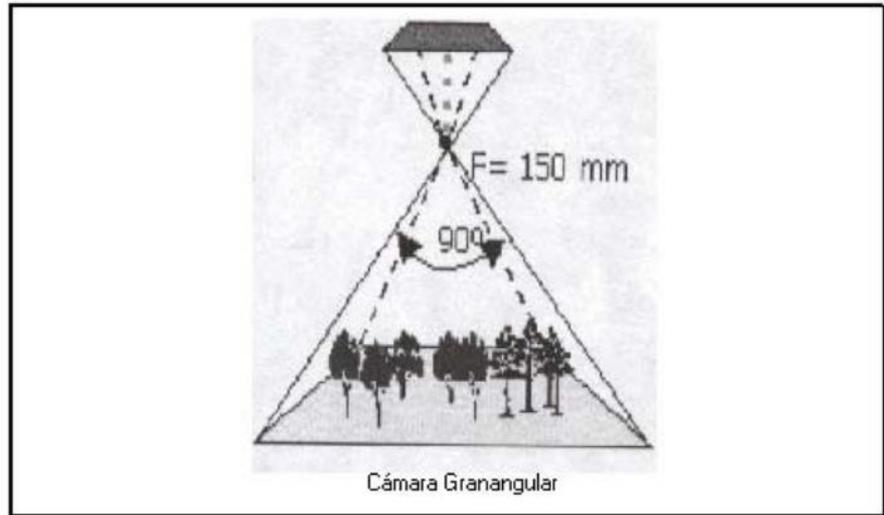


FIG. 56: Representación tomada según campo angular.

Fuente: <http://biogeografia.netau.net/fotografia4.html>

- **Cámaras aéreas según su uso**

- ✓ **Cámaras de reconocimiento o no métricas:** Son instrumentos que permiten obtener imágenes para la identificación de objetos, generalmente de pequeña escala. Las fotografías que se obtienen por medio de estas cámaras no son aptas para realizar mediciones confiables.
- ✓ **Cámaras métricas o cartográficas:** Son instrumentos de mucha precisión que tienen por objeto producir fotografías para realizar todo tipo de mediciones. Su orientación interna es estable (calibración de la distancia focal, marcas fiduciales, plano focal, etc.)

- **Según la Inclinación del eje de la cámara**

De acuerdo con la inclinación del eje de la cámara con respecto a la vertical, las fotografías pueden ser verticales, inclinadas, muy inclinadas y terrestres, en las primeras, el eje óptico y la vertical forman un ángulo menor a 3° . Las inclinadas y muy inclinadas,



forman un ángulo comprendido entre los 3° y 90° . Por último, en las terrestres el ángulo es de 90° .

Datos que aparecen en las fotografías aéreas

- ✚ Distancia focal: distancia entre el foco de la lente y el negativo de la película, oscilará entre 35 y 325 mm.
- ✚ Identificación del vuelo.
- ✚ Número de vuelo.
- ✚ Número de foto, aparece siempre.
- ✚ Escala media de la fotografía.
- ✚ Zona geográfica.
- ✚ Norte geográfico.
- ✚ Empresa y Año.
- ✚ N° de serie de la cámara.
- ✚ Hora, imprescindible.
- ✚ Marcas fiduciales, si se unen nos da el punto central de la foto, si la foto es vertical corresponde al nadir, hay cuatro, y siempre deben aparecer.
- ✚ Altímetro, nos da la altura sobre el nivel del mar, ésta no es la altura del vuelo, se mide en pies y se pasa a metros.

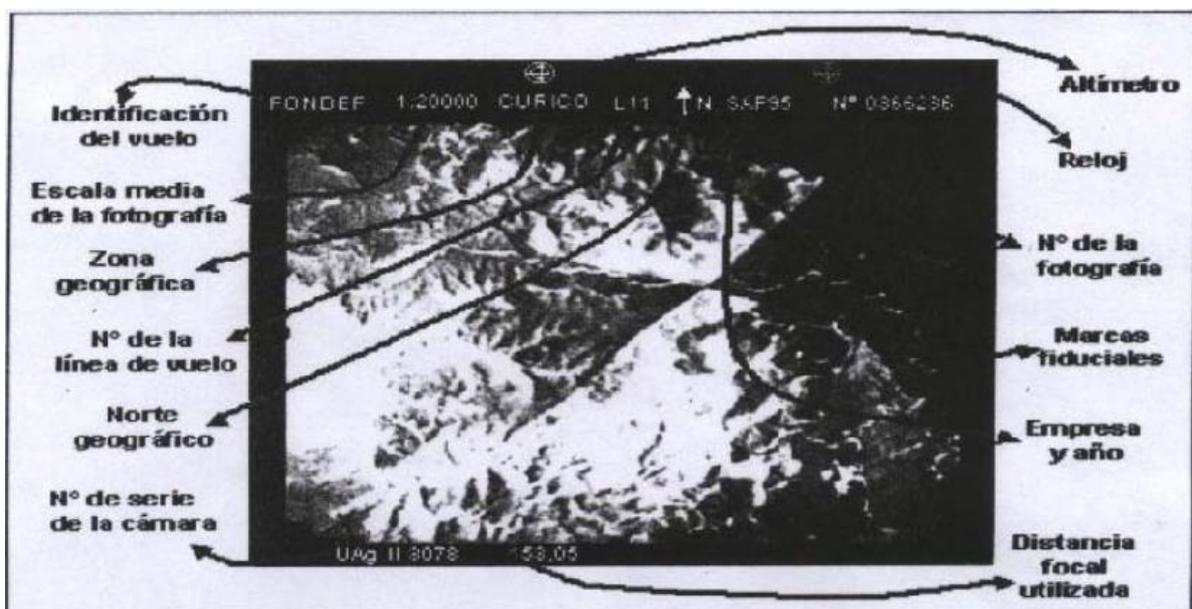


FIG. 57: Imagen datos que aparecen en la fotografía aérea.



➤ **FOTOGRAMETRIA DIGITAL**

El paso de la fotogrametría analítica a la digital supone un cambio radical en cuanto a la instrumentación, al proceso fotogramétrico y a los resultados; por lo que se ha dicho que se trata de una revolución tecnológica. Es en esta revolución tecnológica que se fundamenta este estudio, brindando la oportunidad de poder extraer más información de "la misma materia prima", es decir, de las fotografías aéreas.

Esta metodología se basa en una entrada en formato digital, un procesamiento casi completamente automatizado mediante el uso de un software especializado y una salida en formato enteramente digital. La segunda y tercera fase, se desarrollan siempre de la misma forma y es en la primera donde puede haber variaciones.

El objetivo fundamental de un sistema fotogramétrico, cualquiera que sea la metodología empleada para su construcción es la obtención de información espacial de objetos a partir de imágenes de los mismos, en el caso concreto de los Sistemas Fotogramétricos Digitales, a partir de imágenes en formato digital.

En la actualidad, para la adquisición de imágenes digitales fotogramétricas son empleados dos procedimientos básicos:

1. Digitalización de imágenes analógicas adquiridas con cámaras fotográficas convencionales.
2. Utilización de sensores digitales, o bien sensores analógicos dotados de un conversor analógico/digital.

Un sistema fotogramétrico digital debe cumplir los siguientes requerimientos en cuanto a hardware:

- Un sistema de digitalización de imágenes analógicas.
- Posibilidad de entrada directa de datos en formato digital (p.ej., cámara digital) para la realización de aplicaciones fotogramétricas en tiempo real.
- Sistema de medida 3D de imágenes digitales de diferentes fuentes y geometrías.
- Manipulación y procesamiento de imágenes de gran tamaño en un tiempo razonable.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- Generación automática de modelos digitales de elevaciones con precisión a nivel de subpixel.
- Obtención de ortofotografías digitales en un tiempo de proceso aceptable.
- Visualización de las imágenes estereoscópicas en color real.
- Interfaz con SIG con sobre imposición monóscopica y estereoscópica de elementos gráficos y con funciones de edición para modificar dichos elementos.
- Impresoras de imágenes y trazadores gráficos para la impresión analógica de los resultados.

➤ **FOTOGRAFIA DIGITAL**

La fotografía digital consiste en la obtención imágenes mediante una cámara oscura, de forma similar a la Fotografía química. Sin embargo, así como en esta última las imágenes quedan grabadas sobre una película fotosensible y se revelan posteriormente mediante un proceso químico, en la fotografía digital las imágenes son capturadas por un sensor electrónico que dispone de múltiples unidades fotosensibles, las cuales aprovechan el efecto fotoeléctrico para convertir la luz en una señal eléctrica, la cual es digitalizada y almacenada en una memoria. Su uso presenta ciertas ventajas y desventajas como son:

❖ **VENTAJAS**

- ✓ La ventaja de este sistema respecto a la fotografía química es que permite disponer de las imágenes grabadas al instante, sin necesidad de llevar la película al laboratorio y revelar los negativos para poder ver las imágenes; esta ventaja en la rapidez en la disponibilidad de la imagen permite que el fotógrafo haga los cambios en el momento y realice las correcciones que considere pertinentes de forma inmediata, facilitando así lograr la imagen que se desea.
- ✓ En la cámara digital pueden verse en una pantalla las fotos que se acaban de tomar. La cámara se puede conectar a una computadora u otro dispositivo capaz de mostrar las fotos en un monitor. Como están en un formato digital, las fotos pueden enviarse directamente por correo electrónico, publicarse en la Web y se pueden procesar con



programas de tratamiento fotográfico en una computadora, para ampliarlas o reducirlas, realizar un reencuadre (una parte de la foto), rectificar los colores y el brillo, y realizar otras muchas posibles modificaciones según el programa que se utilice.

- ✓ Otra gran ventaja de la fotografía digital es que cada vez que la cámara toma una foto crea un archivo de metadatos Exif (datos no visuales) y guarda dentro del archivo de imagen información relevante de la captura como la fecha, la hora, la apertura del diafragma, la velocidad de obturación, velocidad del ISO, coordenadas de la captura, etc. Esta información es muy útil para estudiar las imágenes y entender más acerca de cada fotografía y también facilita el ordenamiento y el manejo de los archivos fotográficos.
- ✓ Otros recursos útiles existentes en fotografía digital son el histograma de brillo, que es un gráfico que muestra la distribución de los píxeles de la imagen según sus niveles de brillo; así como el histograma RGB que muestra la distribución de los píxeles en los diferentes canales de color: en el caso del modo RGB, serán los canales de rojo (R:red), Verde (G:green), y Azul (B:blue). Este recurso no existe en fotografía química.
- ✓ Transformaciones en la creación de fotografías digitales. El control fácil y rápido de la sensibilidad ISO ayuda a resolver los problemas de falta o exceso de luz. Las cámaras digitales favorecen por otra parte una mayor producción de fotografías, en tanto el límite del costo y la cantidad de fotogramas de las películas desaparece, quedando reducido al poco conocido dato de la vida útil del obturador digital.
- ✓ Transformaciones en la circulación y recepción de fotografías digitales. El costo por fotografía impresa (en comparación con el sistema químico) es menor; esto considerando que se pueden realizar múltiples tomas, y elegir para la impresión solamente fotografías deseadas.

Referente a su uso en el proceso fotogramétrico, las imágenes son captadas directamente en formato digital eliminando el proceso de



digitalización, estas imágenes pueden ser rápidamente transmitidas para su procesamiento.

❖ DESVENTAJAS

Ruido: Las cámaras digitales con sensor full frame presentan una figura de ruido mejor que la película química, especialmente en sensibilidades ISO bajas. El ruido digital es la variación aleatoria (que no se corresponde con la realidad) del brillo o el color en las imágenes digitales producido por el dispositivo de entrada (la cámara digital en este caso). Está universalmente aceptado que, así como, en la imagen analógica el grano era aceptable e incluso estético, en la fotografía digital el ruido es antiestético e indeseable.

Otra desventaja de las cámaras digitales es el costo más elevado de éstas, comparado con las máquinas convencionales, aunque día a día esta brecha se acorta.

En algunas ocasiones las cámaras digitales se demoran mientras guardan la información del archivo en la tarjeta de memoria, impidiendo que se tomen nuevas imágenes hasta que se termine de procesar la información, esto es molesto por que algunas imágenes no se pueden capturar y se escapan mientras ocurre este proceso de archivado, esto no ocurre en la fotografía química donde el motor de arrastre es el encargado del desplazamiento de la película y de dejar la cámara lista para la siguiente toma.

➤ LA IMAGEN DIGITAL

Una imagen digital es una matriz bidimensional en la que cada unidad mínima de información es un píxel con coordenadas *fila*, *columna* (i,j). Cada píxel, tendrá un valor denominado Nivel Digital (Nd) que estará representado por un nivel de gris en pantalla. Esta composición de la imagen digital es la que corresponde con una imagen monobanda, o lo que es lo mismo: compuesta por sólo una matriz, y que se visualizaría en niveles de gris. Sin embargo, las imágenes a color (RGB), tal y como se puede apreciar en la figura 12b, están compuestas por tres matrices, una para el color rojo (Red), otra para el verde



(Green) y otra para el azul (Blue). El almacenamiento de estas imágenes se triplica en espacio, puesto que cada matriz tiene sus propios niveles digitales.

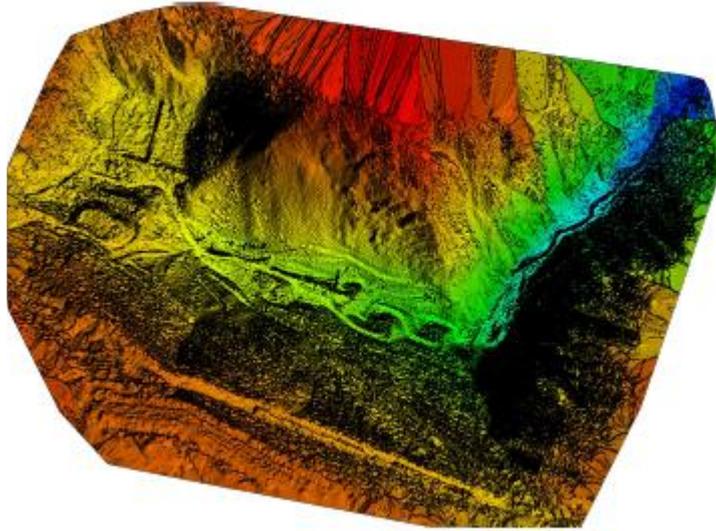


FIG. 58: Imagen digital Acceso Ayash.

Fuente: Propia

➤ CARACTERÍSTICAS

Una imagen digital puede presentar diferentes características, como información referente a las condiciones de captura, así como la resolución según el tamaño del píxel y las características internas de la cámara.

• RESOLUCION DE UNA IMAGEN DIGITAL

La resolución define la calidad de una imagen digital, la cual depende del tamaño del píxel. Si es demasiado grande, la imagen pierde información, pero, si por el contrario es demasiado pequeño, la imagen tendría mucha calidad, con el inconveniente de que también necesitaría mucho espacio de almacenamiento.

La unidad en la que se expresa la resolución es ppp (píxeles por pulgada).

En fotografía dedicada a la fotogrametría, sin importar la plataforma aérea que se utilice se podrán observar ciertos tipos de resolución:



Resolución espacial: Referida al tamaño de pixel de las imágenes cubriendo la superficie terrestre o GSD (esta será la que nos interese en el estudio).

Resolución temporal: Se refiere a la frecuencia en que el sensor visita de nuevo un lugar específico.

Resolución espectral: Por el número de bandas espectrales que registra el sensor.

La resolución en fotografía digital se mide multiplicando el alto por el ancho de las fotografías que permite obtener la cámara y generalmente comienza con un millón de píxeles, para las cámaras más económicas, y va en aumento hasta más de diez millones de píxeles, para las cámaras profesionales.

- **PIXEL**

Un píxel o pixel, plural píxeles (acrónimo del inglés picture element), es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital.

Las cámaras digitales usan componentes de electrónica fotosensible, como los CCD (del inglés Charge-Coupled Device) o sensores CMOS, que graban niveles de brillo en una base por-píxel. En la mayoría de las cámaras digitales, el CCD está cubierto con un mosaico de filtros de color, teniendo regiones color rojo, verde y azul (RGB) organizadas comúnmente según el filtro de Bayer, así que cada píxel-sensor puede grabar el brillo de un solo color primario. La cámara interpola la información de color de los píxeles vecinos, mediante un proceso llamado interpolación cromática, para crear la imagen final.



Internal Camera Parameters

DSC-WX220_4.4_4896x3672 (RGB). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.627 [mm]

EXIF ID: DSC-WX220_4.4_4896x3672

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3628.284 [pixel] 4.572 [mm]	2447.997 [pixel] 3.085 [mm]	1836.004 [pixel] 2.314 [mm]	0.012	-0.045	0.050	0.005	0.003
Optimized Values	3638.341 [pixel] 4.585 [mm]	2570.956 [pixel] 3.240 [mm]	1916.235 [pixel] 2.415 [mm]	0.013	-0.058	0.075	0.010	0.008

- **MEGAPIXEL**

Un megapíxel o megapíxel (Mpx) equivale a 1 millón de píxeles, a diferencia de otras medidas usadas en la computación en donde se suele utilizar la base de 1024 para los prefijos, en lugar de 1000, debido a su conveniencia respecto del uso del sistema binario. Usualmente se utiliza esta unidad para expresar la resolución de imagen de cámaras digitales; por ejemplo, una cámara que puede tomar fotografías con una resolución de 2048×1536 píxeles se dice que tiene 3.1 megapíxeles ($2048 \times 1536 = 3,145,728$).

La cantidad de megapíxeles que tenga una cámara digital define el tamaño de las fotografías que puede tomar y el tamaño de las impresiones que se pueden realizar; sin embargo, hay que tener en cuenta que la matriz de puntos está siendo distribuida en un área bidimensional y, por tanto, la diferencia de la calidad de la imagen no crece proporcionalmente con la cantidad de megapíxeles que tenga una cámara, al igual que las x de una grabadora de discos compactos.

- **DIMENSIONES DE IMAGEN**

Para saber el número total de píxeles de una cámara, basta multiplicar el ancho de la imagen máxima que puede generar por el alto de la misma (desactivando previamente el zoom digital); también es posible dividir el número de píxeles de ancho entre el número correspondiente al alto, y conocer la proporción de la imagen obtenida. Aquí se presenta una lista de las resoluciones comunes de cámaras digitales basándose en esta relación de aspecto:



Tabla de dimensiones de imagen según proporción y cantidad de pixeles

Megapíxeles	Tamaño imagen 3:2 (Píxeles)	Tamaño imagen 4:3 (Píxeles)	Megapíxeles	Tamaño imagen 3:2 (Píxeles)	Tamaño imagen 4:3 (Píxeles)
0,3	671x447	632x474	20	5477x3651	5164x3873
1	1224x816	1155x866	21	5613x3742	5292x3969
1,2	1341x894	1265x949	22	5745x3830	5416x4062
2	1733x1155	1633x1225	24	6000x4000	5657x4243
3	2121x1414	2000x1500	25	6123x4082	5773x4330
4	2450x1633	2309x1732	28	6480x4320	6111x4583
5	2739x1826	2581x1936	30	6708x4472	6324x4743
5,3	2820x1880	2659x1994	32	6929x4619	6532x4899
6	3000x2000	2828x2121	34	7142x4761	6733x5050
6,3	3074x2049	2899x2174	35	7245x4830	6831x5123
8	3464x2309	3265x2449	36	7349x4899	6928x5196
10	3873x2582	3652x2739	39	7649x5099	7211x5408
12	4242x2828	4000x3000	40	7746x5164	7303x5477
14	4583x3055	4320x3240	44	8124x5416	7660x5745
15	4743x3162	4472x3354	48	8486x5657	8000x6000
16	4899x3266	4619x3464	50	8661x5774	8165x6124
18	5196x3464	4899x3674			

FIG. 59: Dimensiona d imagen en pixeles

- **TAMAÑO DEL ARCHIVO**

El tamaño del archivo es la cantidad de memoria necesaria para almacenar la información de la imagen.

- **PROFUNDIDAD DE COLOR**

La profundidad de color corresponde con el número de bits utilizados para describir el color de cada píxel. Tal y como se aprecia en la figura 15, cuanto mayor sea la profundidad, más colores habrá en la imagen. La relación entre el número de colores y la profundidad se expresa en la siguiente tabla.



Profundidad	Colores 2 ^{nb}
1 bit	2 ¹ =2
4 bit	2 ⁴ =16
8 bit	2 ⁸ =256
16 bit	65536
32 bit	4294967296

- **COMPRESION DE IMÁGENES**

Para salvar el inconveniente del gran volumen de información que una imagen digital necesita para ser almacenada, existe la técnica de la compresión de imágenes, que reduce el espacio de almacenamiento.

Hay que ser muy cuidadosos con la compresión de imágenes, especialmente en fotogrametría, ya que algunos algoritmos de compresión producen pérdidas de información irreparables que reducen la calidad de la imagen. Comprimir una imagen es reducir la cantidad de datos necesarios para representar la imagen digital. La técnica se basa en la eliminación de todos los datos redundantes que existen en la imagen. Cuanta más redundancia exista en la imagen, más compresión puede sufrir. Suponiendo la imagen, de 1 bit (B/N): La primera fila de la imagen tendría los siguientes valores:

BBBBBBBBBNBBBBBBBBBBBBNNBBBBBBBBBBBBNBBB
BBBBBB

Sin comprimir, necesitaría 47 bits de memoria sólo para almacenar dicha fila. Pero podríamos reducir el número de bits si la expresáramos de esta otra forma: 9B1N12B3N12B1N19B De este otro modo, sólo necesitaríamos 17 bits para almacenar esa misma fila. En este caso, hemos eliminado la redundancia que consistía en el número de veces que se repetía el mismo valor en píxeles vecinos de la misma fila. Un concepto que conviene enunciar es el ratio de compresión, que es la relación que existe entre la imagen original y la comprimida. Por ejemplo, un ratio de compresión de 1.5:1, significa que la imagen original ocupa 1.5 veces más espacio que la comprimida

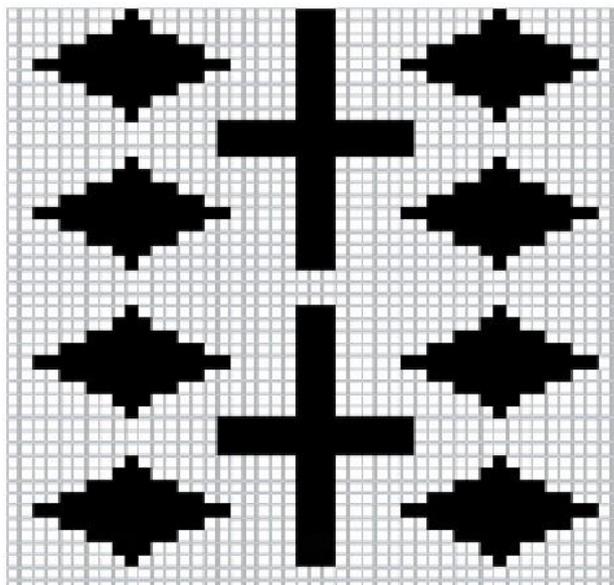


FIG. 60: *Comprensión de imagen.*

La mayor diferencia que existe entre los algoritmos de compresión es que algunos, sacrifican la información para reducir aún más el tamaño del archivo.

Son los denominados **algoritmos con pérdida**. Estos algoritmos, al descomprimir una imagen comprimida para mostrarla en pantalla, no son capaces de reproducirla exactamente como la imagen original, por tanto, sufriendo una pérdida de información. Esta pérdida es mínima y el ojo humano no puede apreciarla. En los casos en los que la métrica de la imagen es la principal utilización de la misma, hace imposible la utilización de este tipo de algoritmos de compresión. En el caso de la fotogrametría los únicos algoritmos que se deben utilizar son los **algoritmos sin pérdida**, de manera que, aunque no reducen en exceso el tamaño de las imágenes, conservan la integridad de la misma algo fundamental para conservar también sus propiedades métricas.

- **ALMACENAMIENTO DE METADATOS**

Como se mencionaba una de las ventajas del uso de fotografías digitales es la información que se genera al momento de tomar la fotografía y que se almacena en la imagen, en un archivo de metadatos conocido Exif, la cual puede ser muy completa.



El Exif (Exchangeable imagen file format oficialmente Exif, no EXIF) es una especificación para formatos de archivos de imagen usado por las cámaras digitales. Fue creado por la Japan Electronic Industry Development Association (JEIDA). La versión 2.1 de la especificación fue publicada el 12 de junio de 1998 y la versión 2.2 en abril de 2002. Mientras que Exif es un acrónimo y normalmente estaría en mayúsculas, la especificación lo define como "Exif". No obstante, la especificación suele ignorarse en favor de normas generales de capitalización que tenga el lenguaje, por lo que es habitualmente escrito como EXIF.

Las etiquetas de metadatos definidas en el estándar Exif cubren un amplio espectro incluido:

- ❖ Información de fecha y hora. Las cámaras digitales registran la fecha y la hora actual y la almacenan en los metadatos.
- ❖ Configuración de la cámara. Esta incluye información estática como el modelo de cámara y el fabricante, e información que varía con cada imagen como la orientación, apertura, velocidad del obturador, distancia focal, medidor de exposición y la velocidad de la película.
- ❖ Información sobre localización, la cual podría provenir de un GPS conectado a la cámara.
- ❖ Descripción e información sobre copyright.

➤ **VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS**

La aviación no tripulada tuvo sus comienzos en los modelos construidos y volados por inventores como Cayley, Stringfellow, Du Temple y otros pioneros de la aviación, que fueron previos a sus propios intentos de desarrollar aeronaves tripuladas a lo largo de la primera mitad del siglo XIX. Estos modelos sirvieron para el posterior desarrollo de modelos de mayor tamaño con piloto a bordo y, en este sentido, fueron los precursores de la aviación tripulada.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

En la acepción más amplia del término, la aviación no tripulada abarca un amplio espectro de aeronaves. La genealogía de las aeronaves no tripuladas esconde sus raíces en el desarrollo de los llamados torpedos aéreos, antecesores de los actuales misiles crucero, que posteriormente se desarrollaron a través de las ramas de las bombas guiadas (no propulsadas), los blancos aéreos (llamados drones en la terminología anglosajona), los señuelos, los modelos recreacionales y/o deportivos de radio-control, las aeronaves de investigación, las aeronaves de reconocimiento, las de combate, e incluso algunos modelos más extraños de vuelo extra-atmosférico.

➤ **DEFINICION DE UAV**

El término vehículo aéreo no tripulado (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) se hizo común en los años 90 para describir a las aeronaves robóticas y reemplazó el término vehículo aéreo pilotado remotamente (Remotely Piloted Vehicle, RPV), el cual fue utilizado durante la guerra de Vietnam y con posterioridad. El documento Joint Publication 1-02, Department of Defense Dictionary editado por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos define UAV como: "Un vehículo aéreo motorizado que no lleva a bordo a un operador humano, utiliza las fuerzas aerodinámicas para generar la sustentación, puede volar autónomamente o ser tripulado de forma remota, que puede ser fungible o recuperable, y que puede transportar una carga de pago letal o no. No se consideran UAV a los misiles balísticos o semibalísticos, misiles crucero y proyectiles de artillería".

Los términos UAV y RPV no son más que dos entre cerca de la docena de nombres que han ido recibiendo las aeronaves robóticas no tripuladas a lo largo de su existencia. En la siguiente figura se representa gráficamente la cronología de dichos nombres.

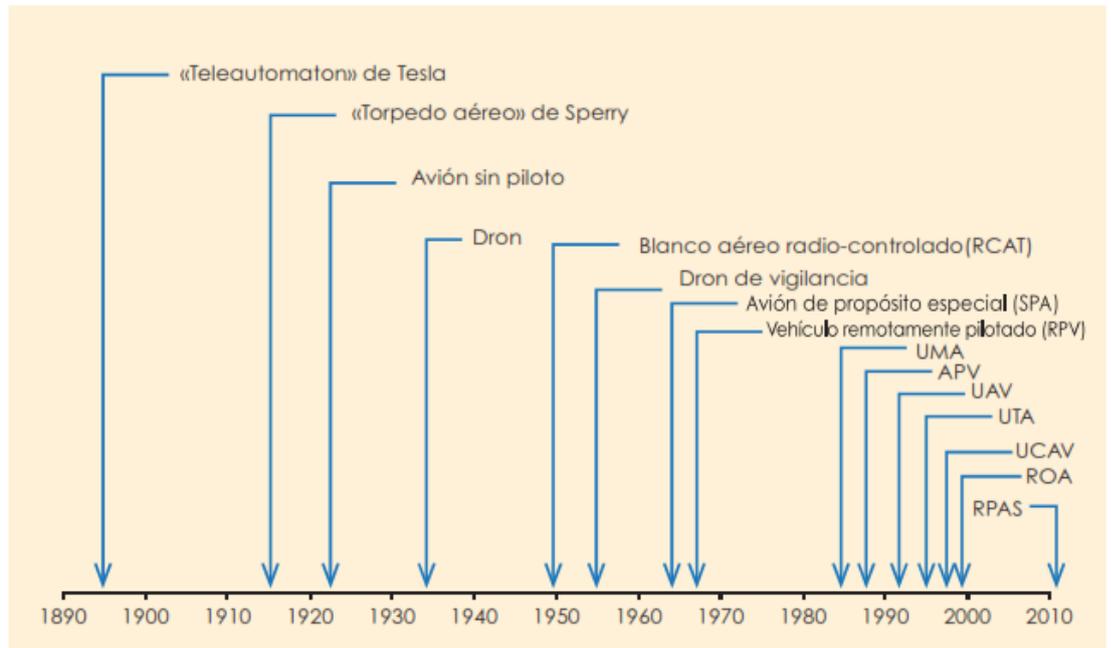


FIG. 61: Años consecutivos de utilización de naves aéreas hasta la utilización de naves (UAV).

Aunque las aeronaves no tripuladas han llevado a cabo operaciones comerciales tan variadas como agricultura de precisión o cinematografía, su uso militar se ha concentrado abrumadoramente en una aplicación: reconocimiento.

De manera que el término UAV o UAS (sistemas de aeronaves no tripulados; Unmanned Aerial System) se ha convertido virtualmente en un sinónimo de dicha aplicación.

De acuerdo con la organización de Aviación civil Internacional (OACI), "El hecho de que la aeronave sea tripulada o no tripulada no afecta a su condición de aeronave. Cada categoría de aeronave tendrá posiblemente versiones no tripuladas en el futuro. Este punto es fundamental para todos los aspectos futuros relativos a las UA y proporciona la base para tratar la aeronavegabilidad, el otorgamiento de licencias al personal, las normas de separación, etc."

Es decir, que las aeronaves no tripuladas son, ante todo, aeronaves, y por tanto están sujetas a las mismas reglas y limitaciones que las aeronaves tripuladas.

La OACI establece dos preceptos importantes que han de tenerse en cuenta:

- ❖ En primer lugar, la preferencia a considerar el sistema completo, integrado no sólo por la propia aeronave, sino también por la estación



de control en tierra (Ground Control Station o GCS) y el enlace de comunicaciones entre ésta y la aeronave. De esta manera se habla de UAS (sistemas de aeronaves no tripuladas) y de RPAS (Sistemas de aeronaves pilotadas a distancia) relegando los términos de aeronaves no tripuladas (UA o UAV) y aeronaves pilotadas a distancia (RPA) aquellas ocasiones en las que se quiere hacer referencia específica a las propias aeronaves.

- ❖ En segundo lugar, la distinción entre RPAS y aeronaves completamente autónomas, en las que no existe control efectivo del piloto remoto sobre la aeronave, en todo o parte del vuelo.

Por lo anterior se puede decir que todos los RPAS son UAS, mientras que no todos los UAS son RPAS; estos fuera de la categoría de RPAS se conocen como aeronaves autónomas, las cuales plantean problemas importantes para garantizar la seguridad (cómo evitar accidentes) y sobre todo para asignar la responsabilidad en caso de accidente.

➤ **CLASIFICACION DE AERONAVES**

Existen muchas posibles formas de clasificar las aeronaves, es frecuente utilizar una clasificación ateniendo a la forma en la que las aeronaves consiguen su sustentación en la atmósfera.

En el siguiente diagrama se plantea una posible clasificación simplificada que muestra los principales tipos de aeronaves:

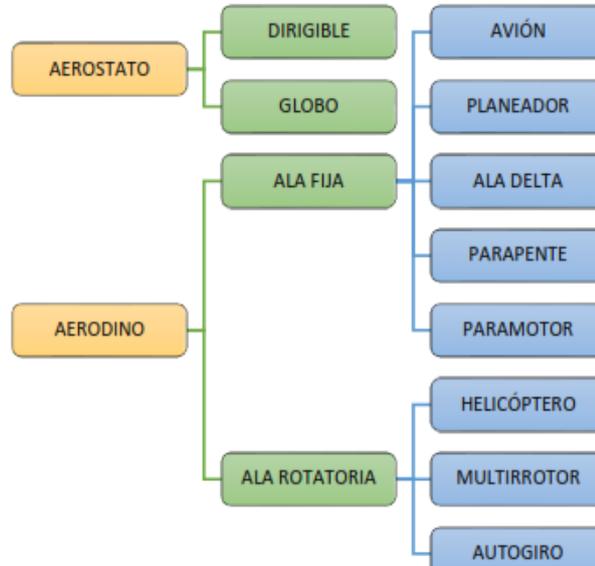


FIG. 62: Clasificación de aeronaves.

Dentro de los UAV se encuentran representadas todos los tipos de aeronaves posibles y al igual que ocurre en la aviación tradicional tripulada, unos tipos han tenido mayor éxito que otros.

Por otra parte aparecen categorías nuevas, como los híbridos, que desarrollan parte del vuelo en forma de ala rotatoria, general mente en el despegue y aterrizaje y posiblemente en alguna parte de la misión, aprovechando las ventajas de este tipo de sistemas, realizando una transición a ala fija para alcanzar de forma rápida y eficiente su objetivo. Aunque existen prototipos tripulados de aeronaves híbridas, posiblemente su mayor desarrollo tendrá lugar en el campo de los UAV.

Otras clasificaciones pueden estar en orden del techo máximo que alcanza la aeronave, tipo de despegue, tipo de aterrizaje y sus capacidades de vuelo (Altitud, alcance, velocidad, duración de vuelo, etc.) así como su sistema de propulsión.

➤ USOS

Como tantas otras tecnologías, el desarrollo inicial de los UAV ha tenido lugar fundamentalmente en el ámbito militar. En el ejército norteamericano constituyen alrededor de un tercio del total de la flota de aeronaves en operación y desempeñan en exclusiva todas las misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR por sus siglas en inglés) que llevan a cabo



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

las fuerzas armadas, habiendo desplazado totalmente a los medios aéreos convencionales.

Se utilizan en misiones que van desde reconocimiento, observación y vigilancia hasta bombardeos, enlace de comunicaciones en relevo y complemento de comunicaciones satelitales. Los avances en esta área han permitido la integración de modelos UAV menos avanzados, pero no menos útiles, a diversas aéreas de aplicación civil. Algunos usos de estas aeronaves son:

- ❖ Fotografía y video para fines de marketing y publicitarios (tomas aéreas en películas y coberturas deportivas).
- ❖ Lucha contra incendios, mediante la detección de gases y productos tóxicos y el reconocimiento previo de la zona.
- ❖ Monitorización del tráfico (Revisión del uso y rendimiento de la red de carreteras).
- ❖ Asistencia en servicios de salvamento y rescate más barata y segura.
- ❖ Control de ganado.
- ❖ Vigilancia.
- ❖ Control de infraestructuras, como carreteras, canales, aeropuertos, redes ferroviarias.
- ❖ Topografía (Minería, movimientos de tierra, desarrollo urbano, etc.) y cartografía.
- ❖ Estudio de geomorfología, (Predicción de terremotos, previsión de deslizamientos de tierra, etc.).

➤ **UAVs EN LA INGENIERIA CIVIL**

Entre los UAV los drones son, relativamente, de más fácil adquisición y son también objeto de estudio de la presente investigación. Algunas aplicaciones de los drones dentro del campo de la ingeniería civil:

- ❖ Aplicaciones al control de calidad del aire.
- ❖ Aplicaciones cartográficas. Mediante la creación de mapas catastrales a través de la digitalización de las ortofotografías georreferenciadas.
- ❖ Aplicaciones a la prospección y explotación de recursos minerales.
- ❖ Aplicaciones hidrológicas.



- ❖ Aplicaciones en agricultura. Como identificación de tipos de cultivo, recuento de plantas, medición del índice de área foliar, identificación de tipos de suelo y humedad de suelo, medición de la altura de la planta, control de deficiencias de nitrógeno, estimación de la biomasa, etc.
- ❖ Aplicaciones en el control de obras y evaluación de impactos.
- ❖ Aplicaciones en la gestión del patrimonio y herencia cultural.
- ❖ Aplicaciones urbanísticas.

El conocimiento topográfico y cartográfico, del terreno o zona de estudio, está relacionado con el posible desarrollo urbanístico, gestión del patrimonio, hidrología, explotación de recursos minerales y otros más.

➤ **BENEFICIOS**

El conocimiento topográfico y cartográfico, del terreno o zona de estudio, está relacionado con el posible desarrollo urbanístico, gestión del patrimonio, hidrología, explotación de recursos minerales y otros más.

- ❖ No arriesgan vidas humanas en cualquiera de sus aplicaciones.
- ❖ No están limitados por las capacidades humanas en cuanto a aceleraciones (fuerzas G) ni tiempos de misión.
- ❖ No están sujetos a ninguna necesidad ergonómica, el espacio de la cabina de mando puede ser utilizado para albergar todo tipo de sistemas de comunicación, control u operación.
- ❖ Fácil y rápido despliegue en misión.
- ❖ Operación en tiempo real a nivel táctico, operacional y estratégico.
- ❖ Reducen el tiempo de entrenamiento.
- ❖ Adaptabilidad a diversos cometidos gracias a sus cargas útiles modulares.
- ❖ Gran maniobrabilidad y poder de acceso a sitios inaccesibles para vehículos tripulados.
- ❖ Menor peso, menor consumo.
- ❖ Menor impacto ambiental tanto de contaminación (menores emisiones de CO₂) como de ruido.
- ❖ Menor coste de mantenimiento y elevada relación coste/eficiencia



- ❖ Elevada movilidad, discreción y sigilo.

➤ **LIMITACIONES**

A pesar de las enumeradas ventajas de la implementación del equipo tanto en el ámbito civil como militar, esta presenta algunas limitaciones actualmente:

- ❖ Dependencia de una estación de control en tierra (según su grado de autonomía).
- ❖ Vulnerabilidad y limitada capacidad de defensa.
- ❖ Limitaciones de peso y volumen de equipos a bordo.
- ❖ Dificultades de integración en el espacio aéreo (ya que en el país no existe una normativa que regule el tráfico aéreo de estas aeronaves dentro de la aviación civil).

2.2.5.3. CALCULO DE MODELOS DIGITALES.

➤ **DEFINICIÓN DE MDT, APLICACIONES Y MÉTODOS DE CAPTURA**

Un Modelo Digital del Terreno (MDT, DTM, DEM) es un conjunto ordenado de números que representa la distribución espacial de características del terreno. Aunque esta definición suele utilizarse para referir a la distribución de las elevaciones del terreno, el término modelo digital de elevaciones (MDT) para expresar tal distribución y diferenciarlos de otros modelos que describen diferentes características del terreno. Por este motivo en este trabajo se utilizará MDT para hacer referencia a la distribución de las elevaciones del terreno. Según Felicísimo (1994) "un modelo digital de elevaciones es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno".

Los modelos digitales de elevaciones tienen muchas aplicaciones. Entre ellas se encuentra la generación de modelos hidrológicos, cuencas hidrográficas, estudios de vegetación, cartografía de riesgos de inundación, modelos de propagación de incendios forestales, estudios de cuencas visuales, generación de perfiles del terreno, cálculo del movimiento de tierras y generación de modelos derivados como son el mapa de pendientes, orientaciones y rugosidad del terreno.



Existen diferentes técnicas para la captura de esta variable geográfica. Felicísimo (1994) establece una clasificación de los métodos de captura en directos o secundarios. En los primeros, se mide la altura directamente a través de una estación total, un GPS o los altímetros radar o láser. En los segundos, se obtiene la altura tras aplicar procesos fotogramétricos sobre fotografías aéreas o imágenes de satélite con recubrimiento. También se pueden obtener datos de manera indirecta a partir de la interferometría radar y la digitalización automática o manual de curvas de nivel y puntos acotados sobre cartografía existente. De entre todas estas técnicas, los sistemas LiDAR permiten medir una mayor cantidad de puntos por superficie. Sin embargo, las estaciones totales y los equipos GPS permiten definir con precisión elementos de la superficie, los puntos se distribuyen de manera más eficiente y se pueden repetir las medidas. La principal desventaja de estos métodos frente a los sistemas LiDAR es que resultan poco adecuados para superficies grandes y de difícil acceso, como las áreas forestales. Si comparamos los sistemas LiDAR y los productos obtenidos a partir de técnicas fotogramétricas, estos últimos se ven afectados por sombras. Además, en los casos de vegetación densa, la medición de las alturas de los árboles es menos precisa y la capacidad de penetración menor. En estos casos es necesario localizar zonas abiertas para medir la elevación del suelo, pudiéndose encontrar a una distancia demasiado grande del árbol cuya altura se quiere medir. En el caso de los sistemas LiDAR, aunque las precisiones en el cálculo del MDT y de variables forestales disminuyen en zonas densas de vegetación son mejores a las obtenidas en los procesos de restitución ya que entre un 20 y 40% de los pulsos pueden alcanzar el suelo. Por otro lado, y a diferencia de lo que ocurre en fotogrametría, no es necesario que los puntos aparezcan en dos imágenes, ni la toma de puntos de apoyo, ya que la georreferenciación del sistema LiDAR se basa en la utilización de un GPS diferencial, un sistema inercial, y de los tiempos emisión-recepción del haz de energía. Las principales ventajas del sistema LiDAR frente a la fotogrametría serían: una mayor densidad de puntos, una mayor precisión y la automatización de los procesos y la entrega más rápida de los datos.



➤ **MODELOS DE DATOS PARA EL MDT**

Para obtener un MDT a partir de datos LiDAR es necesario convertir los puntos obtenidos por este sistema en una superficie continua. Para realizar esta conversión, se utilizan frecuentemente dos estructuras: cálculo de TINs (Triangular Irregular Nets) o una imagen basada en una malla regular formada por celdas. El cálculo de un TIN se basa en el cálculo de triángulos formados por los puntos LiDAR. Este modelo presupone que los puntos incluidos en su interior pertenecen al plano formado por los puntos del triángulo. La elevación de cualquier punto que pertenezca al triángulo se obtiene por interpolación. La estructura basada en una imagen utiliza celdas como unidades de observación y en su interior asignan un único valor de altura. El modelo TIN tiene la ventaja de utilizar una densidad de puntos en función de la dificultad orográfica de la zona y permite seleccionar puntos críticos como cumbres, collados y líneas de cambio de pendiente. Por contra, las estructuras basadas en una imagen resultan más apropiadas para realizar operaciones de análisis de superposición, como la creación de modelos y detección de cambios. En el caso de los datos LiDAR, en los que se dispone de una alta densidad de puntos, ambos sistemas podrían considerarse adecuados para definir un MDT, siempre y cuando se utilice un tamaño de celda pequeño para el modelo imagen.

➤ **ALGORITMOS EN LA GENERACIÓN DE MDT A PARTIR DE DATOS LIDAR**

Los datos que registra un sistema LiDAR contienen información de las coordenadas de los puntos donde se producen las reflexiones, tanto si se producen en el suelo como en cualquier objeto que sobresalga de la superficie terrestre, como son los casos de la vegetación y edificios (Figura 3.20). Para obtener el MDT es necesario clasificar estos datos según pertenezcan al suelo o a objetos por encima de la superficie topográfica. Aunque este proceso, denominado filtrado, ha sido estudiado a partir de diferentes algoritmos, es muy difícil automatizarlo completamente. Los algoritmos de filtrado se pueden agrupar en las siguientes clases: basados en el cálculo de TIN, contornos activos, interpolación, morfológicos y los basados en la pendiente. Estos últimos suelen representar modificaciones de los cuatro primeros algoritmos. Por este motivo se analizarán de manera conjunta.



❖ **FILTROS BASADOS EN EL CÁLCULO DE TIN**

Estos filtros se basan en el hecho de que la superficie topográfica no suele presentar grandes discontinuidades en el relieve. Para el cálculo del MDT se parte de una primera triangulación a partir de una búsqueda inicial de puntos mínimos. A partir de aquí, Axelsson(2000) aplicó un proceso iterativo para la búsqueda de nuevos puntos mínimos. Para ello, se establecieron dos condiciones: que el ángulo del nuevo triángulo que se formó con el punto candidato fuera inferior a un umbral, y que el nuevo punto estuviera a una determinada distancia del punto más cercano del triángulo a modificar. Este algoritmo sirvió de referencia en el programa Terra Scan de 3D Laser Mapping. Sohn y Dowman (2002) realizaron una primera triangulación con los cuatro puntos mínimos más cercanos a los vértices del rectángulo que incluyó la nube original de puntos. A continuación, el punto más bajo de cada triángulo fue añadido en la siguiente triangulación. El proceso se repitió hasta que no hubiera ningún triángulo con un punto por debajo de ellos. Debido a que existían puntos pertenecientes al suelo que no fueron seleccionados, se estableció un nuevo algoritmo de búsqueda. Se basó en el cálculo de un área de influencia vertical y en seleccionar aquellos puntos que generaron tetraedros más planos.

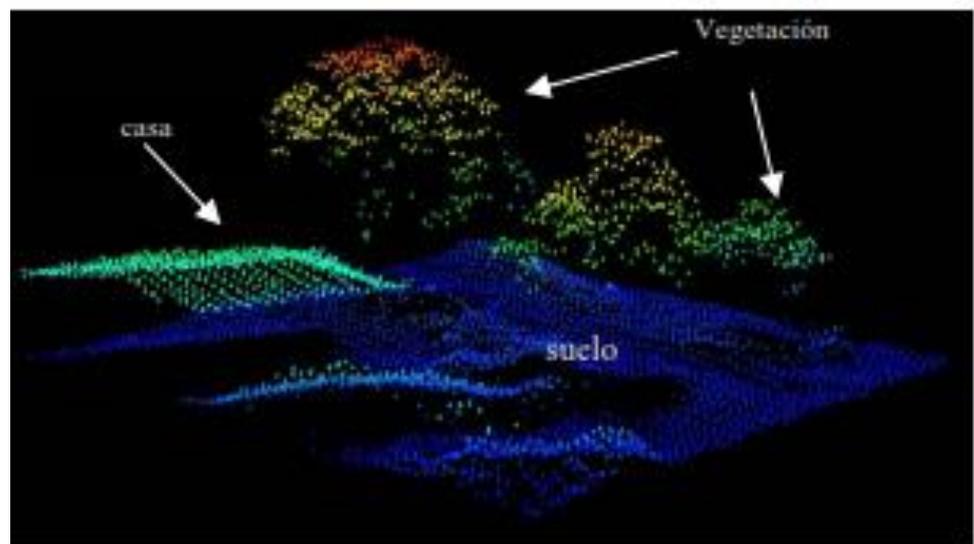


FIG. 63: Nube de puntos clasificados por su tonalidad de colores.



Fuente: Información generada por un sistema LiDAR aéreo en la que se pueden distinguir puntos correspondientes al suelo, a la vegetación y a la cubierta de una casa.

❖ **FILTROS BASADOS EN CONTORNOS ACTIVOS**

Este algoritmo utiliza un modelo de formas activo para representar un contorno tridimensional, el cual funciona como una red para eliminar puntos no pertenecientes al suelo. Elmqvist (2003) calculó una superficie horizontal por debajo de todos los puntos. A continuación, esta superficie se ajustó hacia arriba para encajarse con los puntos del terreno y descartar los puntos pertenecientes a la vegetación y edificios.

❖ **FILTROS BASADOS EN INTERPOLACIÓN**

El principal objetivo de los filtros basados en interpolación es comparar las elevaciones de los puntos y las estimadas a partir de varios métodos de interpolación. Para minimizar la influencia de puntos locales no pertenecientes al suelo son necesarios procesos iterativos. Lohmann (2000). Kraus y Pfeifer(1998) aplicaron un proceso iterativo basado en el cálculo de una superficie media usando todos los datos LiDAR. Para ello aplicaron una interpolación lineal basada en el cálculo de mínimos cuadrados con un conjunto de funciones de pesos. Los puntos pertenecientes a la superficie topográfica tenían residuos negativos, mientras que los puntos pertenecientes a la vegetación presentaban residuos muy pequeños o positivos. A partir de estos valores, se definió la función de peso con valores entre 1 y 0. A los puntos con residuos muy negativos se les asignaron pesos próximos a 1 y a los positivos el valor 0. Este algoritmo fue considerado en el programa SCOP++ del Instituto de Fotogrametría y Teledetección de TU Viena e INPHO GmbH.

Otro método de interpolación utilizado es el thin-plate spline (TPS). Brovelli (2002) utilizó este método para la separación de los puntos pertenecientes al suelo y los que pertenecieron a objetos por encima de la superficie topográfica. Para ello, los puntos situados por encima del spline calculado se clasificaron como puntos asociados a objetos



potenciales y los puntos por debajo, como puntos potenciales pertenecientes al suelo. Los bordes de los puntos pertenecientes a objetos se pudieron definir. Uniendo los bordes se obtiene que todos los puntos de su interior pertenecen a objetos si la altura es igual o mayor a la altura media de los puntos en el borde. Algunas modificaciones de este algoritmo adaptado a zonas con pendientes elevadas se pueden encontrar en Lee (2003). Evans y Hudak (2007) utilizaron un proceso iterativo aplicando una interpolación TPS modificando el tamaño de celda.

❖ **FILTROS MORFOLÓGICOS**

Un grupo importante de algoritmos está basado en la utilización de filtros morfológicos. Estas operaciones se basan en la aplicación de operaciones matemáticas sobre un conjunto de puntos incluidos en una ventana que se desplaza sobre la zona de estudio y de tamaño determinado. Dos operaciones básicas se suelen utilizar: dilatación y erosión.

La dilatación consiste en la selección del punto de cota máxima dentro de la ventana definida. Por el contrario, la erosión se basa en la selección del punto mínimo dentro de una ventana. Se pueden combinar estas operaciones dando lugar a una apertura y a un cierre. En la apertura, primero se aplica una erosión y luego una dilatación. En el cierre pasa lo contrario. Kilian. (1996) utilizaron un proceso iterativo en el que se aplicó un filtro de apertura incrementando el tamaño de la ventana entre pasos. A los puntos clasificados como suelo se les asignó un peso en función de la ventana utilizada, siendo menor al utilizar ventanas grandes. Una mejora de este método consistió en utilizar umbrales entre pasos. Si se elige un umbral para la diferencia entre la elevación de un punto seleccionado en un paso de la iteración y la asociada a ese punto en el MDT calculado en un paso previo, permitirá eliminar puntos seleccionados en cada paso cuya elevación difiera más de un cierto valor. De esta manera se puede obtener un MDT más preciso ya que se



eliminarían puntos asociados a cualquier objeto sobre la superficie terrestre, como la vegetación y los edificios.

Dentro del grupo de filtros morfológicos se puede incluir el algoritmo basado en un proceso iterativo de selección de puntos con elevación mínima, definiendo una ventana de búsqueda. Con estos datos se obtendría un MDT inicial. Posteriormente se realiza, a partir de los datos iniciales, una nueva selección de cotas mínimas aplicando ventanas de búsqueda menores. Los nuevos puntos seleccionados se comparan con el MDT inicial y se definen umbrales para eliminar, de entre estos puntos, aquellos cuya diferencia respecto al MDT inicial supere un determinado valor. De esta manera se eliminarían puntos pertenecientes a cualquier objeto sobre la superficie terrestre como la vegetación. Obtuvieron un primer MDT a partir de los puntos mínimos considerando un tamaño de ventana de 8x8 m. A continuación, se superpuso esta superficie con los puntos originales para determinar los que pertenecen a la superficie topográfica. Para ello, se utilizaron umbrales de 0,5 y 1 m. seleccionaron los puntos mínimos incluidos en celdas de tamaño 5x5 m. A partir de estos datos calcularon una imagen a la que se le aplicó un filtro de mínimo de 3x3. Wack y Wimmer (2002) calcularon el MDT a partir de la selección del punto más bajo entre el 99% de los puntos dentro de una celda con un tamaño decreciente en cada paso. Se utilizaron los tamaños 9, 3 y 1 m. En cada paso se aplicó un filtro laplaciano para eliminar objetos no pertenecientes al suelo. Clark (2004) empezaron la búsqueda con una ventana inicial de 20x20 m y luego utilizaron los tamaños 15x15 m y 10x10 m. El umbral entre pasos con el que obtuvieron mejores resultados fue 0,25 m. Yu (2004) consideraron para la búsqueda de puntos mínimos los siguientes vecindarios decrecientes: 7, 5, 3, 2, 1 y 0,5 m. Una variante de esta metodología fue utilizar un tamaño de ventana según la heterogeneidad estructural del dosel. El tamaño de ventana idóneo para la búsqueda de puntos pertenecientes al suelo dependerá de varios factores entre los que se encuentra las dimensiones de los objetos por encima del suelo, la pendiente del terreno y la densidad de datos LiDAR. En zonas con una



cubierta densa de árboles, lo que dificulta la penetración del haz de energía, cabe esperar que la utilización de ventanas de mayor tamaño proporcione mejores resultados.

Vosselman (2000) utilizó un filtro centrado en cada punto y aplicado a su vecindario basado en un cono para buscar los puntos por debajo de él. Si no hay puntos por debajo del cono, entonces el punto del centro del cono es considerado como punto terreno. El resto de los objetos son considerados puntos no pertenecientes al suelo. De esta forma, se puede modelar la variación de altura admisible en función de la distancia y con estos datos clasificar los puntos pertenecientes al suelo de los que no lo son. Variaciones de este método, en las que se tiene en cuenta la pendiente, pueden encontrarse en Sithole (2002) y en Roggero (2002).

➤ **FACTORES QUE AFECTAN A LA PRECISIÓN DE UN MDT**

La precisión en el cálculo del MDT a partir de datos LiDAR depende de varios factores. Los agruparon en cuatro clases: errores asociados al sistema LiDAR (GPS, INS, laser escáner), metodología y algoritmos, características asociadas a los datos y la complejidad de la superficie terrestre. En cuanto a los primeros, las empresas que realizan los vuelos suelen llevar a cabo un estudio sobre la precisión de las mediciones realizadas por el equipo GPS y el sistema inercial. Una forma de validar la precisión del sistema LiDAR es analizar las diferencias entre los datos medidos en campo y los obtenidos con los datos LiDAR en zonas de control, como pueden ser las zonas llanas sin vegetación o en tejados planos.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta otro tipo de errores asociados a un mal funcionamiento del sistema que genera puntos con un valor anómalo de elevación, pudiendo ser más altos o más bajos de lo real. A veces, los valores más altos están causados por la intersección del haz de energía con aves. Estos errores se pueden eliminar a partir de la selección de los puntos con elevación superior o inferior a un percentil calculado a partir de todos los datos.



En cuanto al factor de la metodología y algoritmos, se puede encontrar una comparación y clasificación de ellos en Sithole y Vosselman (2004). De los métodos analizados, los algoritmos que utilizan superficies locales suelen dar mejores resultados. Todos los métodos comparados por estos autores dieron buenos resultados en áreas abiertas con poca pendiente. Sin embargo, los errores aumentaron en zonas urbanas complejas y en terrenos rugosos con pendiente elevada.

Otro de los factores a considerar en la precisión de un MDT lo constituyen las características de los datos asociadas a su adquisición o registro como pueden ser la altura de vuelo, la densidad de puntos, si hay varios retornos o el ángulo de escaneo. A mayor altura de vuelo y de ángulo de escaneo aumenta el error. La densidad y distribución de los puntos es un factor decisivo en la fiabilidad y calidad de los MDT (Baltasvias, 1999). Hyypä ,2005) analizaron el efecto de la variación de la altura de vuelo y la densidad de pulsos sobre la precisión en el cálculo del MDT.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

CAPITULO III

MATERIALES Y METODO



3.1. UBICACION, POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. UBICACION

La zona donde el proyecto se desarrollará se encuentra localizado en el centro poblado de Ayash Pichiu, distrito de San Marcos, provincia de Huari, Departamento Ancash.

El centro poblado Ayash se ubica en las coordenadas: Latitud Sur $9^{\circ}31'22''$, Longitud Oeste $77^{\circ}1'11.2''$, coordenadas UTM WGS 84 zona: 18 L (Este: 278335.60, Norte: 8946767.59), está a una altitud de 3608 msnm. (Metros sobre el nivel del mar), en la sierra Ancashina, ubicada a 200 km de la ciudad de Huaraz, en el norte del Perú.

Limita por el norte con el distrito San Pedro de Chana, Sur con la minera Antamina, Este con el distrito de Puños ubicado en Huánuco y por el Oeste con el distrito de Huaripampa.

Ubicación Política

Distrito : San Marcos

Provincia : Huari

Departamento : Ancash

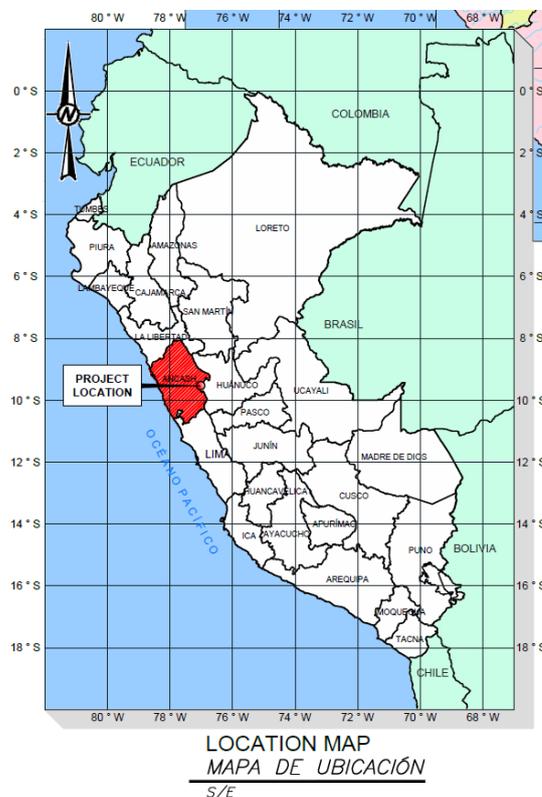
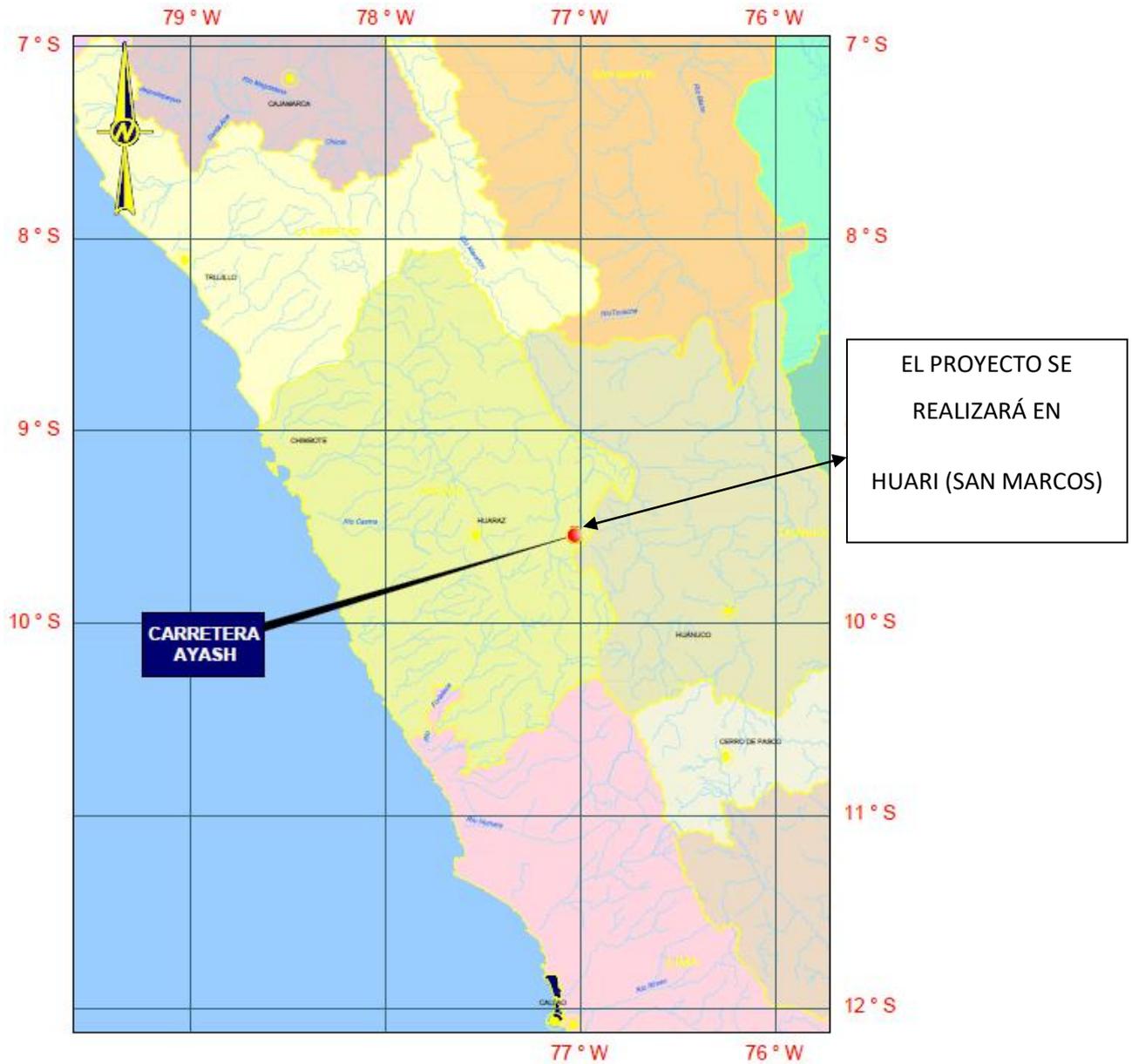


FIG. 64: Mapa de Ubicación.

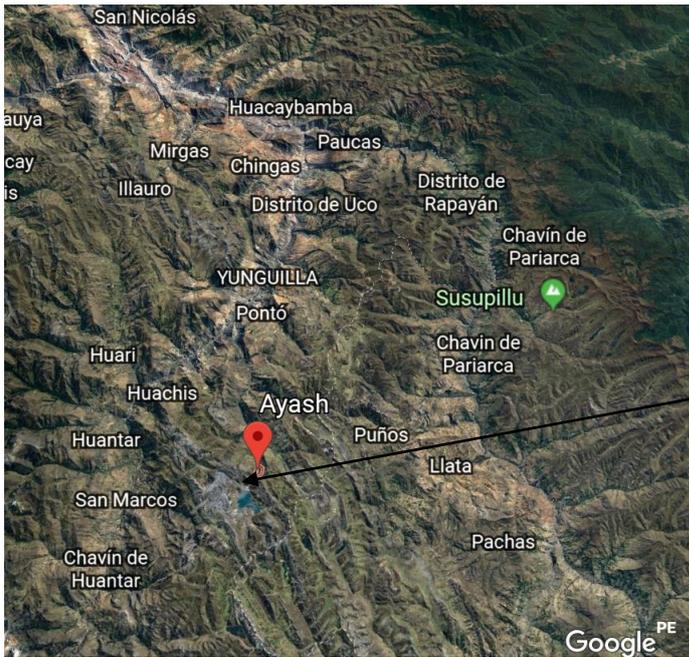


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".





TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



EL PROYECTO SE
REALIZARÁ EN
HUARI (SAN MARCOS)



FIG. 65: Vista transversales de inicio donde empezara la carretera.



FIG. 66: vista intermedia por donde se trazó la carrete



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

La carreta Ayash comprende desde la comunidad Ayash hasta el cruce de la carretera principal que se dirige al Distrito de San Marcos. Un gran tramo pasa por las operaciones de la compañía minera Antamina, este trazo se realiza teniendo en cuenta los límites de propiedad además de no interferir o impactar en las operaciones de la minera.





3.1.2. POBLACION

Su extensión geográfica es 2.41km² y una población de 3200 con 663 viviendas habitantes según el censo del 2017.



FIG. 67: Censo de la población de Ayash



3.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD AYASH.

El 40% de los pobladores trabaja en la compañía minera Antamina y el 60% se dedica al cultivo de papa y trigo teniendo una producción de 796 toneladas de papa y 564 toneladas de trigo en cada cosecha, adicionalmente depende de la temporada.

El gobierno tiene diversos programas para apoyar a los pequeños y medianos agricultores. Uno de los programas es RAE el cual está destinado al mayor número posible de agricultores que cumplan con los criterios de elegibilidad.

La compañía minera Antamina tiene en sus políticas apoyar a la comunidad Ayash mediante charlas informativas de cómo mejorar los cultivos en la zona.



FIG. 68: Cosecha de la Comunidad de Ayash

3.1.4. RECURSOS ECONOMICOS

El crecimiento económico de sus pobladores es notable ya que el 40% de la comunidad de Ayash trabaja en la compañía minera Antamina y perciben un salario promedio de 4,000.00 nuevos soles mensuales además de percibir utilidades anuales promedio de 100,000.00 nuevos soles lo cual conlleva que dichos pobladores adquieran vehículos automotores y para lo cual necesitan una carretera apropiada para dirigirse a sus respectivas viviendas.



El 60% se dedican al cultivo de papa y trigo por lo cual reciben por cada cultivo de papa la cantidad de 398,000 nuevos soles y por el trigo la cantidad 394,800 nuevos soles.



3.1.5. MUESTRA

Nuestro estudio está dentro del centro poblado Ayash con una longitud de carretera de 3 km aproximadamente según datos topográficos obtenidos en campo y cuenta con las siguientes características.

- El nuevo diseño de la carretera está fuera del límite de propiedad de la minera Antamina.
- El ancho de la nueva carretera es de 10.00 m diseñado para volquetes y buses. Dentro de los 10m se colocara la cuneta triangular ($h=0.30$ y $A=1.00$) y guardavía quedando como ancho efectivo 7.50m.
- Está conformado por curvas compuestas ya que el terreno no permite colocar radios más grandes porque el costo de la vía aumentaría considerablemente.
- En 25% de la longitud de la carretera el terreno es plano con un promedio de pendiente transversal de 8%, el 30% es accidentado con un promedio de pendiente transversal de 75% y el 45% escarpado con una pendiente transversal de 200%. De acuerdo al reglamento de ministerio de transportes.

3.1.6. MÉTODO

- Inductivo



3.1.6.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo es un estudio de tipo descriptivo, ya que se orientará a especificar las características y las propiedades del lugar y del problema que se está analizando, de manera que se pueda desarrollar un proyecto de lo más factible adecuada al a zona.

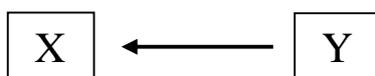
Esto se logrará a través de la recolección de datos ya existentes y el análisis sobre diversos aspectos como topografía convencional, aerofotogrametría con drones entre otros.

La investigación aplicada, guarda íntima relación con la básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos.

La investigación descriptiva, según se mencionó, trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

3.1.7. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación a utilizarse será la descripción, presentado por el siguiente esquema:



Dónde:

X : Alternativas de solución

M : Realidad de la zona.

3.1.8. VARIABLES DE ESTUDIOS Y OPERACIONALIZACION

3.1.8.1. Variables:

- **Variable independiente (V2):** Características de la zona Ayash.
- **Variable dependiente (V1):** Longitud y sección de la carretera.



VARIABLE	MEDIDOR	INDICADOR
V1	TOPOGRAFIA DE LA ZONA	m
	POBLACION	Hab.
V2	FLUJO VEHICULAR	q
	VELOCIDAD	m/s
	TIPO DE MATERIAL	w
	DIMENSIONES	m

FIG. 69: Variable - Medidor - Variable

3.1.9. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A. Instrumentos metodológicos

- + Datos INEI
- + Municipalidad (Datos de flujo vehicular)

B. Instrumentos de Ingeniería

Programas (Software)

- + Microsoft Word : Procesador de datos.
- + Microsoft Excel : Procesador de datos numéricos.
- + Auto CAD 2017 : Elaboración de planos.
- + Auto Civil 3D 2017 : Topografía.
- + EMotion : Planificación del vuelo con Drone
- + Postflight Terra 3D : Procesamiento de vuelos Aerofotogramétricos.
- + Global Mapper : Filtración de nube de puntos.

Materiales de campo

- + 1 Rollo de plástico blanco
- + 1 spray color rojo
- + 1 Tijera
- + 3 pares de guantes
- + 1 wincha de 5 mts



Equipos

- ✚ Estación Total
- ✚ Trípode
- ✚ Prisma
- ✚ Drone Ebee
- ✚ Cámara fotográfica digital
- ✚ GPS Diferencial

Instrumentos de escritorio

- ✚ Papel Bond A4 - 80gr
- ✚ Lapiceros
- ✚ Corrector
- ✚ Engrapador
- ✚ Perforador
- ✚ Plumones
- ✚ Resaltadores

3.1.10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

- Planificación de vuelos aerofotogrametricos
- Toma de Datos.
- Registros y procesamientos de datos.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

CAPITULO IV

PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACION



4.1. FASE 01–GABINETE PLANIFICACIÓN DE PROYECTO

4.1.1. SELECCIÓN DE LA ZONA DE VUELO.

Con la ayuda del google Earth selecciono la zona de vuelo, donde está incluida el área de trabajo, esta zona de vuelo tiene que tener una visualización más amplia del área requerida y de las posibles dificultades que se puedan presentar. Ya contando con el perímetro de trabajo dividido la zona de vuelo en partes, teniendo en cuenta las características del Drone Ebee, 5 pixeles y verificando el respectivo traslape que tiene que tener cada área de vuelo.

El punto de partida del drone es la presa de relaves Antamina porque es una zona plana y la más alta del proyecto denominado como P1(Este = 276703.10, Norte = 8945393.30, Elv= 4130 msnm). Este punto de partida también es el punto de aterrizaje del drone.

Para el vuelo se ha tomado los siguientes parámetros:

- 1.- La velocidad del drone Ebee 10m/s.
- 2.- Tiempo de vuelo máximo 20 minutos (esto se debe que cada batería tiene una duración máxima de 24 minutos desde la partida)
- 3- El traslape longitudinal de cada foto será de 75%.
- 4.- El traslape transversal de cada foto será de 85%.
- 5.- Altura de vuelo 300 m (el drone volara 300 m paralelo a la superficie de terreno que volaremos). Con dicha altura garantizamos que el drone no se estrella en cualquier punto de la quebrada donde pasara el acceso Ayash).
6. Radio de trabajo 3500m (Fuera de dicho radio el Ebee no saldrá a tomar fotos y regresará al punto de partida).
7. Altura máxima 1000m (más alto de esta altura el ebee no volara y regresara a al punto de partida).
8. La forma de despegue del ebee es circular hasta que llegue a la altura de 300m y al punto de inicio de la misión.
9. La misión del vuelo debe estar en sentido contrario al viento.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



FIG. 70: Zona de vuelo.

4.1.2. SIMULACIÓN DE VUELO

Con la ayuda del programa eMotion 2 que es compatible con el Drone Ebee realizamos la simulación de vuelo el cual nos ayuda para poder controlar parámetros antes mencionados. También puedo Monitorear el vuelo en 3D con la ayuda del google Eart.

En la simulación identificar si el programa manda alguna alerta para identificar algún parámetro que este mal y asegurar una buena misión del ebee.

Cuando la simulación no tiene ninguna alerta u observación se guardó en la ruta más conveniente. El archivo tiene una extensión afp.

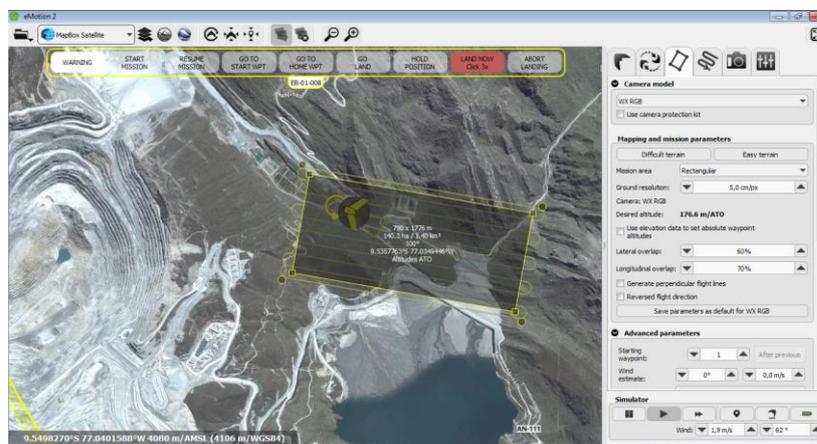


FIG. 71: simulación de vuelo en el programa eMution 2.



4.1.3. PRE COLOCADO DE PUNTOS DE CONTROL

Con ayuda del Google Earth visualizamos el área a volar e identificamos los posibles puntos de control estratégicos. Identificamos puntos por vuelo (como es una quebrada se colocó 2 denominado P1 y P2 en la parte superior de la presa ya que son los más accesibles y el último punto en la parte más baja de la quebrada denominado P3 para tener un mejor ajuste.)

Estos puntos no son necesariamente exactos.

Se extrae las coordenadas para replantear en campo.

En campo se modifica de acuerdo a criterio.



FIG. 72: Tomas de las crucetas marcadas en el terreno para los traslapes.

4.2. FASE 02-CAMPO LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRÍA

4.2.1. COLOCACIÓN DE PUNTOS DE APOYO, MARCADO.

Ya en campo se procede a realizar el replanteo de los puntos de apoyo, inicialmente realizados en el pre colocado de puntos de apoyo, para ello nos colgamos a la base de datos de la mina y realizamos el replanteo con un GPS diferencial.



En cada punto de apoyo que se replanteo se dejó marca con plástico de color blanco con un diámetro aproximado de 3m. Esta marca en forma de cruz.

Los 2 puntos de apoyo del pre colocado se modificaron aproximadamente 1m ya que estaba muy borde de la presa. El tercer punto si se colocó de acuerdo al pre colocado.

El punto que se toma con GPS es el centro de la cruz.



FIG. 73: Marca del punto P2

4.2.2. FACTORES INICIALES PARA EL VUELO DEL DRONE

4.2.2.1. REVISION Y ESTADO DEL EQUIPO

Se debe de verificar el Estado del equipo la Carga de Batería del Drone, La Carga de Batería de la cámara la Hélice debe de estar fija y en su Posición.

Buen estado de Las Alas.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



Conexión de La Cámara al dron



Hélice Fija al Equipo



FIG. 74: Partes del Dron Ebee



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

4.2.2.2. ENSAMBLADO DEL DRONE EBEE

Colocación de Alas de Drone, se debe colocar con cuidado ubicando las varillas de drone con el soporte del drone y el acople del Servo



Una vez ya acoplado el servo con las alas se debe de empujar suavemente para que los acoples se unan a drone



El Acople debe de quedar de la siguiente manera ajustada.





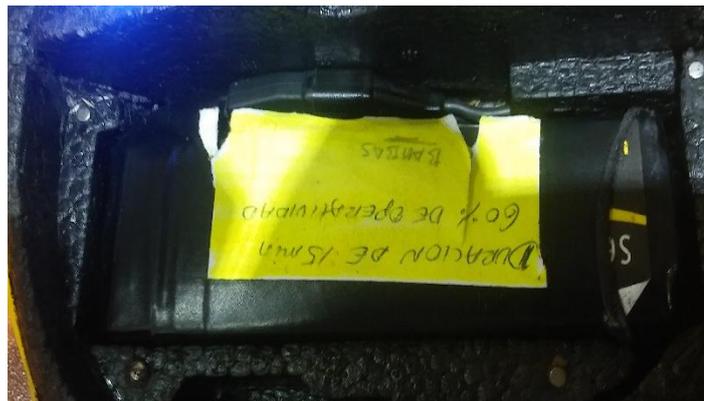
TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

4.2.2.3. COLOCACION DE LA BATERIA

Se debe de colocar el Acople de la batería tal como se muestra en la Imagen Siguiente.



La batería debe de quedar en una buena posición tal como se muestra en la Imagen.



4.2.2.4. COLOCACION DE RADIO COMUNICACIÓN DATA LINK.

Radio Modem (Data Link).





TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Colocación de Data Link a la Laptop de Trabajo.



Posición del Data Link durante el Vuelo del Equipo



4.2.3. SELECCIÓN DE LA ZONA DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE.

Nos dirigimos a la zona más alta (4130msnm) y plana de la presa para enviar al dron a su respectiva misión.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



Figura 1: Zona de aterrizaje.

4.2.4. VERIFICACION CLIMATICA

4.2.4.1. VERIFICACIÓN DEL VIENTO.



FIG. 75: Simulación del sentido del viento.



4.2.4.2. VERIFICACION DE POSIBLES TORMENTAS

Con ayuda de un detector de tormentas se procede a verificar que tan próxima están las tormentas, ya que sería poner en riesgo el drone ante estas condiciones.

4.2.4.3. VERIFICACION DE RAYOS SOLARES

Visualmente se identifica que tan fuertes están los rayos solares para garantizar buenas fotos. La condición adecuada es intermedia entre nublado y rayos solares.

4.2.5. CAPTURA DE INFORMACIÓN

4.2.5.1. INICIO DE VUELO DRONE

Se abre el Programa Emotion para cargar el Vuelo antes planificado al Equipo y su respectivo monitoreo.

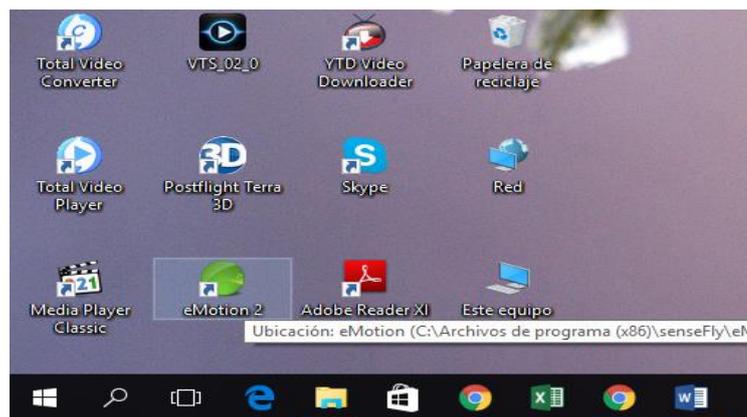
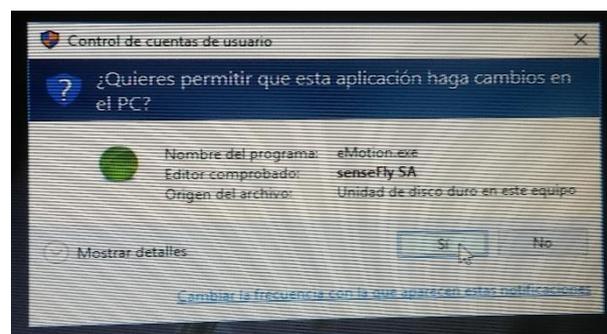


FIG. 76: Software para programación de vuelo

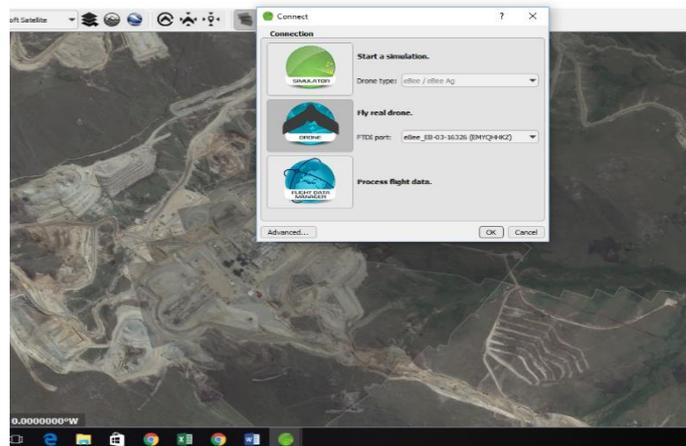
Una vez Abierto el programa saldrá una ventana con un mensaje la cual Daremos si tal como se muestra en la Imagen.



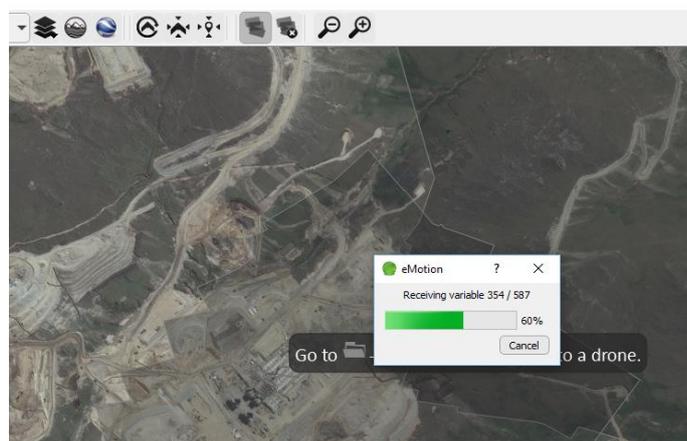


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Una vez Abierto el Programa saldrá Una ventana con el reconocimiento del Equipo la cual le daremos OK para para continuar tal como se muestra en la Siguiete imagen.



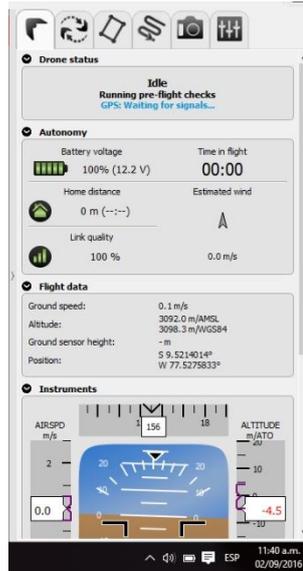
El Programa carga la comunicación del Equipo con el Drone.



El equipo una vez conectado presenta sin GPS tal como se muestra en la imagen.

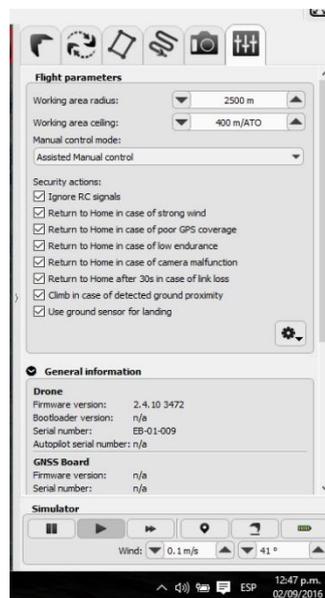


TESIS: “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH”.



Una vez el Equipo haya obtenido GPS ya está listo para realizar el vuelo, se Procederá a Cargar la misión de vuelo.

Se verifica el Radio de Trabajo y La altura de tope de Vuelo (Ato) tal como se muestra en la siguiente Imagen.



Los cambios del Radio de Vuelo y el Tope de ATO se recomiendo cambiar a una Distancia de Radio de Vuelo mayor de 3000 como

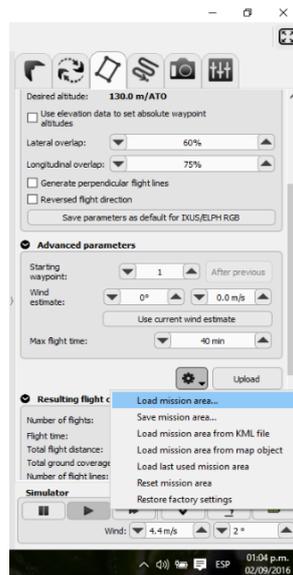


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

recomendación y el tope de Vuelo será 3 veces la Altura por Pixeles
Ejemplo si Vuela a 10 cm/pix este tendrá una altura de 324.90
entonces la Altura de Tope de Vuelo ATO será de 974.70 a esta
distancia se le Redondeará a 1000 por seguridad.

Se realizara la Planificación de Vuelo, ya sea Crearlos en Campo o
Cargar los vuelos Guardados y Planificados en oficina, Previa
simulación, Se recomienda todo vuelo sea Planificado en Oficina y
Simulado Ya que esto ayudara a poder Verificar cualquier falla que
tenga el equipo por problemas de Obstáculos en Recorrido del
Equipo al Dirigirse a la misión cargada, Estado de batería y tiempo
de Vuelo.

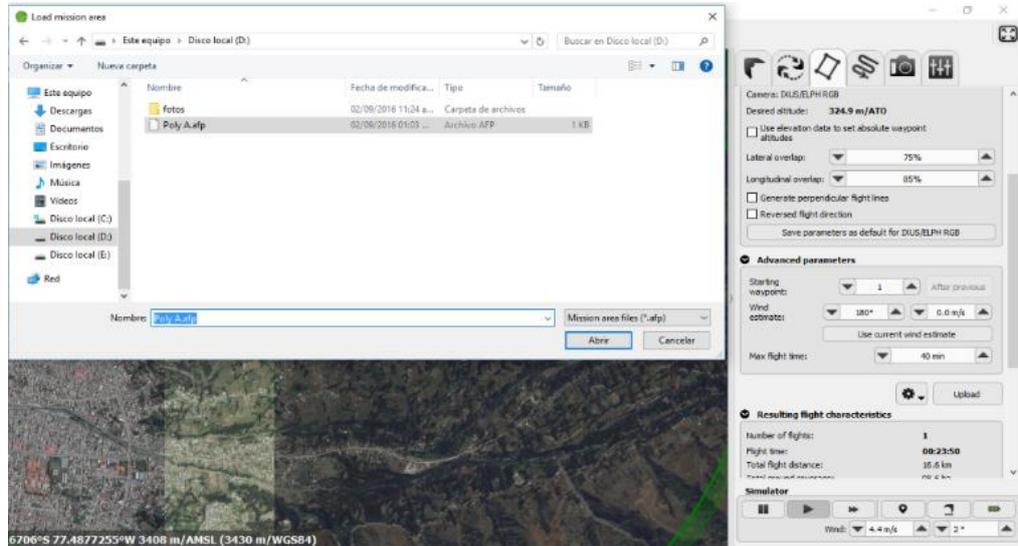
Cargado de Misión de Vuelo Planificado en Oficina.



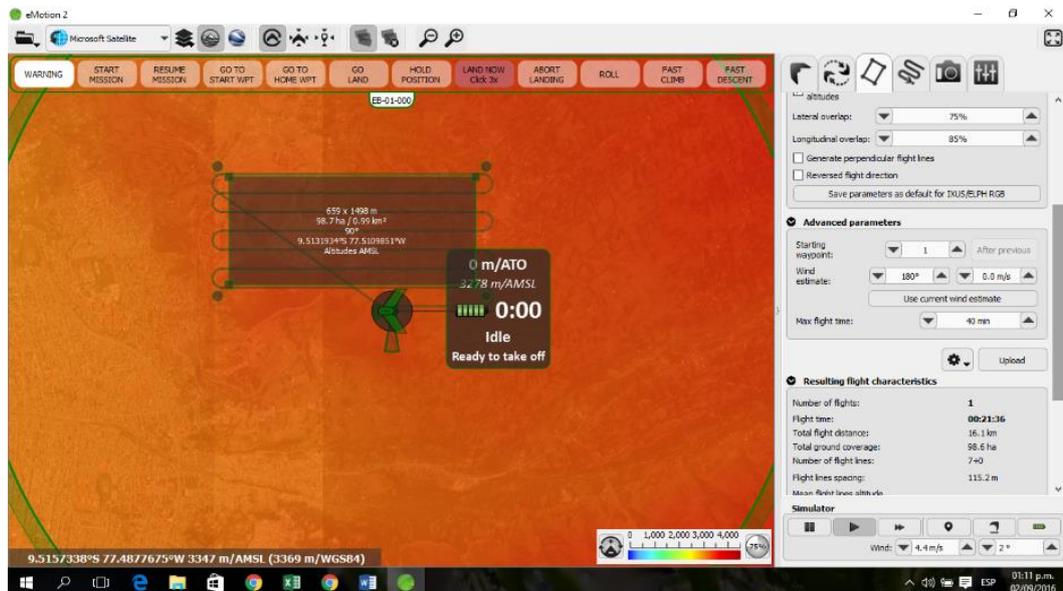


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Se Precederá Buscar el Archivo de Vuelo.



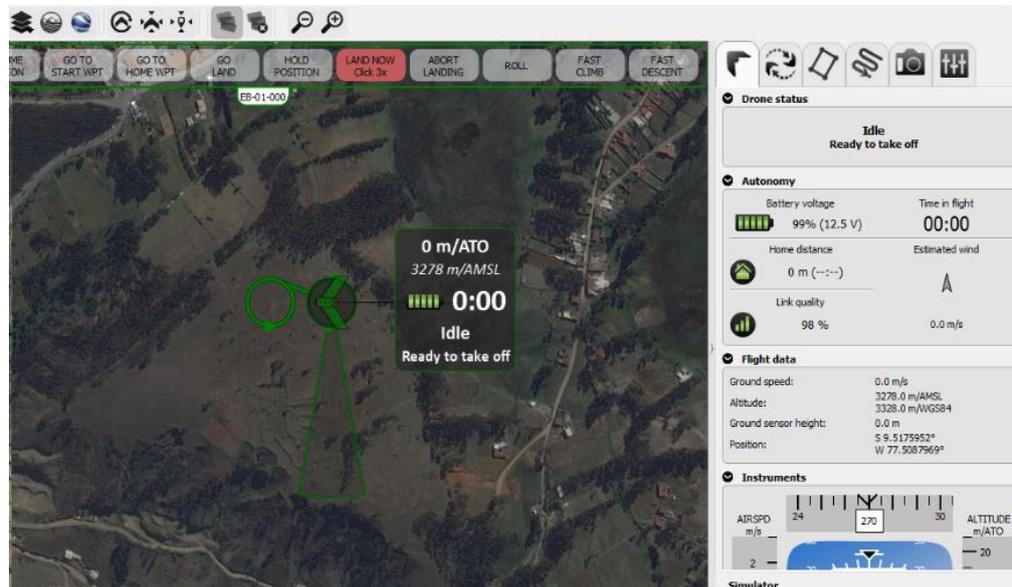
Ya cargado la misión en formato **.afp** se podrá Visualizar la Misión Cargada con el Tiempo de Vuelo Y todos los parámetros Modificadas en Oficina



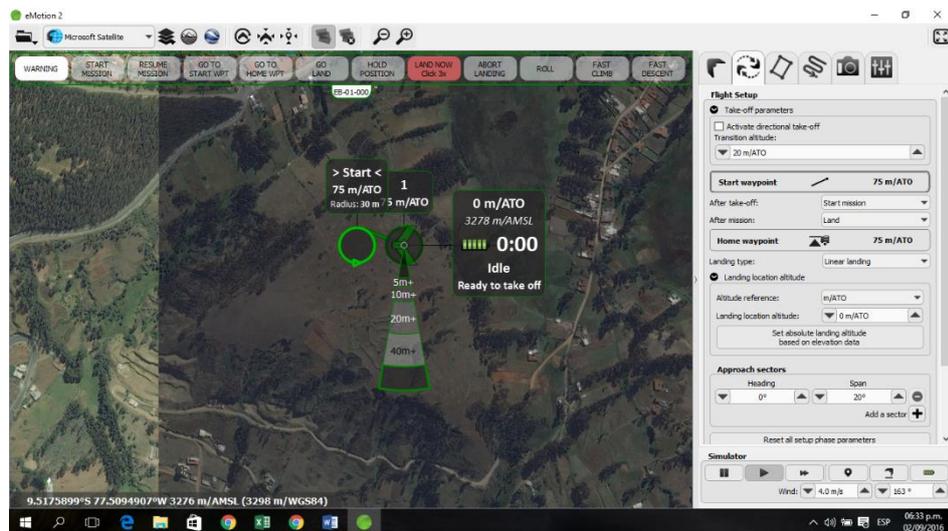


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Una vez Cargado la Misión de Vuelo se Procederá a Ubicar el área de despegue y aterrizaje del Equipo.



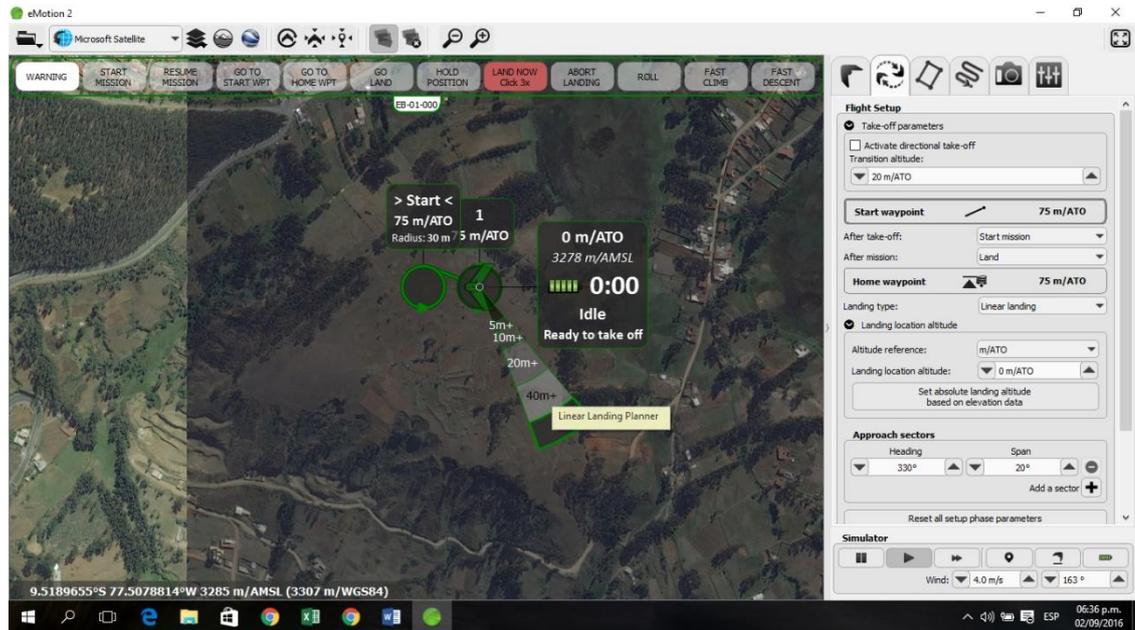
Para mover la dirección de despegue del Equipo se Procederá realizar Click y Girar con el Muds la Dirección del Equipo.



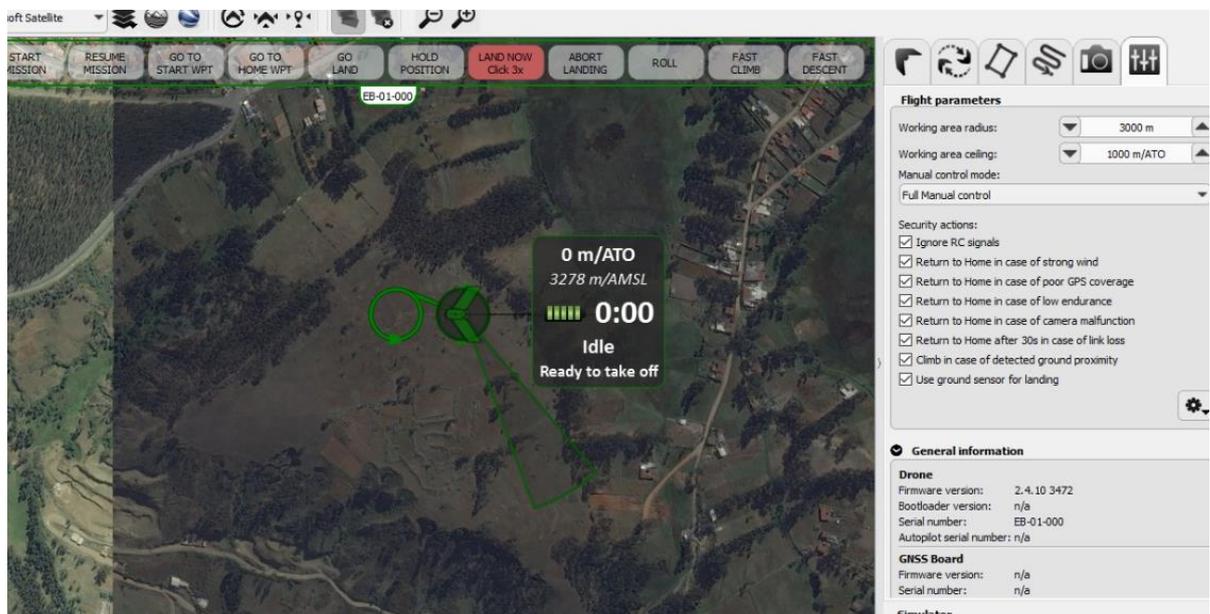


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Igualmente, a la Dirección de Aterrizaje del Equipo.



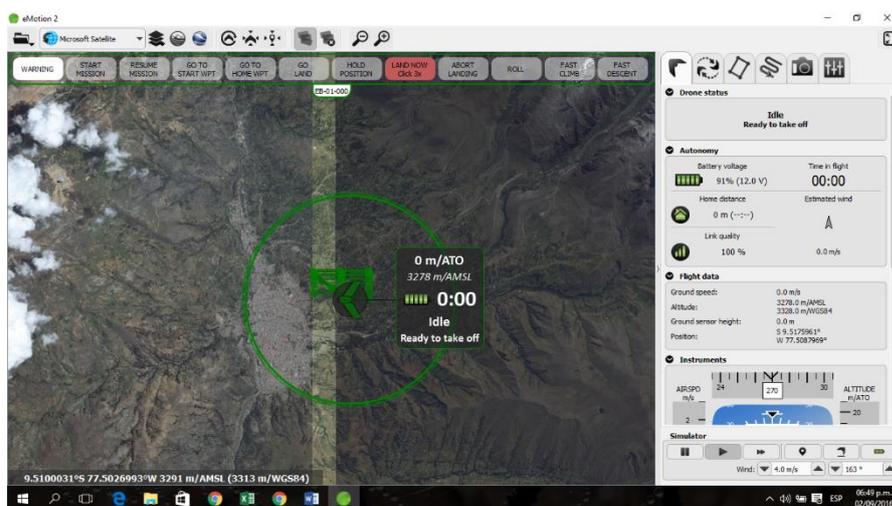
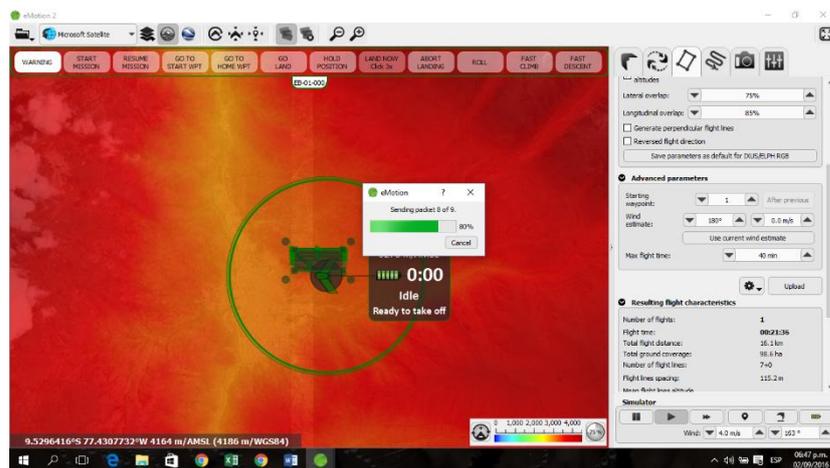
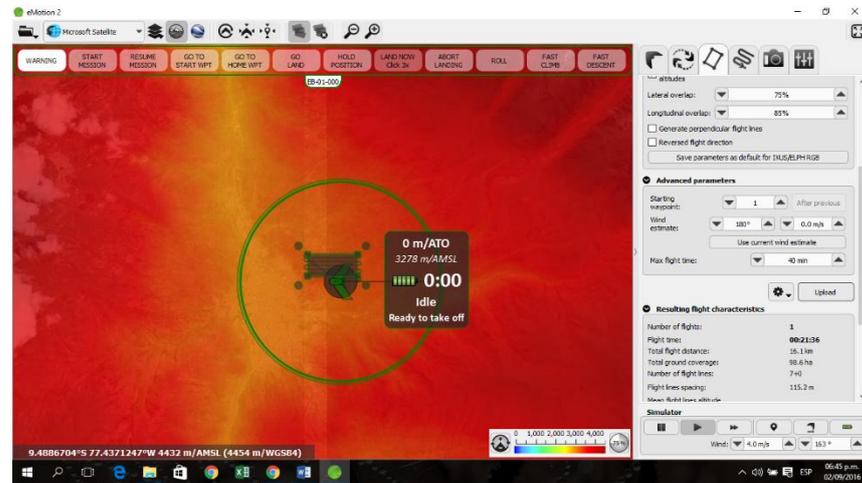
Una vez realizado la ubicación de Despegue y Aterrizaje del Equipo se Procederá revisar Nuevamente el Radio de Trabajo y La Altura de Ato





TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Ya verificado El Radio De Vuelo y la Altura de Ato se procederá A Cargar la Misión de Vuelo al Equipo dándole Click a Upload tal como se Muestra en La Imagen





TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Con estos pasos el Equipo queda listo para Realizar su Vuelo. Se recomienda estar atento al Monitoreo del Equipo Constante para poder Reaccionar a Cualquier Eventualidad del Equipo y Poder realizar cambios o Modificación de retorno de Vuelo a Cualquier emergencia que el Equipo Tenga.

Mientras el Drone realiza el vuelo planificado se va monitoreando todo el proceso como se indica y con ello va recolectando información, mediante fotografías georreferenciadas fotografía 46



FIG. 77: Recorrido y recopilación de fotos (cada cruceta es una toma).

FASE 03-CAMPO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

4.2.6. PUNTOS DE LECTURA

Se realizó la lectura de los puntos de apoyo con GPS diferencial el cual estuvo conecta a la base llamado ANTA. El sistema de coordenadas es PSAD 56.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

Las coordenadas de los puntos base son:

ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
276703.10	8945393.30	4130	P1
276330.60	8945096.80	4128	P2
276690.30	8945849.60	3850	P3

FIG. 78: Cuadro de Coordenadas Base



FASE 04-GABINETE PROCESO DE INFORMACIÓN

4.2.7. BAJADA DE DATOS DESDE CAMARA

- Conectar la cámara del DRONE a la PC con el cable USB; en la ventana emergente seleccionar EXAMINAR ARCHIVOS y abrir la carpeta donde se almacenaron las fotografías.



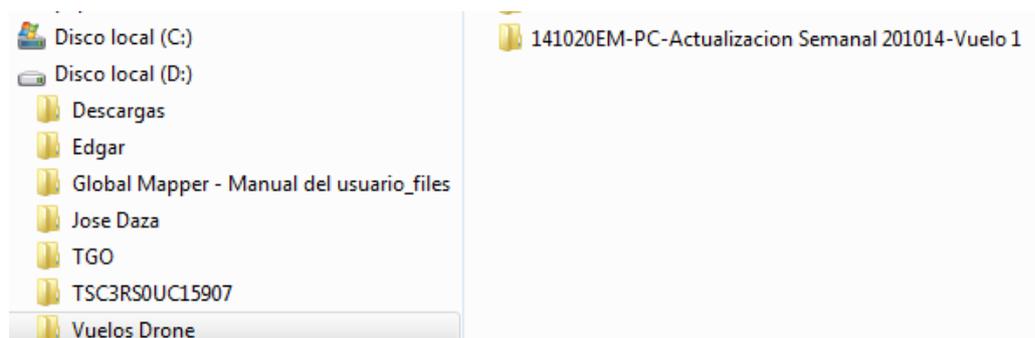
TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



- En la carpeta se encontrarán todas las imágenes capturadas.

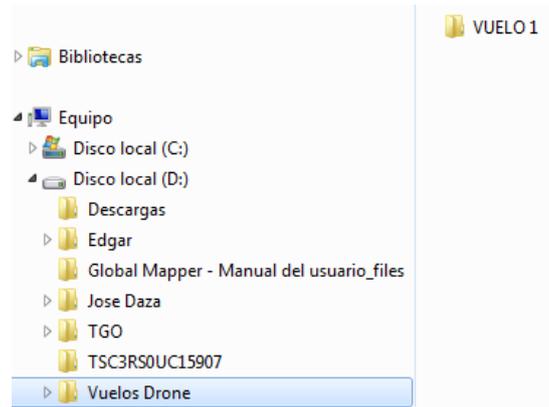


- Antes de copiar las fotografías de la cámara, se debe crear una carpeta (de preferencia en alguna partición que tenga capacidad superior a los 100GB disponibles) donde se almacenaran las fotografías y los resultados del procesamiento





- Dentro de la carpeta anterior, crear una carpeta (VUELO 1), aquí se copiaran todas las imágenes capturadas por la cámara del DRONE



- Después de pegar las imágenes copiadas están aparecerán en su respectiva ruta.



4.2.8. BAJADA DE DATOS DESDE DRONE EBEE

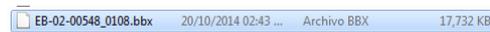
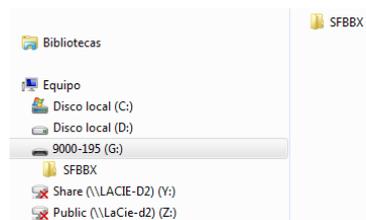
- Conecta el dron e a PC mediante un cable.
- Aparecerá la siguiente carpeta.



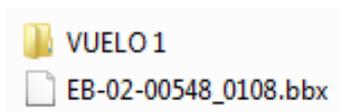
TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



- Damos click en abrir y buscamos el archivo con extensión BBX



- Guardamos el archivo bbx en la ruta correspondiente.



4.2.9. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES CON EMOTION 2

- Abrimos el programa emotion y hacemos click en flight data manager.

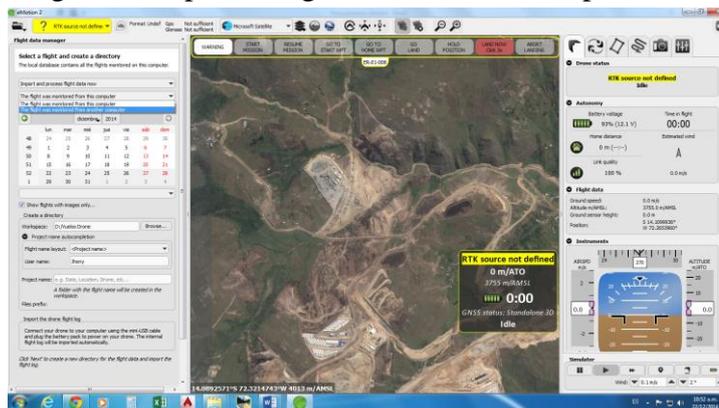


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

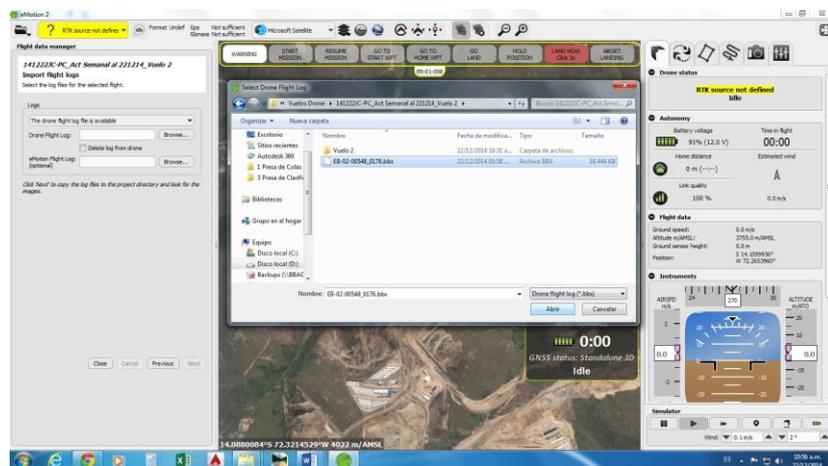


FIG. 79: Procesamiento de Datos con Emotion

- Elegimos la opción elegir archivos desde carpeta

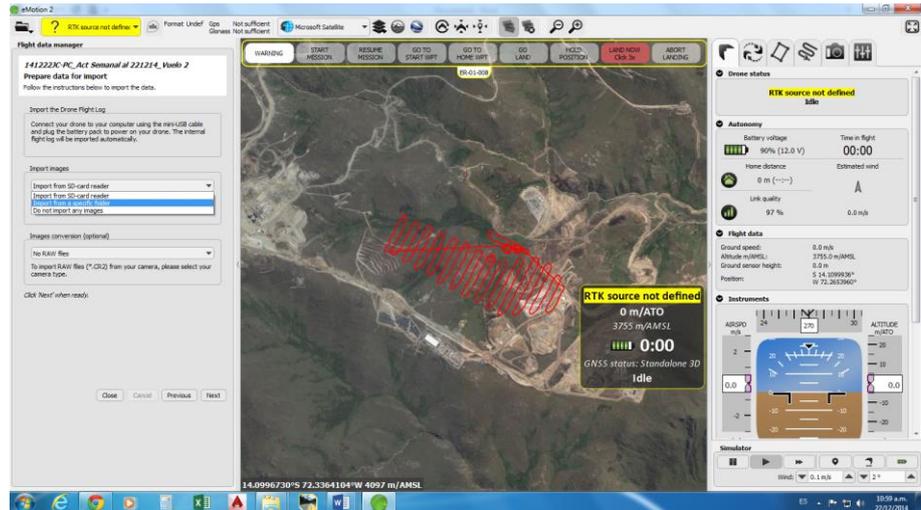


- Seleccionamos el archivo de referenciación de imágenes descargado del drone (extensión bbx)





TESIS: “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH”.



- Importamos las imágenes anteriormente descargadas desde la cámara.



- Por último, se da OK y el programa exporta las mismas imágenes referenciadas y ajustadas con el archivo bbx, las cuales servirán para el proceso final en Postflight Terra.



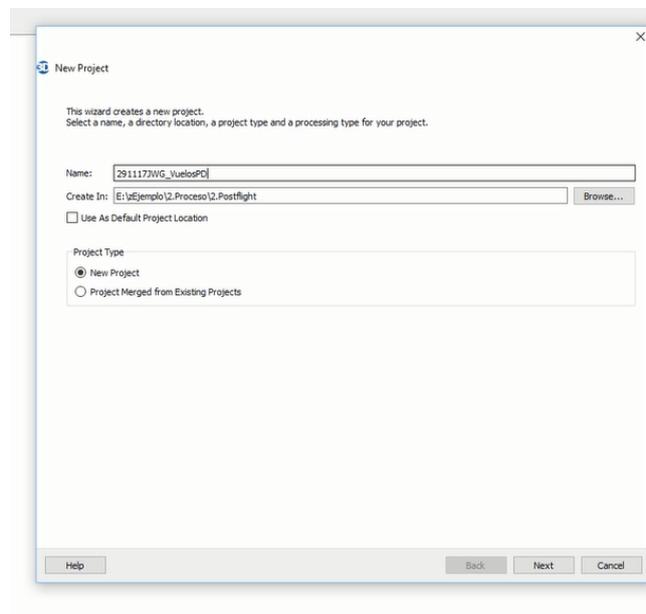
TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

PROCESO DE ORTHOMOSAICO Y MDT

- Se abre el programa Postflight Terra y se crea un nuevo proyecto.



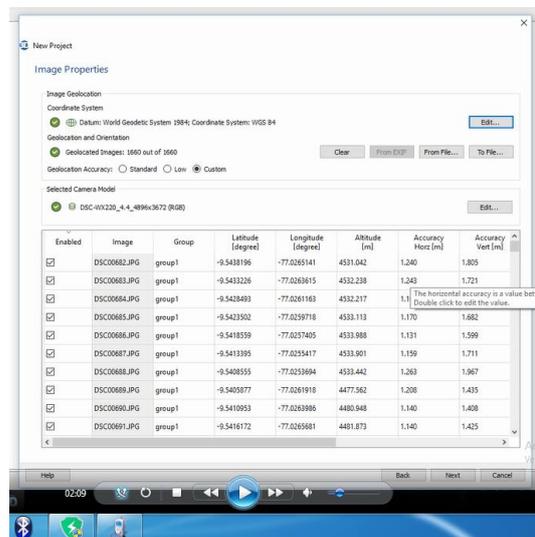
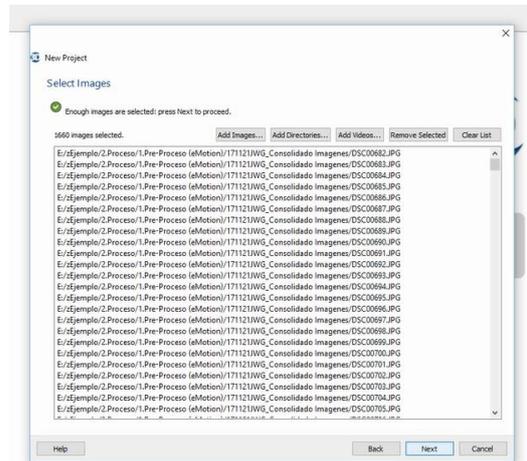
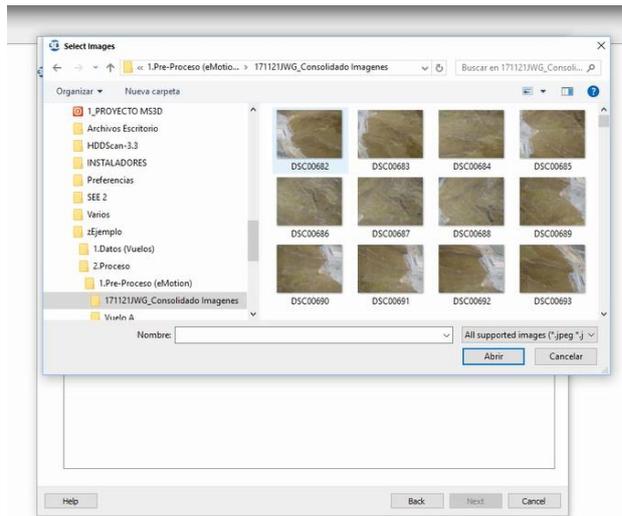
FIG. 80:Proceso de Orthomosaico y MDT con Postflight Terra





TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

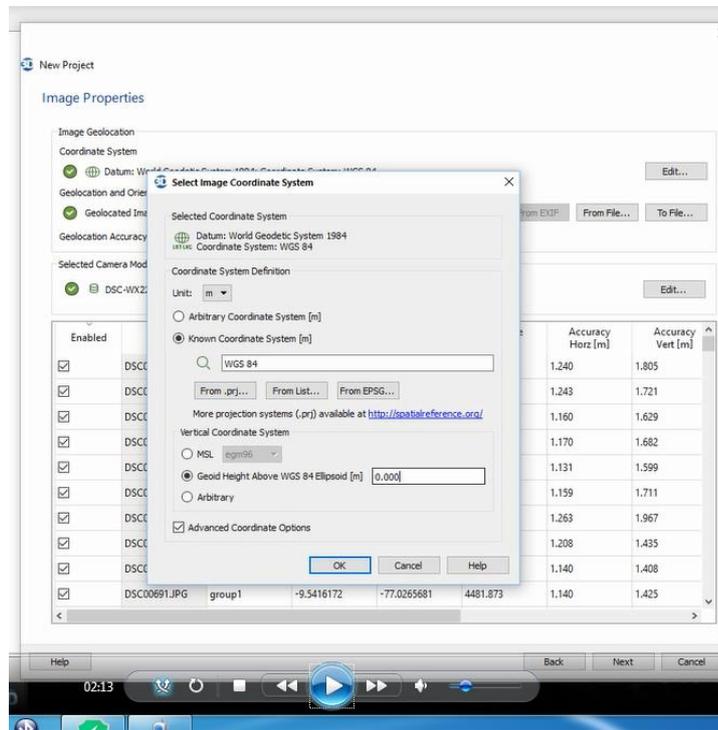
➤ Agregamos las imágenes referenciadas.



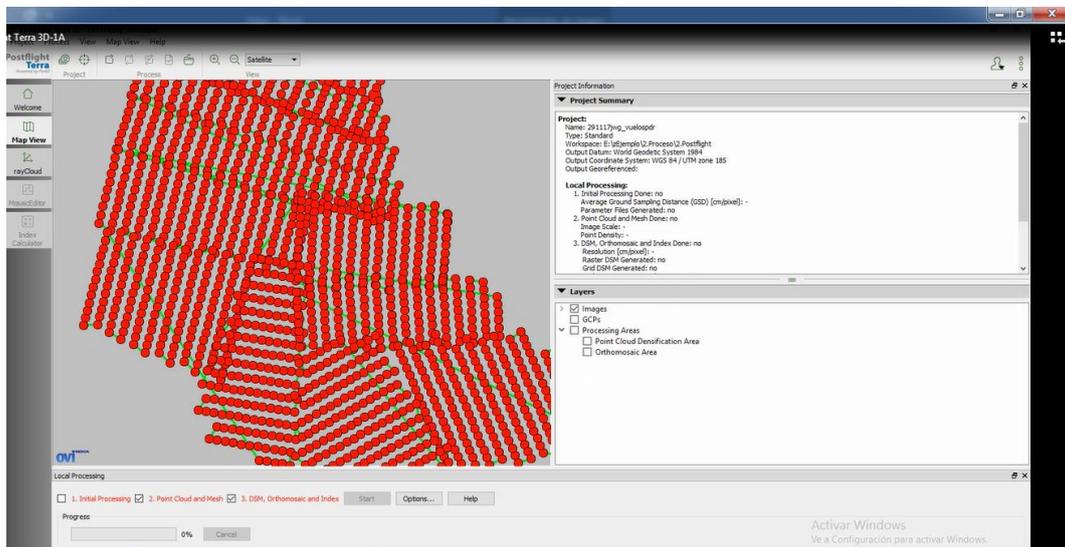


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- Verificamos que el ingreso de fotos esté en WGS84.



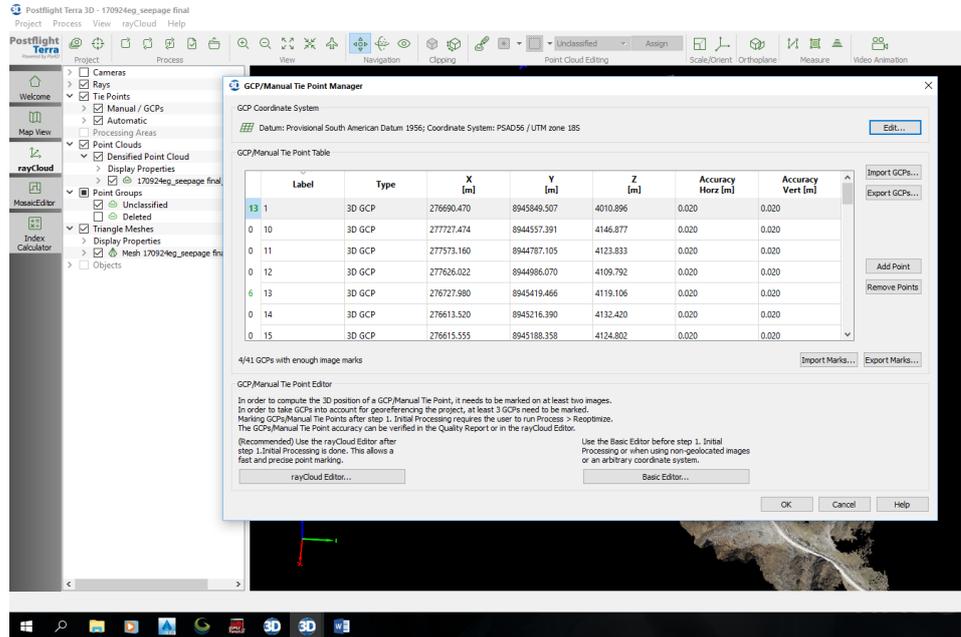
- Se cargan las imágenes y se muestra como en la foto mostrada.



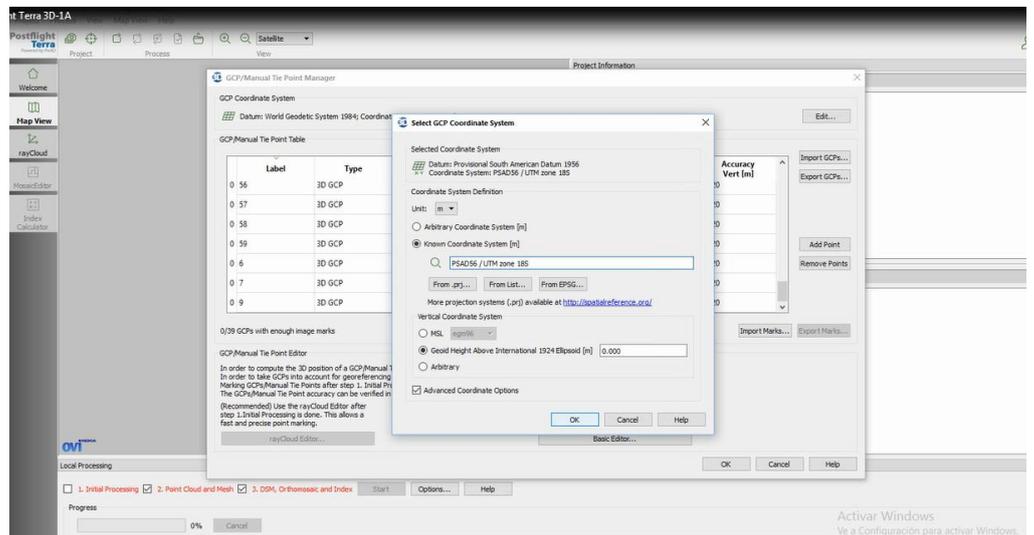


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- Adicionamos las coordenadas de los puntos de control guardados con extensión csv,



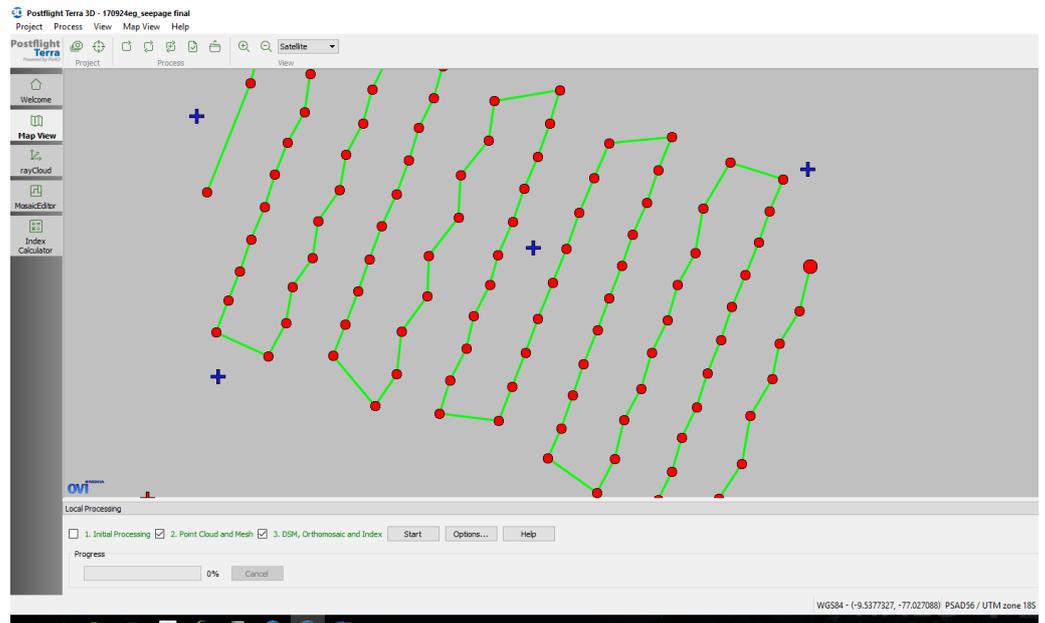
- Elegimos sistema d coordenadas PSAD 56 y zona 18 sur (ubicación dl proyecto)



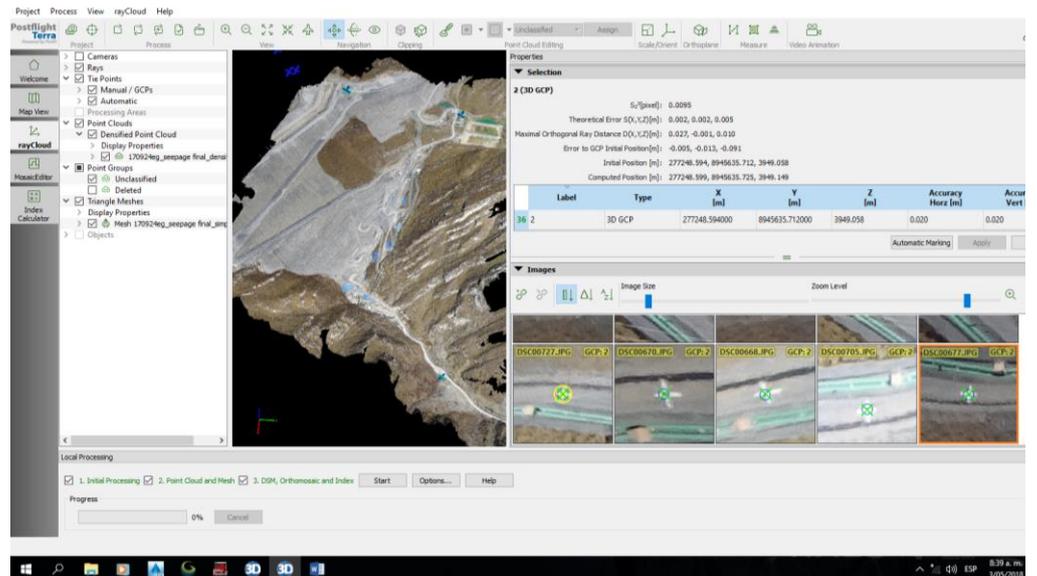


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- Se visualiza los puntos de control cargados.



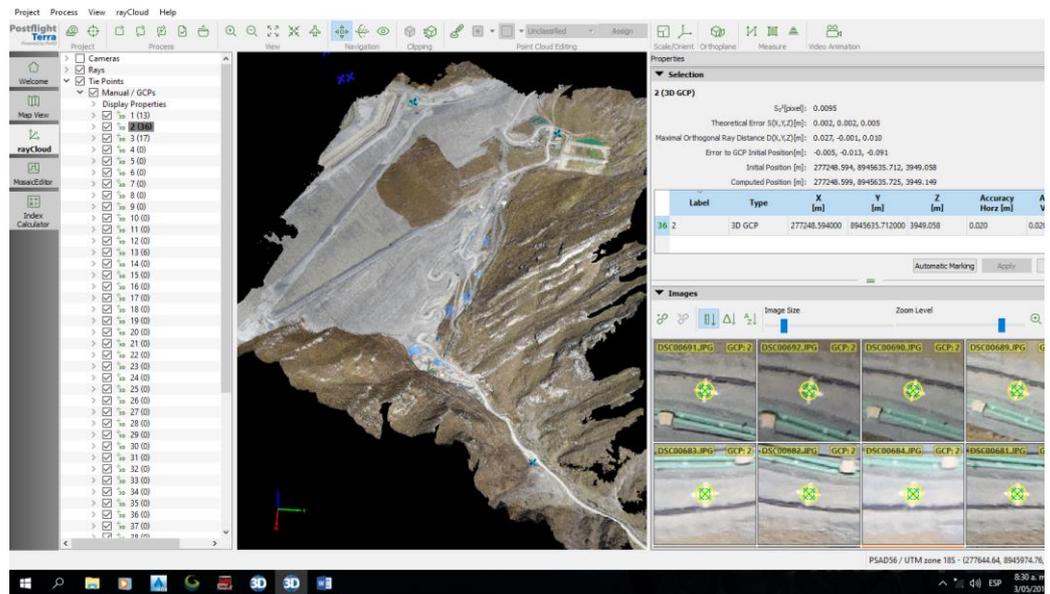
- Se activa opción 1. Initial procesing y ok.
- Se deja procesar y emitirá un reporte sin puntos de control (GCP).
(Este proceso se realizó para que en cada foto se coloque el punto de control correspondiente y sea más fácil de reconocer.



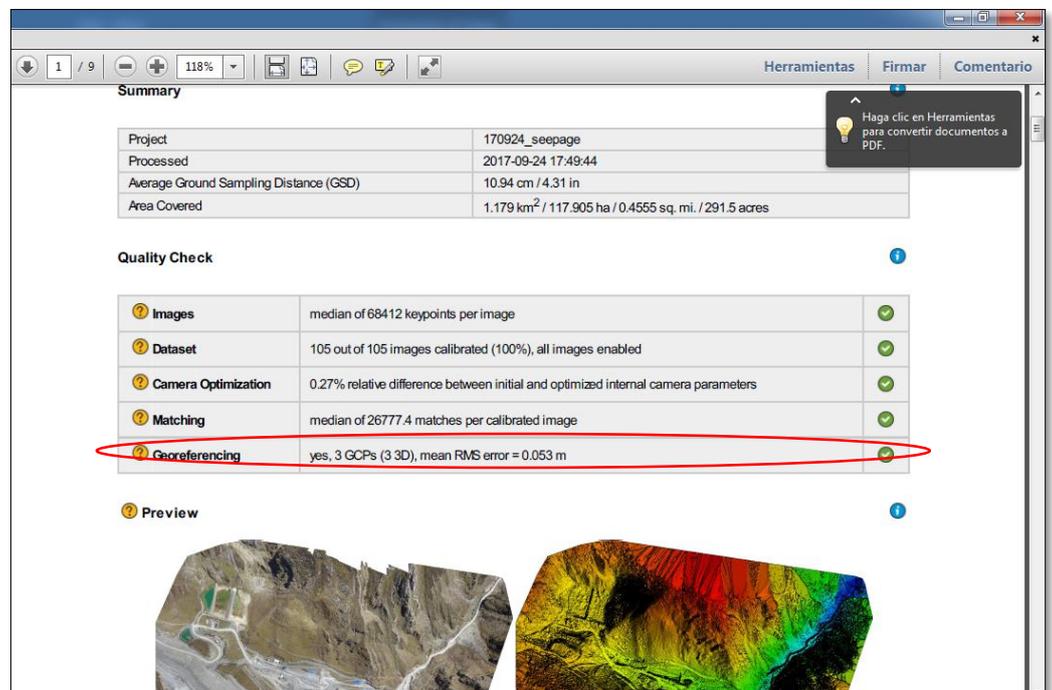


TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- Se realiza la colocación de puntos de control en cada foto cargada.

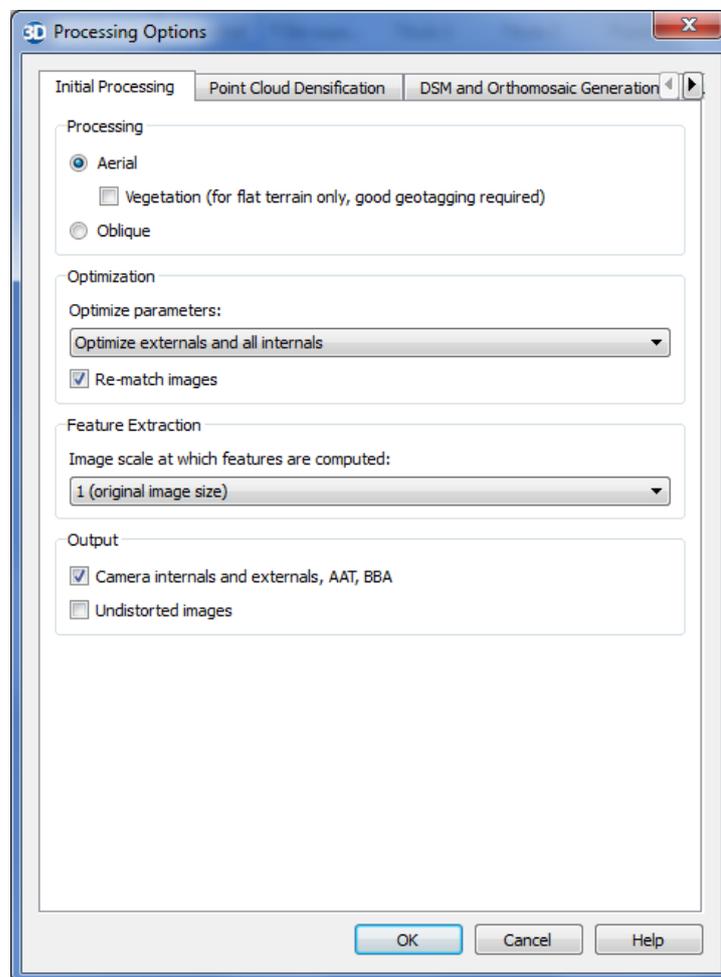


- Se activa opción 1. Initial processing y ok.
- Se deja procesar y emitirá un reporte con puntos de control (GCP).
Verificar en dicho reporte que el error este con check verde de lo contrario reajustar las fotos.



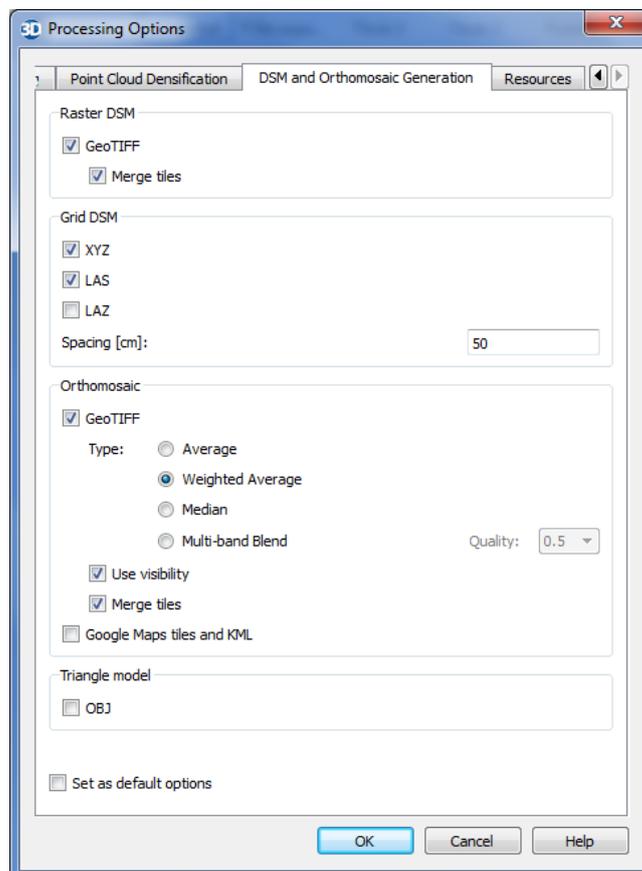
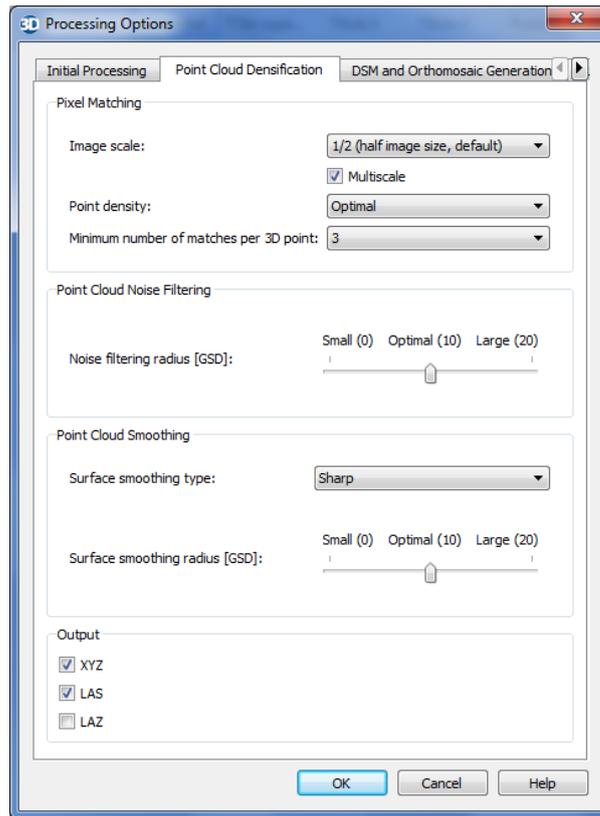


- Se activa la opción las opciones
 - ✚ Initial processing (Reporte de errores)
 - ✚ Point Cloud (MDT)
 - ✚ DSM (Mosaico)
- Click en opciones y activar las casillas de acuerdo a las fotos.





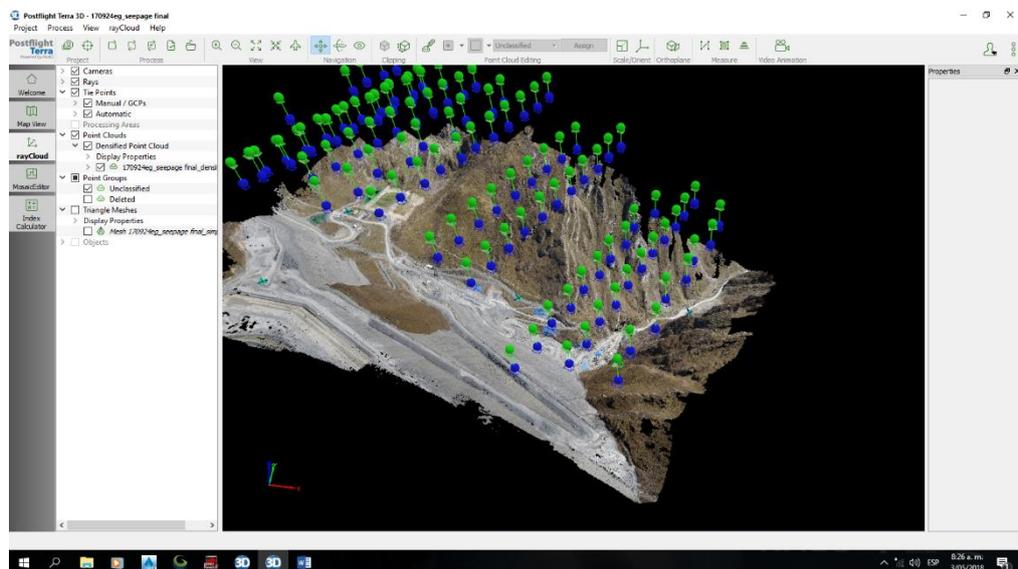
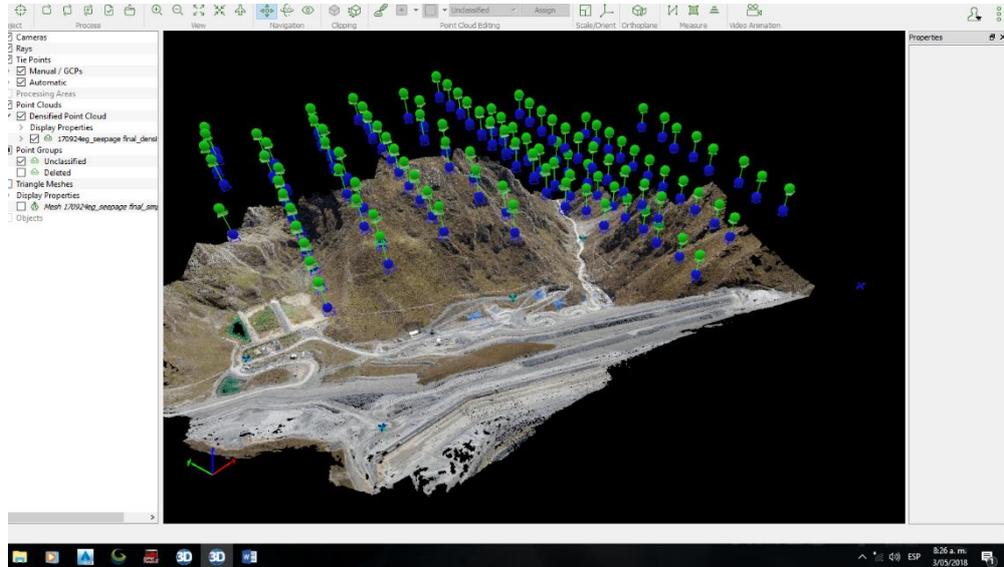
TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".





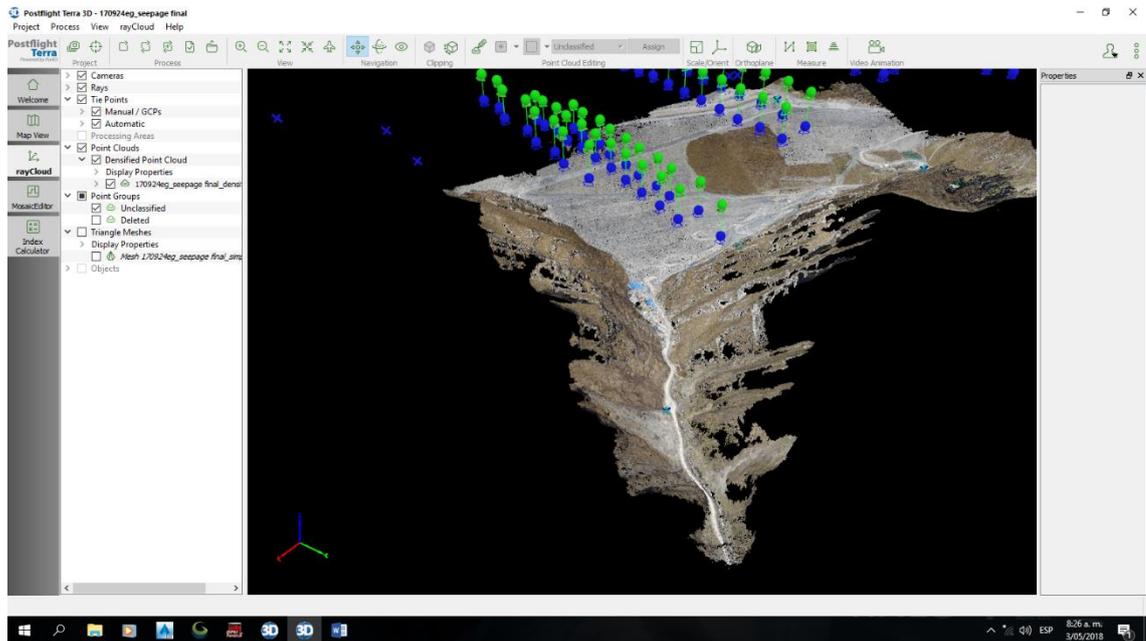
TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

- Dejar procesar al programa.
 - Cuando finalice el procesamiento creara archivos con extensión dsm (dtm) y TIFF (Ortofoto). E programa muestra lo que genero
- ✚ Pinto cloud.





TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".



 Ortofoto

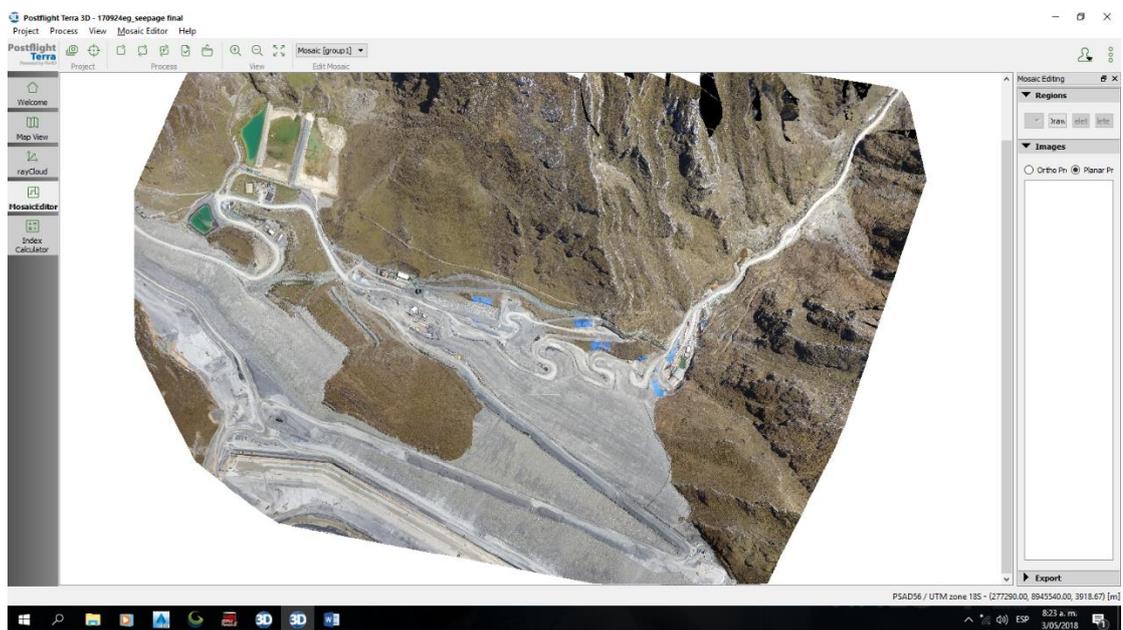
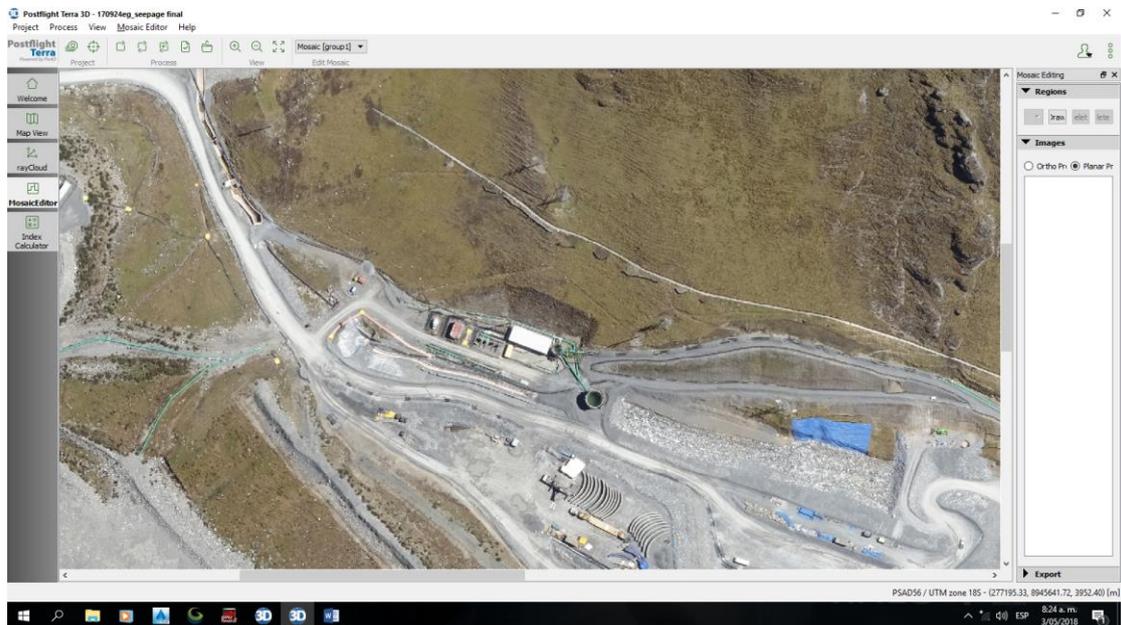
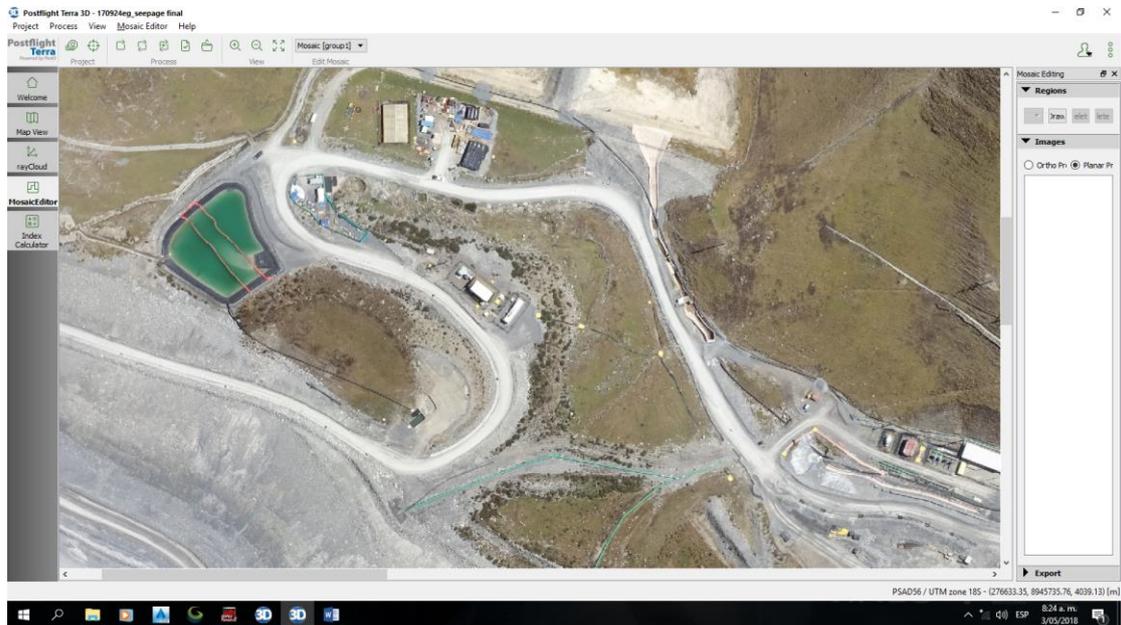


FIG. 81: Fotos tomadas desde el dron Ebee



TESIS: “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH”.



4.2.10. REPORTE

El reporte obtenido del procesamiento es:



Quality Check

🔍 Images	median of 68412 keypoints per image	✔️
🔍 Dataset	105 out of 105 images calibrated (100%), all images enabled	✔️
🔍 Camera Optimization	0.27% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✔️
🔍 Matching	median of 26777.4 matches per calibrated image	✔️
🔍 Georeferencing	yes, 3 GCPs (3 3D), mean RMS error = 0.053 m	✔️

FIG. 82: Reporte de control de calidad.

Error dentro de lo permitido

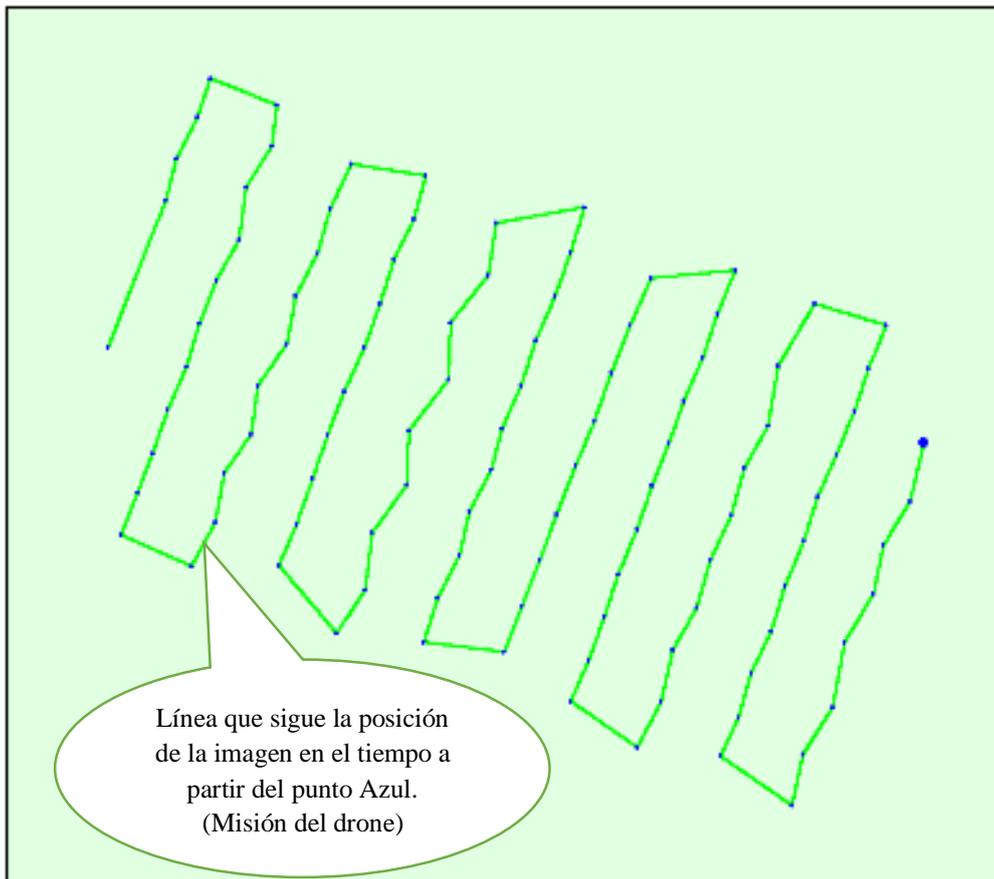


FIG. 83:: Vista superior de la posición inicial de la imagen.

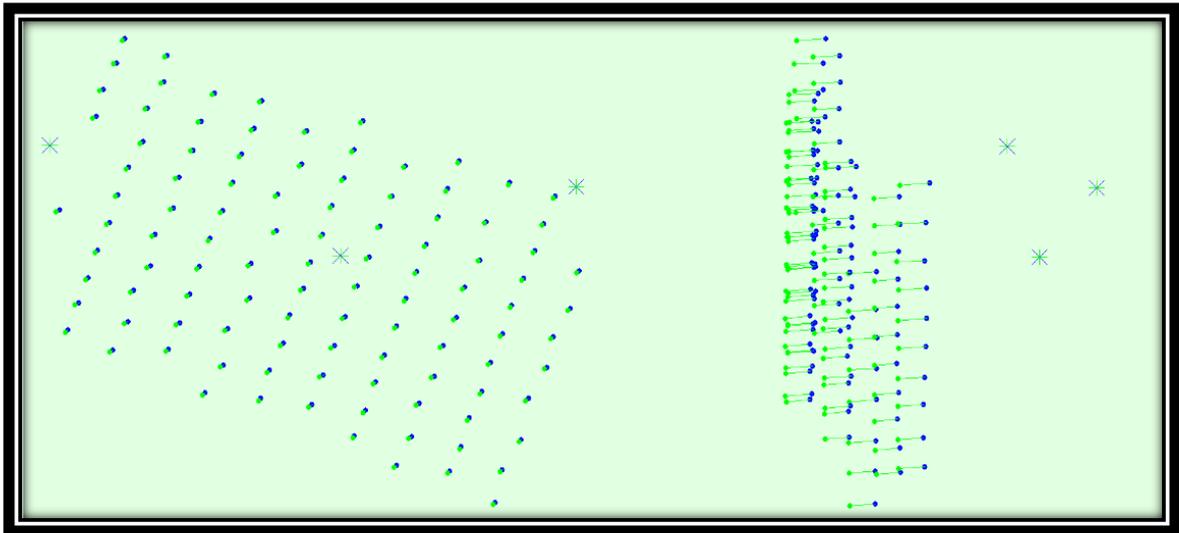


FIG. 84: Perfil 01 de recopilación de datos.

(a)

(b)

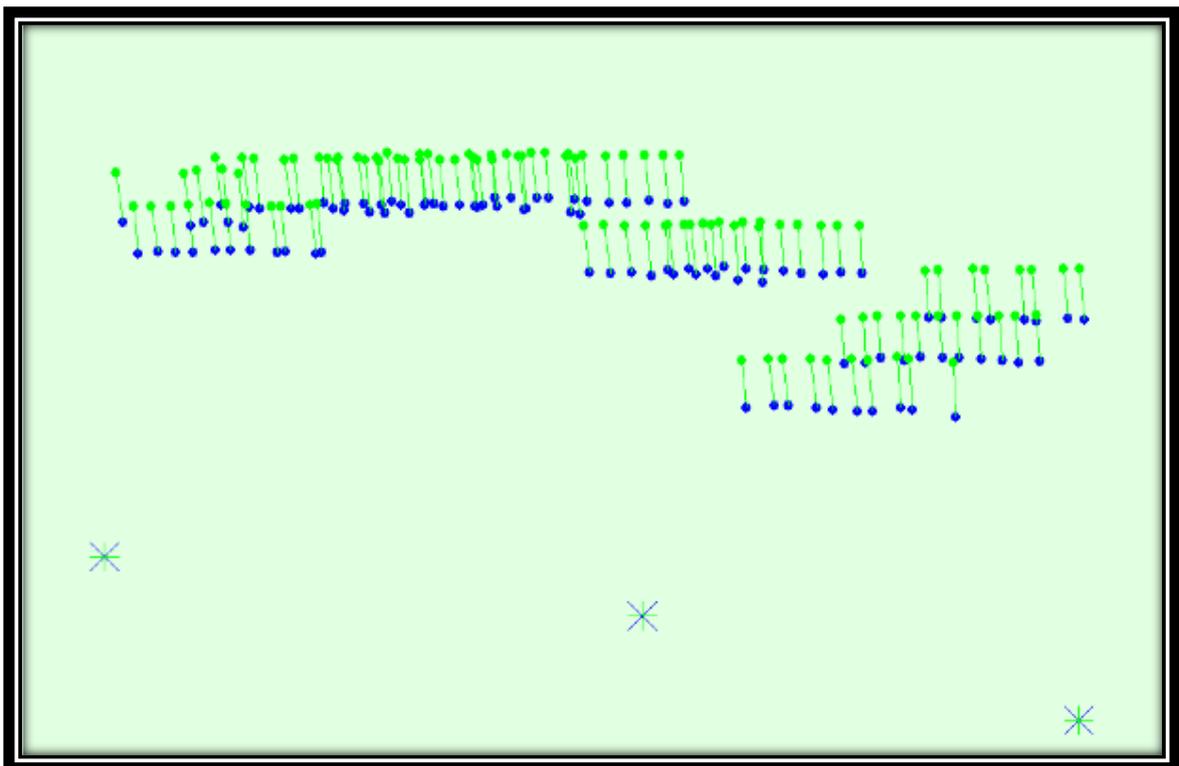


FIG. 85: Perfil 02 de la toma de datos.

(c)

Figura: Desplazamiento iniciales (puntos azules) y computarizada (puntos verdes) posiciones de la imagen, así como el desplazamiento entre las posiciones iniciales



puntos de control (cruces azules) y sus posiciones calculadas (cruces verdes) en la vista superior (a) (plano XY), vista frontal (b) (plano XZ), y la visión lateral (c) (plano YZ).

El número de imágenes calculadas para cada píxel de la superposición de orthomosaic.

Las áreas rojas y amarillas indican un bajo solapamiento para los cuales se pueden generar malos resultados.

Las zonas verdes indican una superposición de más de 5 imágenes por cada píxel con ello tendríamos buenos resultados de calidad ello se generará siempre que el número de punto clave –puntos de traslape coincide y es suficiente para estas zonas.

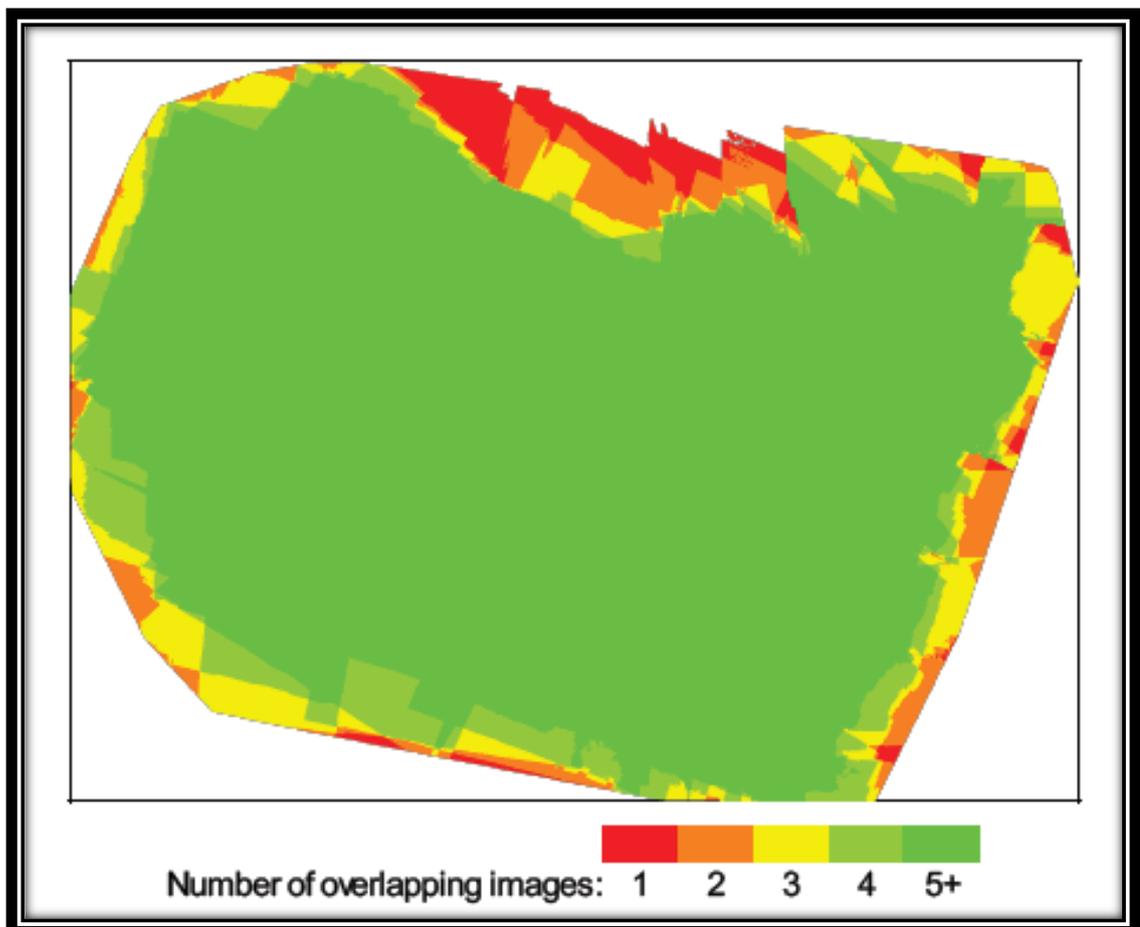


FIG. 86: Numero de imágenes calculadas ara cada pixel de la superposición Orthomosaic.



Vista superior de las posiciones calculadas de imagen con una relación entre imágenes que corresponden. La oscuridad de los enlaces indica el número de puntos significativos 2D emparejados entre las imágenes. Los enlaces más claros indican los puntos débiles y requieren puntos de unión manuales o más imágenes.

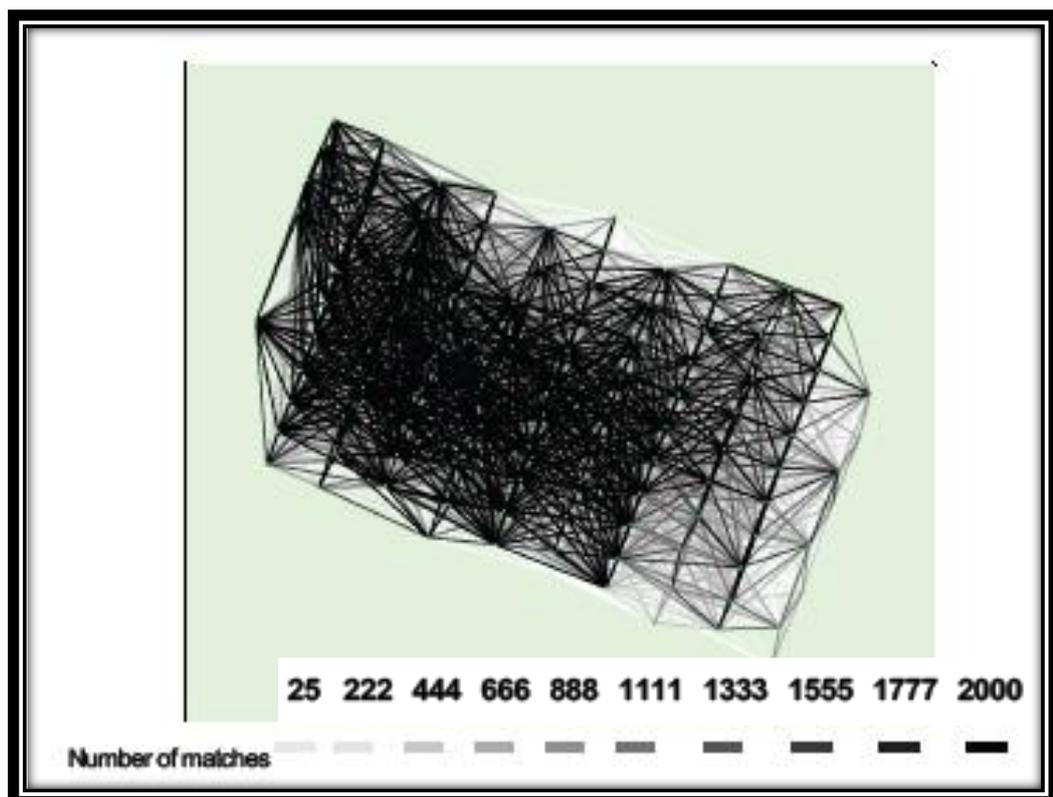


FIG. 87: Vista superior de números de puntos significativos 2D (Triangulación).



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1. CONCLUSIONES

- A la hora de hacer el “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH” se recopiló toda la información posible para ponerla a consideración. Lo que nos permitió minimizar el riesgo.
- Si se hubiese advertido que la idea no era factible, se pudo descartar sin mayores daños ya que aún no se concretó la **inversión** en su totalidad del proyecto.
- Al planear realizar la inversión del “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH” abarca diversas cuestiones. El cual se investigó el mercado tanto en el aspecto legal, financiero, tecnológico y eventualmente el impacto ambiental, entre los cuales podemos demostrar de la siguiente manera:

ASPECTO LEGAL DE UN DRONE

En el ámbito del mercado nos encontramos con fabricantes y marcas de drones conocidos, para ello tenemos aspectos legales muy importantes las cuales el dron EBEE Sensefly de procedencia Australiana cumple con lo indicado:

- **El tipo de drone:** para el trabajo requerido es apropiado para la factibilidad del proyecto ya que es de **ala fija** el cual podemos hacer un levantamiento a gran escala (mapeo de grandes extensiones de terreno).
- **Tipo de cámara:** es muy importante el tipo de cámara para dicho trabajo el cual el DRONE EBEE cuenta con una cámara **RGB** para el trabajo tal como: **Ortofoto, volumen 3d, nubes de puntos, mapas de elevación**. Hay cámaras multiespectrales y las cámaras termografías para dichas misiones.
- **Elección de GPS:** cuando se realiza trabajos de este tipo es necesario tener una precisión de niveles el cual se adquiere en dos formas teniendo puntos de control y en otra forma el uso de un drone con GPS RTK integrado. El que se usó es con puntos de control.
- **Uso y Operaciones Pilotadas a Distancia:** El 22 de marzo se publicó la ley N° 30740, que regula la actividad (uso y operaciones) de los



sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS, por sus siglas en ingles).

Conforme con las definiciones establecida en la Primera Disposición Complementaria de esa ley en concordancia con la clasificación establecida por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), se identifica a la aeronave pilotada a distancia con las siglas RPA (Remotely Piloted Aircraft) y al sistema de aeronaves pilotadas a distancias con las RPAS (Rmotely Piloted Aircraft System). Así el objetivo de la ley es desarrollar el artículo 8 del convenio sobre Aviación Civil Internacional, conocido como convenio de Chicago, y regula el uso y las operaciones de las aeronaves sin piloto o aeronaves pilotadas a distancias (RPAS), para garantizar la seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo nacional, así como la seguridad de las personas y bienes en la superficie.

ASPECTO FINANCIERO

En el aspecto financiero podemos equilibrar los gastos, así como hacer una compra de drone profesional según mercado están \$/ 12.000 euros, siempre hay que tener en cuenta que nos afectara día a día. La alternativa correcta será el alquiler o adquirirlo en el mercado de segunda mano. Actualmente así evitamos hacer un gran desembolso y evitar la inversión a mayores egresos del proyecto.

ASPECTO TECNOLÓGICO

La tecnología de este drone EBEE nos da una satisfacción de poder determinar si un proyecto es factible o no, por su amplia cobertura de poder adquirir información valiosa en diferentes tipos de terrenos.

- **EFICIENTE:** Este drone alcanza a medir 12km² en un solo vuelo y en áreas pequeñas altitudes bajas puede adquirir altitudes de muestreo de 1.5 cm en el suelo.
- **FÁCIL:** Es fácil porque solo se impulsa cumple su misión de tomar las fotos y aterriza sin tener experiencia de pilotaje.



TESIS: “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH”.

- **SEGURO:** El drone EBEE solo pesa 700 g. minimizando su energía cinética, además el piloto automático de vanguardia gestiona una amplia gama de comportamientos inteligentes para obviar el más mínimo error en su misión.
- **ES COMPLETO:** El drone EBEE contiene todo lo necesario para un mapeo (cámara RGB, baterías, Radio módem y software eMotion) está diseñado para encomendar dichos trabajos de campo y así poder ejecutar vuelos para ver si un proyecto es factible o no factible.

IMPACTO AMBIENTAL

No implica ya que no agrede de ninguna forma al medio ambiente.

- Se expone que todo estudio de pre factibilidad cuenta con una estructura conformada por una serie importante de documentos, tales como:
 - El ya mencionado estudio de mercado.
 - El estudio financiero, que se encarga de establecer el montante de costos al que ya hacerle frente para poder sacar adelante la iniciativa deseada.
 - El estudio administrativo (planeación estratégica para alcanzar los fines y material como el organigrama para la pre factibilidad del proyecto).
 - El estudio de impacto medio ambiental.
 - La relación de suministros (materias primas, materiales auxiliares, servicios, materiales industriales) la que se requiere para poder llevar a cabo el servicio del “USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH”.
- Se mitiga el tiempo que viene hacer uno de los objetivos importantes para el desarrollo de la factibilidad del proyecto ya mencionado.
- El análisis de legislación vigente que se puede aplicar al mismo, al análisis de sensibilidad y/o riesgo.
- El procesamiento de datos en el programa especializado adquirido nos permite una gran facilidad para la topografía del terreno, facilitando diversas actividades en la planeación del proyecto. Debido a que sus resultados están en formato digital y a la posibilidad de vectorización del contenido reconocible durante la



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

fotointerpretación. Esta técnica nos permite manipular una gran cantidad de información con mayor facilidad, convirtiendo a la aerofotogrametría en una herramienta útil en la elaboración de proyectos y cartográficos desarrollados en sistema de información geográficos (SIG O GIS).

- La aerofotogrametría constituye una técnica que permite obtener datos de la superficie del terreno en un corto plazo de tiempo, mediante las tomas realizadas por el dron EBee (aeronave de gran envergadura). El uso de las aeronaves no tripuladas (UAV o drones) constituye una herramienta adecuada para obtener resultados confiables y comparables con otros instrumentos topográficos y fotogramétricos convencionales, presentando muchas ventajas al campo fotogramétrico y dentro del área de la ingeniería civil.

TIEMPO QUE SE EMPLEO PARA REALIZAR EL LEVANTAMIENTO DE 23 Has PARA EL PROYECTO CON DIFERENTES EQUIPOS

EQUIPO	TIEMPO (Días)
Estacion total Leica	12
GPS Trimble	8
Drone EBEE	2

FIG. 88: Tabla de Referencias

Nota: La diferencia de tiempo entre el dron y equipos tradicionales es considerable. La restricción del dron es el clima y la zona donde se inició el vuelo.



RENDIMIENTO EN TERRENO ACCIDENTADO

EQUIPO	REDIMIENTO (Ha/días)	NOTAS
Estación total Leica	2	La cuadrilla es 1 topógrafo, 2 ayudantes
GPS Trimble	1.5	La cuadrilla es 1 topógrafo, 1 ayudante
Dron EBEE (2 baterías)	120	La cuadrilla es 1 operador, 1 ayudante. Depende del n° de baterías disponibles

FIG. 89: Tabla de Rendimientos

Nota: El rendimiento es claramente notorio a favor del dron.

PRESICION DE EQUIPOS

EQUIPO	PRESICION (cm)	NOTAS
Estación total Leica	0 -1	Depende de nivelación del jalón.
GPS Trimble	0 -2	Depende de nivelación del jalón.
Drone EBEE	0 -5	Depende del número de puntos de control.

FIG. 90: Tabla de Precisión de Equipos Topográficos

Nota: Para proyectos de pre factibilidad se puede optar por el dron, ya que no es considerable.

- La técnica planteada establece una metodología accesible, económica y eficaz para instituciones gubernamentales y no gubernamentales, con todos los beneficios posibles del uso de la aerofotogrametría, sabiendo que las aeronaves (drone) son equipos fáciles de adquirir por la variedad de modelos y marcas en el mercado.



COSTO DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL LEICA							
ALQUILER EQUIPO, SUMINISTROS Y OTROS ELEMENTOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (s/)	días	CANTIDAD TOTAL POR UNIDAD	CANTIDAD TOTAL PARA EL PROYECTO	COSTO TOTAL PARA EL PROYECTO (s/)
Estación total Leyca mas tripode y prismas	1	día	S/. 120.00	12	12.00	12.00	S/. 1,440.00
topógrafo	1	día	S/. 150.00	12	12.00	12.00	S/. 1,800.00
ayudante de topografía	2	día	S/. 80.00	12	12.00	24.00	S/. 1,920.00
Alquiler de camioneta	1	día	S/. 180.00	12	12.00	12.00	S/. 2,160.00
SUBTOTAL							S/. 7,320.00

FIG. 91: Costo de levantamiento con Estación Total

COSTO DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON GPS TRIMBLE							
ALQUILER EQUIPO, SUMINISTROS Y OTROS ELEMENTOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (s/)	días	CANTIDAD TOTAL POR UNIDAD	CANTIDAD TOTAL PARA EL PROYECTO	COSTO TOTAL PARA EL PROYECTO (s/)
GPS Trimble	1	día	S/. 250.00	8	8.00	8.00	S/. 2,000.00
operador de GPS (Topografo)	1	día	S/. 150.00	8	8.00	8.00	S/. 1,200.00
ayudante de topografía	1	día	S/. 80.00	8	8.00	8.00	S/. 640.00
Alquiler de camioneta	1	día	S/. 180.00	8	8.00	8.00	S/. 1,440.00
SUBTOTAL							S/. 5,280.00

FIG. 92: Costo de levantamiento con GPS



COSTO DE UN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO CON DRON EBEE							
ALQUILER EQUIPO, SUMINISTROS Y OTROS ELEMENTOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (s/)	días	CANTIDAD TOTAL POR UNIDAD	CANTIDAD TOTAL PARA EL PROYECTO	COSTO TOTAL PARA EL PROYECTO (s/)
GPS Trimble	1	día	S/. 250.00	1	1.00	1.00	S/. 250.00
operador de GPS	1	día	S/. 150.00	1	1.00	1.00	S/. 150.00
Drone + operador + cadista	1	ha	S/. 155.00	2	23.00	23.00	S/. 3,565.00
material para puntos de control	1	und	S/. 100.00	1	1.00	1.00	S/. 100.00
Alquiler de camioneta	1	día	S/. 180.00	2	2.00	2.00	S/. 360.00
SUBTOTAL							S/. 4,425.00

FIG. 93: Costo de levantamiento con Dron Ebee

Nota: Esta claramente demostrado que el dron es más económico.

5.1.1. APLICACIÓN Y EJECUCIÓN:

- Para la obtención de productos cartográficos mediante esta metodología, el punto de partida está en una buena planificación del proyecto de vuelo aerofotogramétrico, considerando la orografía del terreno y el contenido visual del terreno (vegetación densa, cuerpos de agua, campos agrícolas, etc.), corrigiendo la precisión del modelo y los posibles errores que se puedan producir, propios de la técnica digital y del uso software fotogramétrico.
- Permite escalar y trasladar su verdadera posición en el espacio reduciendo el error de la geolocalización de las imágenes. La elección adecuada del número de puntos de apoyo (GCP) a utilizar en el proyecto y la correcta ubicación de los mismos, permite obtener un modelo digital del terreno (MDT) más preciso y mejores resultados en la georreferenciación del proyecto.



5.1.2. REFERENTE A LOS RESULTADOS:

- En el levantamiento del "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH". Se obtuvo un GSD o resolución espacial por pixel de 10.94cm (4.31 pulgadas), curvas de nivel de la superficie en las zonas descubiertas de vegetación y un ortomosaico actualizado del terreno de la carretera, cubriendo aproximadamente 100 metros al rededor del perímetro de la misma, cumpliendo con el objetivo principal del estudio.
- El nivel de precisión de los resultados obtenidos está relacionado con el GSD del proyecto. Para los resultados se estima como mínimo dos veces del GSD (21.88cm para este proyecto) debido a que no se puede asegurar que la representación de la superficie en un pixel sea exacta, y debe considerarse que un punto representado en el interior del área de un pixel podría encontrarse realmente dentro de la zona cubierta de los pixeles consecutivos.
- Sabiendo que, en el trabajo aerofotogramétrico se necesita el apoyo terrestre para mejorar los resultados, el uso de aparatos topográficos para la etapa de apoyo terrestre como GPS, Estación Total, Teodolitos u otros utilizados tradicionalmente, se convierte en un complemento de la técnica. Por lo que la metodología estudiada no constituye una solución definitiva a la necesidad de información topográfica tradicional, sino que se apoya en ellas para compensar sus propias deficiencias.
- A diferencia de los levantamientos topográficos tradicionales, cuando hay edificaciones presentes en el área de levantamiento, no es posible obtener información de la localización exacta de las esquinas de estas edificaciones cuando están techadas, pues estas no son visibles en el tridimensional generado.



5.2. RECOMENDACIONES

- Cuando se inicia el procesamiento de datos en el software puede presentarse dificultades para lograr coincidencia entre fotografías por diversas razones, por lo cual, se recomienda replantear el plan de adquisición de imágenes tomadas en consideración las situaciones planteadas para el traslape de las tomas para mayor precisión.
- Se recomienda replantear el plan de adquisición de imágenes aumentando la elevación relativa de la Drone (aeronave) sobre el terreno para aumentar el contenido visual de cada fotografía y reducir la distancia entre las capturas fotográficas para aumentar el número de posibles coincidencias e incluir puntos de coincidencia de forma manual para mejorar los resultados de esta etapa.
- Los levantamientos aerofotogramétrico mediante UAVs será necesario apoyarse de los levantamientos terrestres para mejorar su precisión. Para proyectos pequeños se deben poner como mínimo tres puntos de apoyo y para otros de mayor envergadura como mínimo cinco GCPs.
- La toma de fotografías aéreas se debe realizar en lo posible bajo las condiciones ideales para obtener una nube de puntos más simple para la clasificación de píxeles al organizar lo más conveniente para la topografía del terreno, cuando la altitud del sol sea óptima, es decir en aquel espacio de tiempo en el cual los rayos solares presenten una inclinación tal que las sombras arrojadas por los accidentes sea mínima. Ya que no existe un criterio fijo para considerar la altitud solar mínima aceptable en el transcurso del año, se puede adoptar una altura mínima de 30° del sol sobre el horizonte y en regiones pocas accidentadas puede llegar a los 20° (10:00 am a 2:00 pm).
- Por las variables presentes en el uso de la técnica planteada frente a proyectos a gran escala, se recomienda realizar un estudio comparativo entre levantamientos aerofotogramétricos (drones) bajo los mismos criterios de precisión, para evaluar las ventajas y los alcances de este equipo en la aplicación de la metodología, así como la variable economía.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAFÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

BIBLIOGRAFÍA



- ✚ Quirós Rosado, Elia (2014). *Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicada a la Ingeniería Civil*. España: Universidad de Extremadura.

- ✚ Santamaría Peña, Jacinto (2011). *La cartografía y las proyecciones cartográficas*. España: Universidad de La Rioja.

- ✚ Centro Nacional de Registro. *Fotogrametría: Centro Nacional de Registro* [En línea]. Actualizada: 2014. [Fecha de consulta: 20 noviembre 2015]. El Salvador. Recuperado de: <http://www.cnr.gob.sv/fotogrametria>.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

ANEXOS



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

ANEXO A GLOSARIO



TERMINOS MÁS UTILIZADOS

**AAT (Automatic
Aerial
Triangulation)**

Se refiere al proceso de Triangulación Aérea Automática. En la trigonometría y la geometría, la triangulación es el proceso de determinar la ubicación de un punto mediante la formación de triángulos a partir de puntos conocidos. Específicamente en la topografía, la triangulación de por sí implica sólo mediciones de ángulos, en lugar de medir distancias al punto directamente como en la trilateración.

**ATP (Automatic
Tie Point)**

Se refiere a los puntos de Amarre Automático que genera el procesamiento de un software especializado. Es un punto 3D y sus correspondientes puntos clave en 2D que se detectaron de forma automática en las imágenes y se utilizan para calcular su posición en 3D.

Check Point

Es un punto con coordenadas conocidas; es útil para evaluar la exactitud del proyecto. Contrariamente a un GCP, las coordenadas del Check Point no se utilizan para el procedimiento de optimización.

**DSM (Digital
Surface Model)**

En la mayoría de los casos, el término Modelo Digital de superficie se refiere a la superficie del terreno e incluye todos los objetos que esta contiene.

**DEM (Digital
Elevation Model)**

Es un modelo digital o representación 3d de la superficie de un terreno creado a partir de los datos de elevación del mismo, que representa la información de altura sin ninguna definición adicional sobre la superficie.



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

ANEXO B

REPORTE DE CALIDAD Y PUNTOS UTILIZADO

- !** **Important:** Click on the different icons for:
- ?** Help to analyze the results in the Quality Report
 - i** Additional information about the sections

💡 Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

Summary **i**

Project	170924_seepage
Processed	2017-09-24 17:49:44
Average Ground Sampling Distance (GSD)	10.94 cm / 4.31 in
Area Covered	1.179 km ² / 117.905 ha / 0.4555 sq. mi. / 291.5 acres

Quality Check **i**

? Images	median of 68412 keypoints per image	✓
? Dataset	105 out of 105 images calibrated (100%), all images enabled	✓
? Camera Optimization	0.27% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
? Matching	median of 26777.4 matches per calibrated image	✓
? Georeferencing	yes, 3 GCPs (3 3D), mean RMS error = 0.053 m	✓

? Preview **i**

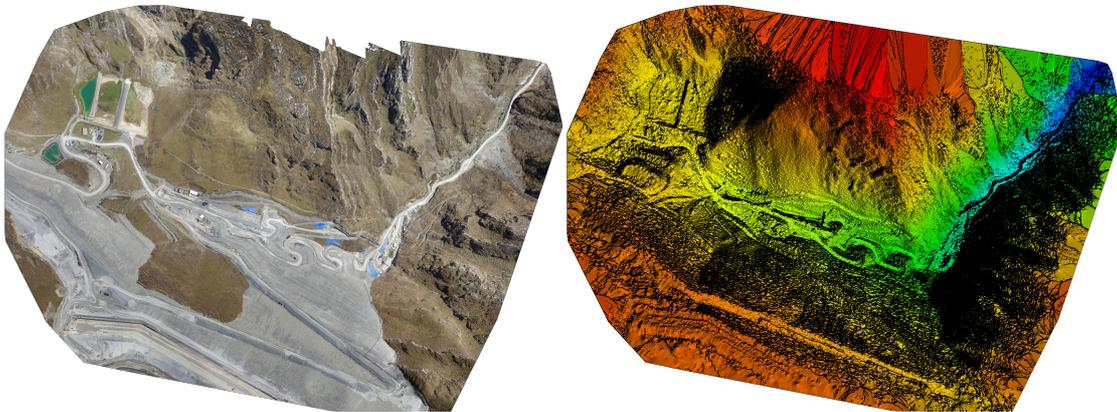


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Calibration Details **i**

Number of Calibrated Images	105 out of 105
Number of Geolocated Images	105 out of 105

? Initial Image Positions **i**

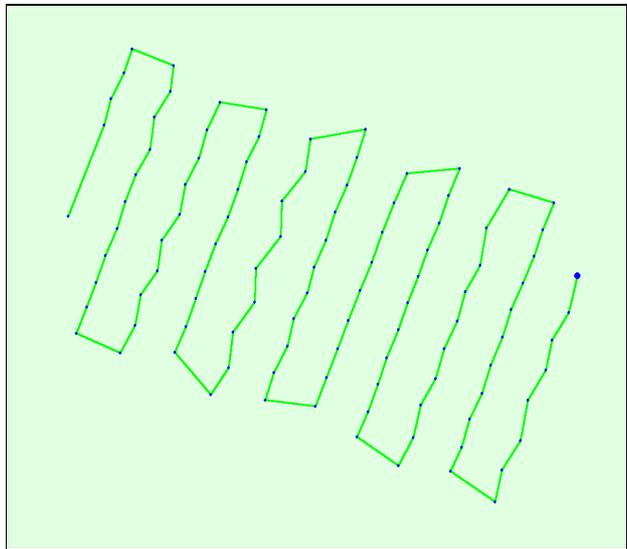


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions

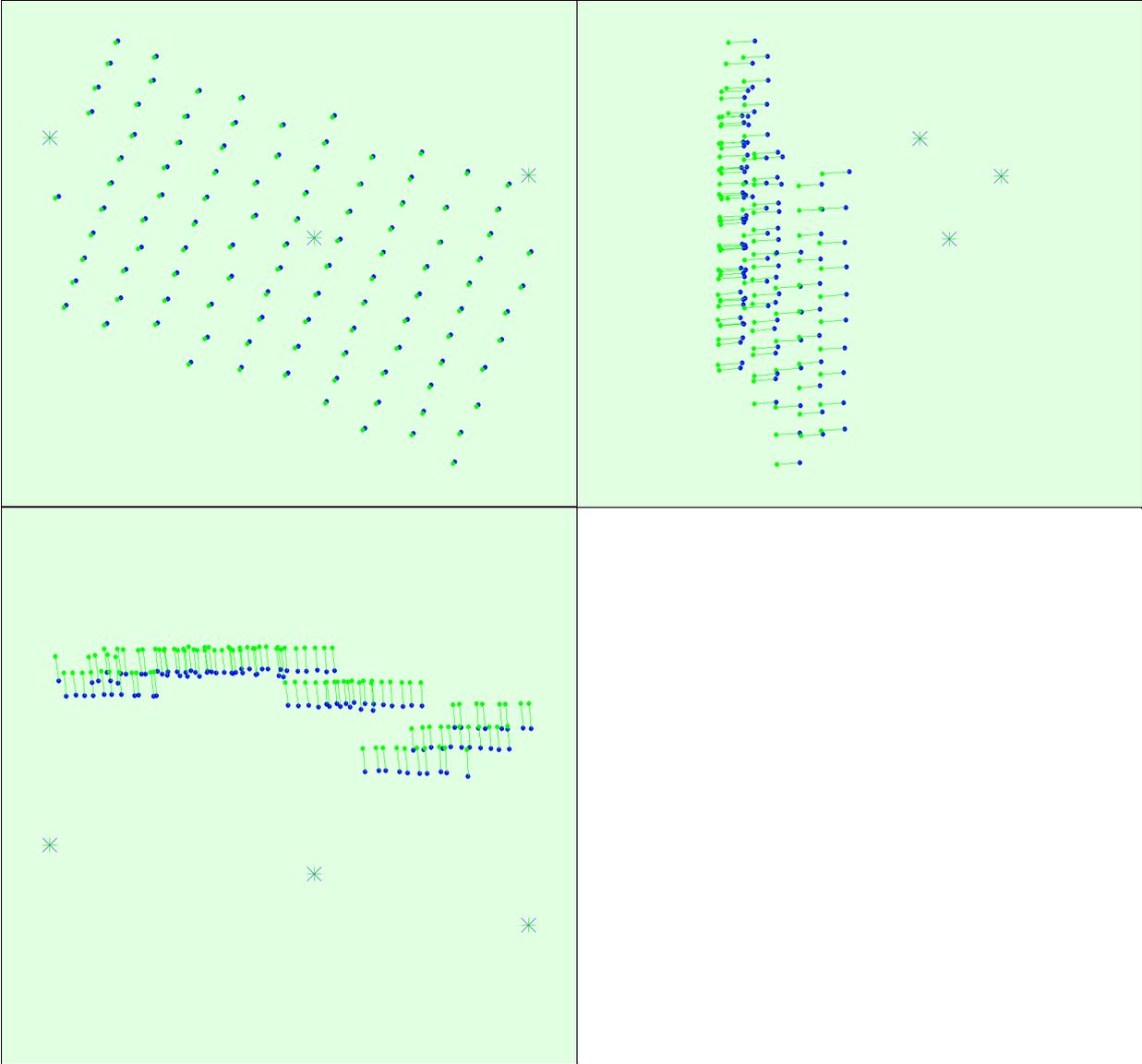


Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane).

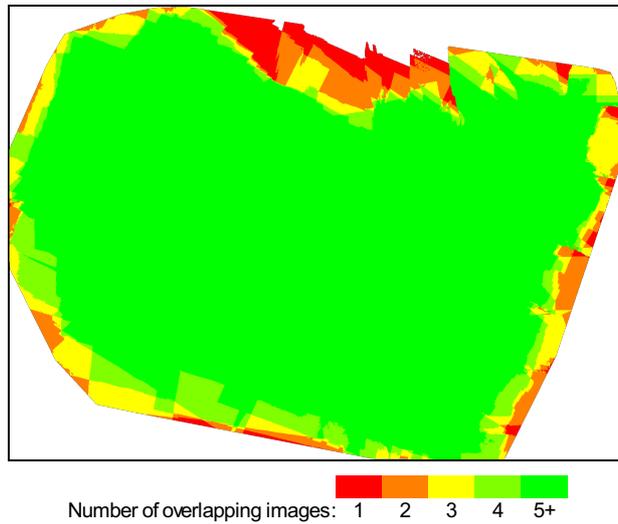


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

Bundle Block Adjustment Details

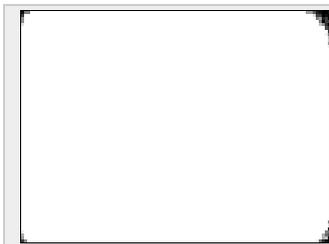
Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	2764481
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	986243
Mean Reprojection Error [pixels]	0.220629

Internal Camera Parameters

DSC-WX220_4.4_4896x3672 (RGB). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.627 [mm]

EXIF ID: DSC-WX220_4.4_4896x3672

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3628.284 [pixel] 4.572 [mm]	2447.997 [pixel] 3.085 [mm]	1836.004 [pixel] 2.314 [mm]	0.012	-0.045	0.050	0.005	0.003
Optimized Values	3638.341 [pixel] 4.585 [mm]	2570.956 [pixel] 3.240 [mm]	1916.235 [pixel] 2.415 [mm]	0.013	-0.058	0.075	0.010	0.008



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel averaged over all images of the camera model is color coded between black and white. White indicates that, in average, more than 16 ATPs are extracted at this pixel location. Black indicates that, in average, 0 ATP has been extracted at this pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization.

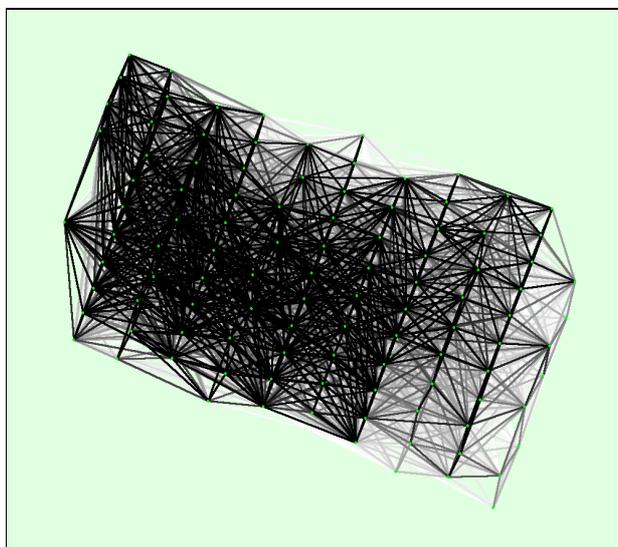
2D Keypoints Table

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	68412	26777
Mn	35886	3806
Max	87522	42714
Mean	65932	26328

3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	671667
In 3 Images	162849
In 4 Images	63302
In 5 Images	30815
In 6 Images	17262
In 7 Images	10846
In 8 Images	7241
In 9 Images	5054
In 10 Images	3758
In 11 Images	2729
In 12 Images	2116
In 13 Images	1642
In 14 Images	1314
In 15 Images	1030
In 16 Images	813
In 17 Images	672
In 18 Images	555
In 19 Images	452
In 20 Images	389
In 21 Images	320
In 22 Images	258
In 23 Images	217
In 24 Images	174
In 25 Images	167
In 26 Images	112
In 27 Images	102
In 28 Images	81
In 29 Images	73
In 30 Images	51
In 31 Images	38
In 32 Images	35
In 33 Images	35
In 34 Images	19
In 35 Images	17
In 36 Images	13
In 37 Images	11
In 38 Images	6
In 39 Images	5
In 41 Images	2
In 43 Images	1

2D Keypoint Matches



Number of matches

Figure 5: Top view of the image computed positions with a link between matching images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images.

Geolocation Details

? Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
1 (3D)	0.020/ 0.020	0.038	-0.057	0.097	0.445	14 / 14
2 (3D)	0.020/ 0.020	-0.028	0.039	-0.009	0.449	33 / 33
3 (3D)	0.020/ 0.020	0.077	-0.012	-0.093	0.223	20 / 20
Mean [m]		0.028816	-0.009759	-0.001644		
Sigma [m]		0.043188	0.039061	0.077621		
RMS Error [m]		0.051919	0.040261	0.077638		

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of calibrated images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

? Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-12.93	0.00	0.00	0.00
-12.93	-10.34	0.00	0.00	0.00
-10.34	-7.76	0.00	0.00	0.95
-7.76	-5.17	0.00	0.00	5.71
-5.17	-2.59	0.95	0.00	12.38
-2.59	0.00	49.52	45.71	23.81
0.00	2.59	49.52	54.29	33.33
2.59	5.17	0.00	0.00	19.05
5.17	7.76	0.00	0.00	3.81
7.76	10.34	0.00	0.00	0.95
10.34	12.93	0.00	0.00	0.00
12.93	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		5.041998	3.617623	-50.282661
Sigma [m]		1.165267	0.871034	3.355566
RMS Error [m]		5.174901	3.721008	50.394502

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Geolocation Bias	X	Y	Z
Translation [m]	5.042917	3.629553	-50.413544

Bias between image initial and computed geolocation given in output coordinate system.

? Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	100.00	100.00	98.10
[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	6.081981	6.081981	7.707505
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.312904	0.312904	0.495409

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

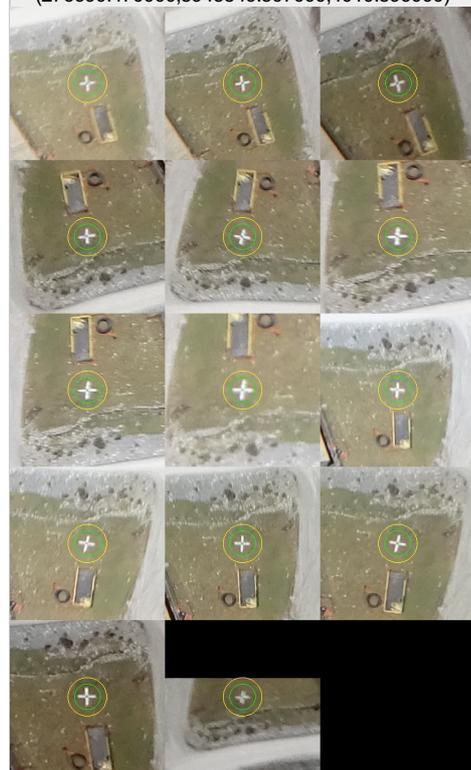
Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	4.948983
Phi	9.971427
Kappa	4.807293

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

Georeference Verification

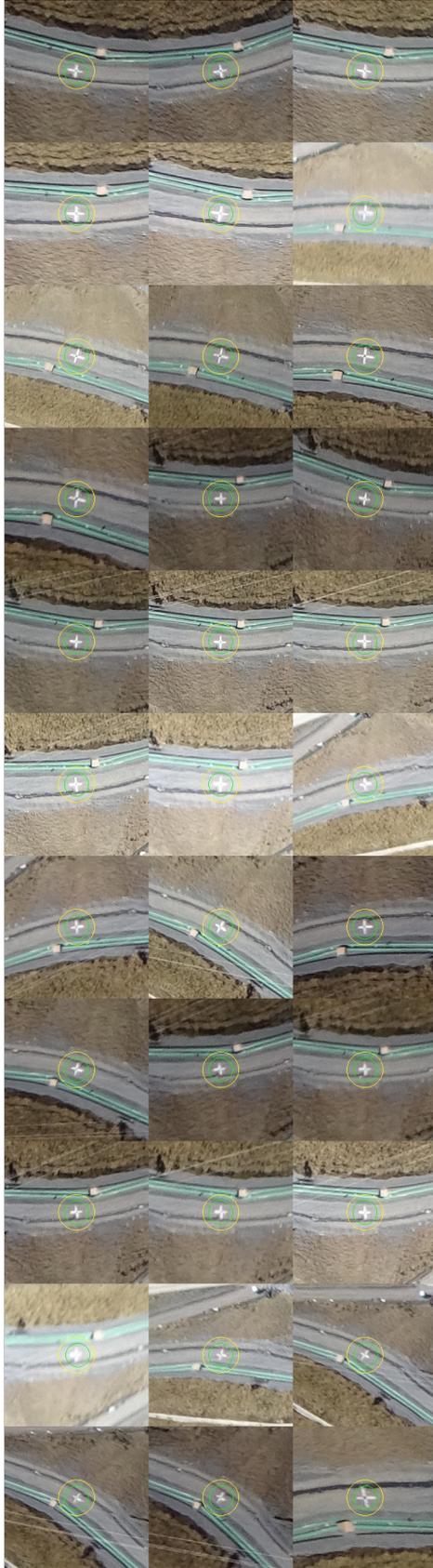


GCP Name: 1
(276690.470000,8945849.507000,4010.896000)



- DSC00728.JPG
- DSC00730.JPG
- DSC00732.JPG
- DSC00739.JPG
- DSC00740.JPG
- DSC00741.JPG
- DSC00742.JPG
- DSC00743.JPG
- DSC00748.JPG
- DSC00749.JPG
- DSC00750.JPG
- DSC00751.JPG
- DSC00752.JPG
- DSC00737.JPG

GCP Name: 2
(277248.594000,8945635.712000,3949.058000)



- DSC00678.JPG
- DSC00679.JPG
- DSC00680.JPG
- DSC00681.JPG
- DSC00682.JPG
- DSC00688.JPG
- DSC00689.JPG
- DSC00690.JPG
- DSC00691.JPG
- DSC00692.JPG
- DSC00697.JPG
- DSC00698.JPG
- DSC00700.JPG
- DSC00701.JPG
- DSC00702.JPG
- DSC00703.JPG
- DSC00704.JPG
- DSC00708.JPG
- DSC00710.JPG
- DSC00711.JPG
- DSC00712.JPG
- DSC00713.JPG
- DSC00718.JPG
- DSC00719.JPG
- DSC00720.JPG
- DSC00721.JPG
- DSC00722.JPG
- DSC00725.JPG
- DSC00727.JPG
- DSC00729.JPG
- DSC00731.JPG
- DSC00733.JPG
- DSC00670.JPG

GCP 2 was not marked on the following images (only up to 6 images shown). If the circle is too far away from the initial GCP position, also measure the GCP in these images to improve the accuracy.

DSC00668.JPG
DSC00677.JPG
DSC00683.JPG
DSC00684.JPG
DSC00699.JPG
DSC00705.JPG

GCP Name: 3
(277700.814000,8945768.443000,3840.293000)

DSC00662.JPG
DSC00663.JPG
DSC00664.JPG
DSC00665.JPG
DSC00666.JPG
DSC00667.JPG
DSC00682.JPG
DSC00683.JPG
DSC00684.JPG
DSC00685.JPG
DSC00686.JPG
DSC00687.JPG
DSC00688.JPG
DSC00701.JPG
DSC00703.JPG
DSC00705.JPG
DSC00709.JPG
DSC00648.JPG
DSC00661.JPG
DSC00681.JPG

GCP 3 was not marked on the following images (only up to 6 images shown). If the circle is too far away from the initial GCP position, also measure the GCP in these images to improve the accuracy.

DSC00680.JPG
DSC00711.JPG

Figure 7: Images in which GCPs have been marked (yellow circle) and in which their computed 3D points have been projected (green circle). A green circle outside of the yellow circle indicates either an accuracy issue or a GCP issue.

Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-4790K CPU @4.00GHz RAM: 32GB GPU: NVIDIA GeForce GTX 1060 6GB (Driver: 21.21.13.7653)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit
Camera Model Name	DSC-WX220_4.4_4896x3672 (RGB)
Image Coordinate System	WGS84
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	PSAD56 / UTMzone 18S
Output Coordinate System	PSAD56 / UTMzone 18S
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard, Internal Parameters Optimization: All, External Parameters Optimization: All, Rematch: yes

Point Cloud Densification details

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes, Maximum Number of Triangles: 1000000, Texture Size: 8192x8192
Advanced: Matching Window Size	7x7 pixels
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Densification Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Advanced: Limit Camera Depth Automatically	no
Time for Point Cloud Densification	28m:20s
Time for 3D Textured Mesh Generation	07m:11s

Results

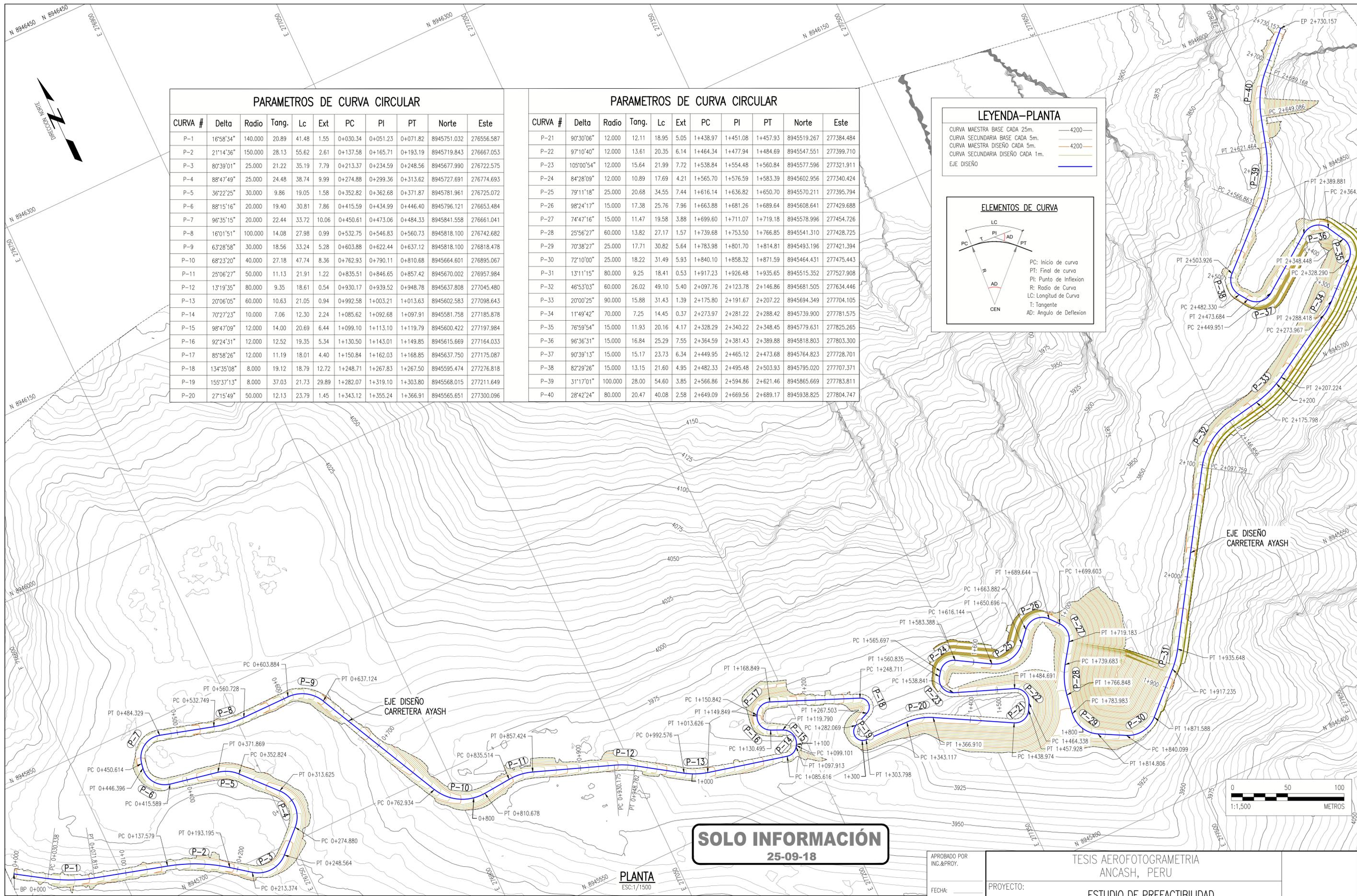
Number of Generated Tiles	1
Number of 3D Densified Points	15341559
Average Density (per m ³)	4.29



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

ANEXO C

PLANOS



PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR										
CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PI	PT	Norte	Este
P-1	16°58'34"	140.000	20.89	41.48	1.55	0+030.34	0+051.23	0+071.82	8945751.032	276556.587
P-2	21°14'36"	150.000	28.13	55.62	2.61	0+137.58	0+165.71	0+193.19	8945719.843	276667.053
P-3	80°39'01"	25.000	21.22	35.19	7.79	0+213.37	0+234.59	0+248.56	8945677.990	276722.575
P-4	88°47'49"	25.000	24.48	38.74	9.99	0+274.88	0+299.36	0+313.62	8945727.691	276774.693
P-5	36°22'25"	30.000	9.86	19.05	1.58	0+352.82	0+362.68	0+371.87	8945781.961	276725.072
P-6	88°15'16"	20.000	19.40	30.81	7.86	0+415.59	0+434.99	0+446.40	8945796.121	276653.484
P-7	96°35'15"	20.000	22.44	33.72	10.06	0+450.61	0+473.06	0+484.33	8945841.558	276661.041
P-8	16°01'51"	100.000	14.08	27.98	0.99	0+532.75	0+546.83	0+560.73	8945818.100	276742.682
P-9	63°28'58"	30.000	18.56	33.24	5.28	0+603.88	0+622.44	0+637.12	8945818.100	276818.478
P-10	68°23'20"	40.000	27.18	47.74	8.36	0+762.93	0+790.11	0+810.68	8945664.601	276895.067
P-11	25°06'27"	50.000	11.13	21.91	1.22	0+835.51	0+846.65	0+857.42	8945670.002	276957.984
P-12	13°19'35"	80.000	9.35	18.61	0.54	0+930.17	0+939.52	0+948.78	8945637.808	277045.480
P-13	20°06'05"	60.000	10.63	21.05	0.94	0+992.58	1+003.21	1+013.63	8945602.583	277098.643
P-14	70°27'23"	10.000	7.06	12.30	2.24	1+085.62	1+092.68	1+097.91	8945681.758	277185.878
P-15	98°47'09"	12.000	14.00	20.69	6.44	1+099.10	1+113.10	1+119.79	8945600.422	277197.984
P-16	92°24'31"	12.000	12.52	19.35	5.34	1+130.50	1+143.01	1+149.85	8945615.669	277164.033
P-17	85°58'26"	12.000	11.19	18.01	4.40	1+150.84	1+162.03	1+168.85	8945637.750	277175.087
P-18	134°35'08"	8.000	19.12	18.79	12.72	1+248.71	1+267.83	1+267.50	8945595.474	277276.818
P-19	155°37'13"	8.000	37.03	21.73	29.89	1+282.07	1+319.10	1+303.80	8945568.015	277211.649
P-20	27°15'49"	50.000	12.13	23.79	1.45	1+343.12	1+355.24	1+366.91	8945565.651	277300.096

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR										
CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PI	PT	Norte	Este
P-21	90°30'06"	12.000	12.11	18.95	5.05	1+438.97	1+451.08	1+457.93	8945519.267	277384.484
P-22	97°10'40"	12.000	13.61	20.35	6.14	1+464.34	1+477.94	1+484.69	8945547.551	277399.710
P-23	105°00'54"	12.000	15.64	21.99	7.72	1+538.84	1+554.48	1+560.84	8945577.596	277321.911
P-24	84°28'09"	12.000	10.89	17.69	4.21	1+565.70	1+576.59	1+583.39	8945602.956	277340.424
P-25	79°11'18"	25.000	20.68	34.55	7.44	1+616.14	1+636.82	1+650.70	8945570.211	277395.794
P-26	98°24'17"	15.000	17.38	25.76	7.96	1+663.88	1+681.26	1+689.64	8945608.641	277429.688
P-27	74°47'16"	15.000	11.47	19.58	3.88	1+699.60	1+711.07	1+719.18	8945578.996	277454.726
P-28	25°56'27"	60.000	13.82	27.17	1.57	1+739.68	1+753.50	1+766.85	8945541.310	277428.725
P-29	70°38'27"	25.000	17.71	30.82	5.64	1+783.98	1+801.70	1+814.81	8945493.196	277421.394
P-30	72°10'00"	25.000	18.22	31.49	5.93	1+840.10	1+858.32	1+871.59	8945464.431	277475.443
P-31	13°11'15"	80.000	9.25	18.41	0.53	1+917.23	1+926.48	1+935.65	8945515.352	277527.908
P-32	46°53'03"	60.000	26.02	49.10	5.40	2+097.76	2+123.78	2+146.86	8945681.505	277634.446
P-33	20°00'25"	90.000	15.88	31.43	1.39	2+175.80	2+191.67	2+207.22	8945694.349	277704.105
P-34	11°49'42"	70.000	7.25	14.45	0.37	2+273.97	2+281.22	2+288.42	8945739.900	277781.575
P-35	76°59'54"	15.000	11.93	20.16	4.17	2+328.29	2+340.22	2+348.45	8945779.631	277825.265
P-36	96°36'31"	15.000	16.84	25.29	7.55	2+364.59	2+381.43	2+389.88	8945818.803	277803.300
P-37	90°39'13"	15.000	15.17	23.73	6.34	2+449.95	2+465.12	2+473.68	8945764.823	277728.701
P-38	82°29'26"	15.000	13.15	21.60	4.95	2+482.33	2+495.48	2+503.93	8945795.020	277707.371
P-39	31°17'01"	100.000	28.00	54.60	3.85	2+566.86	2+594.86	2+621.46	8945865.669	277783.811
P-40	28°42'24"	80.000	20.47	40.08	2.58	2+649.09	2+669.56	2+689.17	8945938.825	277804.747

LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 25m. — 4200 —
 CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m. — 4200 —
 CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m. — 4200 —
 CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m. — 4200 —
 EJE DISEÑO — 4200 —

ELEMENTOS DE CURVA

PC: Inicio de curva
 PT: Final de curva
 PI: Punto de Inflexion
 R: Radio de Curva
 Lc: Longitud de Curva
 T: Tangente
 AD: Angulo de Deflexion

NOTAS:
 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
 DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
		B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	C.N.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
		A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	C.N.		ESTRUCT.:		
								ELECTR:		

SOLO INFORMACIÓN
 25-09-18

APROBADO POR ING.&PROY.
 FECHA:
 APROBADO POR USUARIO
 FECHA:

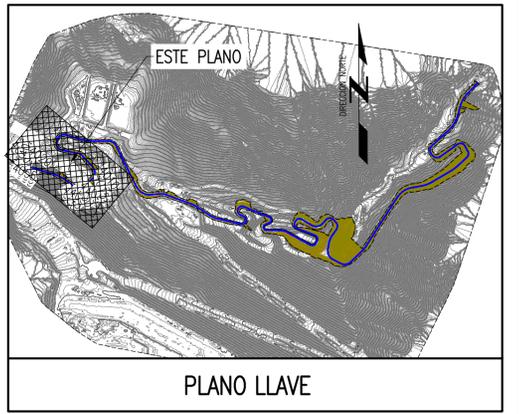
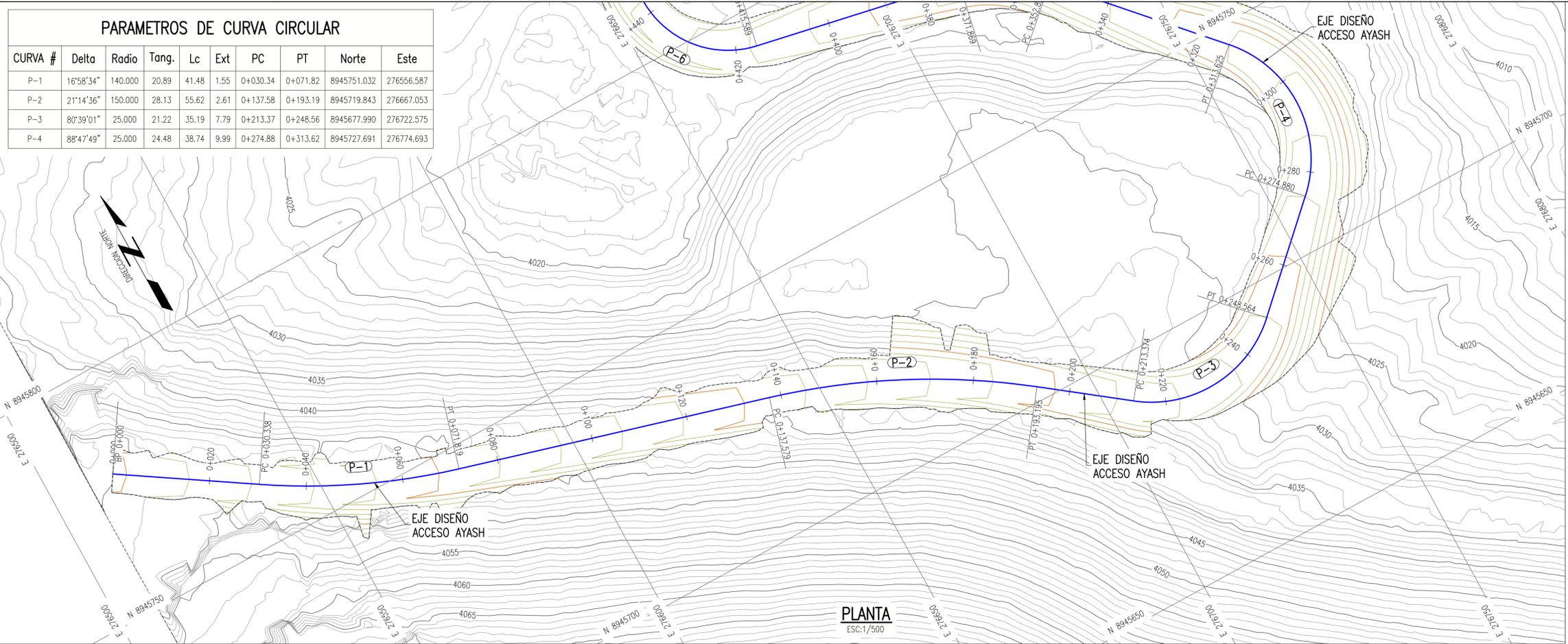
TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU

PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

PLANO: DISEÑO ACCESO PROG. 0+000 - 2+730 PLANTA

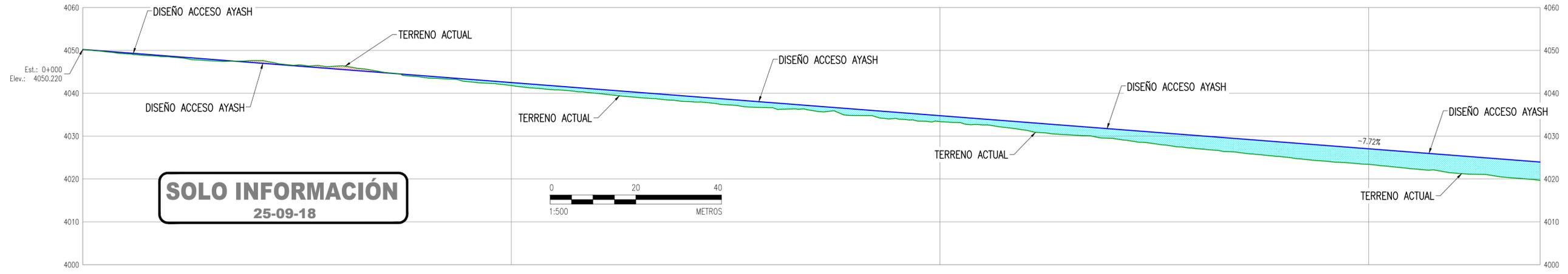
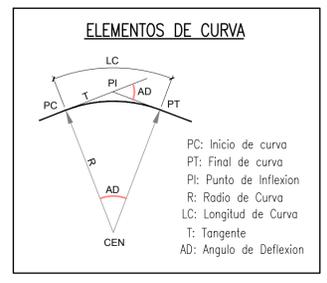
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS ESCALA: INDICADA TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: 430-T-61000

AFE: 16062A03 ETAPA: 105 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908 REV.: B



LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 1m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO	— 4200 —



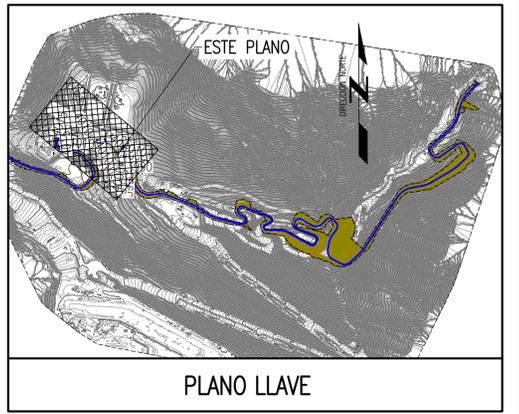
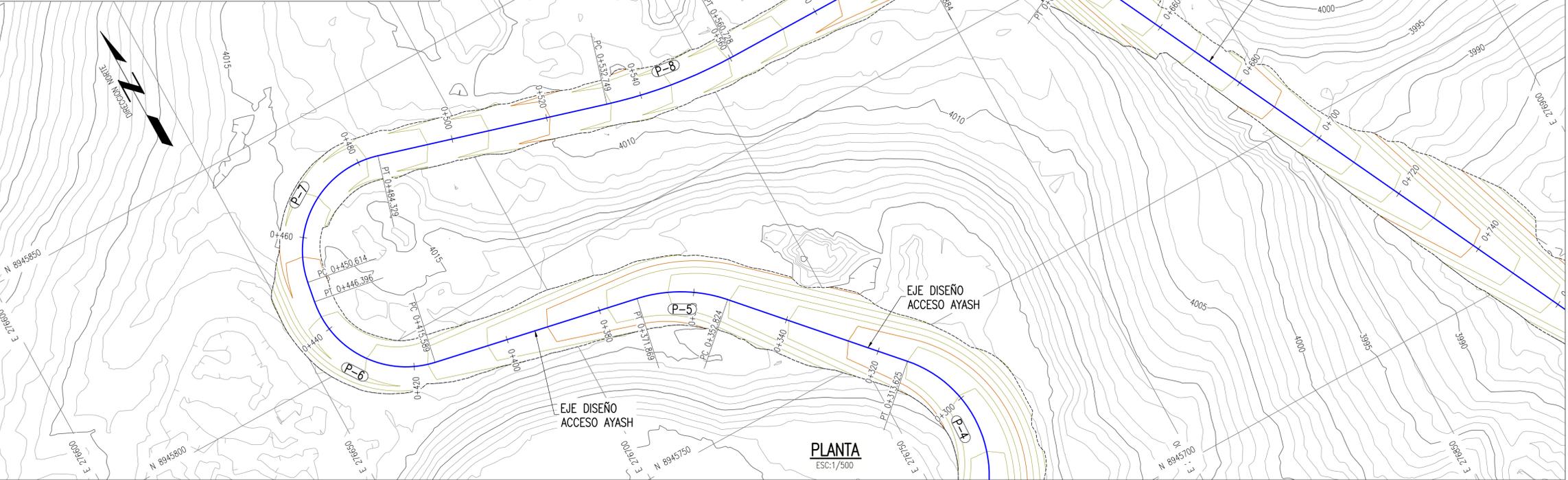
PENDIENTE (%)											L.H.: 599.953	
NIVEL DE TERRENO NATURAL	4050.220											S: -7.72%
NIVEL DE RASANTE	4046.675	4047.130	4047.585	4048.041	4048.496	4048.951	4049.406	4049.861	4050.316	4050.771	4051.227	4051.682
CORTE (+) RELLENO (-)	-0.15	0.49	0.80	-0.40	-0.70	-0.88	-1.30	-1.20	-1.50	-1.38	-1.84	-2.17
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	R: 140.00										R: 150.00	R: 25.00
PROGRESIVAS	0+000				0+100				0+200			0+300

PERFIL LONGITUDINAL
ESC.HOR. 1/500 - VER. 1/500

<p>NOTAS:</p> <p>1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.</p> <p>2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1</p> <p>3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">B</td> <td style="width: 10%;">08-09-18</td> <td style="width: 45%;">PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN</td> <td style="width: 10%;">E.G.</td> <td style="width: 10%;">E.G.</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>08-09-18</td> <td>PARA REVISIÓN INTERNA</td> <td>E.G.</td> <td>E.G.</td> </tr> </table>	B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.	A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.	<p>PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR:</p>	<p>APROBADO POR ING.&PROY. FECHA: APROBADO POR USUARIO FECHA:</p>	<p>TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU</p> <p>PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD</p> <p>PLANO: DISEÑO ACCESO PROG. 0+000 - 0+340 PLANTA</p>	<p>AFE: 16062A03</p> <p>ETAPA: 105</p> <p>CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908</p>	
B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.												
A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.												
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS	GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 430-T-61001	REV.: B

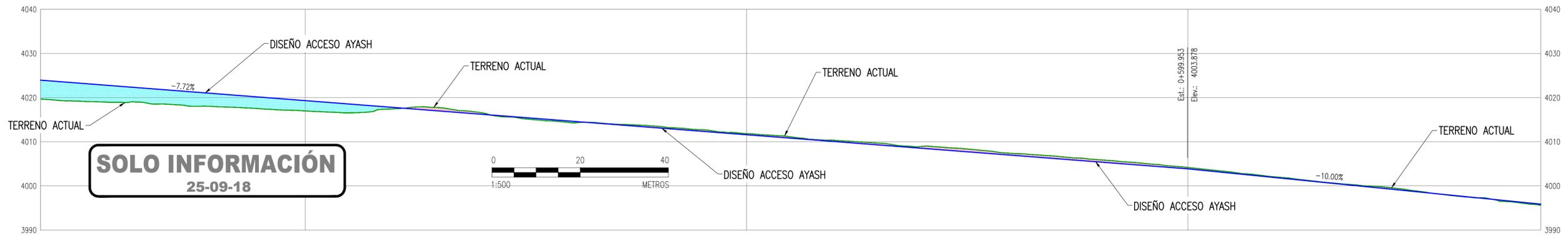
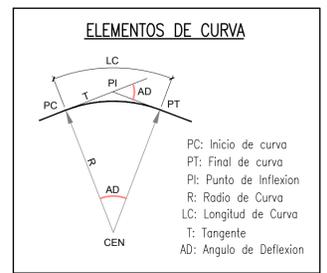
PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-5	36°22'25"	30.000	9.86	19.05	1.58	0+352.82	0+371.87	8945781.961	276725.072
P-6	88°15'16"	20.000	19.40	30.81	7.86	0+415.59	0+446.40	8945796.121	276653.484
P-7	96°35'15"	20.000	22.44	33.72	10.06	0+450.61	0+484.33	8945841.558	276661.041
P-8	16°01'51"	100.000	14.08	27.98	0.99	0+532.75	0+560.73	8945818.100	276742.682
P-9	63°28'58"	30.000	18.56	33.24	5.28	0+603.88	0+637.12	8945818.100	276818.478



LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 1m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO	— 4200 —



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

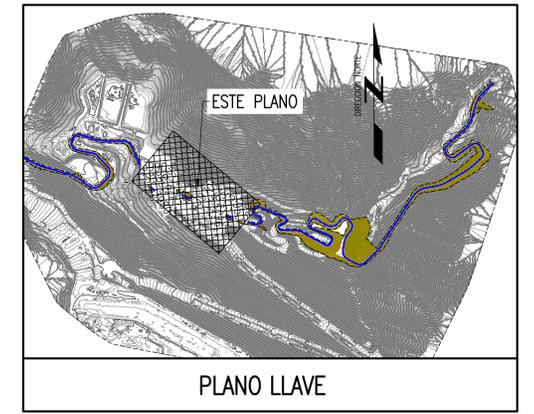
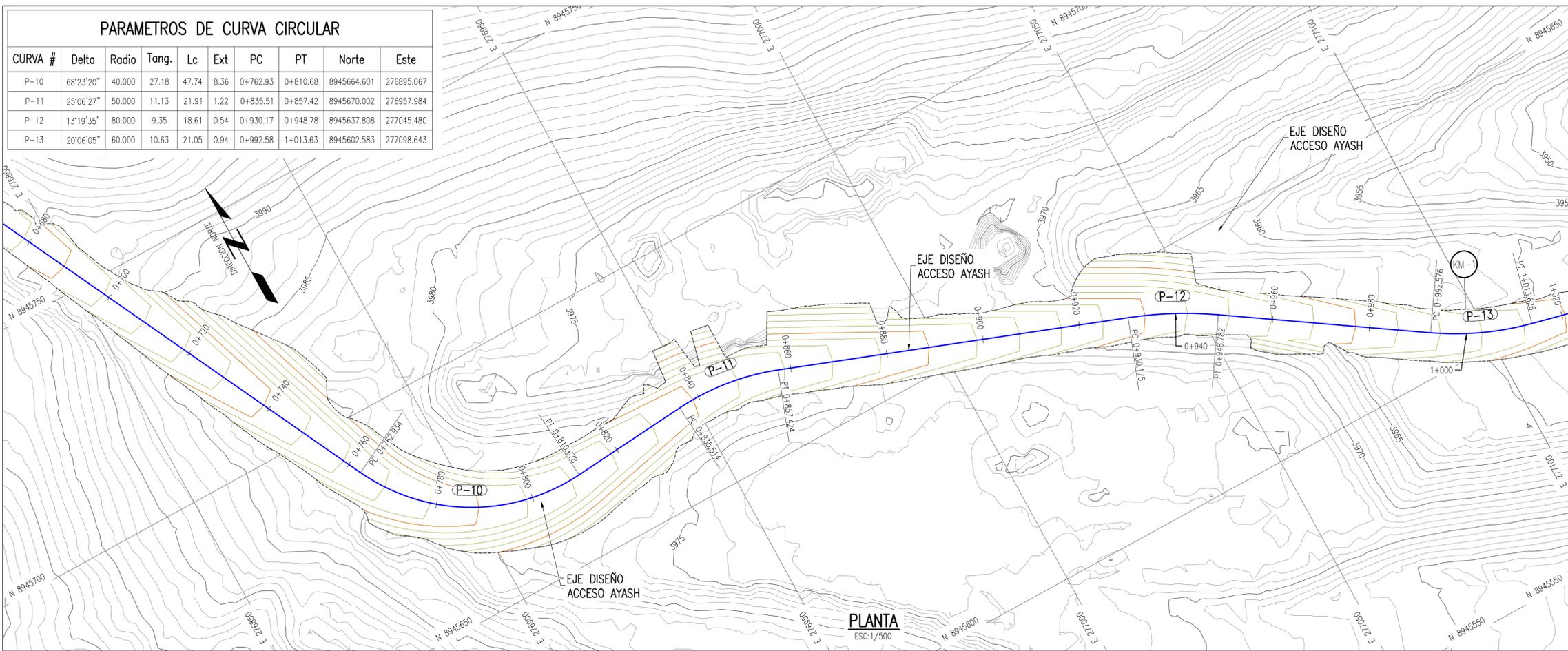
PENDIENTE (%)	NIVEL DE TERRENO NATURAL	NIVEL DE RASANTE	CORTE (+) RELLENO (-)	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	PROGRESIVAS
-4.26	4023.957	4019.693			0+340
-3.47	4022.413	4018.947			R: 30.00
-2.93	4020.868	4017.936			0+400
-2.33	4019.323	4016.989			R: 20.00
-0.30	4017.778	4017.476			0+500
0.33	4016.233	4016.563			R: 20.00
-0.33	4014.688	4014.354			0+600
0.36	4013.143	4013.499			R: 100.00
0.25	4011.599	4011.845			0+700
0.28	4010.054	4010.330			0+800
0.48	4008.509	4008.986			
0.41	4006.964	4007.375			
0.51	4005.419	4005.927			
0.31	4003.873	4004.180			
0.16	4001.873	4002.037			R: 30.00
0.16	3999.873	4000.035			0+880
-0.08	3997.873	3997.794			
-0.26	3995.873	3995.618			

PERFIL LONGITUDINAL
ESC: HOR. 1/500 - VER. 1/500

NOTAS: 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR. 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1 3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.	PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA :		APROBADO POR ING.&PROY. FECHA:		TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DISEÑO ACCESO PROG. 0+340 - 0+680 PLANTA		AFE: 16062A03 ETAPA: 105 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908			
	APROBADO POR USUARIO FECHA:		GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS ESCALA: INDICADA TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: 430-T-60002				REV: B			
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS

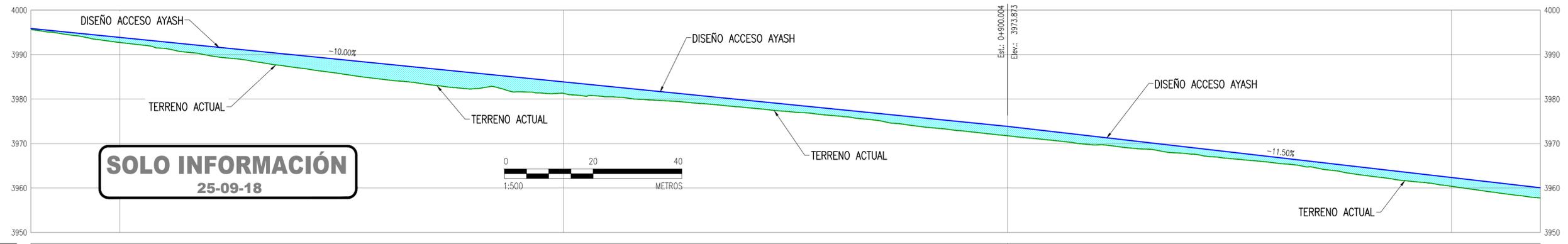
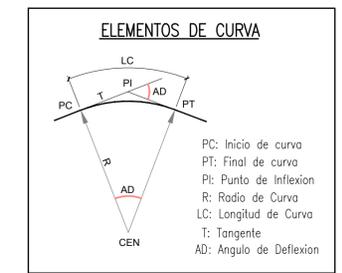
PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-10	68°23'20"	40.000	27.18	47.74	8.36	0+762.93	0+810.68	8945664.601	276895.067
P-11	25°06'27"	50.000	11.13	21.91	1.22	0+835.51	0+857.42	8945670.002	276957.984
P-12	13°19'35"	80.000	9.35	18.61	0.54	0+930.17	0+948.78	8945637.808	277045.480
P-13	20°06'05"	60.000	10.63	21.05	0.94	0+992.58	1+013.63	8945602.583	277098.643



LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 1m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO	— 4200 —



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

PENDIENTE (%)	L.H.: 300.051 S: -10.00%	
NIVEL DE TERRENO NATURAL	3995.873	3957.761
NIVEL DE RASANTE	3995.873	3957.761
CORTE (+) RELLENO (-)	-0.26	-2.31
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	R: 40.00	R: 80.00
PROGRESIVAS	0+680	1+020

PERFIL LONGITUDINAL
ESCHOR: 1/500 - VER: 1/500

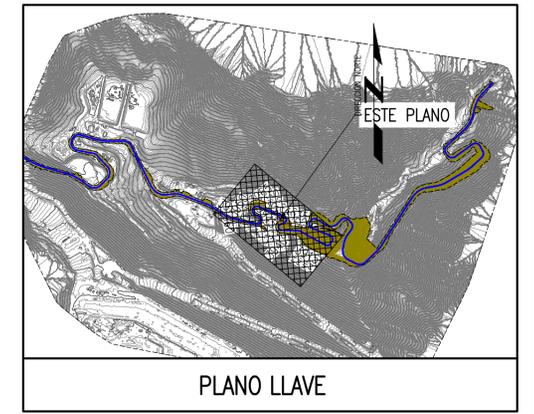
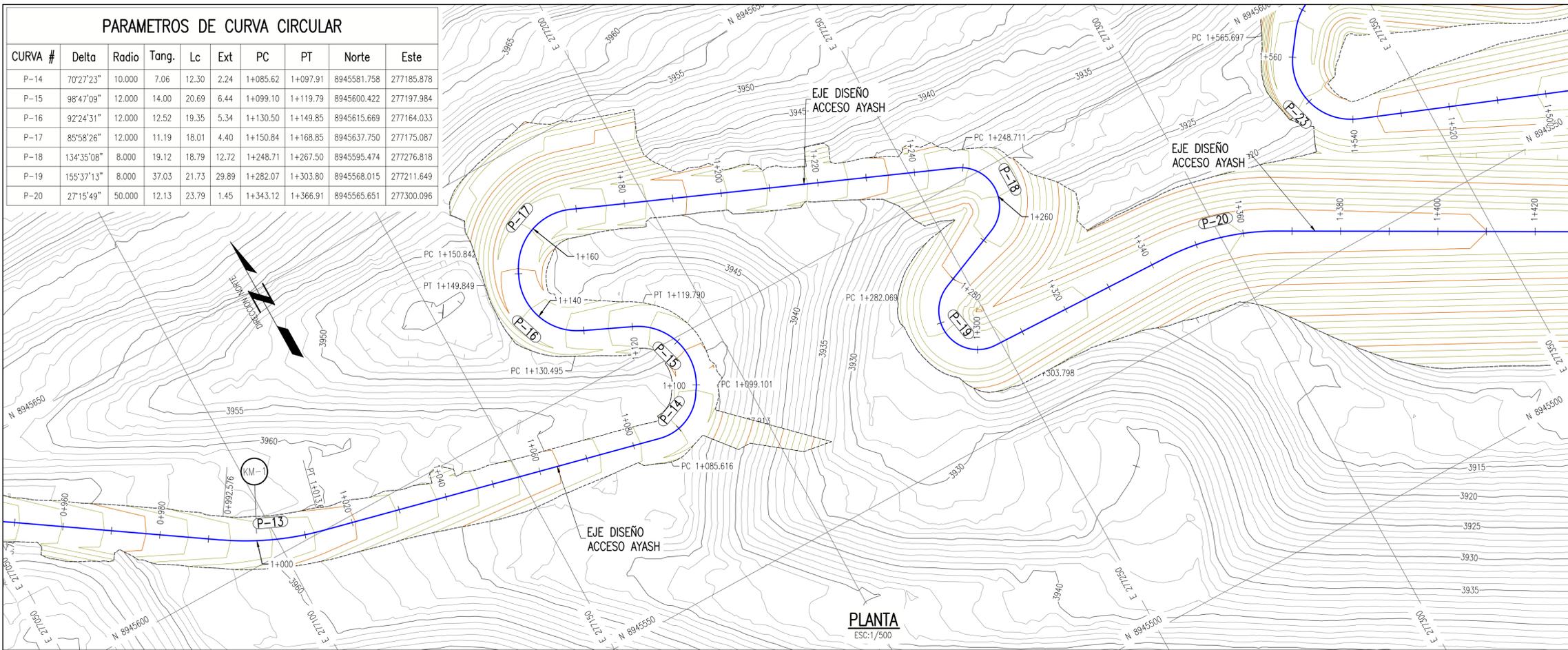
NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.				
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.				

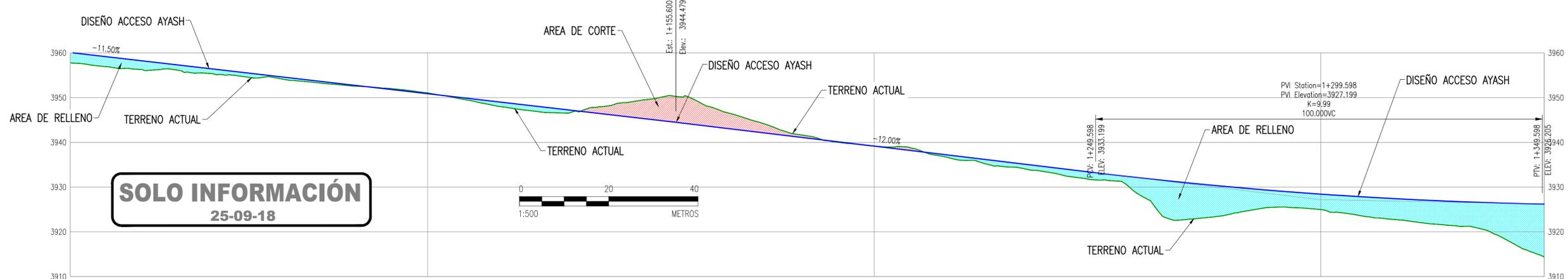
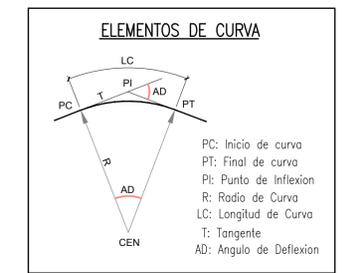
TESIS AEROFOTOGRAMETRIA
 ANCASH, PERU
 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
 DISEÑO ACCESO PROG. 0+680 - 1+020
 PLANTA

GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS
 ESCALA: INDICADA
 TIPO PLANO: DWG
 N° DE PLANO: 430-T-60003
 REV: B

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR									
CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-14	70°27'23"	10.000	7.06	12.30	2.24	1+085.62	1+097.91	8945581.758	277185.878
P-15	98°47'09"	12.000	14.00	20.69	6.44	1+099.10	1+119.79	8945600.422	277197.984
P-16	92°24'31"	12.000	12.52	19.35	5.34	1+130.50	1+149.85	8945615.669	277164.033
P-17	85°58'26"	12.000	11.19	18.01	4.40	1+150.84	1+168.85	8945637.750	277175.087
P-18	134°35'08"	8.000	19.12	18.79	12.72	1+248.71	1+267.50	8945595.474	277276.818
P-19	155°37'13"	8.000	37.03	21.73	29.89	1+282.07	1+303.80	8945568.015	277211.649
P-20	27°15'49"	50.000	12.13	23.79	1.45	1+343.12	1+366.91	8945565.651	277300.096



LEYENDA-PLANTA	
CURVA MAESTRA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 1m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO	— 4200 —



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

PENDIENTE (%)	L.H.: 255.595 S: -11.50%	L.H.: 93.998 S: -12.00%	L.C.: 100.00
NIVEL DE TERRENO NATURAL	3960.073, 3957.761	3950.873, 3951.044	3948.573, 3947.447
NIVEL DE RASANTE	3957.773, 3956.268	3955.473, 3954.521	3953.173, 3952.905
CORTE (+) RELLENO (-)	-2.31	-1.51	-0.95
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	R: 10.00	R: 12.00	R: 12.00
PROGRESIVAS	1+020	1+100	1+200

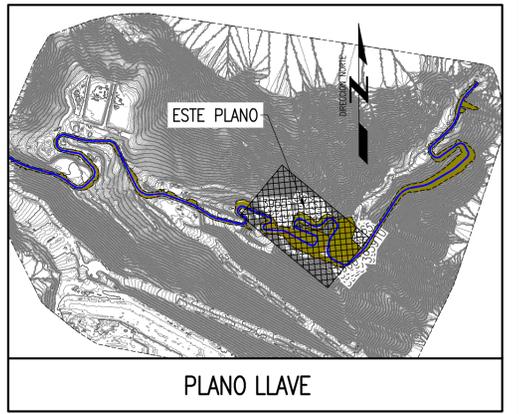
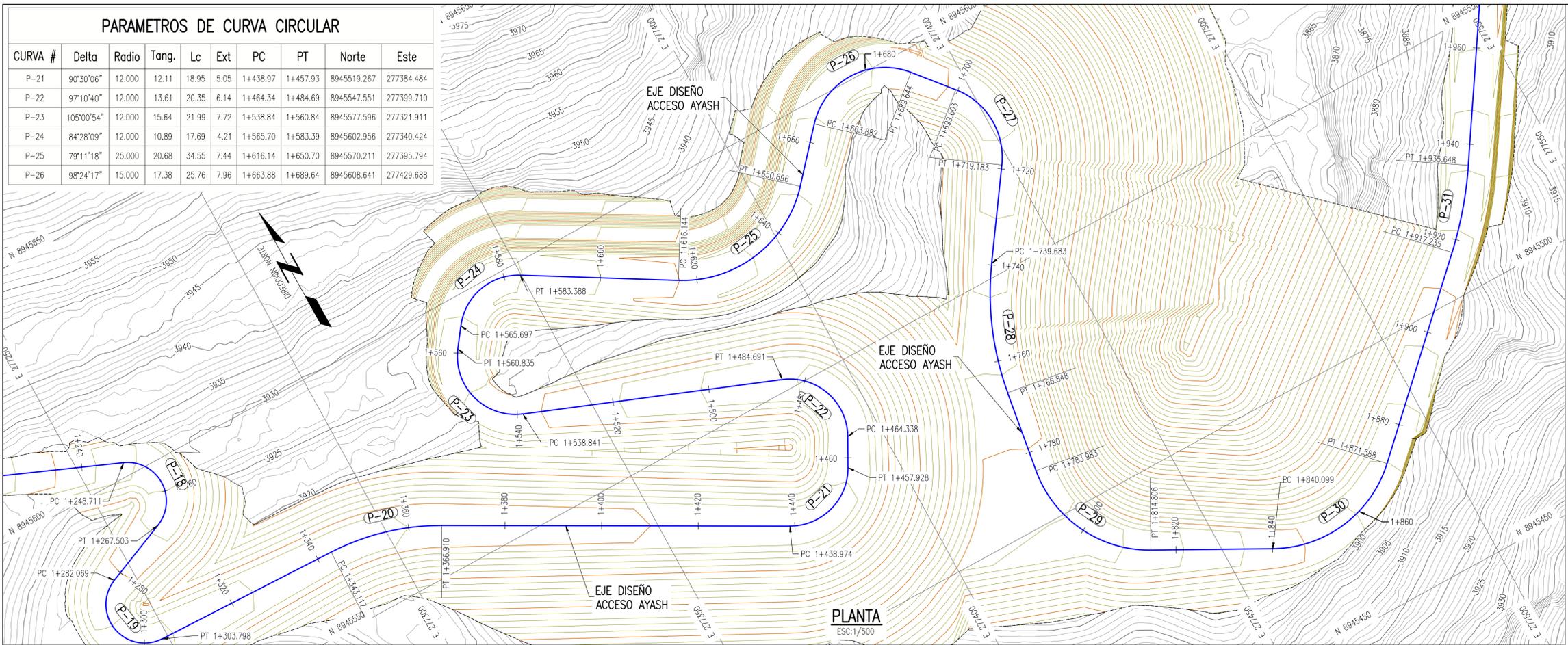
PERFIL LONGITUDINAL
ESC:HOR. 1/500 - VER. 1/500

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

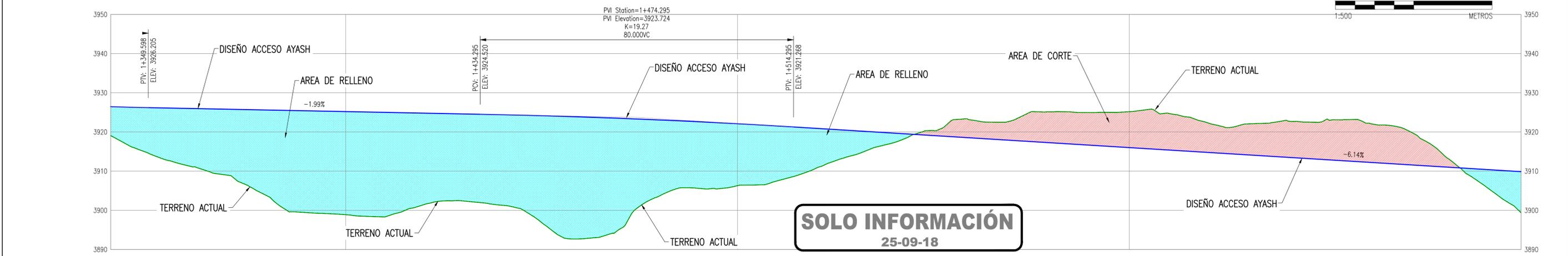
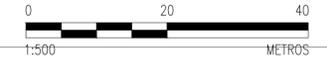
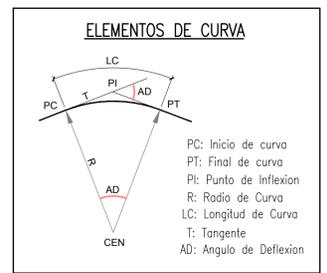
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	D.CH	C.L.				
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	D.CH	C.L.				

PROCESO:		APROBADO POR		TESIS AEROFOTOGRAMETRIA	
P&D INSTR.:	MECANICA :	ING.&PROY.	FECHA:	ANCASH, PERU	
CIVIL-TOPOGRAFIA :	ESTRUCT.:	APROBADO POR	FECHA:	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	
ELECTR.:		USUARIO	FECHA:	DISEÑO ACCESO PROG. 1+020 - 1+340	
				PLANTA	
				GERENCIA:	ETAPA:
				INGENIERIA Y PROYECTOS	105
				ESCALA:	CONTRATO-RDS/PO/OS:
				INDICADA	MTE2316-19908
				TIPO PLANO:	REV.:
				DWG	B
				N° DE PLANO:	
				430-T-60004	

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR									
CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-21	90°30'06"	12.000	12.11	18.95	5.05	1+438.97	1+457.93	8945519.267	277384.484
P-22	97°10'40"	12.000	13.61	20.35	6.14	1+464.34	1+484.69	8945547.551	277399.710
P-23	105°00'54"	12.000	15.64	21.99	7.72	1+538.84	1+560.84	8945577.596	277321.911
P-24	84°28'09"	12.000	10.89	17.69	4.21	1+565.70	1+583.39	8945602.956	277340.424
P-25	79°11'18"	25.000	20.68	34.55	7.44	1+616.14	1+650.70	8945570.211	277395.794
P-26	98°24'17"	15.000	17.38	25.76	7.96	1+663.88	1+689.64	8945608.641	277429.688



LEYENDA-PLANTA	
CURVA MAESTRA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 1m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO	— 4200 —



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

PENDIENTE (%)	L.H.: 84.697 S: -1.99%		LC: 80.00		L.H.: 285.705 S: -6.14%	
NIVEL DE TERRENO NATURAL	3919.043	3911.301	3903.652	3898.873	3901.468	3892.709
NIVEL DE RASANTE	3926.442	3925.998	3925.600	3925.202	3924.804	3924.277
CORTE (+) RELLENO (-)	-7.40	-14.70	-21.95	-26.33	-23.34	-15.82
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	R: 50.00					R: 12.00
PROGRESIVAS	1+340	1+400	1+460	1+520	1+580	1+640

PERFIL LONGITUDINAL
ESC:HOR. 1/500 - VER. 1/500

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.				
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.				

PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR:

APROBADO POR INC.&PROY. FECHA: APROBADO POR USUARIO FECHA:

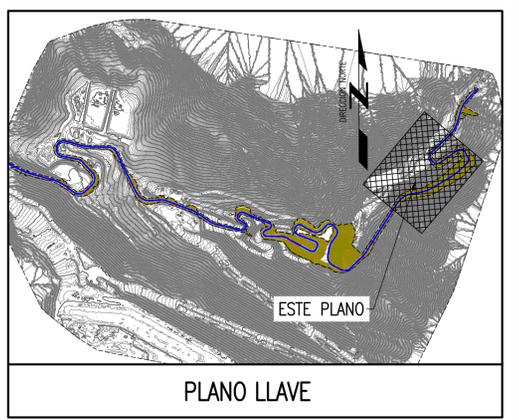
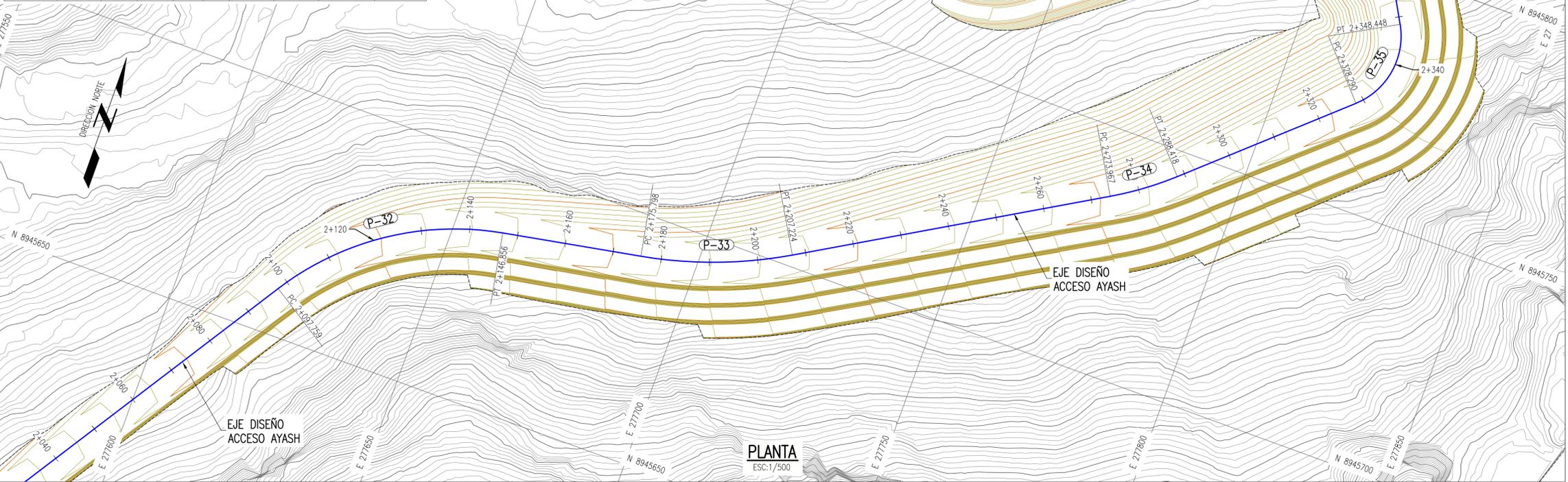
PROYECTO: TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU

PLANO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DISEÑO ACCESO PROG. 1+340 - 1+700 PLANTA

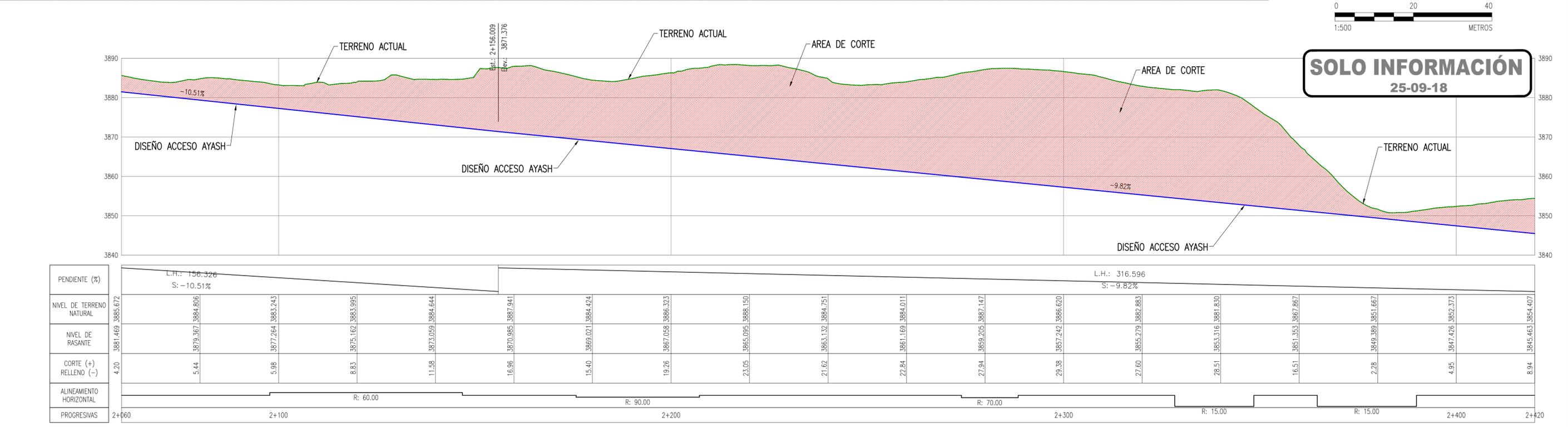
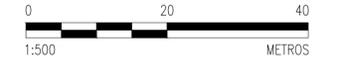
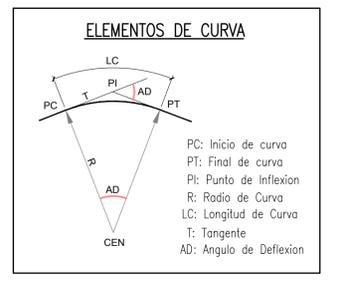
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS ESCALA: INDICADA TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: 430-T-60005 REV: B

AFE: 16062AQ3 ETAPA: 105 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR									
CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-32	46°53'03"	60.000	26.02	49.10	5.40	2+097.76	2+146.86	8945681.505	277634.446
P-33	20°00'25"	90.000	15.88	31.43	1.39	2+175.80	2+207.22	8945694.349	277704.105
P-34	11°49'42"	70.000	7.25	14.45	0.37	2+273.97	2+288.42	8945739.900	277781.575
P-35	76°59'54"	15.000	11.93	20.16	4.17	2+328.29	2+348.45	8945779.631	277825.265
P-36	96°36'31"	15.000	16.84	25.29	7.55	2+364.59	2+389.88	8945818.803	277803.300



LEYENDA-PLANTA	
CURVA MAESTRA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 1m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO	— 4200 —



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

PERFIL LONGITUDINAL
ESC:HOR. 1/500 - VER. 1/500

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
		B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.				
		A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.				

PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR:

APROBADO POR INC.&PROY. FECHA: APROBADO POR USUARIO FECHA:

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU

PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

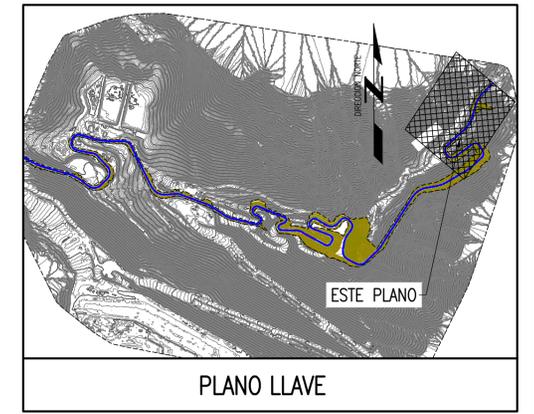
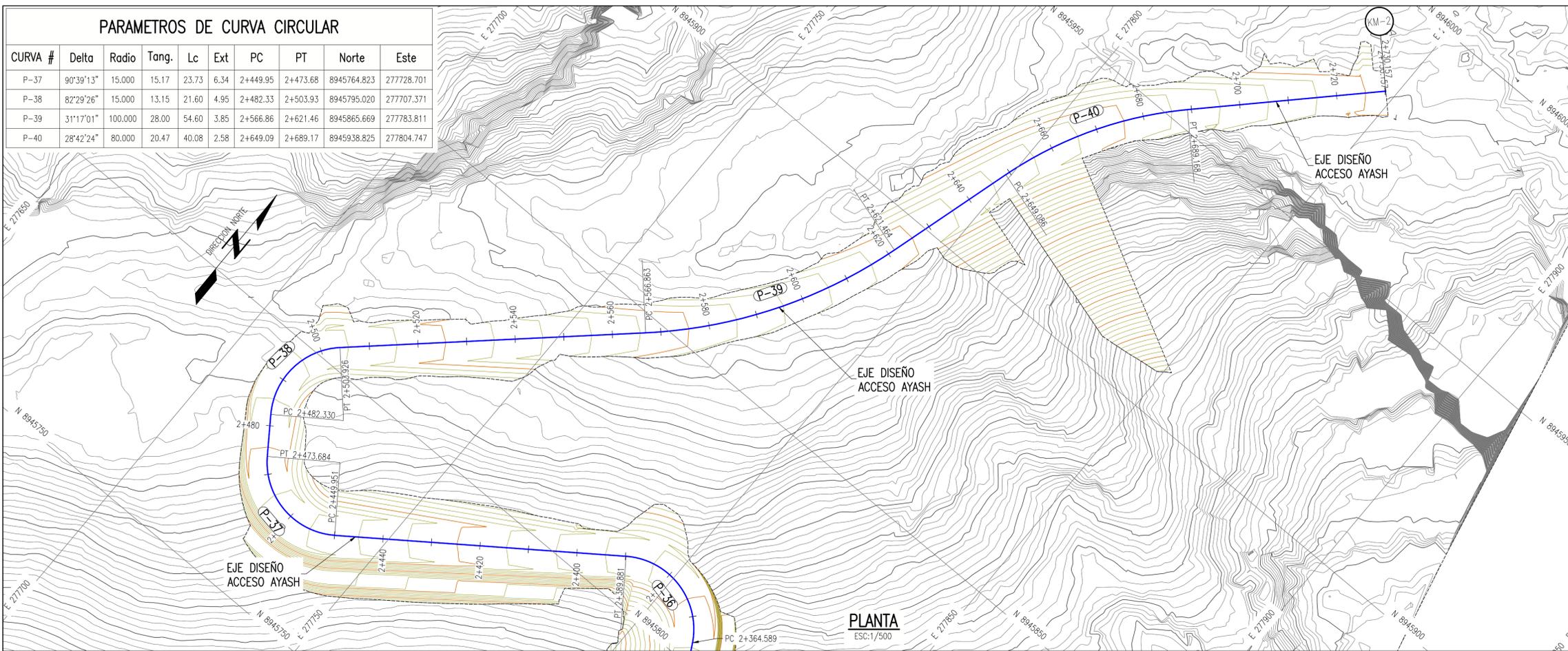
PLANO: DISEÑO ACCESO PROG. 2+060- 2+420 PLANTA

GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS ESCALA: INDICADA TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: 430-T-60007 REV: B

AFE: 16062AQ3 ETAPA: 105 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908

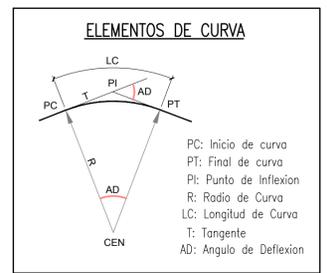
PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-37	90°39'13"	15.000	15.17	23.73	6.34	2+449.95	2+473.68	8945764.823	277728.701
P-38	82°29'26"	15.000	13.15	21.60	4.95	2+482.33	2+503.93	8945795.020	277707.371
P-39	31°17'01"	100.000	28.00	54.60	3.85	2+566.86	2+621.46	8945865.669	277783.811
P-40	28°42'24"	80.000	20.47	40.08	2.58	2+649.09	2+689.17	8945938.825	277804.747

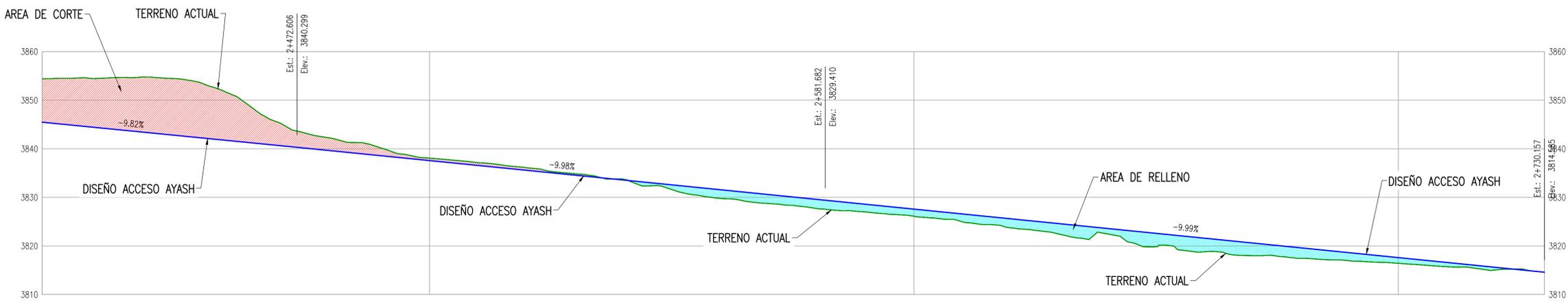


LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 1m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO	— 4200 —

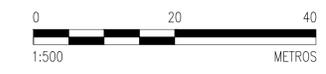


PLANTA
ESC:1/500



PENDIENTE (%)	NIVEL DE TERRENO NATURAL	NIVEL DE RASANTE	CORTE (+) RELLENO (-)	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	PROGRESIVAS
8.94	3845.463	3854.407			2+420
11.21	3843.500	3854.711		R: 15.00	2+500
9.28	3841.537	3850.818		R: 15.00	2+500
2.55	3839.561	3842.109			2+500
0.51	3837.565	3838.072			2+500
0.55	3835.568	3836.115			2+500
0.18	3833.571	3833.750			2+500
-1.78	3831.575	3829.791			2+500
-1.88	3829.578	3827.696			2+500
-1.48	3827.581	3826.101			2+500
-1.86	3825.584	3823.725			2+500
-1.13	3823.587	3822.458			2+500
-2.79	3821.590	3818.803			2+500
-2.13	3819.593	3817.459			2+500
-1.17	3817.596	3816.426			2+500
-0.53	3815.599	3815.067			2+500
		3814.585			2+730.16

PERFIL LONGITUDINAL
ESC:HOR. 1/500 - VER. 1/500



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISION Y APROBACION	E.G.	E.G.				
			A	08-09-18	PARA REVISION INTERNA	E.G.	E.G.				

PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR:

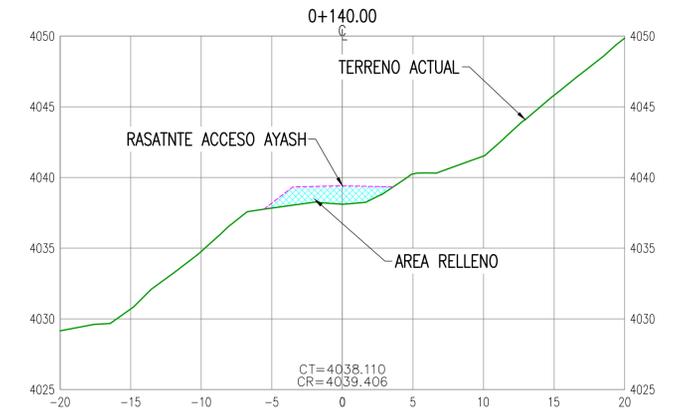
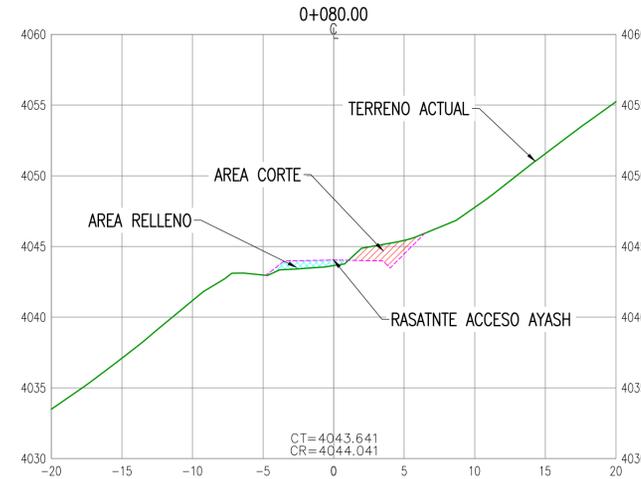
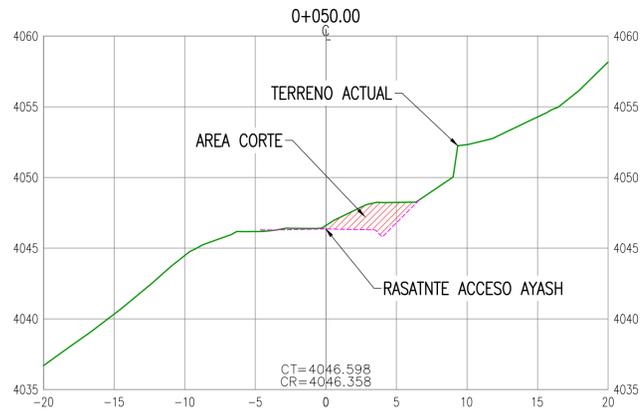
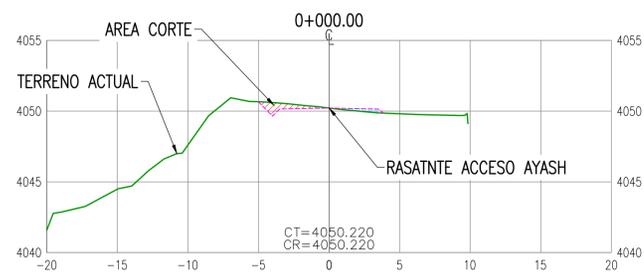
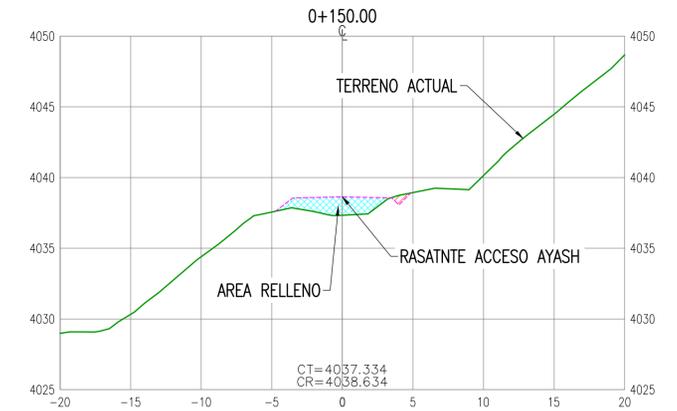
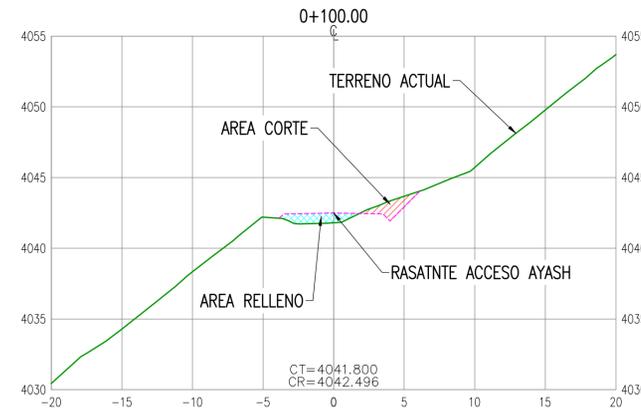
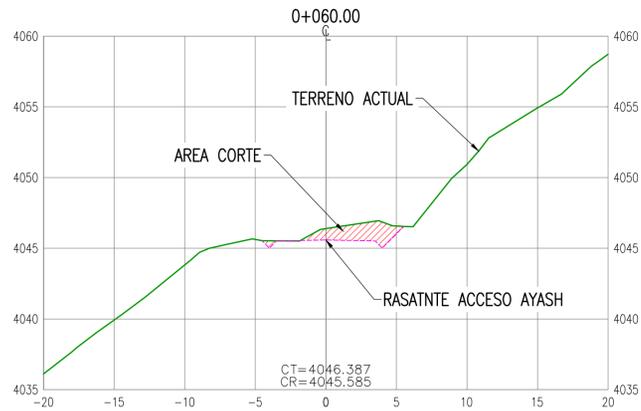
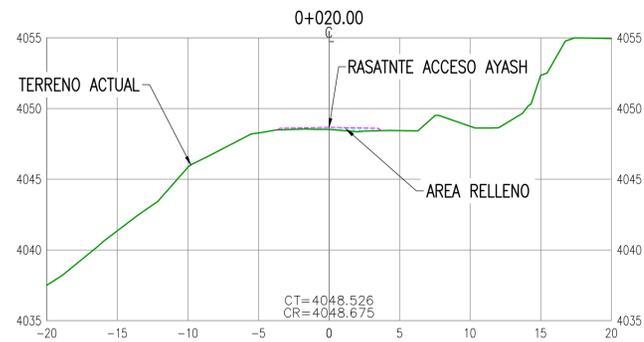
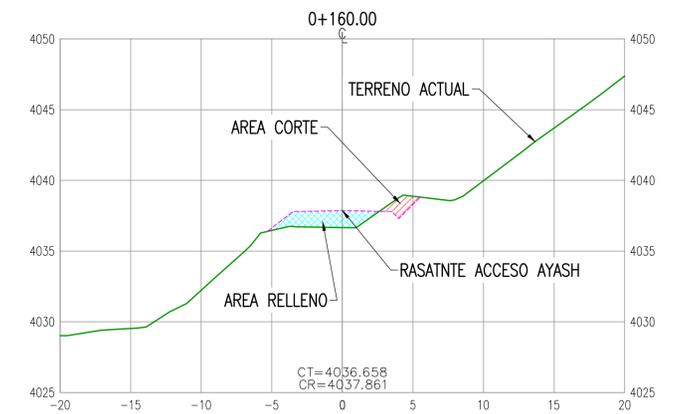
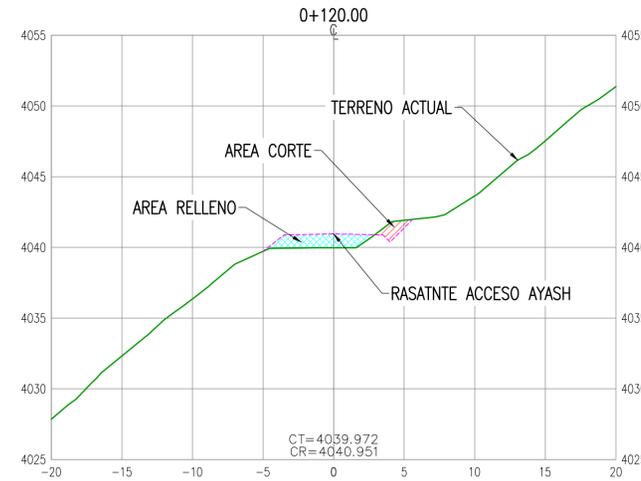
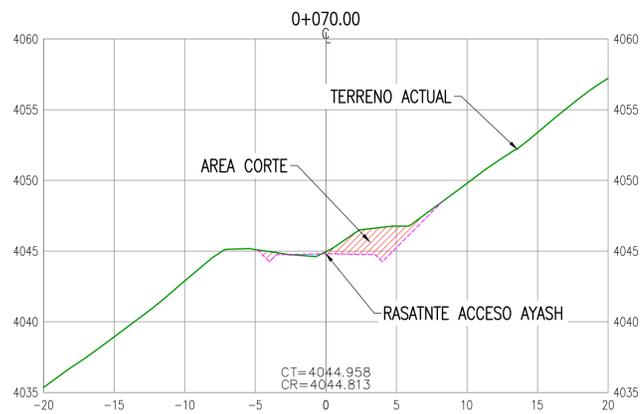
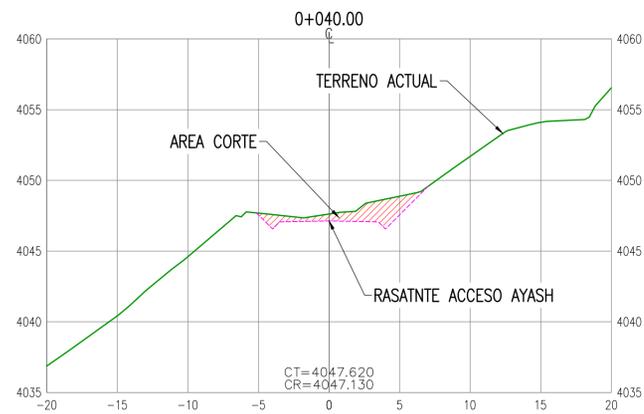
APROBADO POR ING.&PROY. FECHA: APROBADO POR USUARIO FECHA:

PROYECTO: TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU

PLANO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DISEÑO ACCESO PROG. 2+420- 2+640 PLANTA

GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS ESCALA: INDICADA TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: 430-T-60008 REV.: B

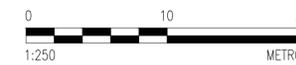
AFE: 16062A03 ETAPA: 105 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908



LEYENDA SECCIONES

LÍNEA TERRENO EXISTENTE	---
LÍNEA TERRENO DISEÑO	---
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR

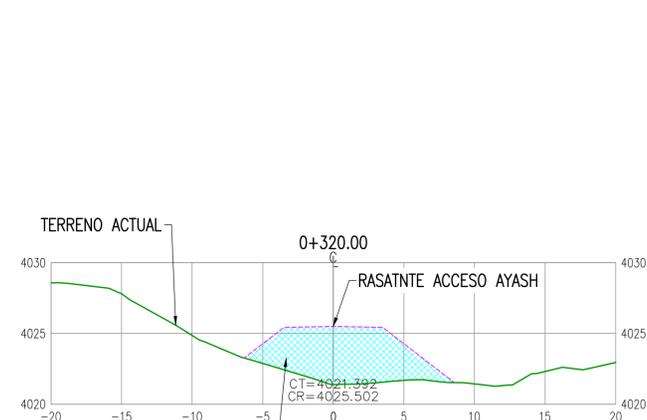
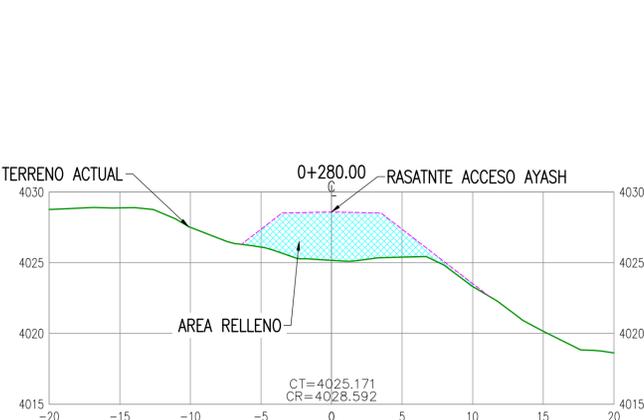
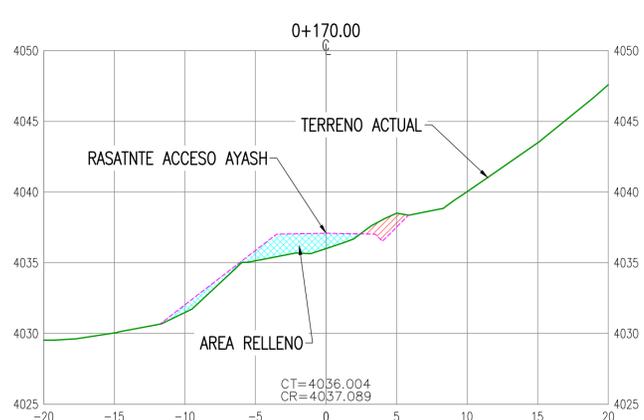
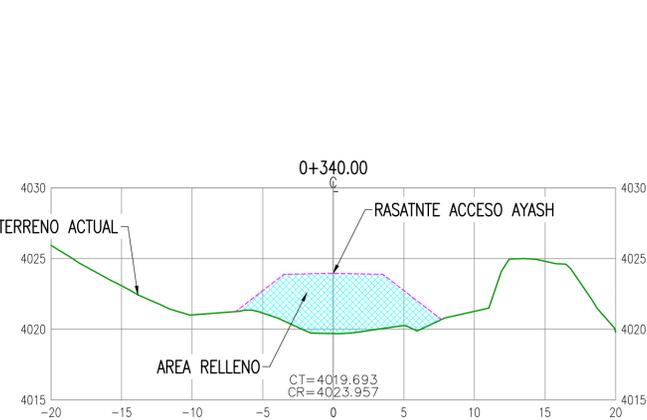
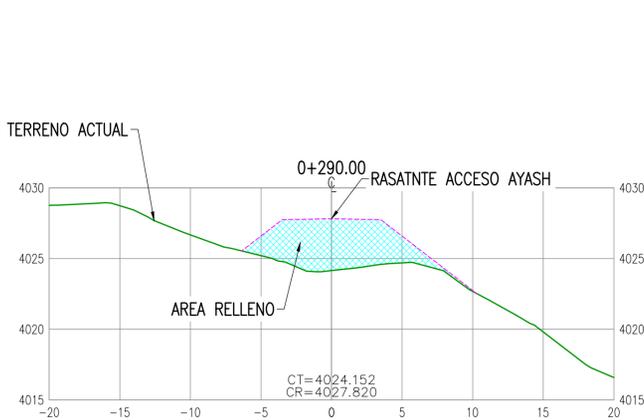
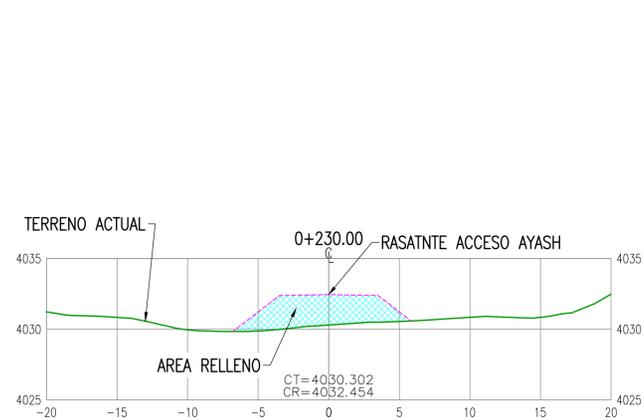
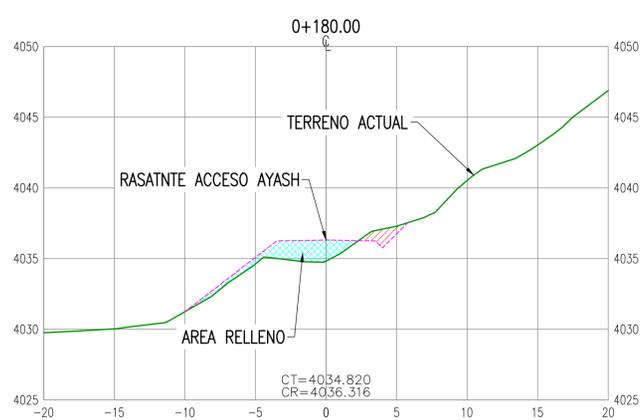
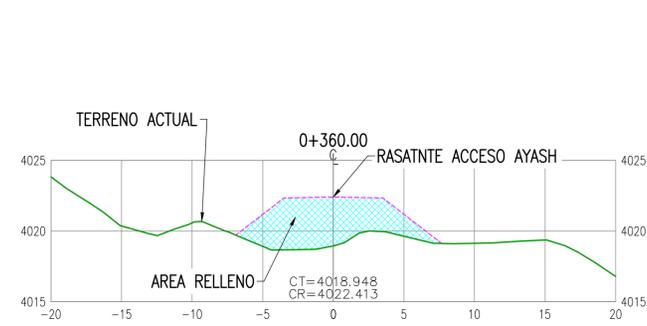
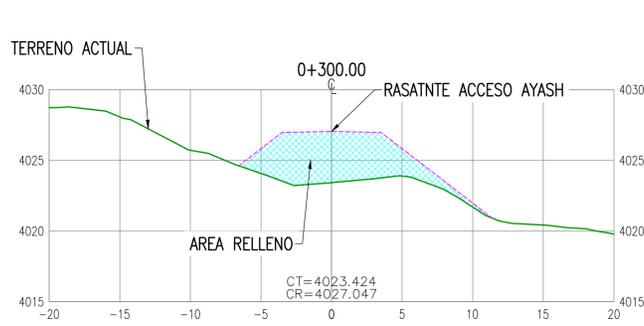
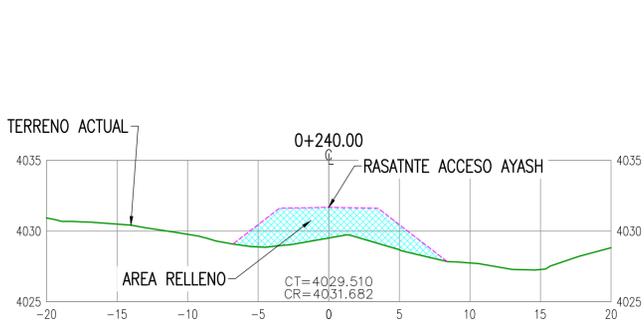
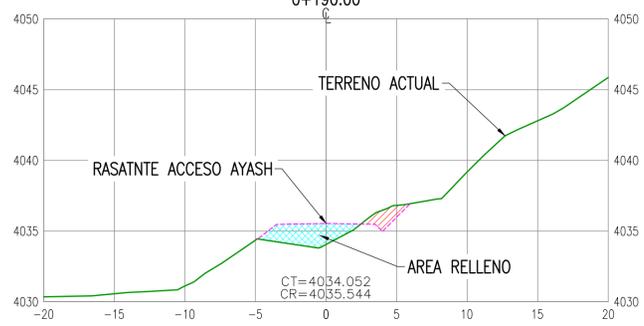
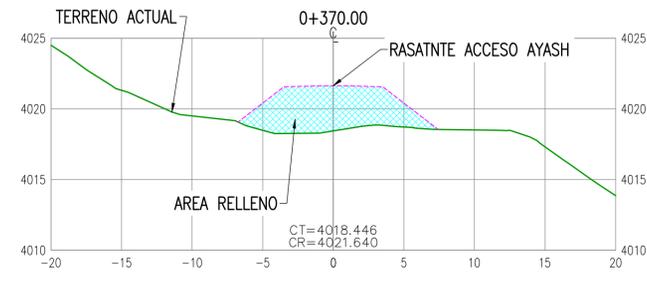
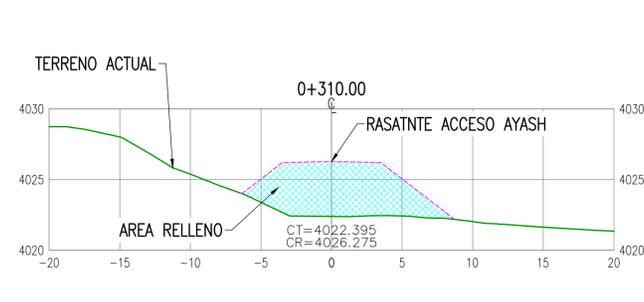
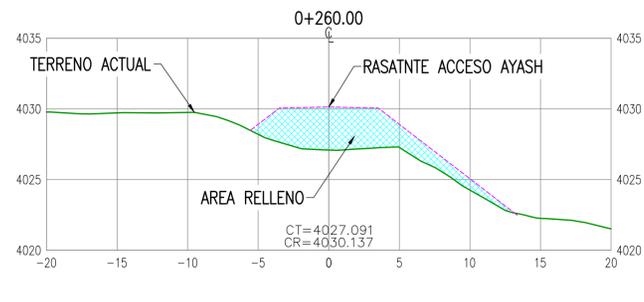
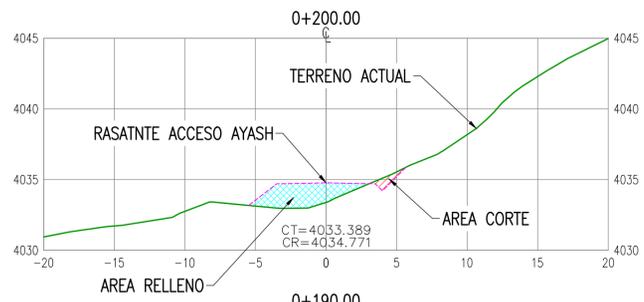
SECCIONES
ESC:1/250



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

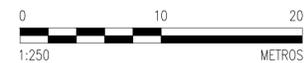
NOTAS				PROCESO:				APROBADO POR		TESIS AEROFOTOGRAMETRIA			
				P&D INSTR.:				ING.&PROY. ANTAMINA		ANCASH, PERU			
				MECANICA :				FECHA:		PROYECTO:			
				CIVIL-TOPOGRAFIA :				APROBADO POR		ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD			
				ELECTR:				USUARIO ANTAMINA		PLANO: RASANTTE ACCESO AYASH PROG. 0+000- 0+160			
				DISCIPLINAS				FECHA:		SECCIONES			
				FECHA				FIRMAS		GERENCIA:		ETAPA:	
				REVISIONES						INGENIERIA Y PROYECTOS		16062A03 105	
										INDICADA		CONTRATO-RDS/PO/S:	
										TIPO PLANO:		MTE2316-19908	
										DWG		REV: B	
										N° DE PLANO:		430-T-60009	



LEYENDA SECCIONES

LÍNEA TERRENO EXISTENTE	---
LÍNEA TERRENO DISEÑO	---
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR

SECCIONES
ESC:1/250

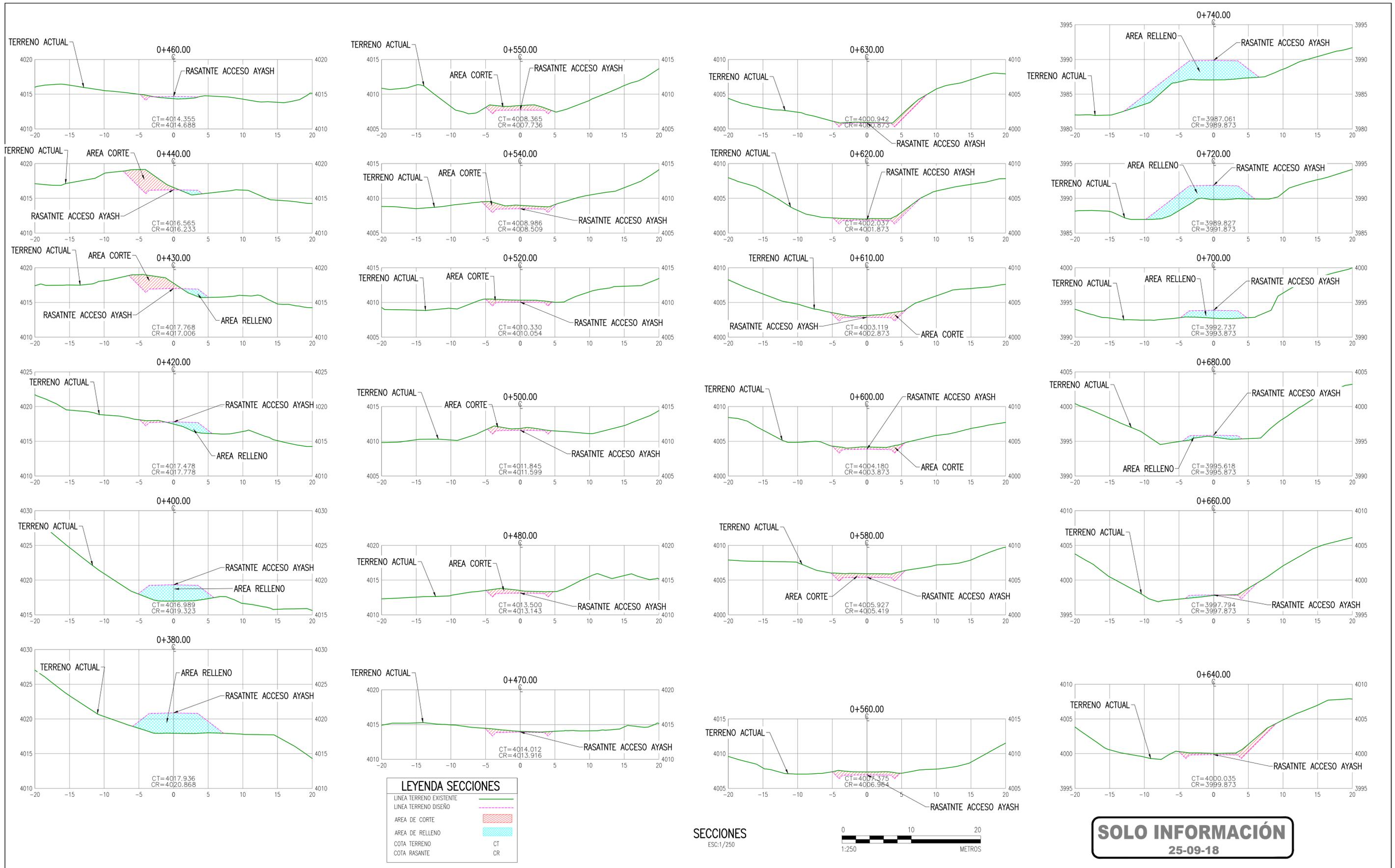


SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.:		

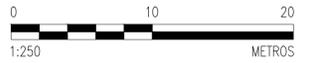
PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR.		APROBADO POR ING.&PROY. ANTAMINA FECHA: _____ APROBADO POR USUARIO ANTAMINA FECHA: _____	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 0+170- 0+370 SECCIONES	AFE: 16062A03 ETAPA: 105 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 430-T-60010	REV.: B



LEYENDA SECCIONES

LÍNEA TERRENO EXISTENTE	
LÍNEA TERRENO DISEÑO	
AREA DE CORTE	
AREA DE RELLENO	
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR

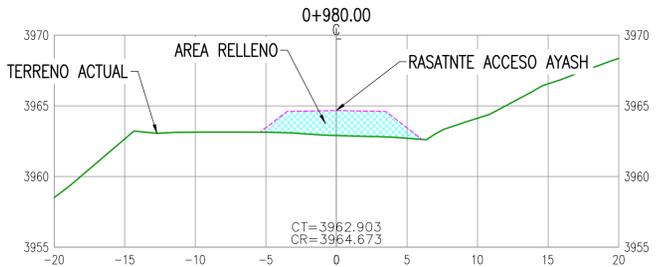
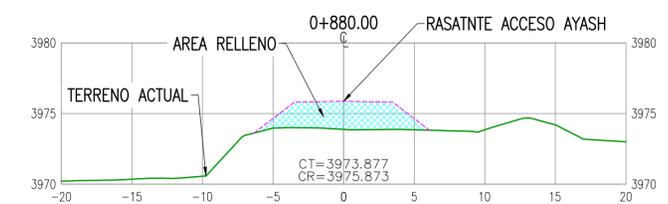
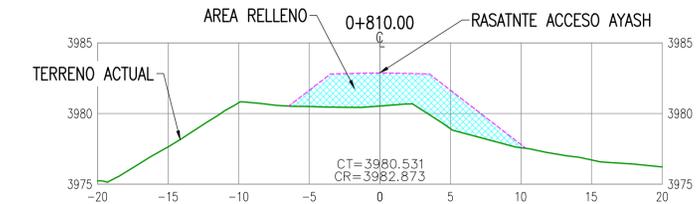
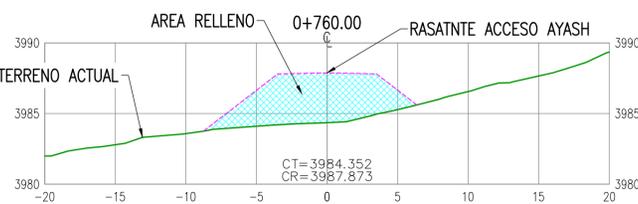
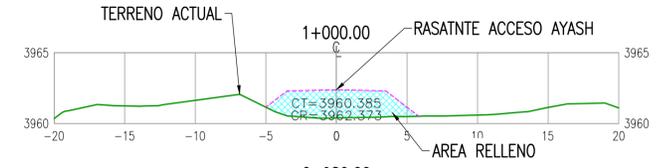
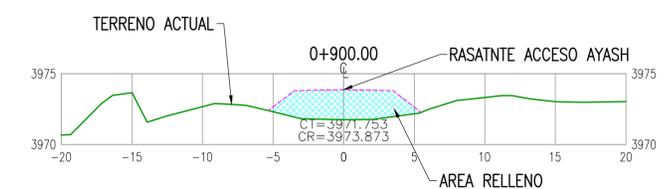
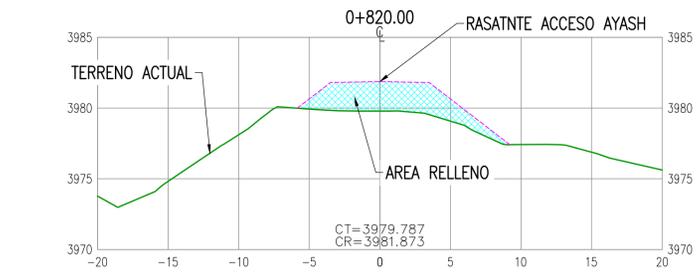
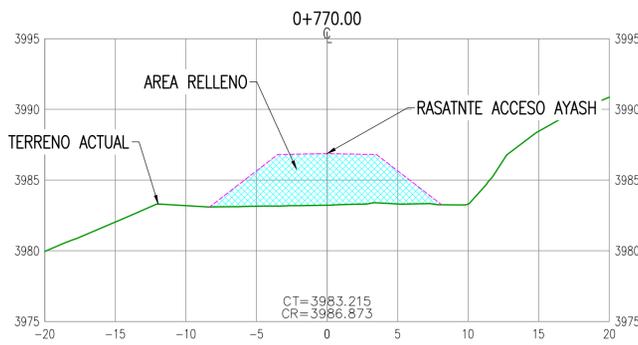
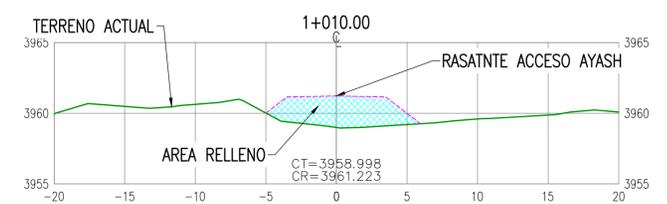
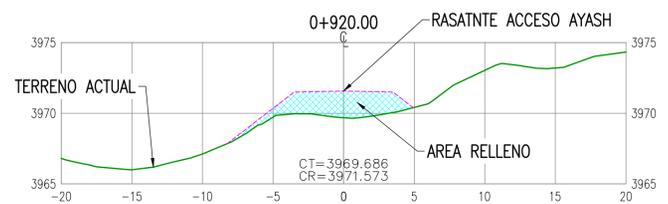
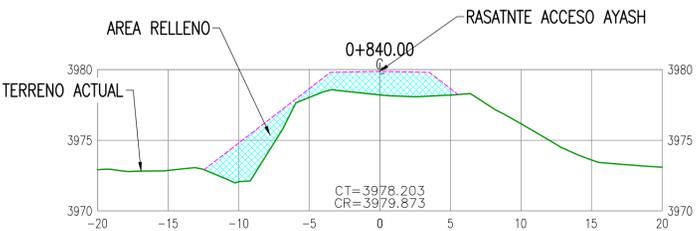
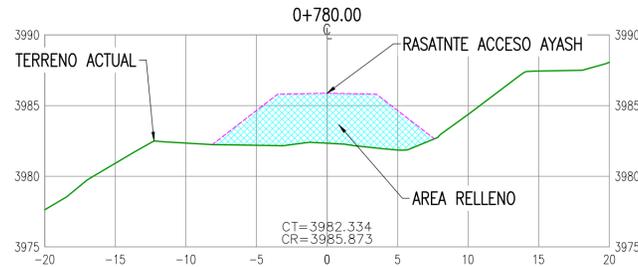
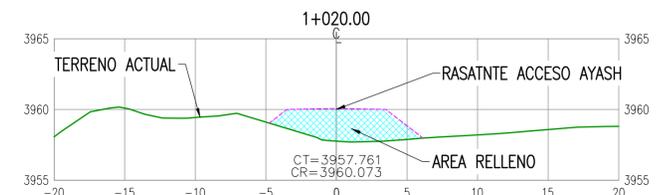
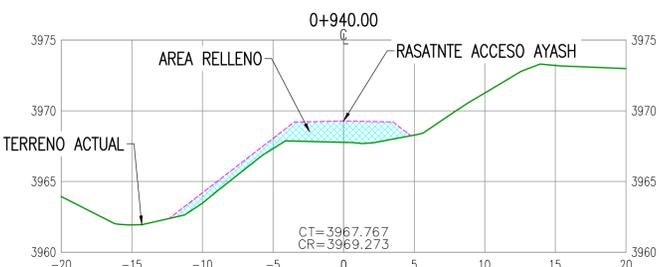
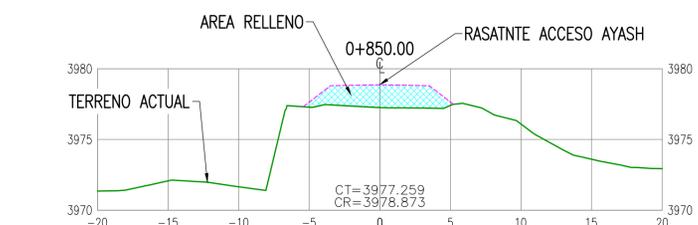
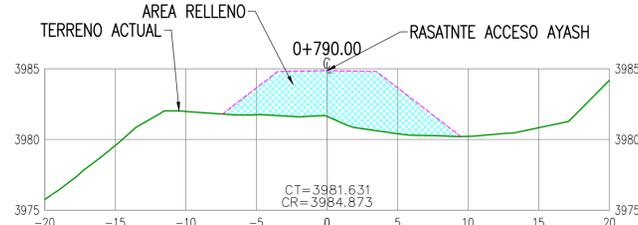
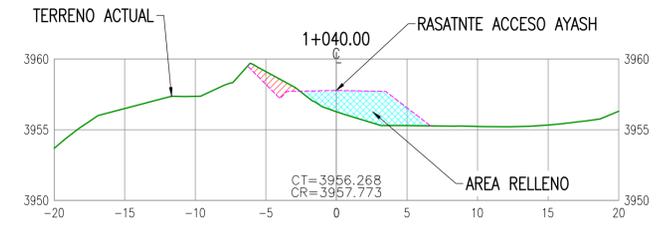
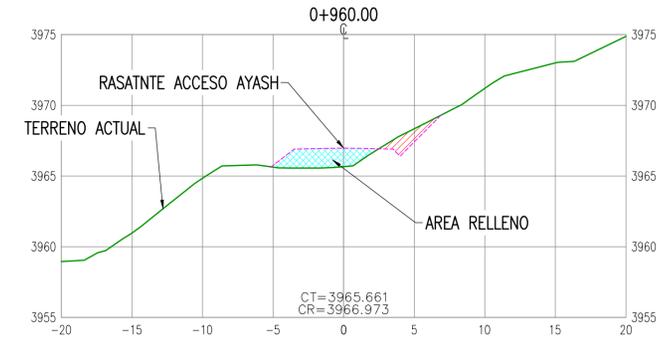
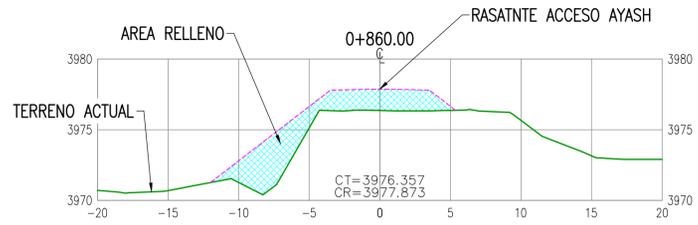
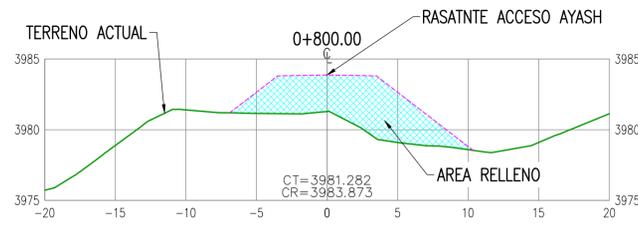
SECCIONES
ESC: 1/250



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

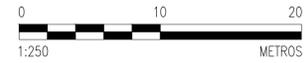
NOTAS	PROCESO:	APROBADO POR INC.&PROY. ANTAMINA	TESIS AEROFOTOMETRIA ANCASH, PERU	
	P&D INSTR.:	FECHA:	PROYECTO:	
	MECANICA:	APROBADO POR USUARIO ANTAMINA	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	
	CIVIL-TOPOGRAFIA:	FECHA:	PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 0+380- 0+740 SECCIONES	
	ESTRUCT.:		GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ETAPA: 105
	ELECTR.:		ESCALA: INDICADA	CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908
			TIPO PLANO: DWG	REV.: B
			N° DE PLANO: 430-T-60011	



LEYENDA SECCIONES

LINEA TERRENO EXISTENTE	---
LINEA TERRENO DISEÑO	---
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR

SECCIONES
 ESC:1/250

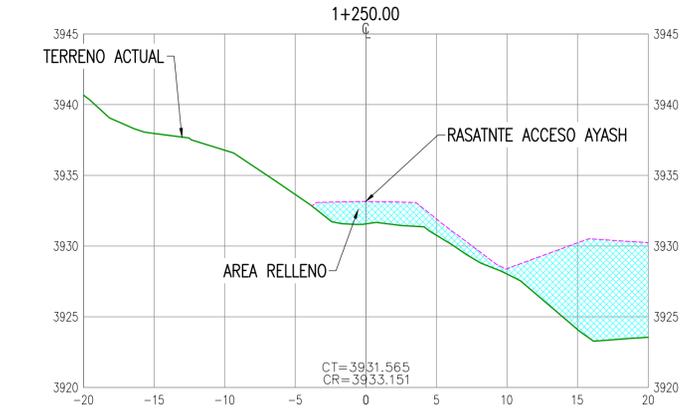
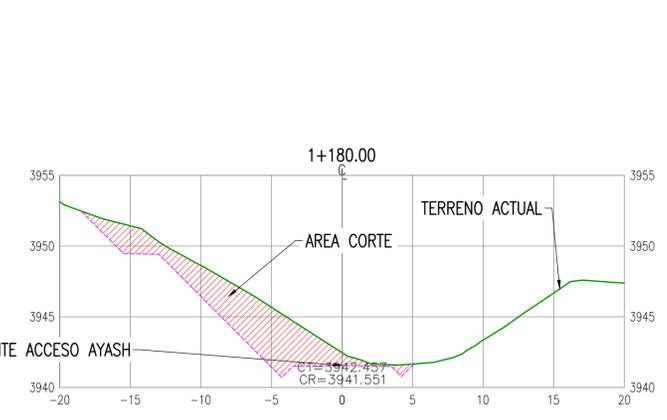
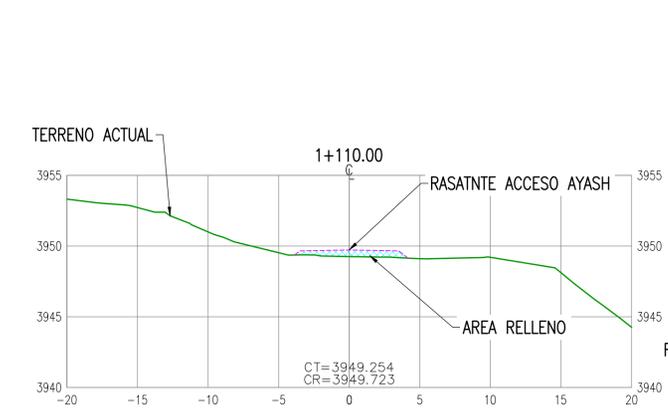
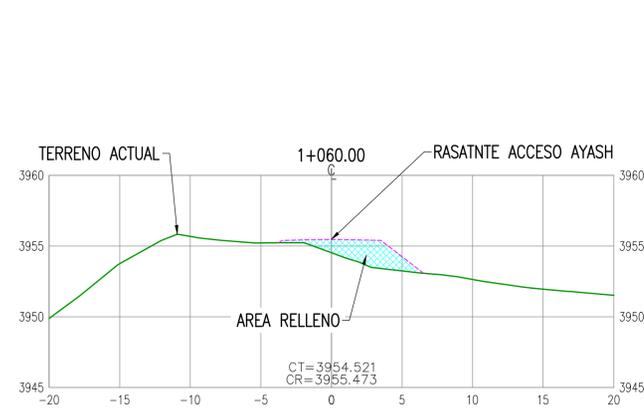
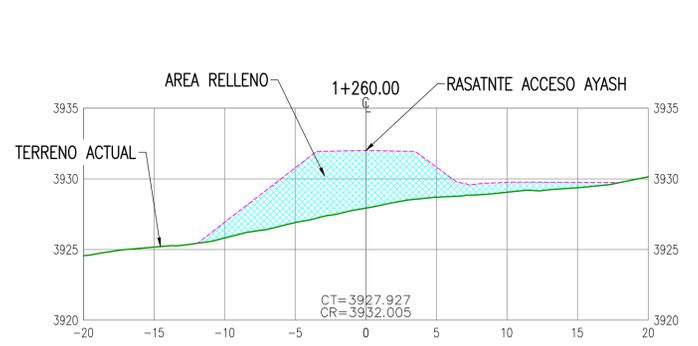
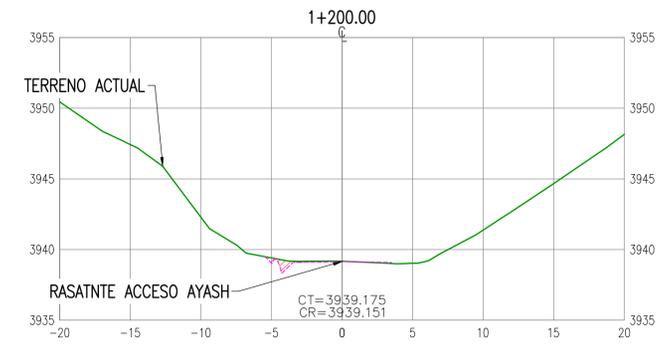
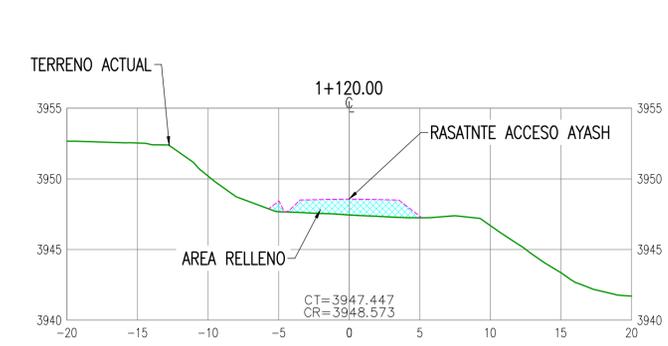
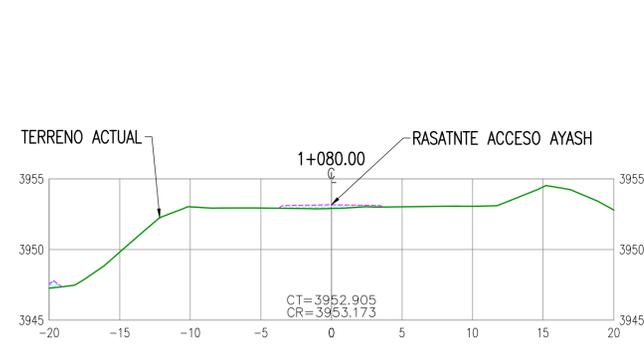
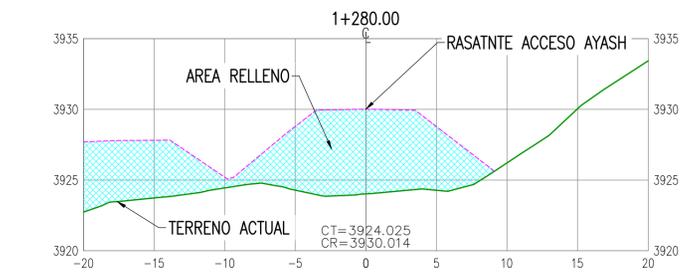
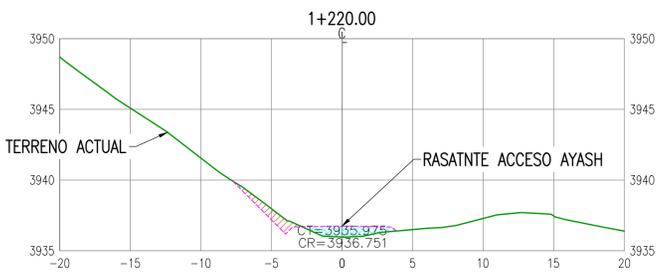
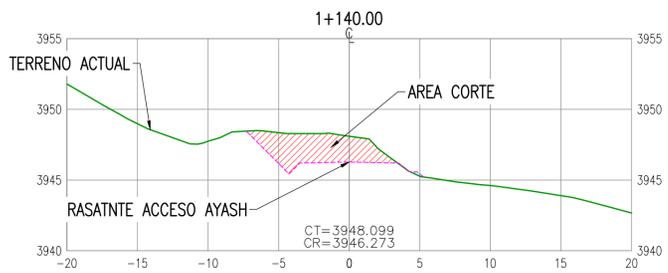
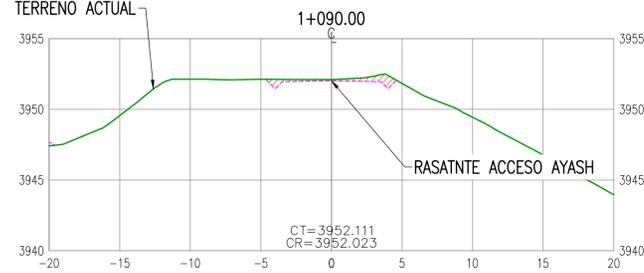
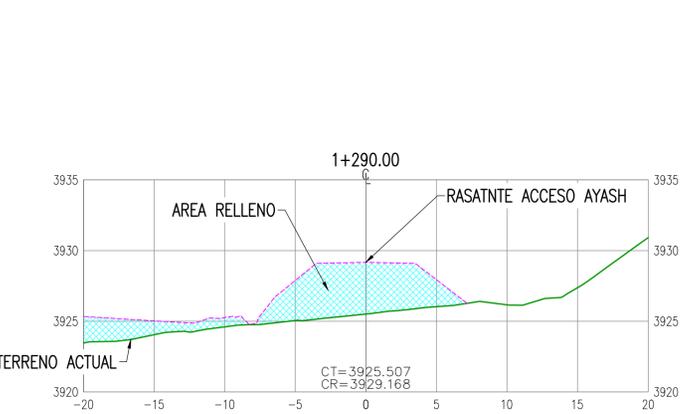
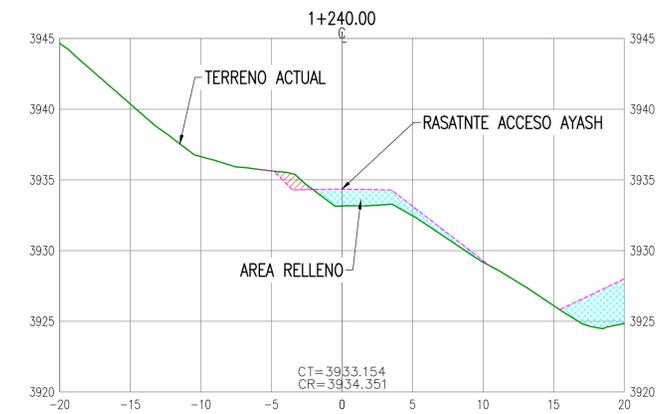
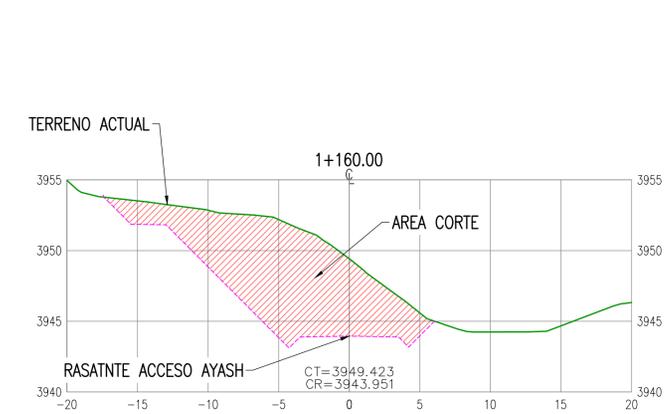
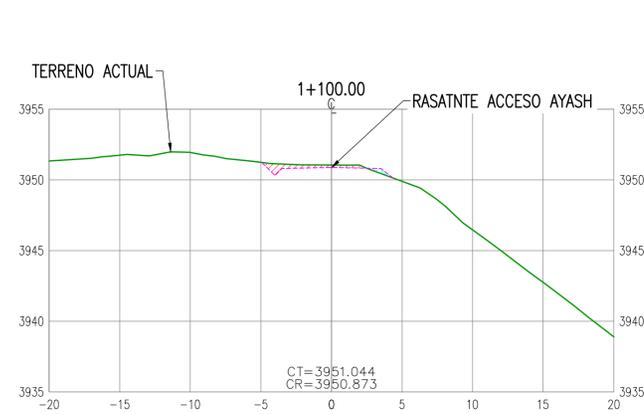


SOLO INFORMACIÓN
 25-09-18

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.				
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.				

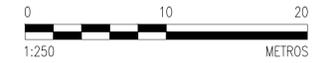
TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		APROBADO POR INC.&PROY. ANTAMINA
PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD		FECHA: _____
PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 0+760- 1+040 SECCIONES		APROBADO POR USUARIO ANTAMINA
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS		FECHA: _____
ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 430-T-60012
AFE: 16062A03		ETAPA: 105
CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908		REV.: B



LEYENDA SECCIONES

LÍNEA TERRENO EXISTENTE	—
LÍNEA TERRENO DISEÑO	- - - - -
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR

SECCIONES
ESC:1/250



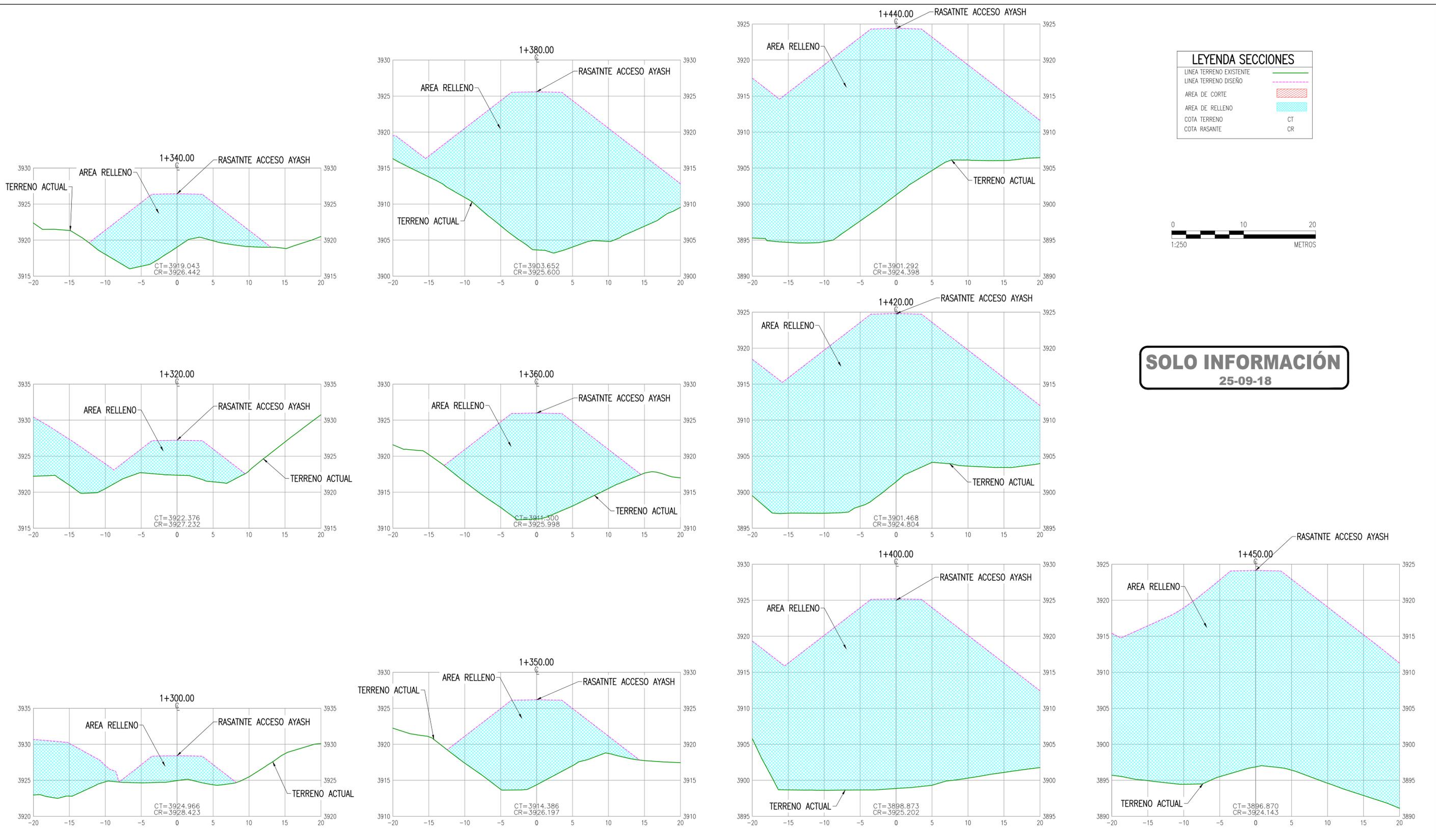
SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

NOTAS:

- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

PLANOS	FECHA	REVISIONES	REVISOR	APROBADO	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.	ESTRUCT.		
A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.	ELECTR.		

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		AFE: 16062A03 ETAPA: 105
PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD		CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908
PLANO: RASATNTE ACCESO AYASH PROG. 1+060 - 1+290 SECCIONES	GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ETIQUETA: 430-T-60013
ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	REV.: B



SECCIONES
ESC:1/250

NOTAS:
 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
 DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.
 -

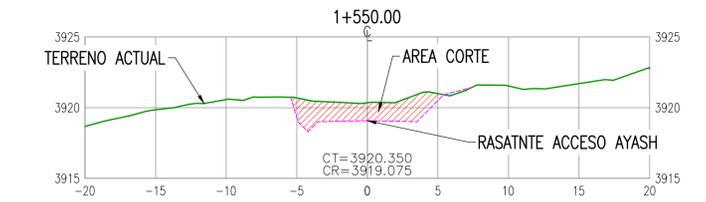
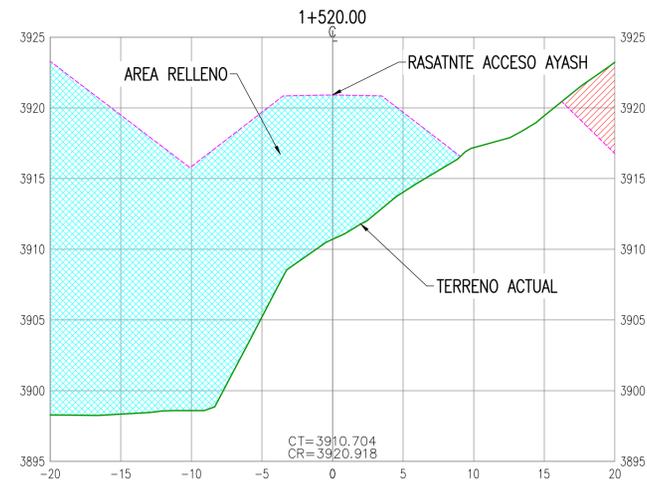
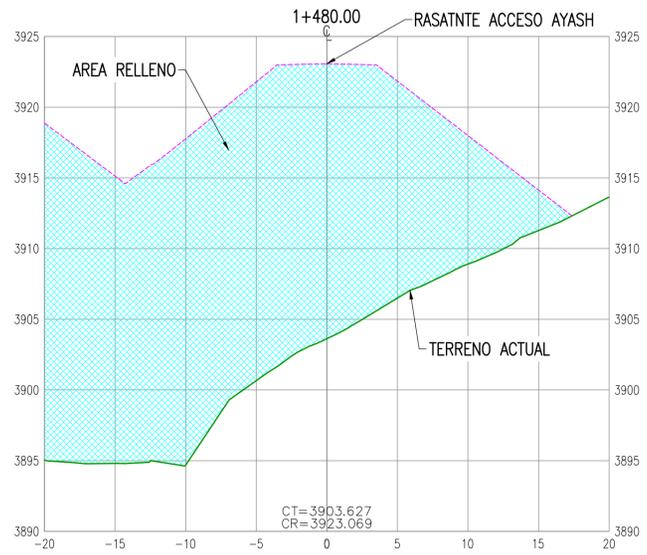
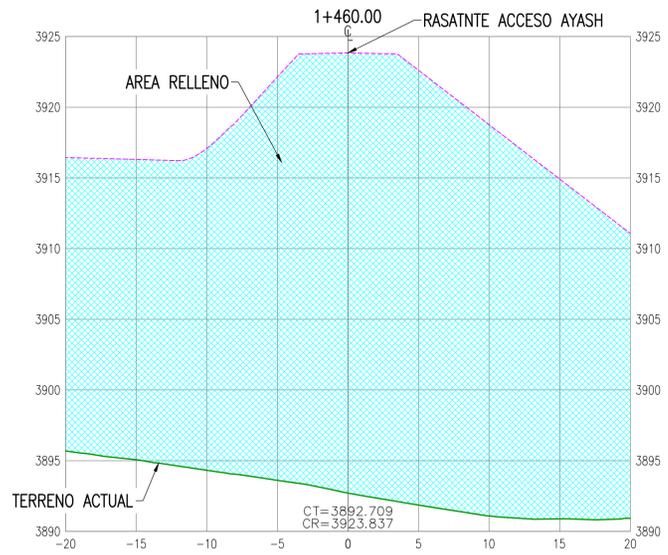
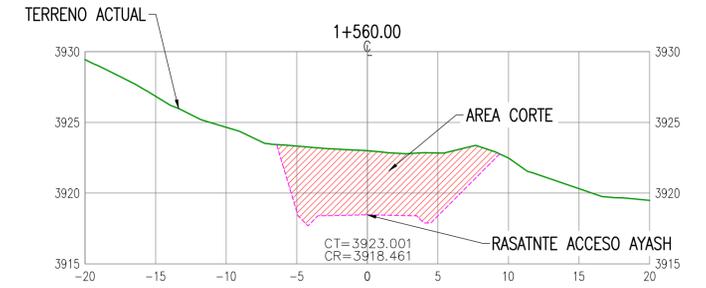
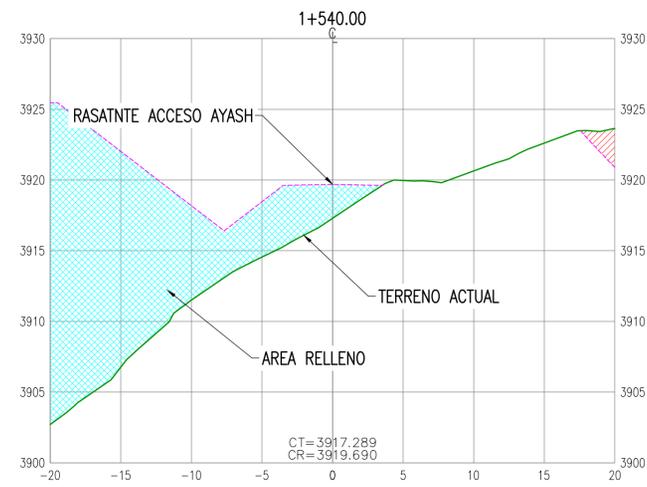
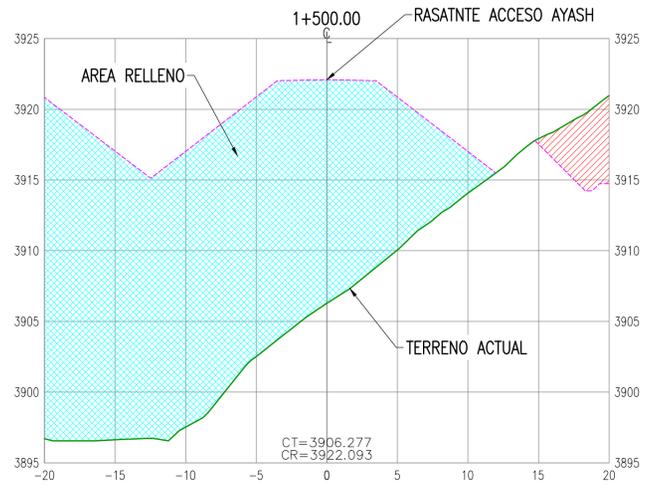
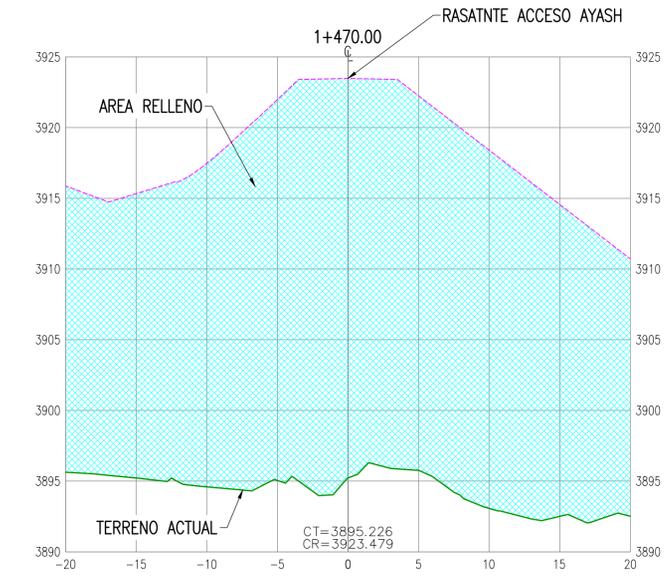
PLANOS	FECHA	REVISIONES	REVISOR	APROBADO	FECHA	FIRMAS
B	08-09-18	PARA REVISION Y APROBACION	E.G.	E.G.		
A	08-09-18	PARA REVISION INTERNA	E.G.	E.G.		

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	AFE: 16062A03	ETAPA: 105
PLANOS: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 1+300 - 1+450 SECCIONES		GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG
NOTAS: 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR. 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1 3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18. -		N° DE PLANO: 430-T-60014	CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908	REV.: B

LEYENDA SECCIONES	
LÍNEA TERRENO EXISTENTE	—
LÍNEA TERRENO DISEÑO	—
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18



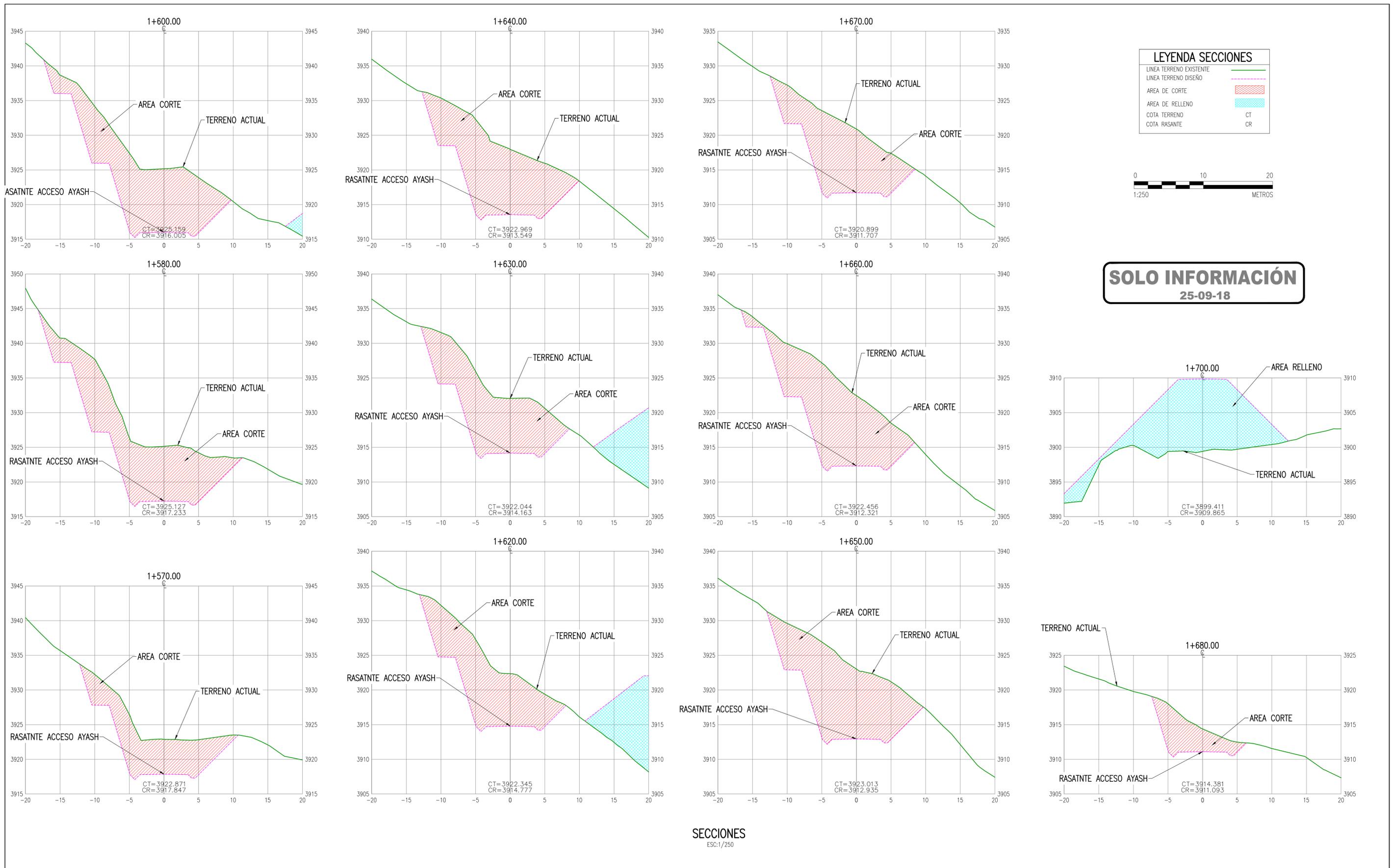
SECCIONES
ESC:1/250

- NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.:		

PROCESO:	APROBADO POR	ING.&PROY. ANTAMINA
P&D INSTR.:	FECHA:	
MECANICA :	APROBADO POR	USUARIO ANTAMINA
CIVIL-TOPOGRAFIA :	FECHA:	

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		AFE:	ETAPA:
PROYECTO:		16062A03	105
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD		CONTRATO-RDS/PO/S:	MTE2316-19908
PLANO: RASATNTE ACCESO AYASH PROG. 1+460 - 1+560		GERENCIA:	INDICADA
SECCIONES		TIPO PLANO:	DWG
		N° DE PLANO:	430-T-60015
		REV.:	B



SECCIONES
ESC:1/250

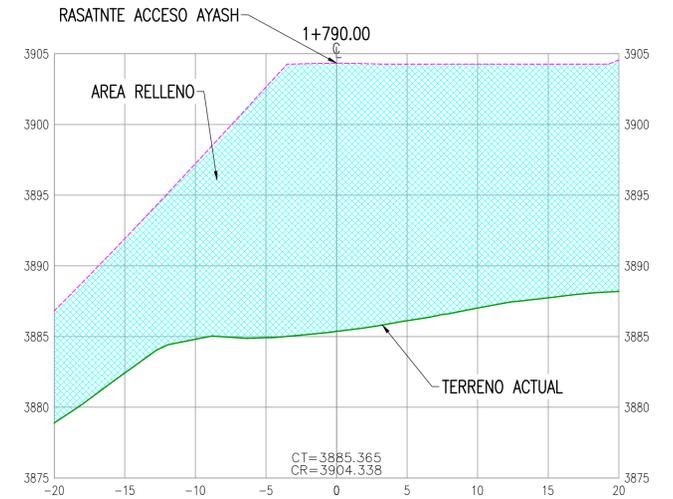
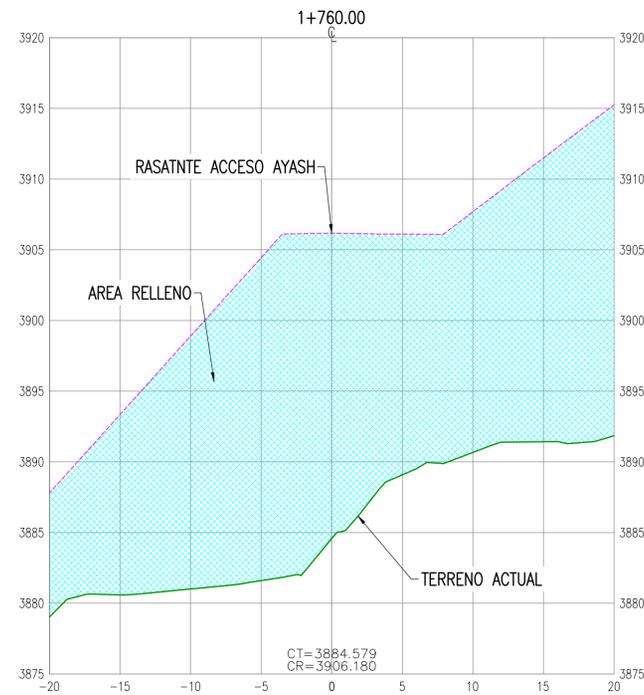
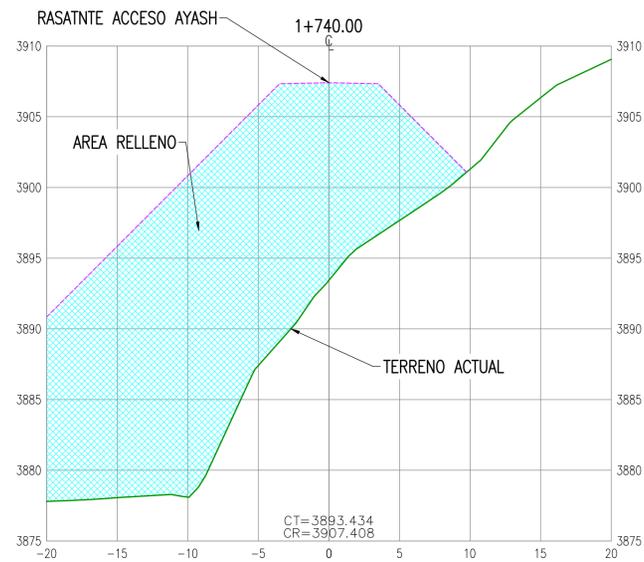
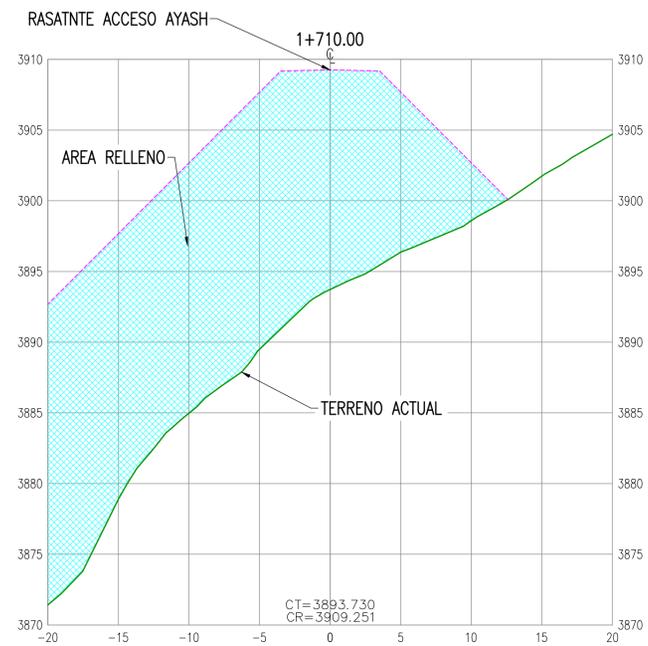
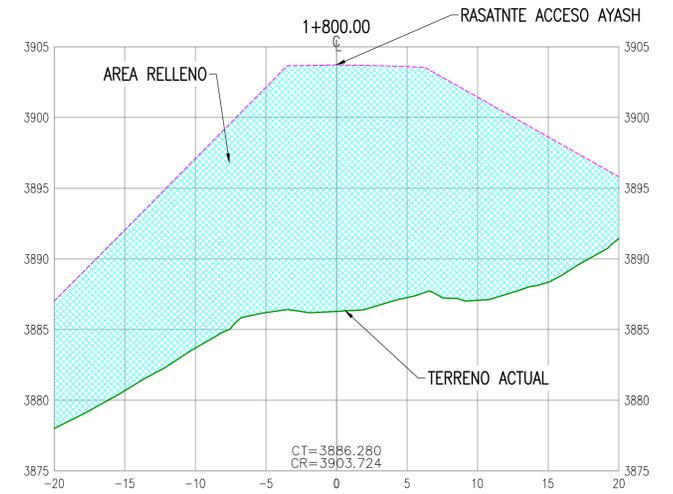
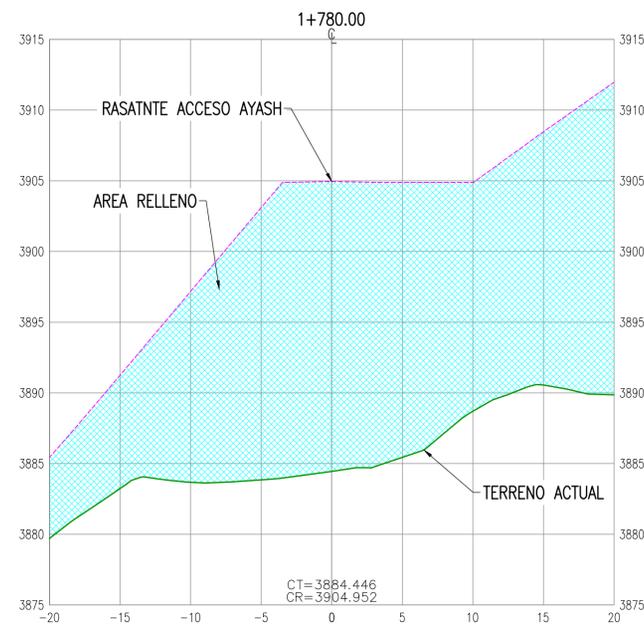
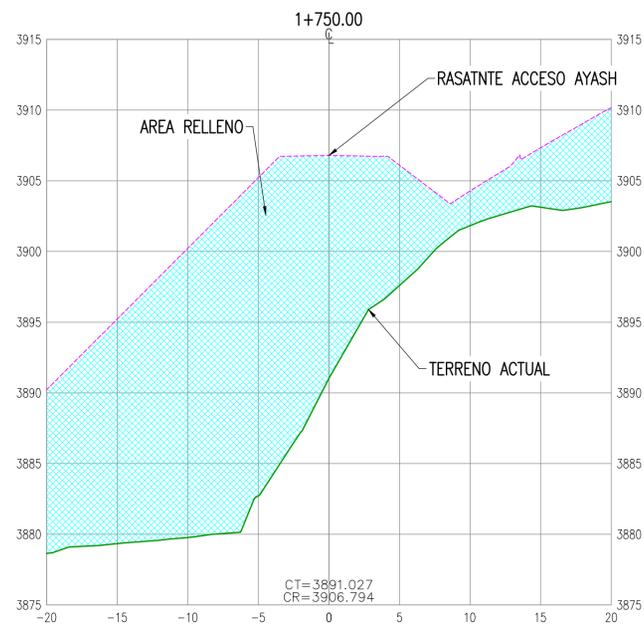
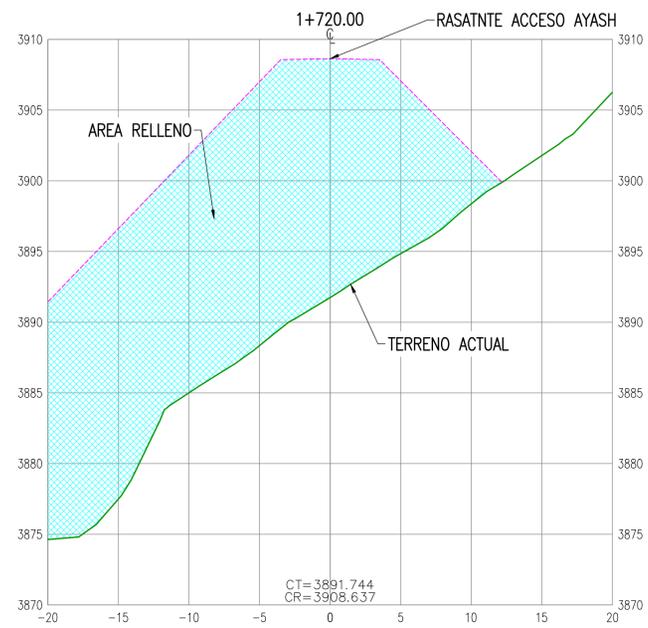
NOTAS:
 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
 DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.
 -

PLANOS	FECHA	REVISIONES	REVISOR	PROYECTISTA	APROBADO POR
B	08-09-18	PARA REVISION Y APROBACION	E.G.	E.G.	ING.&PROY. ANTAMINA
A	08-09-18	PARA REVISION INTERNA	E.G.	E.G.	USUARIO ANTAMINA

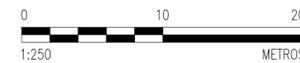
PROYECTO: TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU
 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
 PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 1+570 - 1+700 SECCIONES

GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS
 ESCALA: INDICADA
 TIPO PLANO: DWG
 N° DE PLANO: 430-T-60016

AFE: 16062AQ3
 ETAPA: 105
 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908
 REV.: B



LEYENDA SECCIONES	
LÍNEA TERRENO EXISTENTE	—
LÍNEA TERRENO DISEÑO	- - -
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

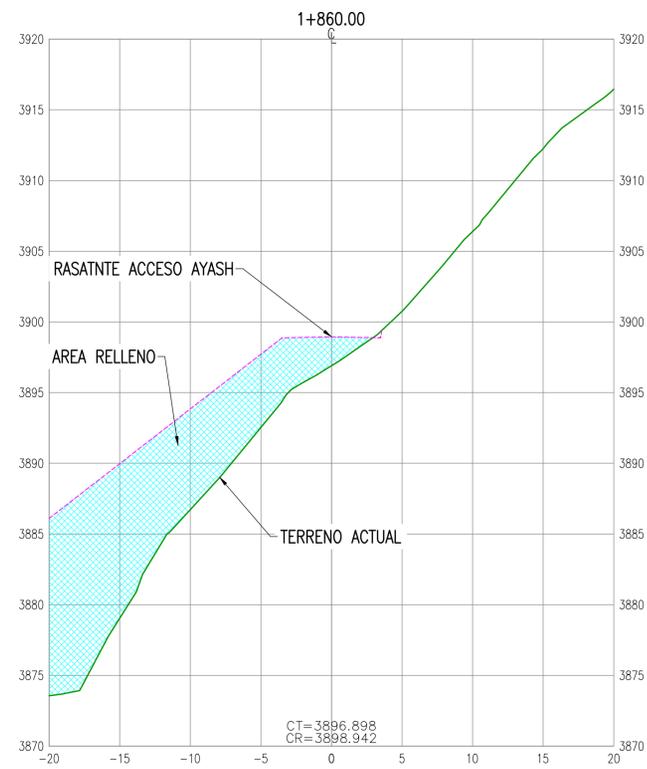
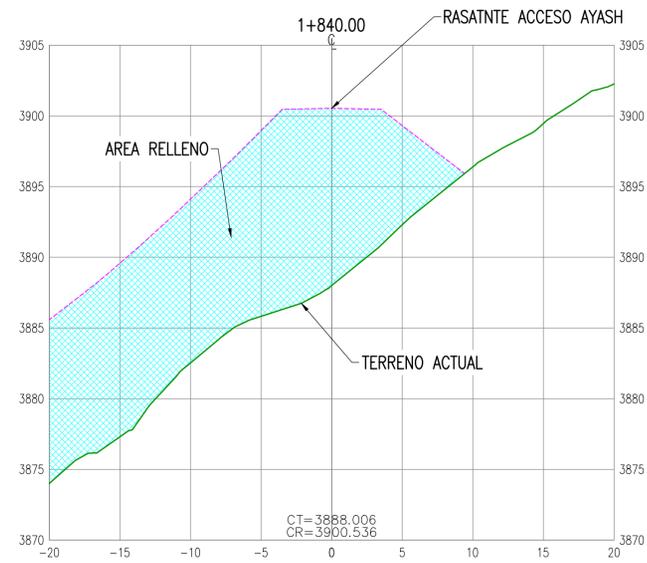
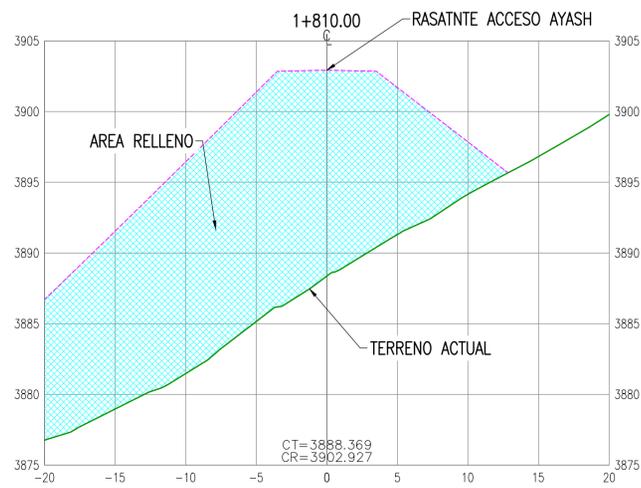
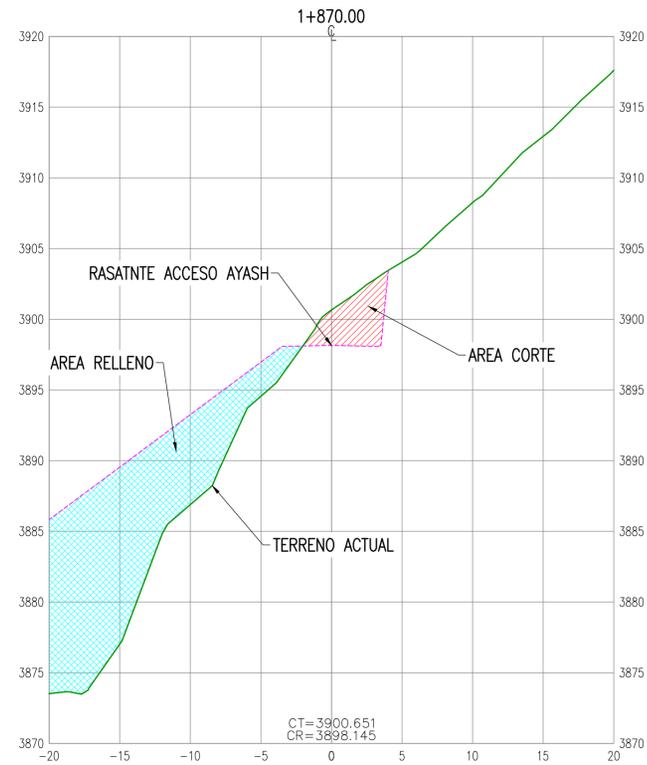
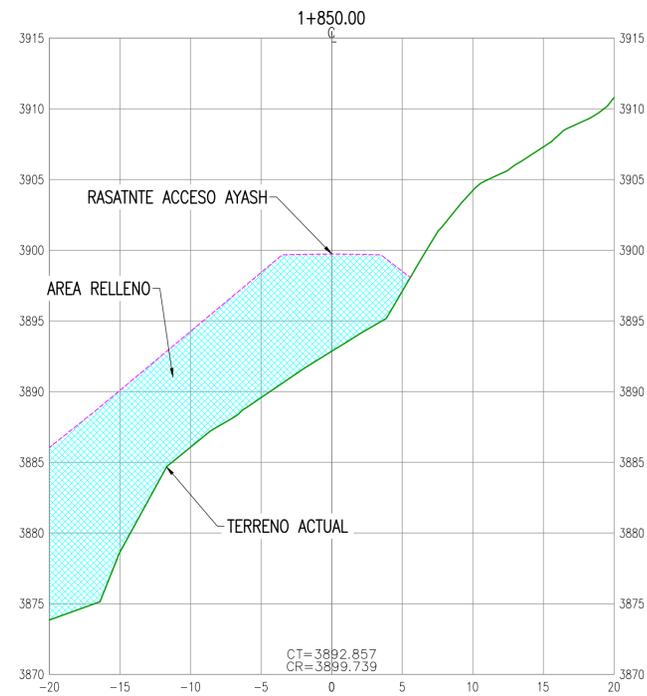
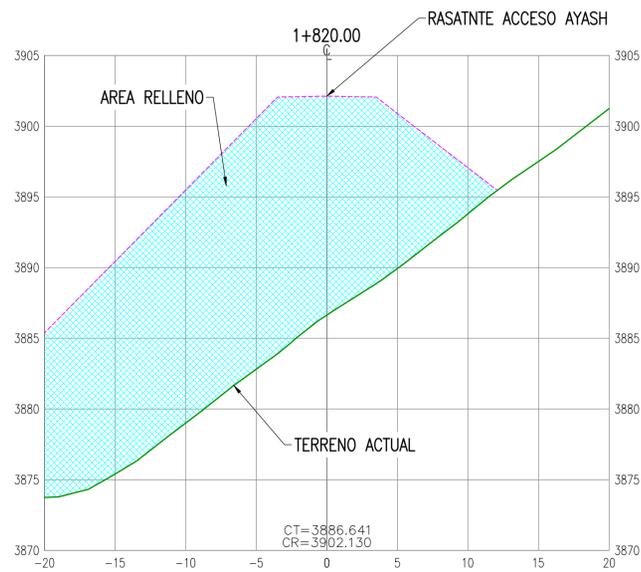
SECCIONES
ESC:1/250

- NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

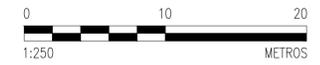
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		ESTRUCT.		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.		

PROCESO:	APROBADO POR
P&D INSTR.:	ING.&PROY. ANTAMINA
MECANICA :	FECHA:
CIVIL-TOPOGRAFIA :	APROBADO POR
ESTRUCT.:	USUARIO ANTAMINA
ELECTR.:	FECHA:

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU	
PROYECTO:	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PLANO:	RASANTE ACCESO AYASH PROG. 1+710 - 1+800 SECCIONES
GERENCIA:	INGENIERIA Y PROYECTOS
ESCALA:	INDICADA
TIPO PLANO:	DWG
N° DE PLANO:	430-T-60017
AFE:	16062A03
ETAPA:	105
CONTRATO-RDS/PO/OS:	MTE2316-19908
REV.:	B



LEYENDA SECCIONES	
LINEA TERRENO EXISTENTE	
LINEA TERRENO DISEÑO	
AREA DE CORTE	
AREA DE RELLENO	
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



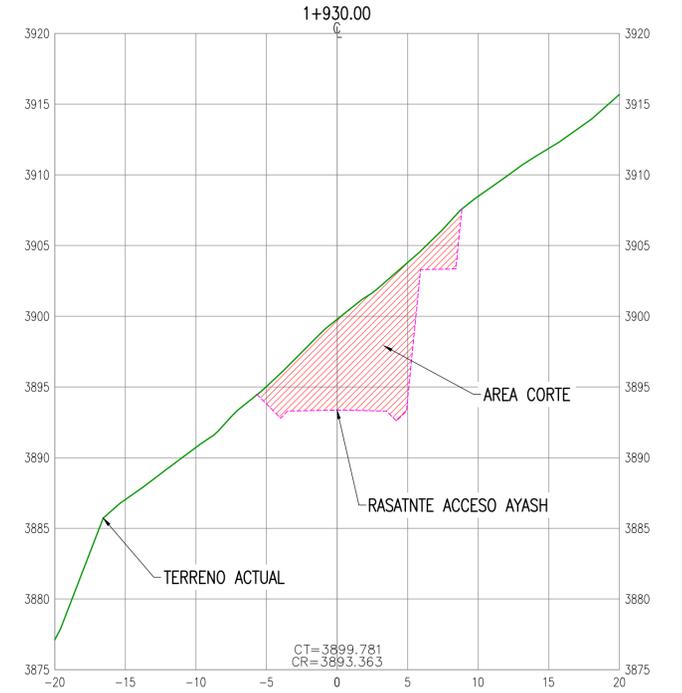
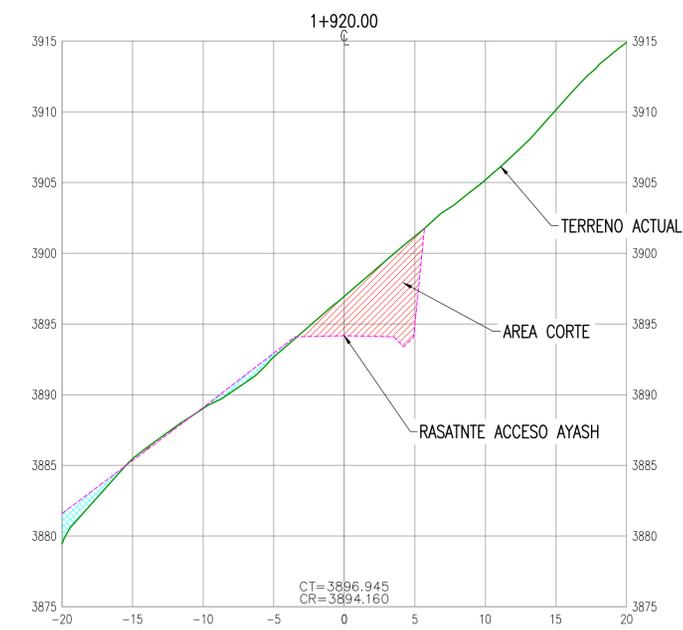
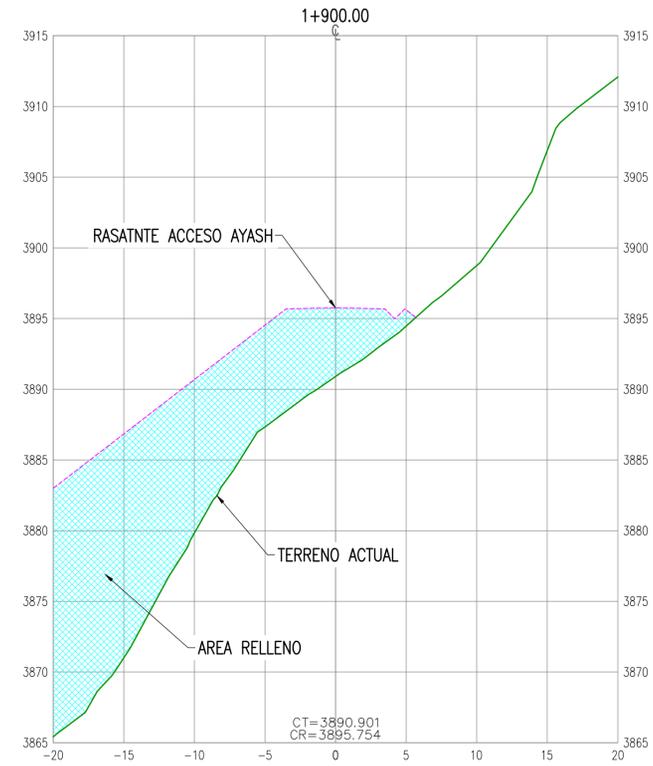
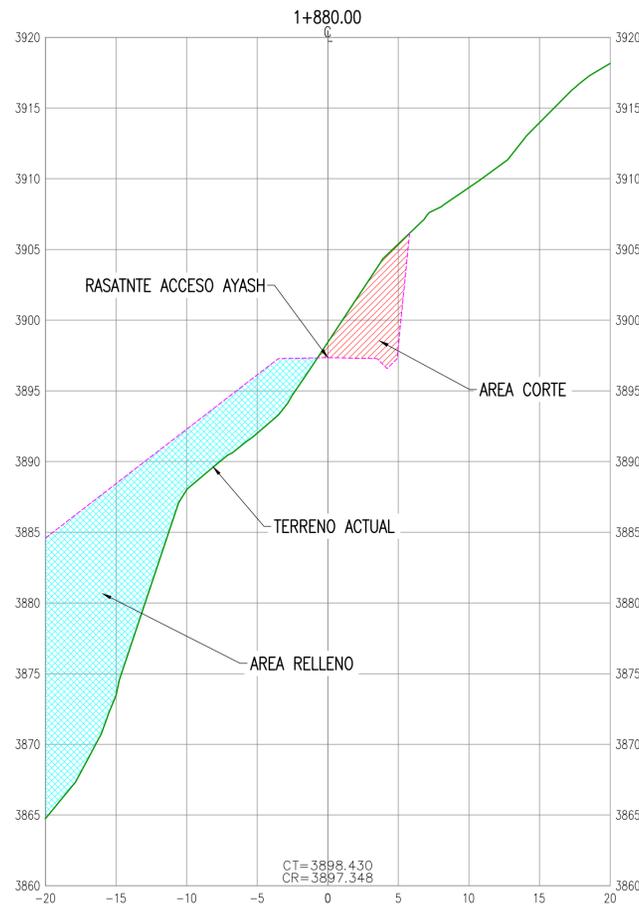
SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

SECCIONES
ESC:1/250

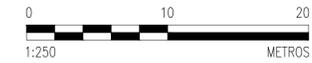
- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS	PROYECTO:	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:	REV.:
												TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU	INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	430-T-60018	
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.					PROYECTO:					
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.					PLANO:					

AFE:	ETAPA:
16062A03	105
CONTRATO-RDS/PO/OS:	
MTE2316-19908	



LEYENDA SECCIONES	
LINEA TERRENO EXISTENTE	—
LINEA TERRENO DISEÑO	- - - - -
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

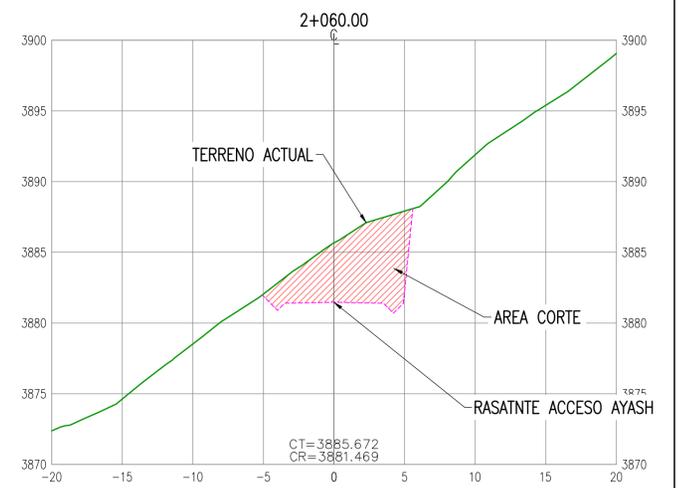
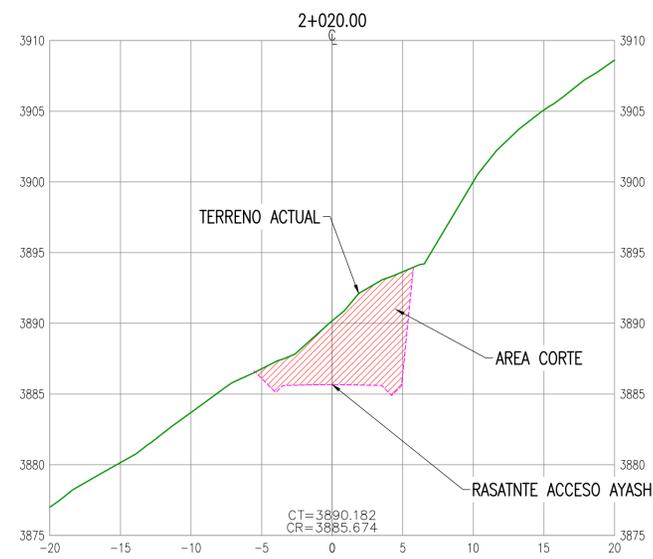
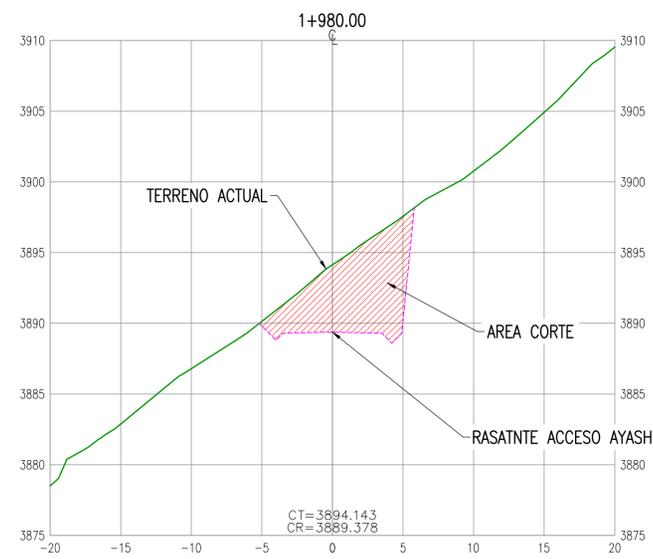
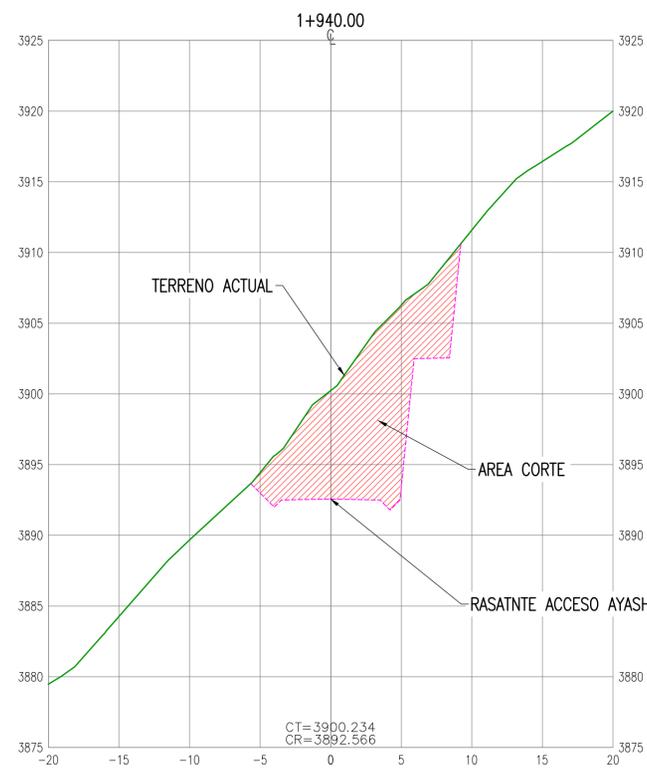
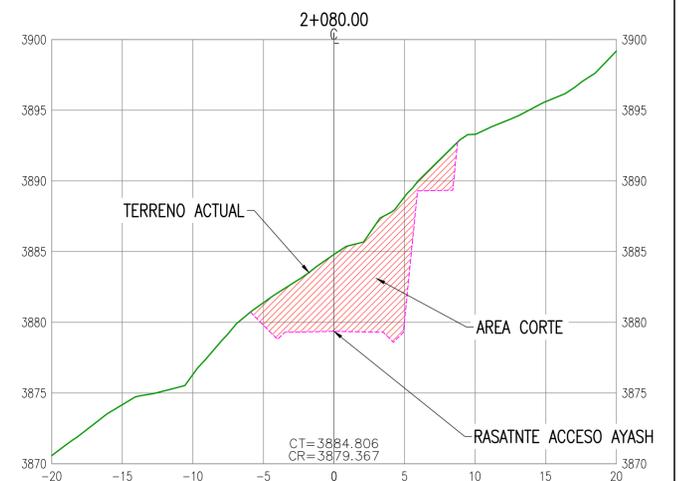
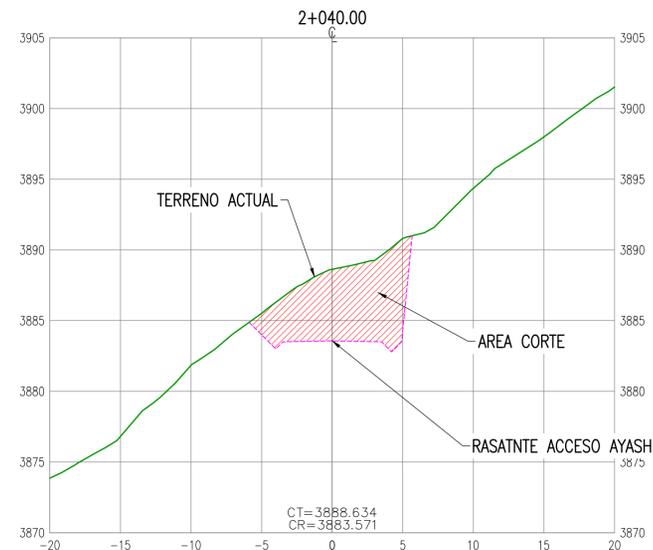
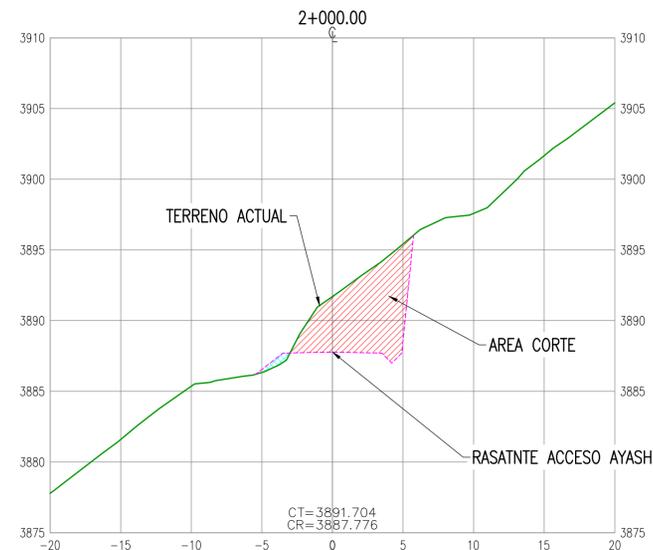
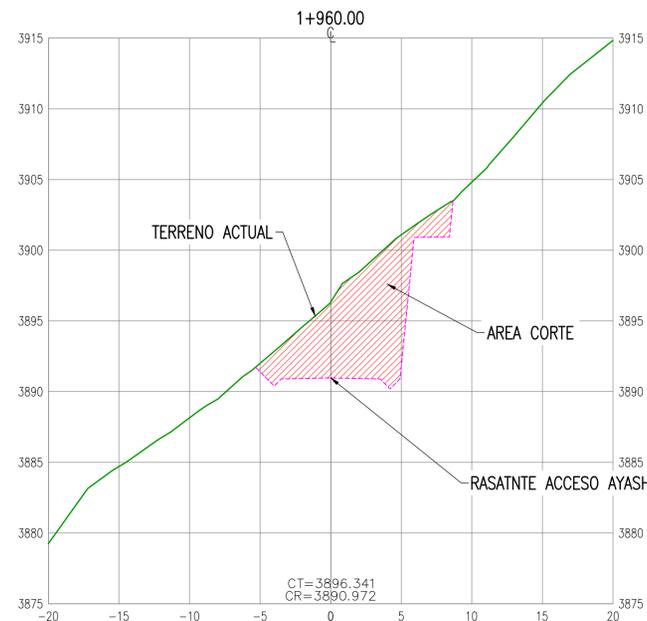
SECCIONES
ESC:1/250

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

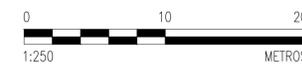
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.				
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.				

PROCESO:		APROBADO POR	ING.&PROY. ANTAMINA
P&D INSTR.:		FECHA:	
MECANICA :		APROBADO POR	USUARIO ANTAMINA
CIVIL-TOPOGRAFIA :		FECHA:	
ESTRUCT.:			
ELECTR.:			

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU			
PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD			
PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 1+880 - 1+930 SECCIONES			
GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:
INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	430-T-60019
AFE:	ETAPA:	CONTRATO-RDS/PO/OS:	REV.:
16062A03	105	MTE2316-19908	B



LEYENDA SECCIONES	
LINEA TERRENO EXISTENTE	
LINEA TERRENO DISEÑO	
AREA DE CORTE	
AREA DE RELLENO	
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



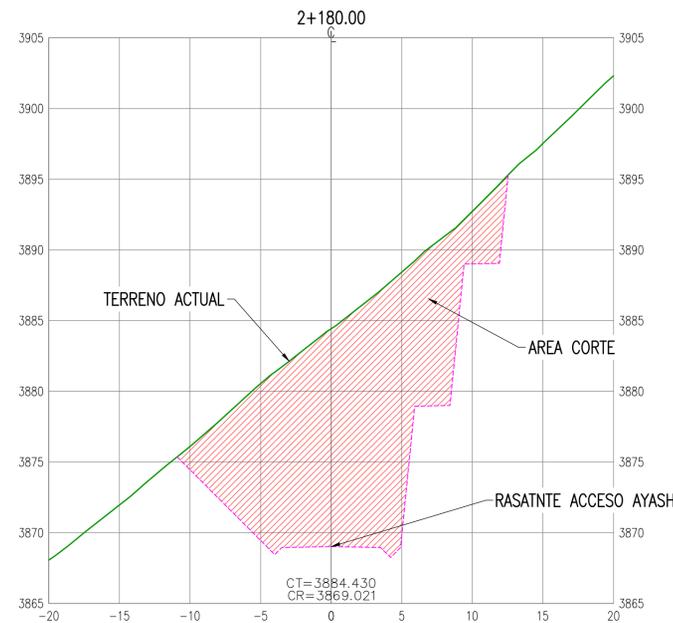
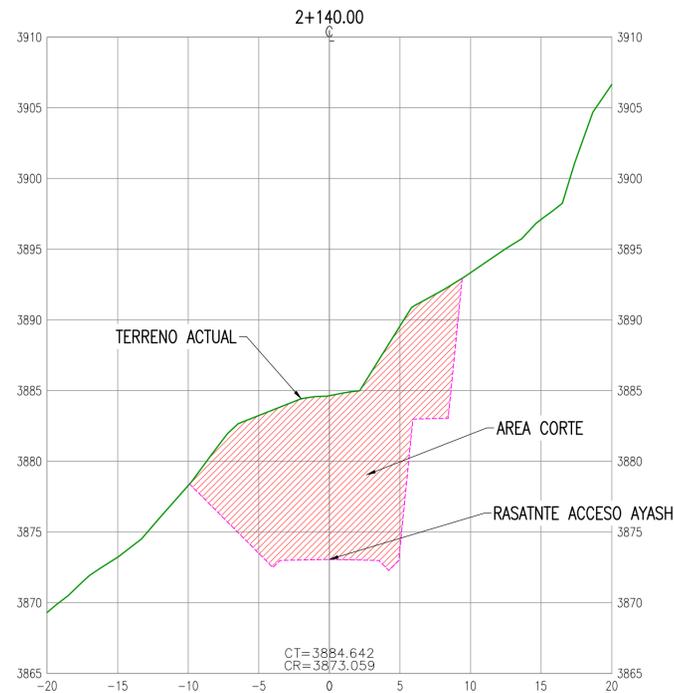
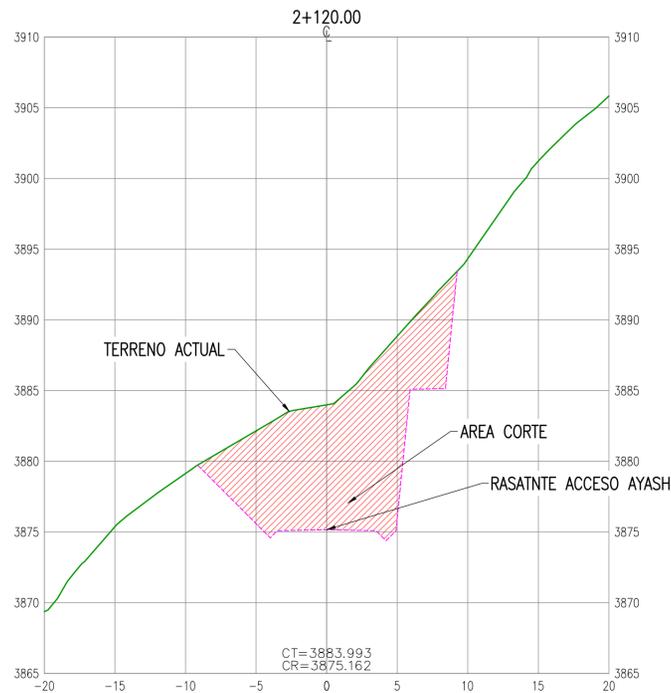
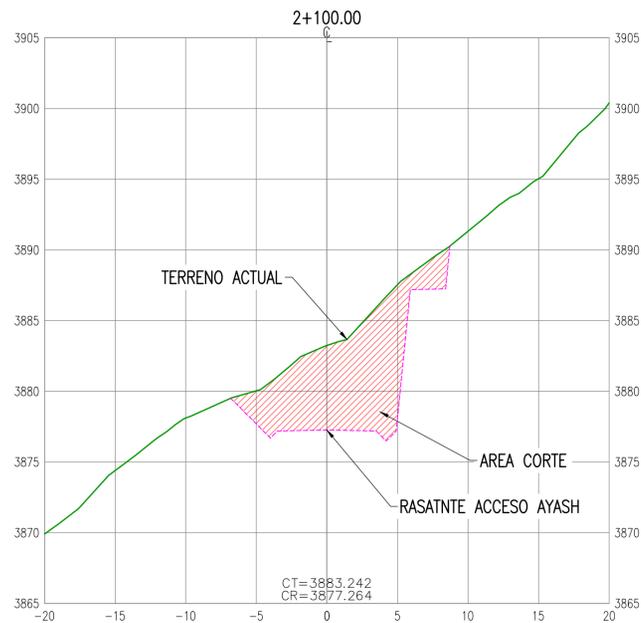
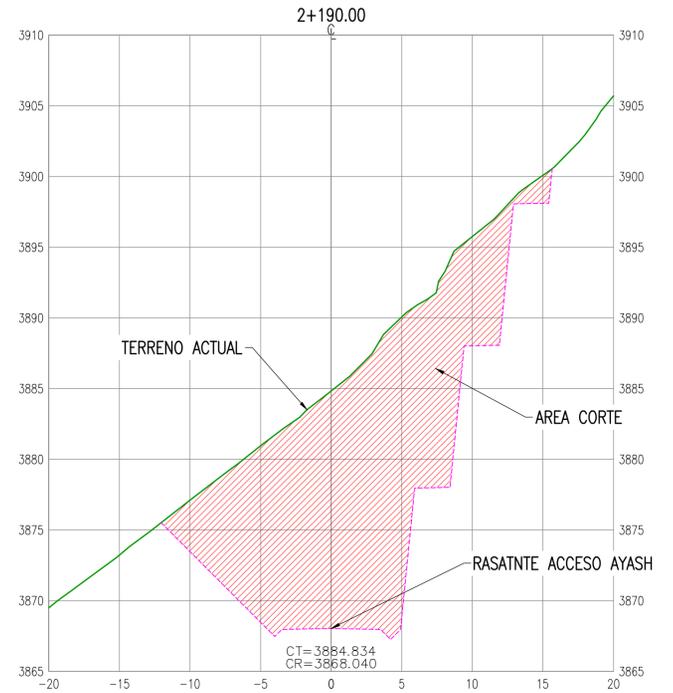
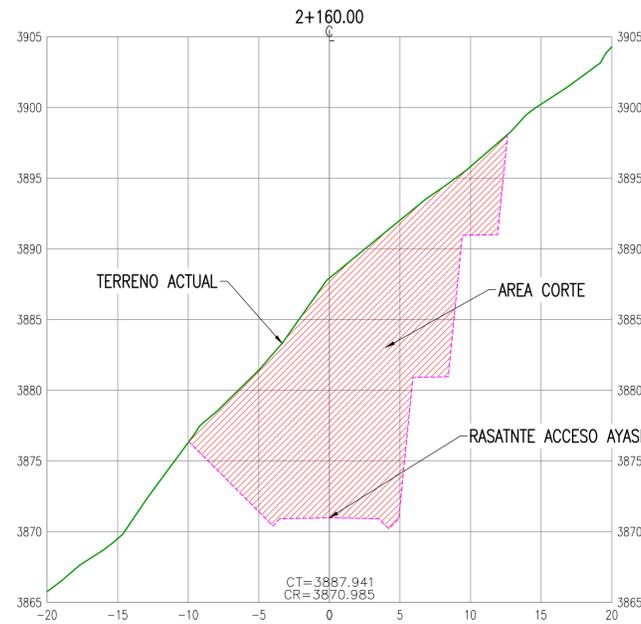
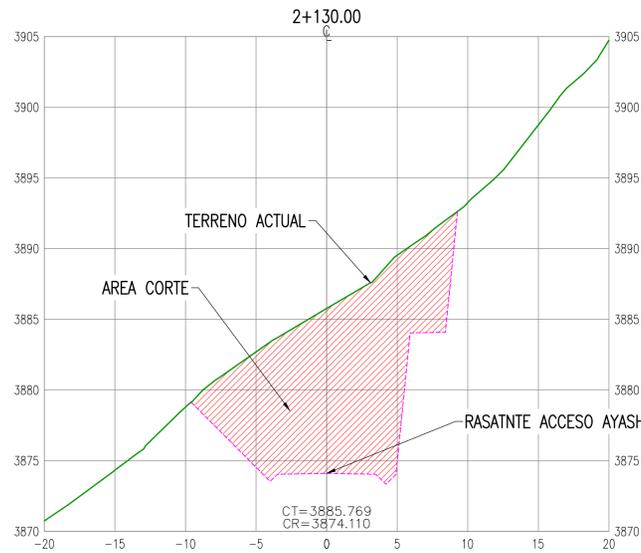
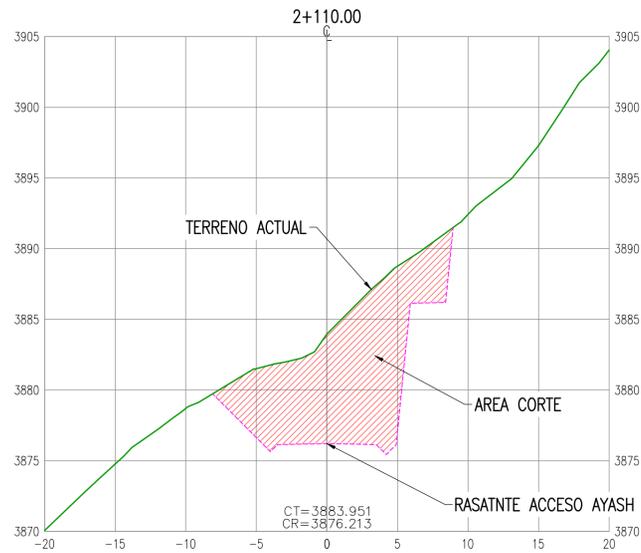
SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

SECCIONES
ESC:1/250

- NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

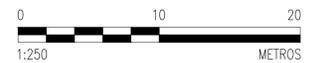
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS	PROYECTO:	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:	REV.:
												TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU	INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	430-T-60020	
			B	08-09-18	PARA REVISION Y APROBACION	E.G.	E.G.					ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD					
			A	08-09-18	PARA REVISION INTERNA	E.G.	E.G.					PLANOS: RASATNTE ACCESO AYASH PROG. 1+940 - 2+080					

AFE: 16062A03
ETAPA: 105
CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908



LEYENDA SECCIONES

LINEA TERRENO EXISTENTE	
LINEA TERRENO DISEÑO	
AREA DE CORTE	
AREA DE RELLENO	
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

SECCIONES
ESC:1/250

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.:		

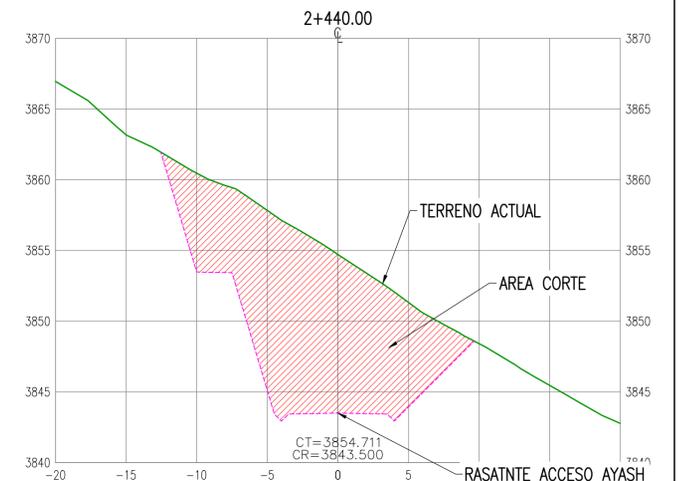
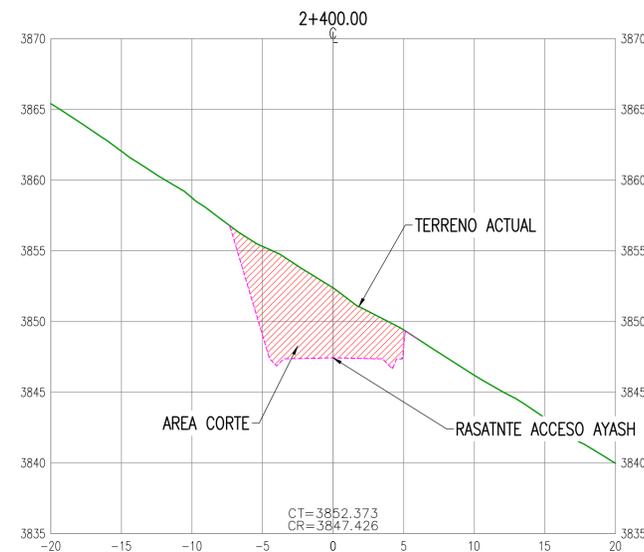
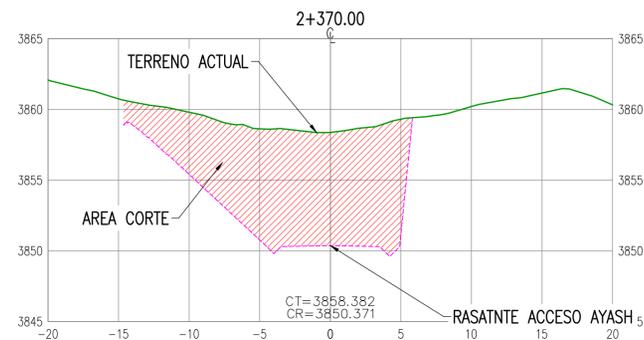
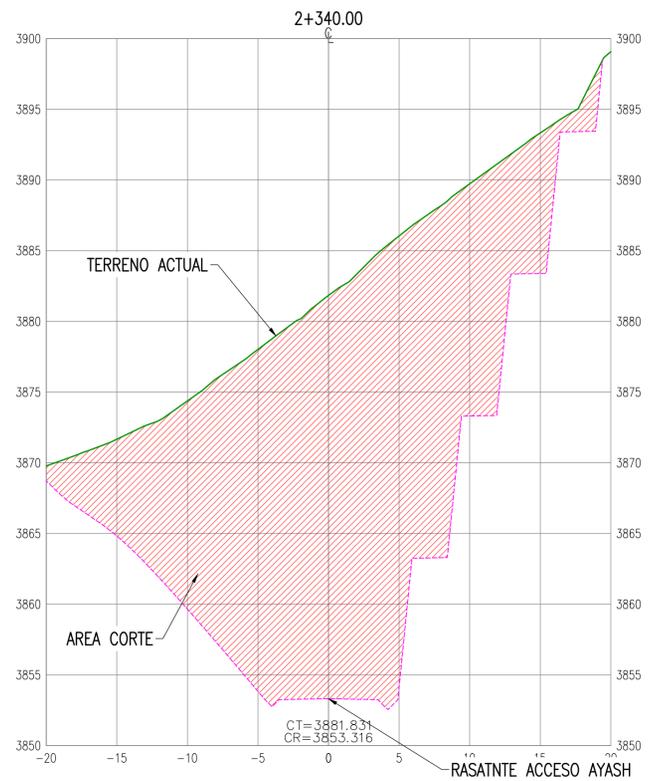
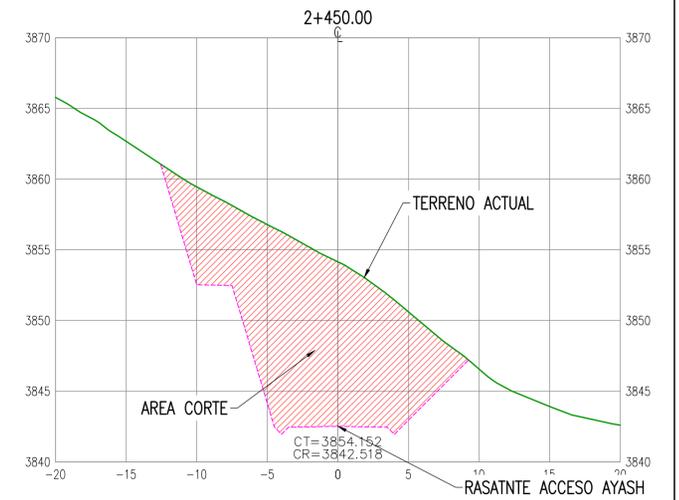
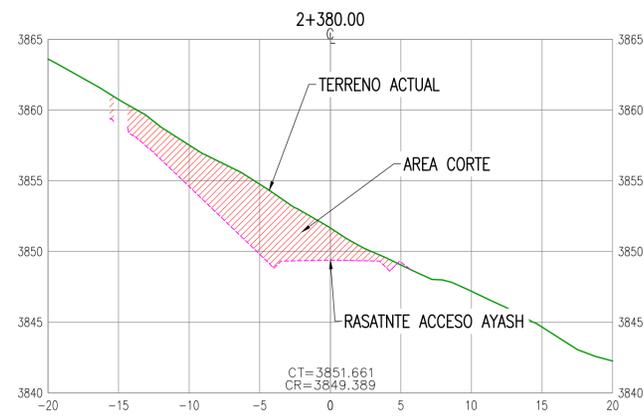
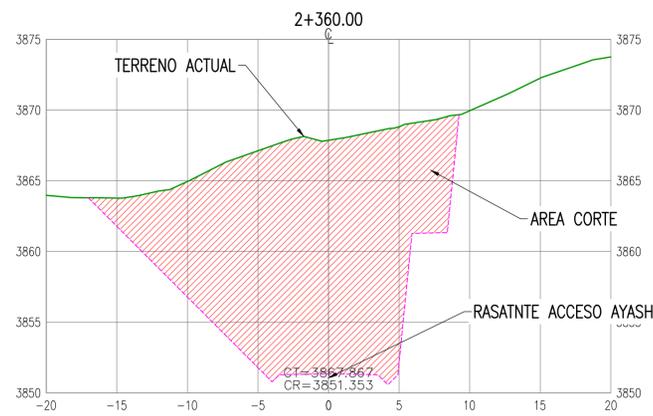
TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		APROBADO POR ING.&PROY. ANTAMINA FECHA: _____
PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD		APROBADO POR USUARIO ANTAMINA FECHA: _____
PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 2+100 - 2+190 SECCIONES		GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS
AFE: 16062A03	ETAPA: 105	ESCALA: INDICADA
CONTRATO-RDS/PO/SOS: MTE2316-19908		TIPO PLANO: DWG
N° DE PLANO: 430-T-60021		REV.: B



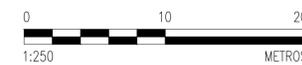
NOTAS:
 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
 DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.				
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.				

PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR:		APROBADO POR ING.&PROY. ANTAMINA FECHA: _____ APROBADO POR USUARIO ANTAMINA FECHA: _____	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 2+200 - 2+330 SECCIONES	AFE: 16062A03 ETAPA: 105 CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 430-T-60022	REV.: B



LEYENDA SECCIONES	
LINEA TERRENO EXISTENTE	—
LINEA TERRENO DISEÑO	—
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



SECCIONES
ESC:1/250

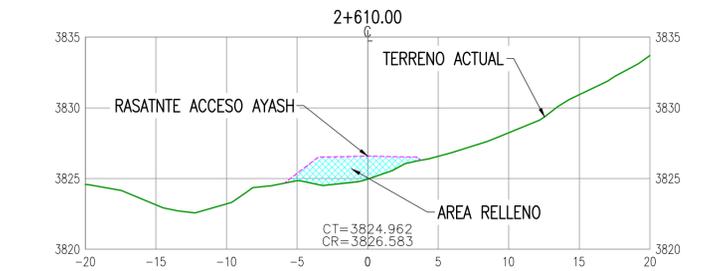
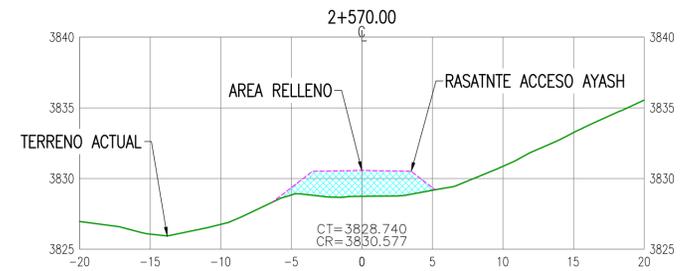
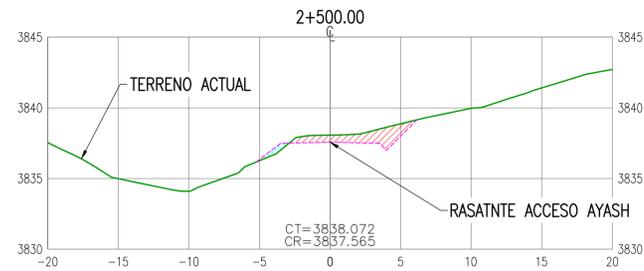
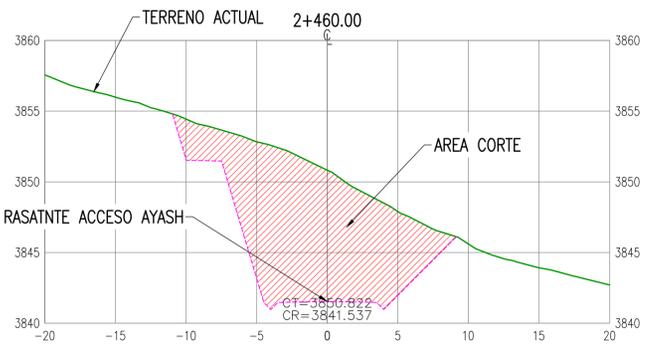
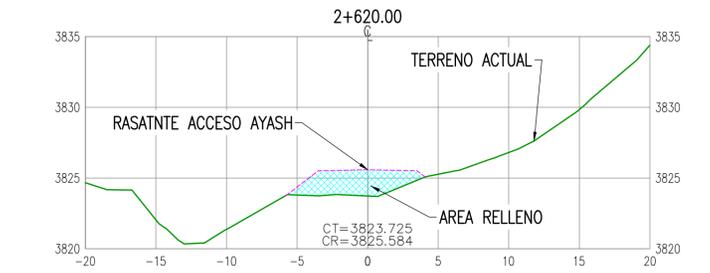
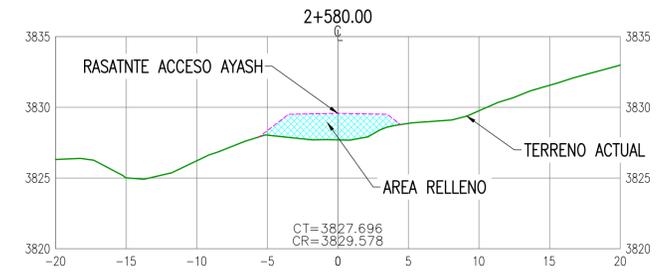
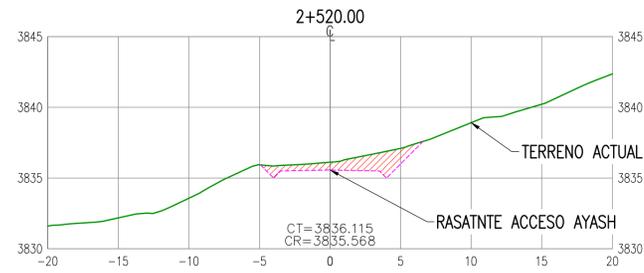
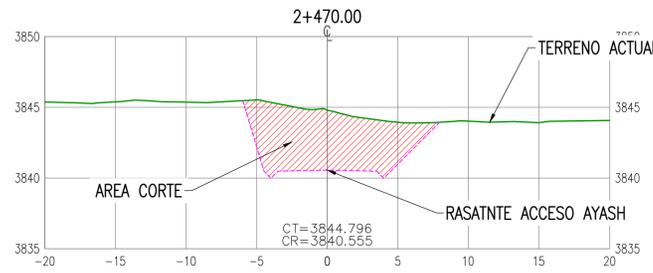
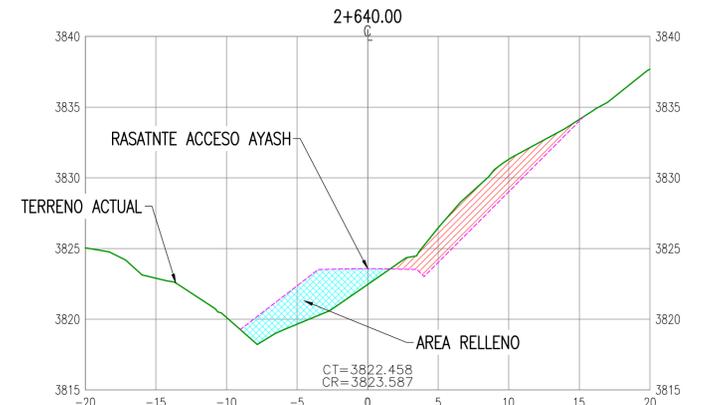
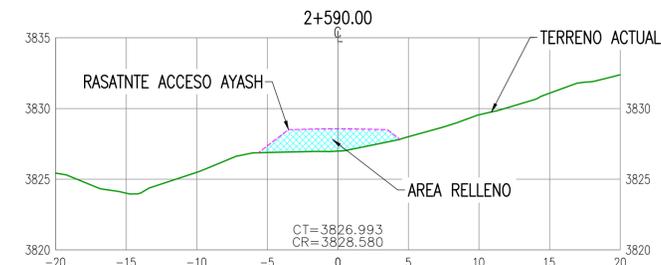
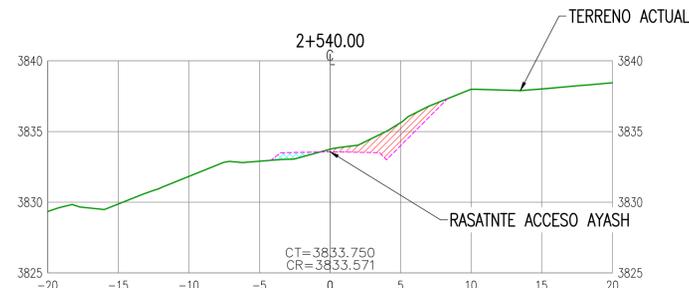
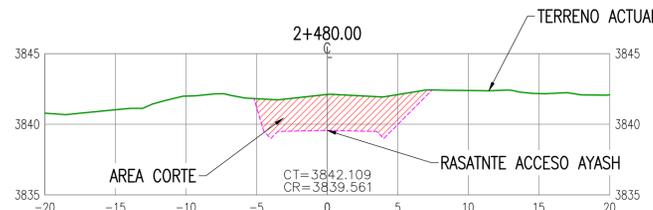
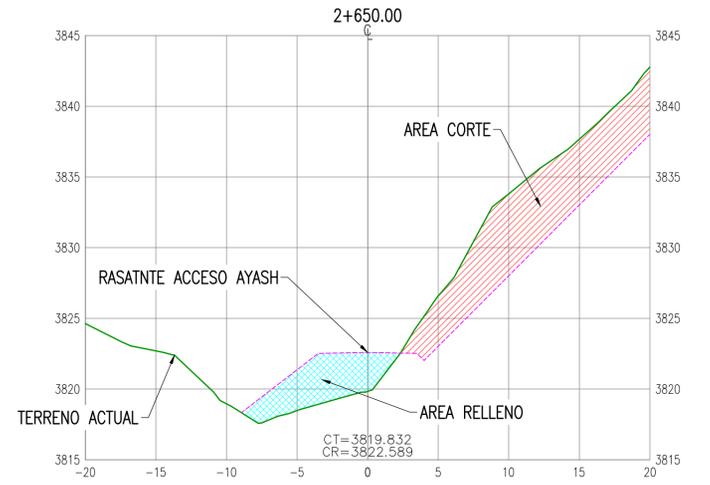
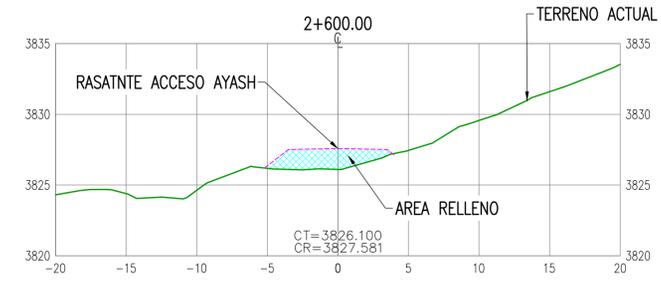
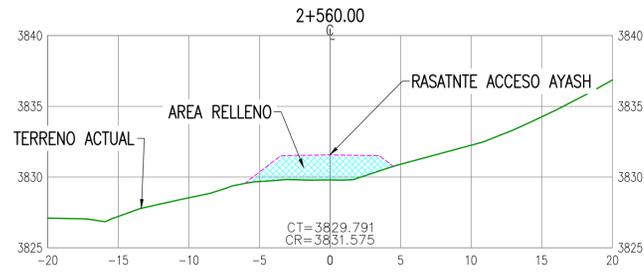
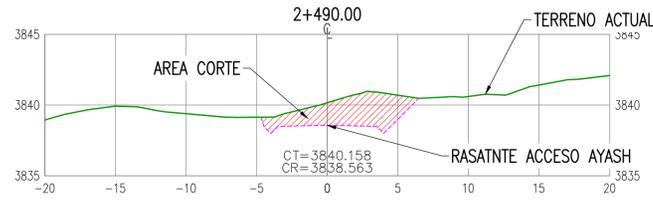
SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

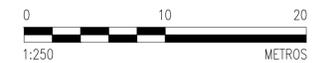
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:	REV.:
												INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	430-T-60023	

PROCESO:	APROBADO POR
P&D INSTR.:	ING.&PROY. ANTAMINA
MECANICA :	FECHA:
CIVIL-TOPOGRAFIA :	APROBADO POR
ESTRUCT.:	USUARIO ANTAMINA
ELECTR.:	FECHA:

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU	
PROYECTO:	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PLANO:	RASANTE ACCESO AYASH PROG. 2+340 - 2+450 SECCIONES
AFE:	ETAPA:
16062AQ3	105
CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908	



LEYENDA SECCIONES	
LINEA TERRENO EXISTENTE	—
LINEA TERRENO DISEÑO	---
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



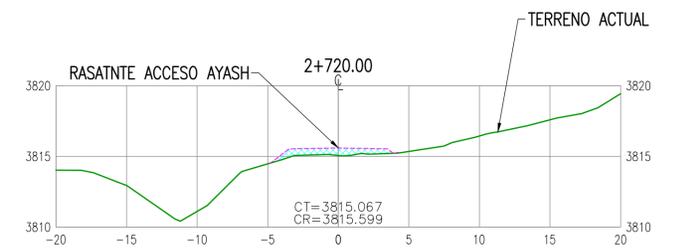
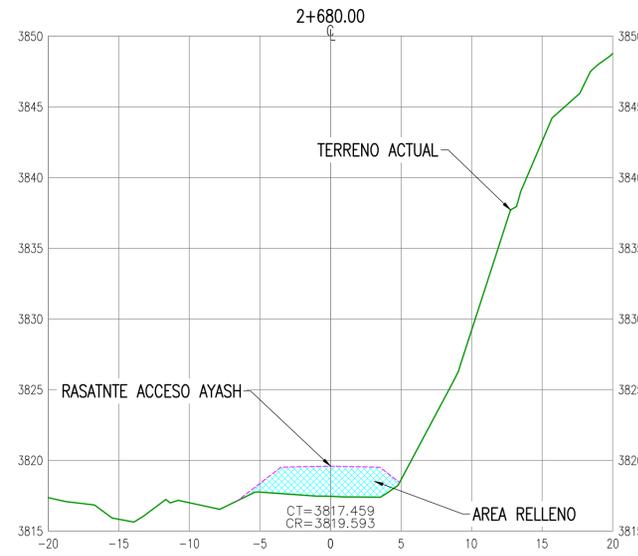
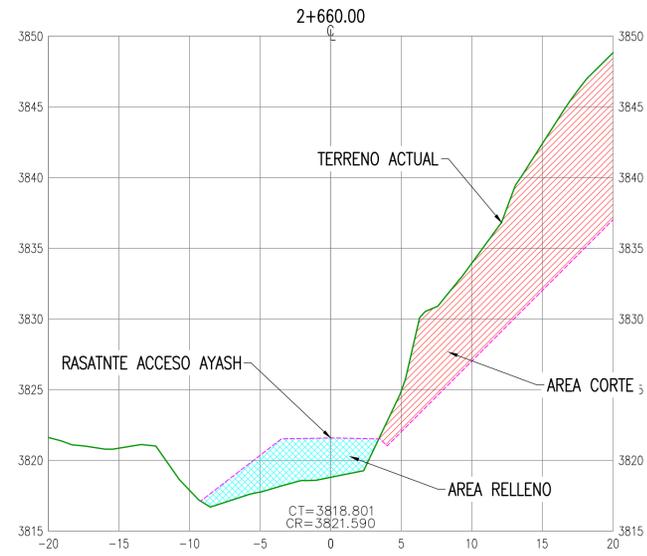
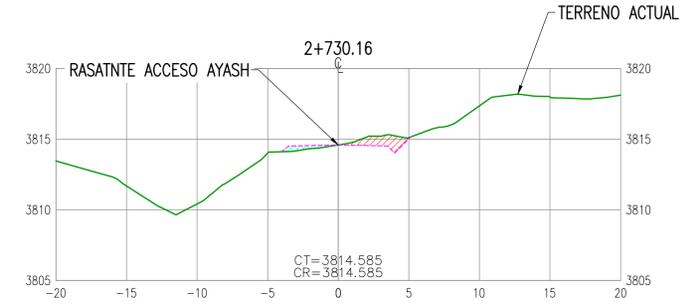
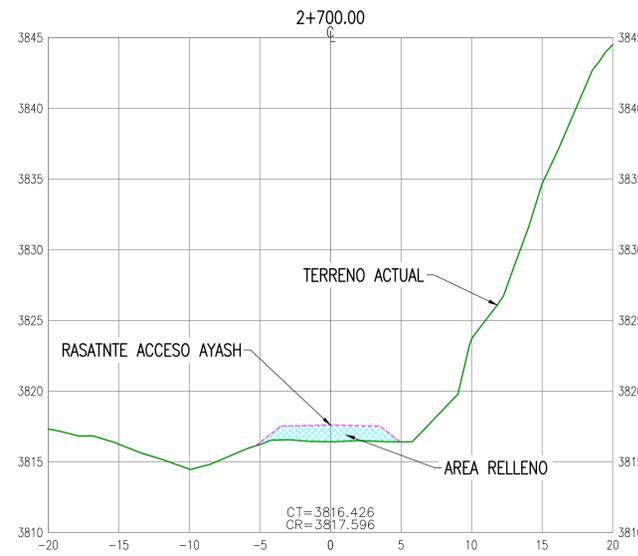
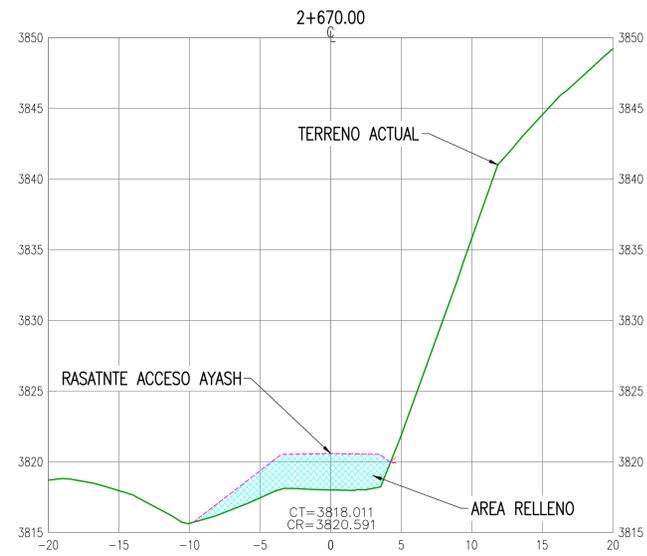
SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

SECCIONES
ESC:1/250

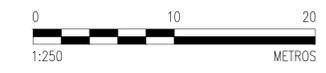
- NOTAS:
- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 - EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 - TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

PLANOS	FECHA	REVISIONES	REVISOR	APROBADO	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.	ESTRUCT.		
A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.	ELECTR.		

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		APROBADO POR ING.&PROY. ANTAMINA
PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD		FECHA:
PLANO: RASANTE ACCESO AYASH PROG. 2+460 - 2+650 SECCIONES		APROBADO POR USUARIO ANTAMINA
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG
N° DE PLANO: 430-T-60024	REV.: B	AFE: 16062A03
CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908	ETAPA: 105	REV.: B



LEYENDA SECCIONES	
LINEA TERRENO EXISTENTE	—
LINEA TERRENO DISEÑO	- - - -
AREA DE CORTE	▨
AREA DE RELLENO	▨
COTA TERRENO	CT
COTA RASANTE	CR



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

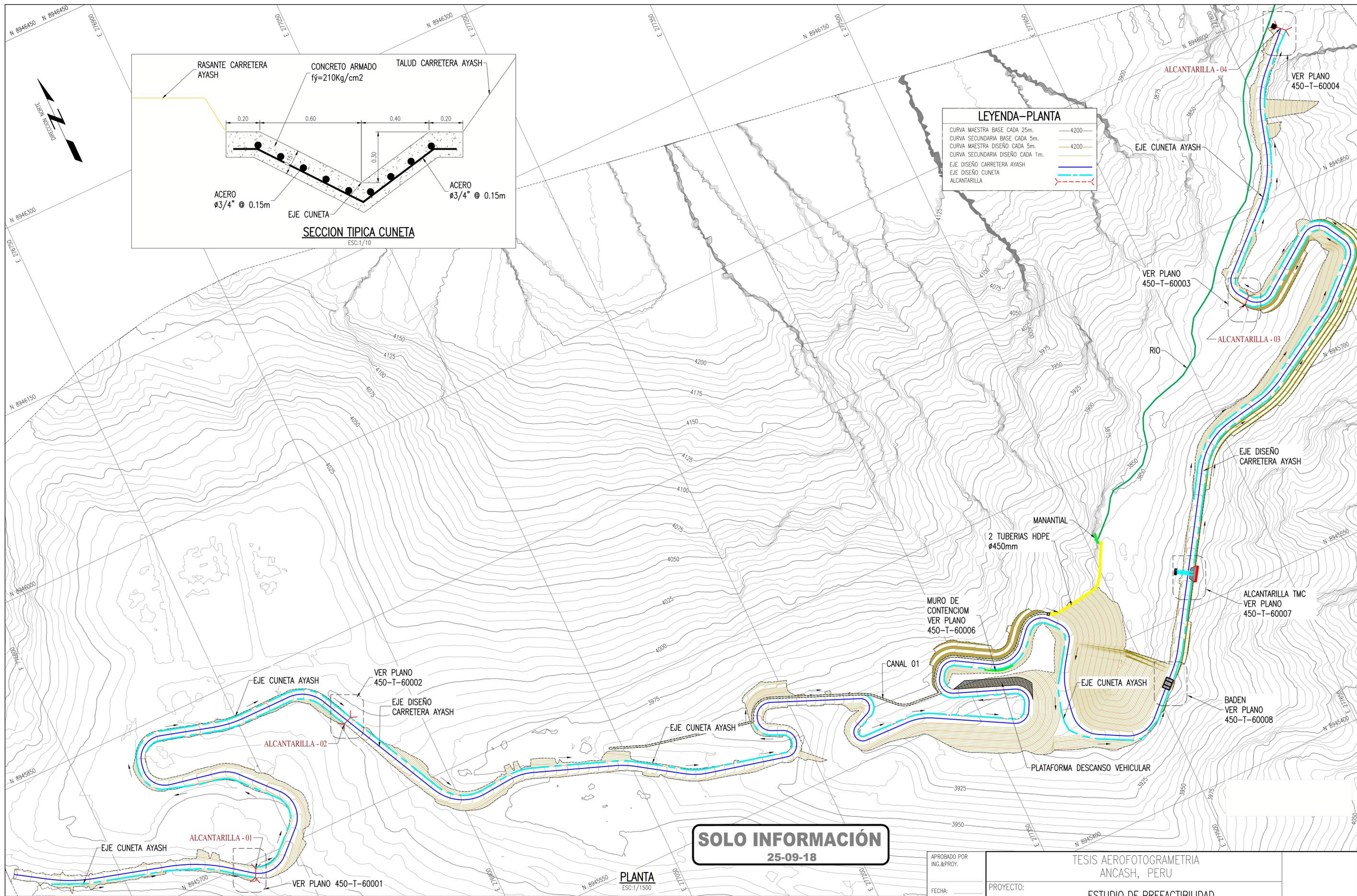
SECCIONES
ESC:1/250

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- TOPOGRAFIA ACTUALIZADA AL 07-03-18.

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:	REV.:
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.					INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	430-T-60025	B
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.									

PROCESO:	APROBADO POR INC.&PROY. ANTAMINA
P&D INSTR.:	FECHA:
MECANICA :	APROBADO POR USUARIO ANTAMINA
CIVIL-TOPOGRAFIA :	FECHA:
ESTRUCT.:	
ELECTR.:	

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU	
PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	
PLANO: RASANTTE ACCESO AYASH PROG. 2+650 - 2+730.16 SECCIONES	
AFE: 16062A03	ETAPA: 105
CONTRATO-RDS/PO/OS: MTE2316-19908	



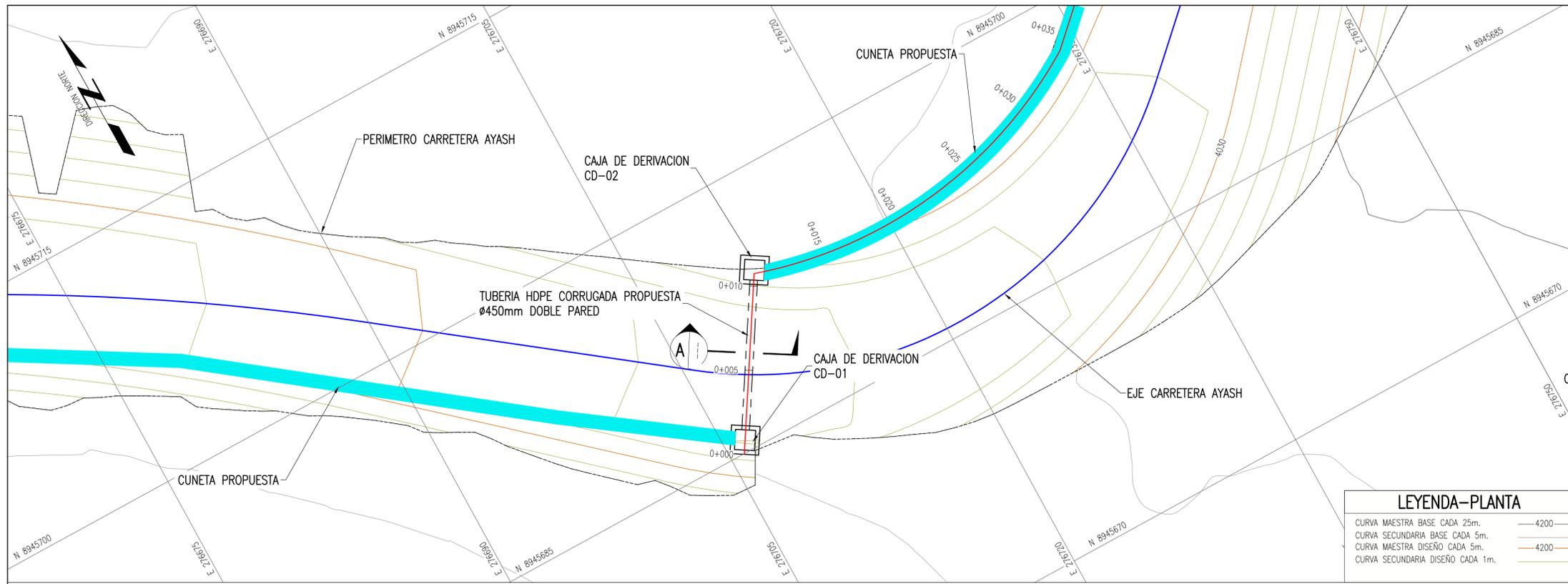
SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1

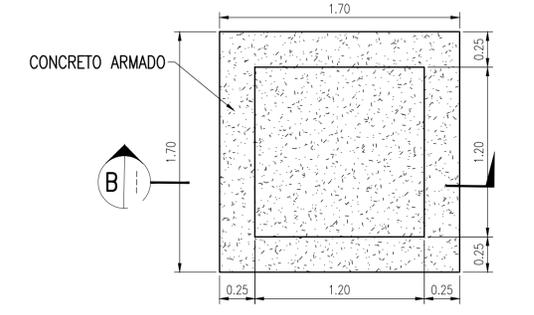
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS	PROYECTO:	ETAPA:
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :			TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU	
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:			ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	AFE: _____
									ELECTR:			CUNETETA PLANTA Y SECCION	ETAPA: _____
												INGENIERIA Y PROYECTOS	CONTRATO-RDS/PO/OS: _____
												ESCALA: INDICADA	REV.: B
												TIPO PLANO: DWG	
												N° DE PLANO: 450-T-61000	

APROBADO POR ING.&PROY.
FECHA:
APROBADO POR USUARIO
FECHA:

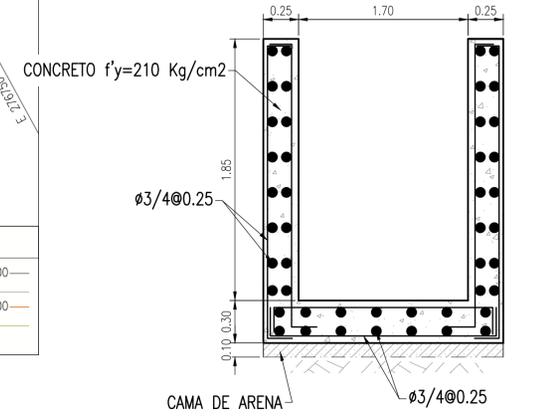
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS
ESCALA: INDICADA
TIPO PLANO: DWG
N° DE PLANO: 450-T-61000



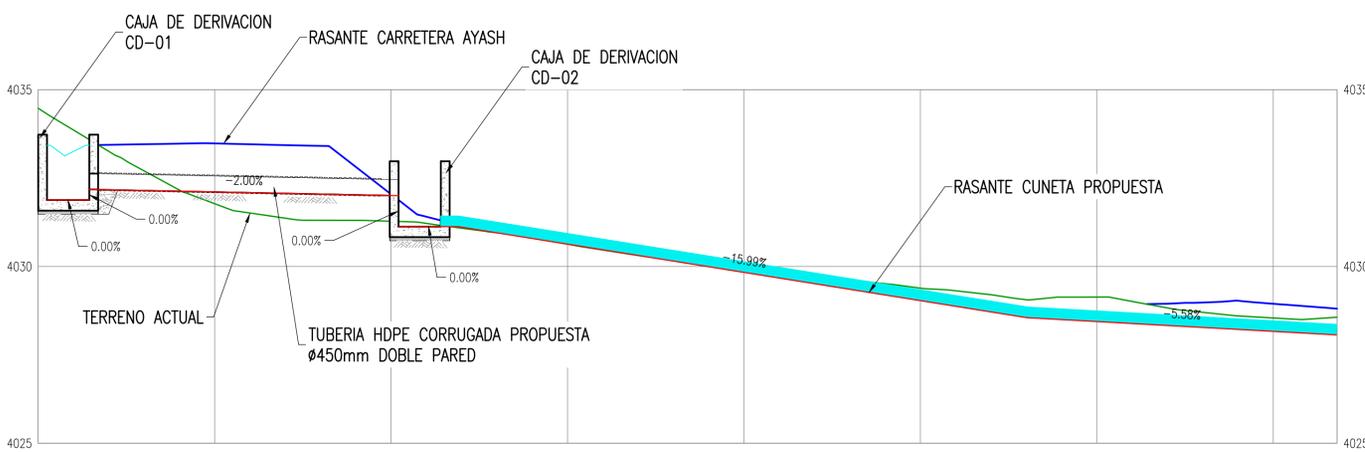
PLANTA
ESC:1/150



DETALLE TIPICO CAJA DE DERIVACION
ESC:1/25

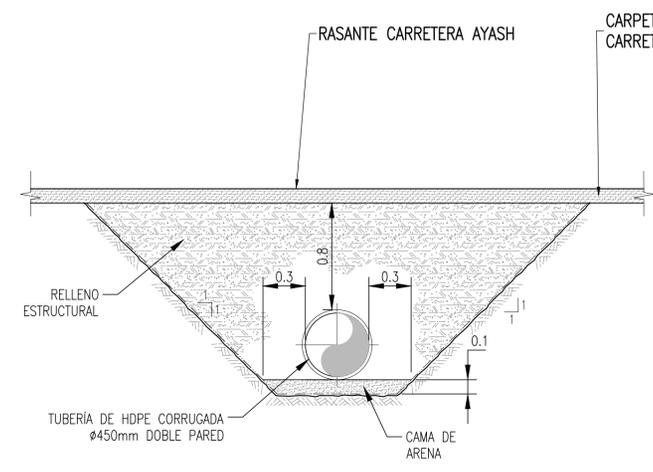


SECCION B
ESC:1/25



PENDIENTE (%)	L.H.: 8.762 S: -2.00%		L.H.: 16.106 S: -15.99%		L.H.: 8.765 S: -5.58%	
NIVEL DE TERRENO NATURAL	4034.474	4031.776	4030.629	4029.897	4029.389	4028.133
NIVEL DE RASANTE	4032.107	4031.776	4030.634	4029.835	4029.035	4028.544
CORTE (+) RELLENO (-)	-0.33	-0.73	-0.01	0.06	0.35	0.58
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	R: 26.53					
PROGRESIVAS	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+030

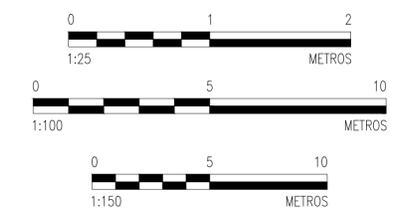
PERFIL LONGITUDINAL
ESC: HOR. 1/100 - VER. 1/100



SECCION A
ESC:1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- CONCRETO:**
 - CONCRETO ARMADO
 - CAJAS DE DERIVACION $f'c= 21$ Mpa
- ACERO DE REFUERZO:**
 - BARRAS ASTM A615 Gr 60' $f_y= 420$ Mpa
- RECLUBRIMIENTO:**
 - CAJA DE DERIVACION $e= 5$ cm

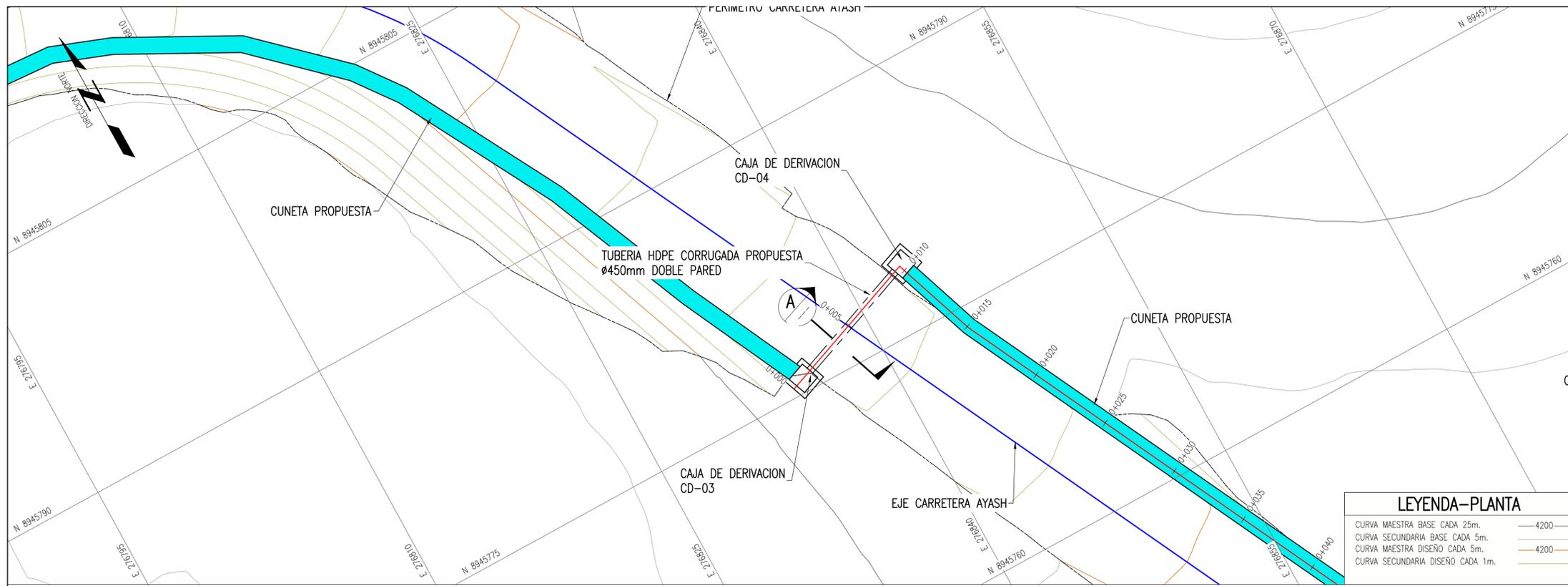


SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	22-03-19	1	22-03-19	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
A	22-03-19	1	22-03-19	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
								ELECTR:		

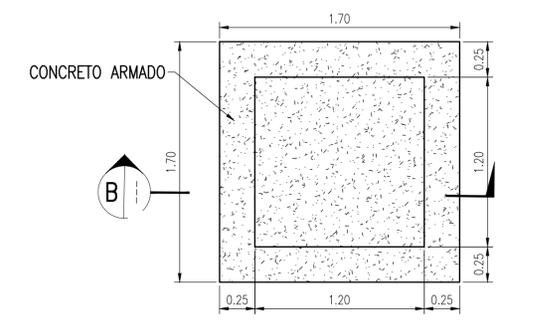
APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				AFE:		ETAPA:	
FECHA:	PROYECTO:				CONTRATO-RDS/PO/OS:		REV.:	
APROBADO POR USUARIO	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD							
FECHA:	PLANO:							
	ALCANTARILLA 01							
	PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES							
	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:				
	INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	450-T-61001				



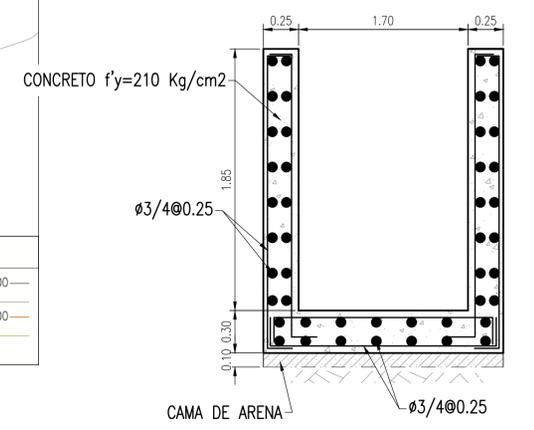
PLANTA
ESC:1/150

LEYENDA-PLANTA

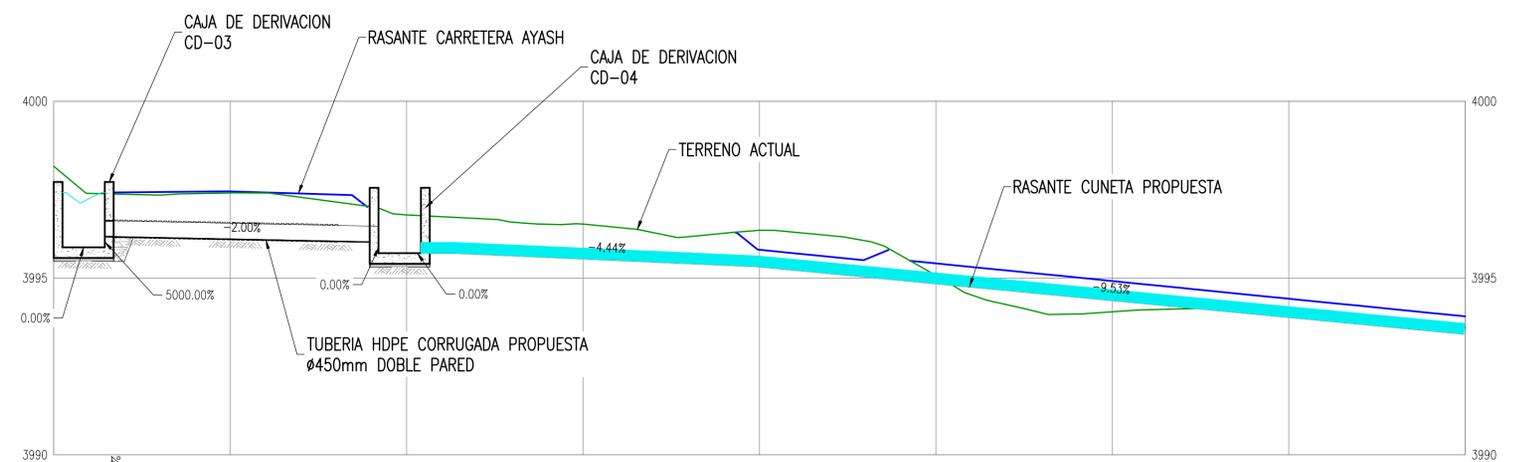
CURVA MAESTRA BASE CADA 25m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —



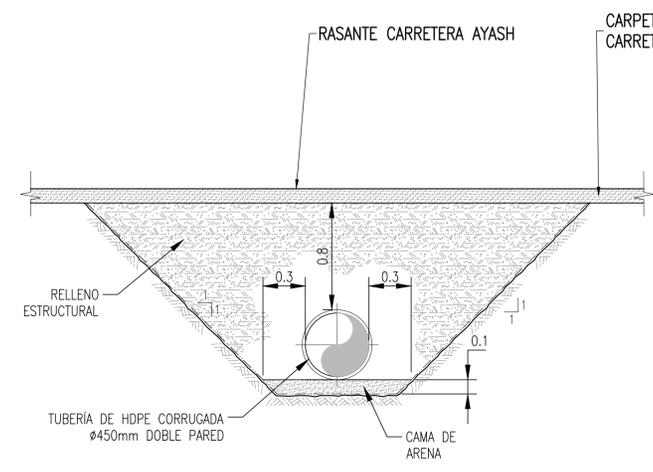
DETALLE TIPICO CAJA DE DERIVACION
ESC:1/25



SECCIÓN B
ESC:1/25



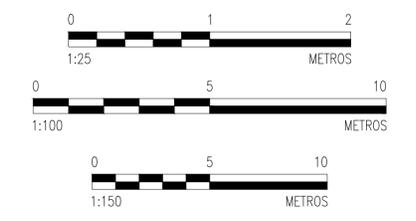
PERFIL LONGITUDINAL
ESC:HOR. 1/100 - VER. 1/100



SECCIÓN A
ESC:1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. CONCRETO	
CONCRETO ARMADO	f'c= 21 Mpa
• CAJAS DE DERIVACION	
2. ACERO DE REFUERZO	fy= 420 Mpa
• BARRAS ASTM A615 Gr 60'	
3. RECUBRIMIENTO	e= 5 cm
• CAJA DE DERIVACION	

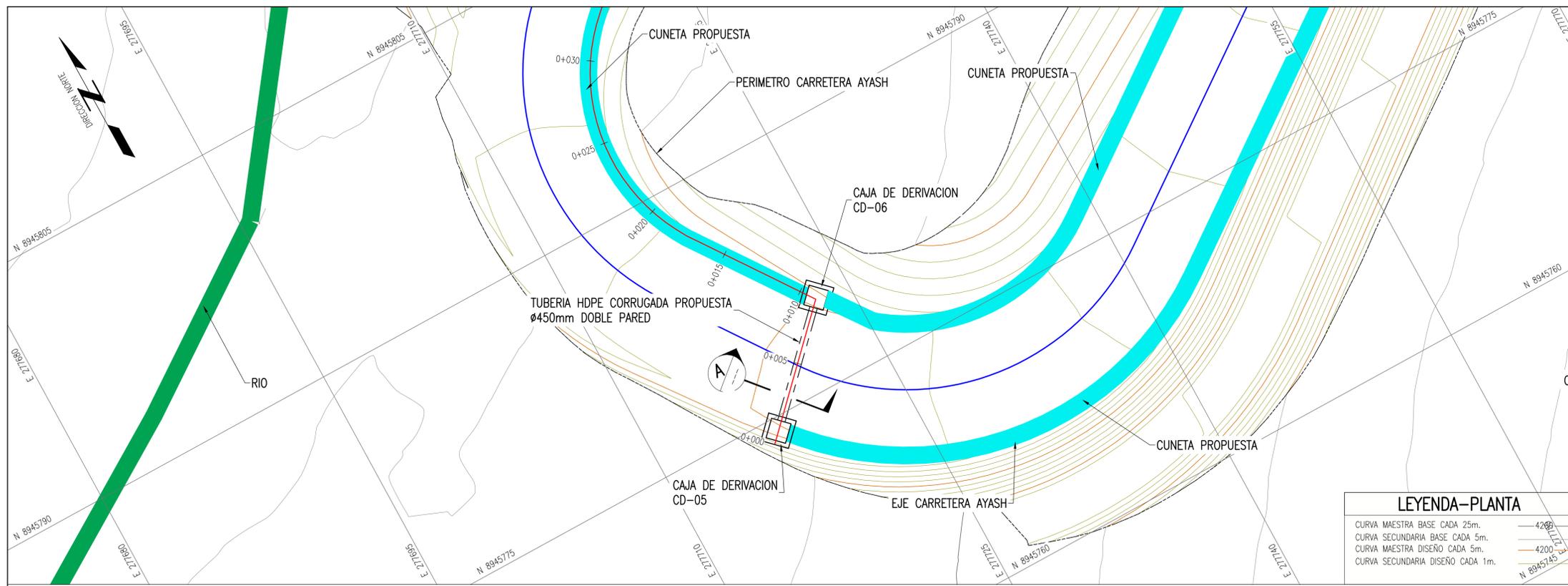


SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE ø24".

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	22-03-19			PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA		
A	22-03-19			PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.		

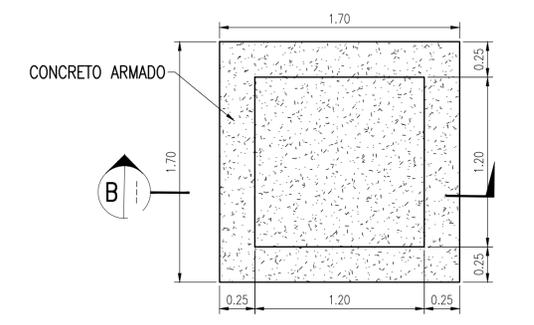
APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				AFE:		ETAPA:	
FECHA:	PROYECTO:				CONTRATO-RDS/PO/OS:		REV.:	
APROBADO POR USUARIO	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD				INGENIERIA Y PROYECTOS		B	
FECHA:	PLANO:				ESCALA:		TIPO PLANO:	
	ALCANTARILLA 02				INDICADA		DWG	
	PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES				N° DE PLANO:		450-T-61002	
	GERENCIA:				N° DE PLANO:		REV.:	
	INGENIERIA Y PROYECTOS				INDICADA		B	



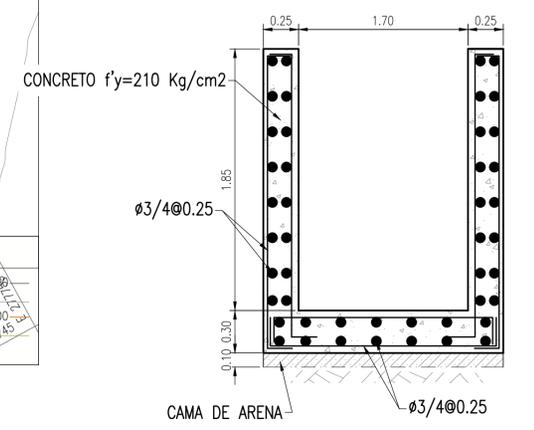
PLANTA
ESC:1/150

LEYENDA-PLANTA

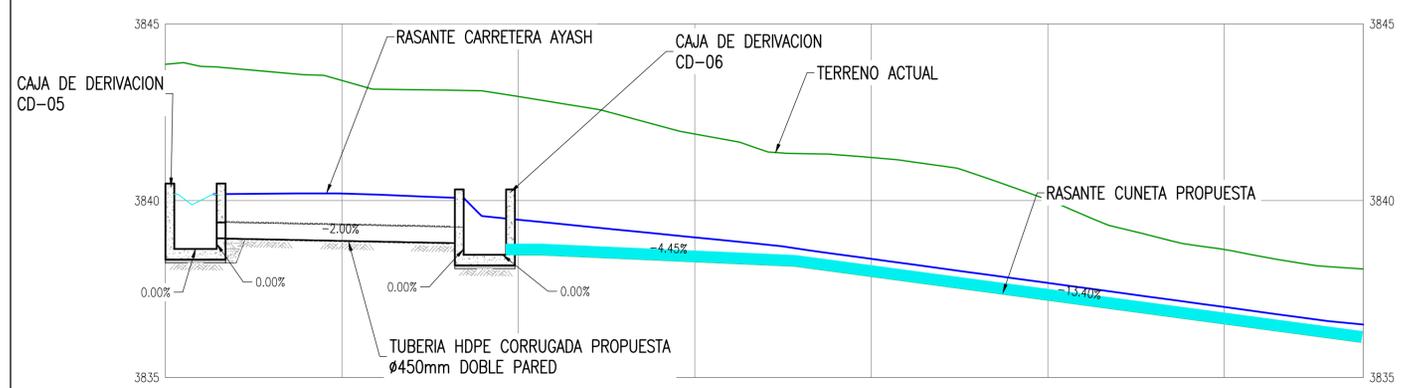
CURVA MAESTRA BASE CADA 25m.	4200
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m.	4200
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	4200
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	4200



DETALLE TIPICO CAJA DE DERIVACION
ESC:1/25

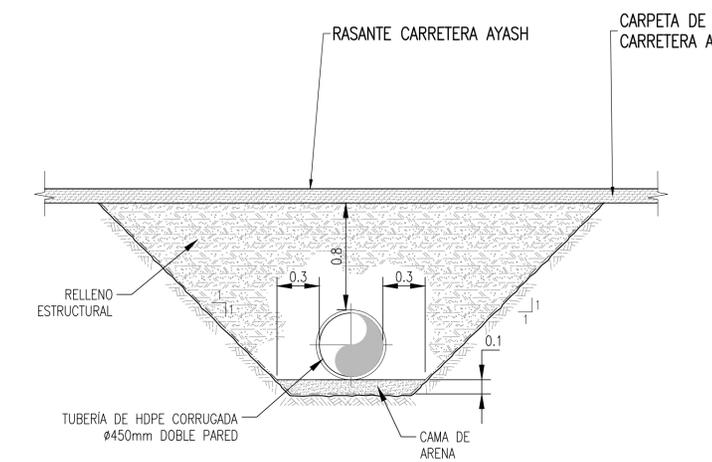


SECCIÓN B
ESC:1/25



PENDIENTE (%)	L.H.: 7.000 S: -2.00%		L.H.: 0.00 S: 0.00%		L.H.: 2.20 S: 0.00%		L.H.: 7.179 S: -4.45%		L.H.: 16.043 S: -13.40%	
NIVEL DE TERRENO NATURAL	3843.868	3843.399	3842.946	3841.885	3840.026	3838.618	3838.067			
NIVEL DE RASANTE	3838.863	3838.469	3842.946	3838.276	3837.859	3838.018	3836.519			
CORTE (+) RELLENO (-)	4.54	4.48	3.61	3.36	2.84	2.10				
ALINEAMIENTO HORIZONTAL										
PROGRESIVAS	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025	0+030	0+033.94		

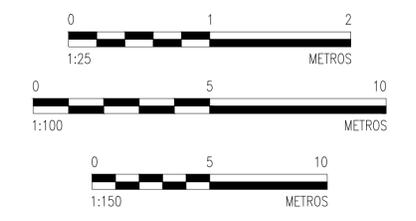
PERFIL LONGITUDINAL
ESC:HOR. 1/100 - VER. 1/100



SECCIÓN A
ESC:1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. CONCRETO.-	
• CONCRETO ARMADO	f'c= 21 Mpa
• CAJAS DE DERIVACION	
2. ACERO DE REFUERZO.-	
• BARRAS ASTM A615 Gr 60'	fy= 420 Mpa
3. RECUBRIMIENTO.-	
• CAJA DE DERIVACION	e= 5 cm

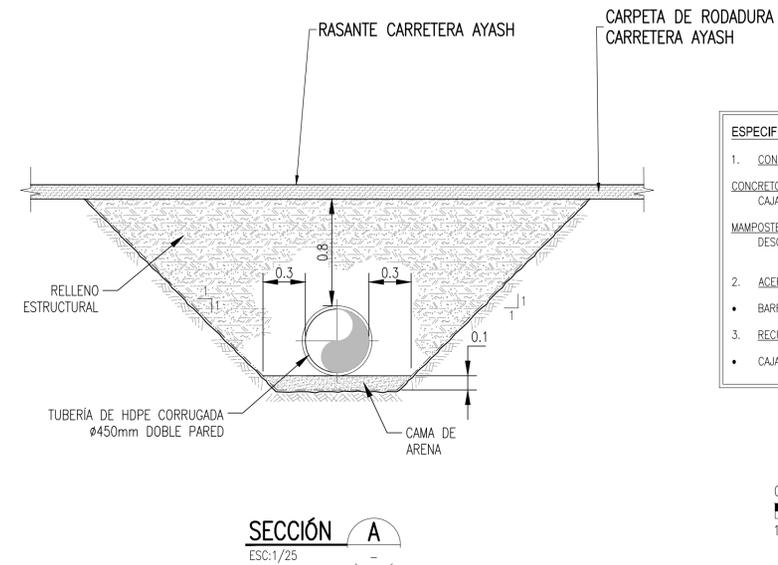
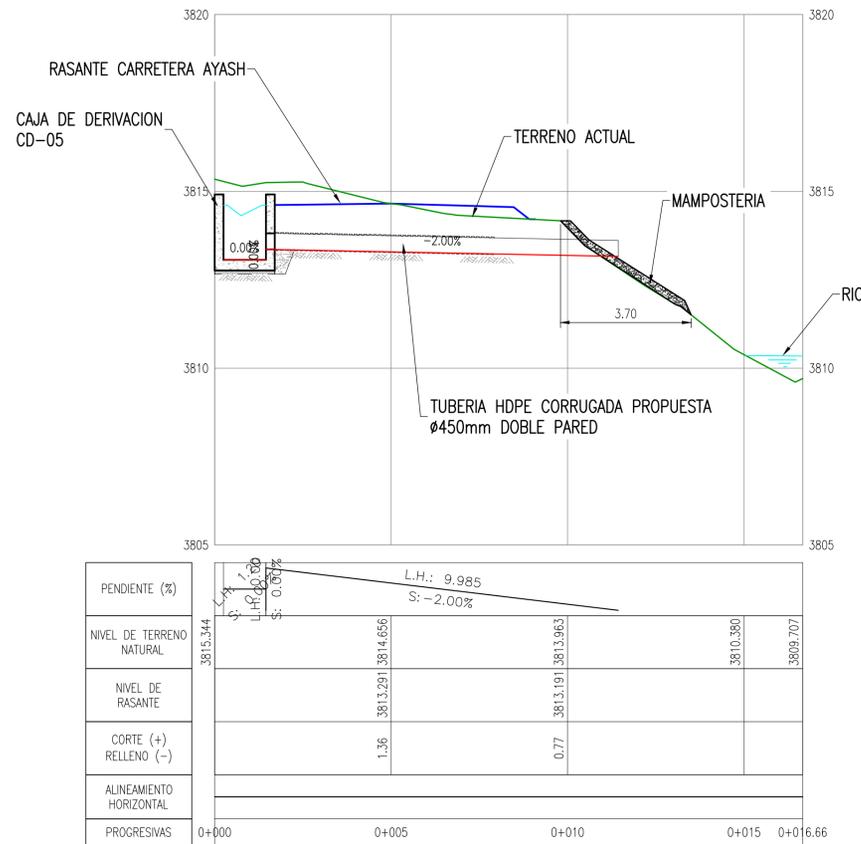
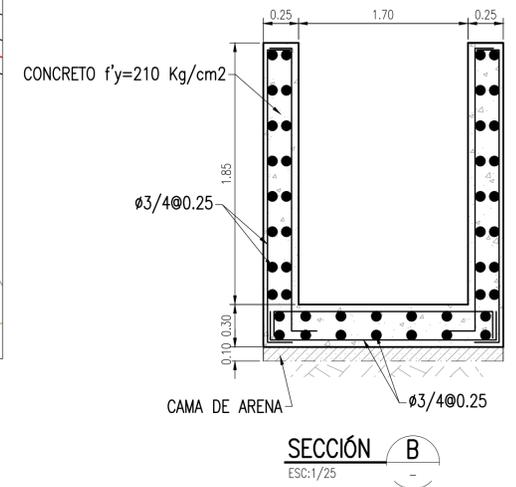
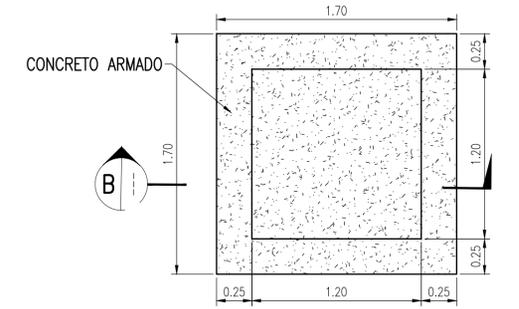
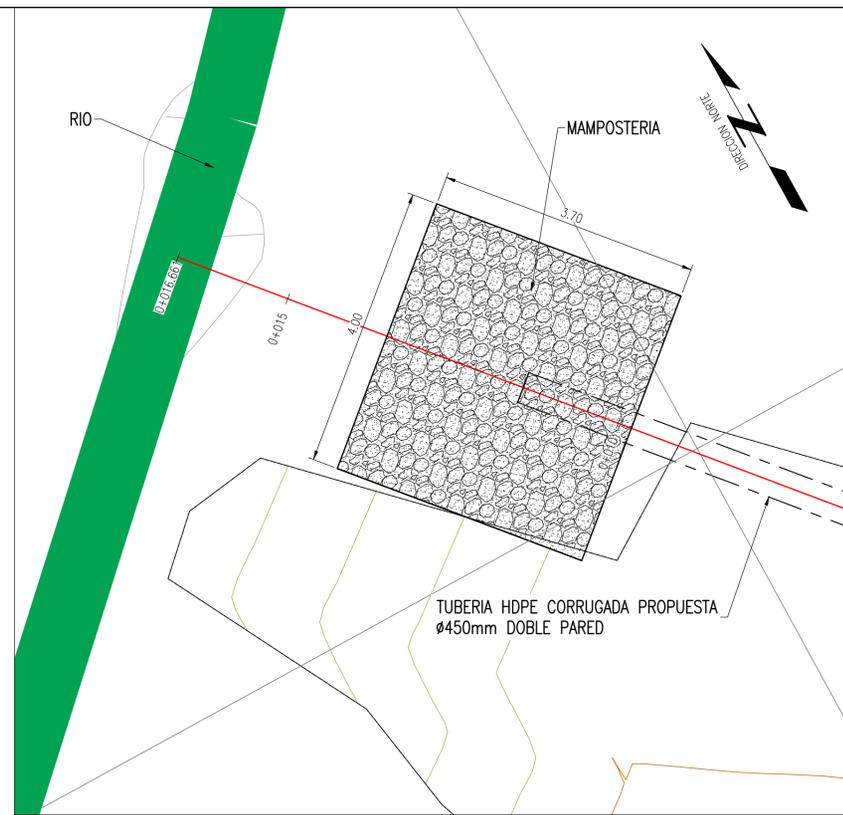
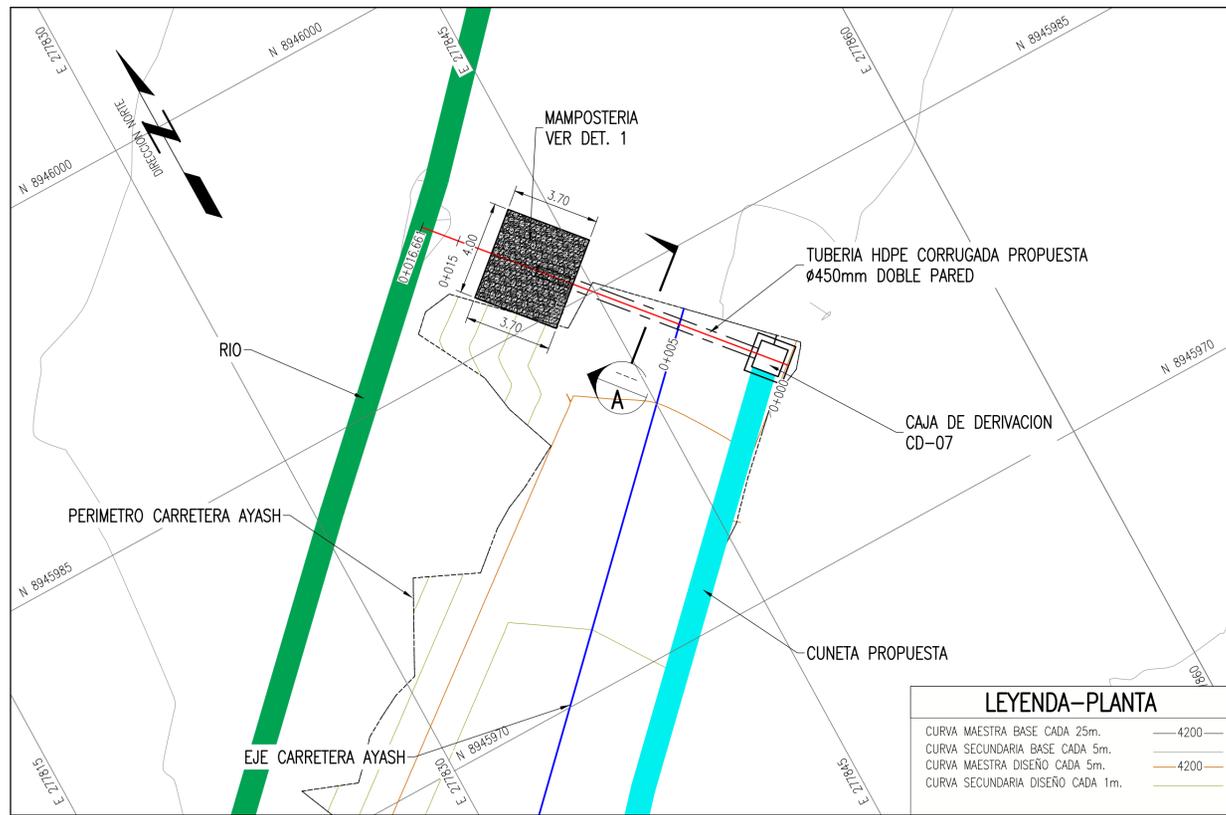


SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

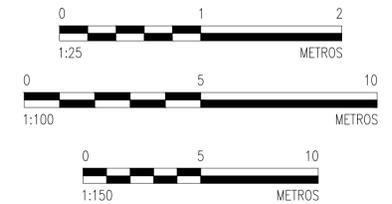
PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	22-03-19			PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
A	22-03-19			PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.:		

APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				AFE:	ETAPA:
FECHA:	PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD					
APROBADO POR USUARIO	PLANO: ALCANTARILLA 03 PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES					
FECHA:	GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 450-T-61003	REV.: B	



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- CONCRETO**
 - CONCRETO ARMADO CAJAS DE DERIVACION $f'c= 21$ Mpa
 - MAMPOSTERIA DESCARGA FINAL 75% PIEDRA #15cm MAX. y 30% CONCRETO $f'c= 10$ Mpa
- ACERO DE REFUERZO**
 - BARRAS ASTM A615 Gr 60' $f_y= 420$ Mpa
- RECUBRIMIENTO**
 - CAJA DE DERIVACION $e= 5$ cm

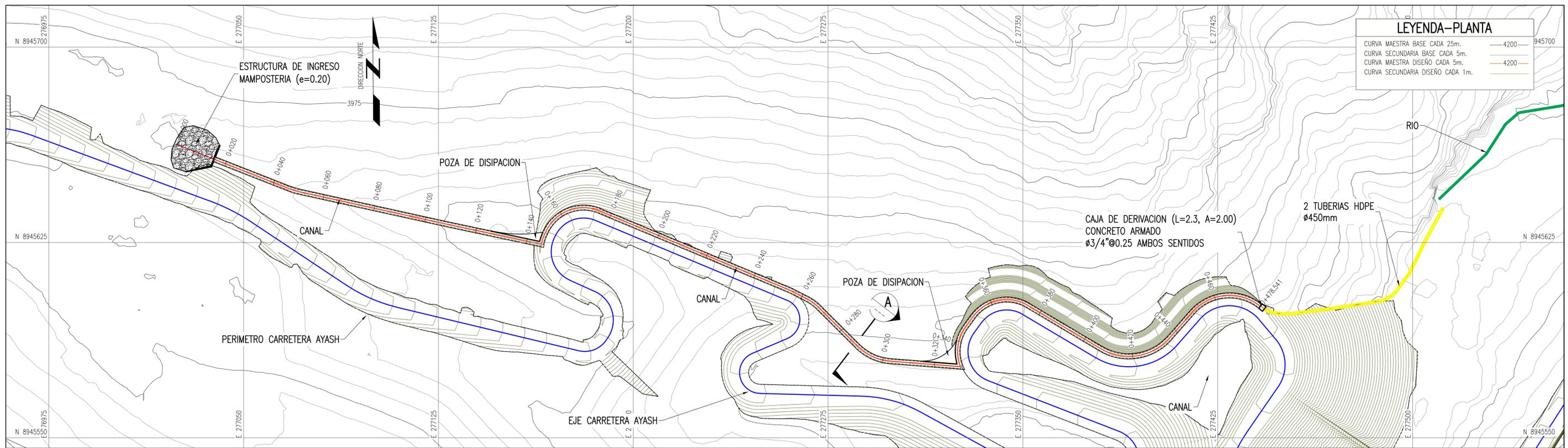


SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

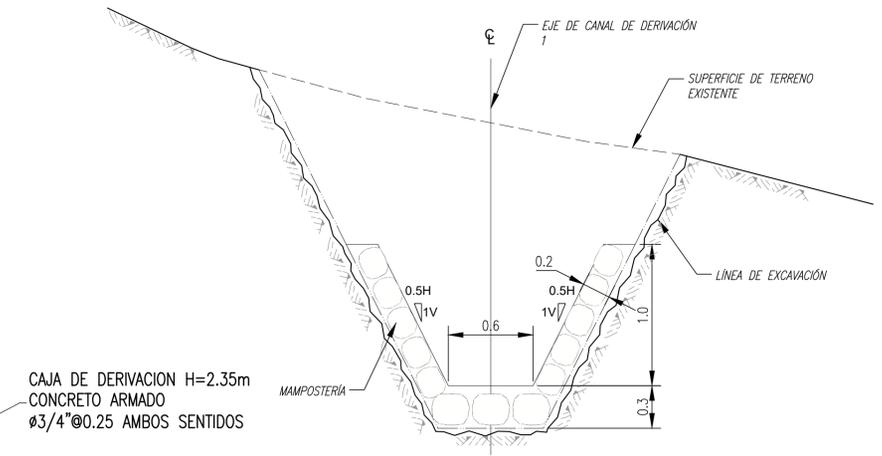
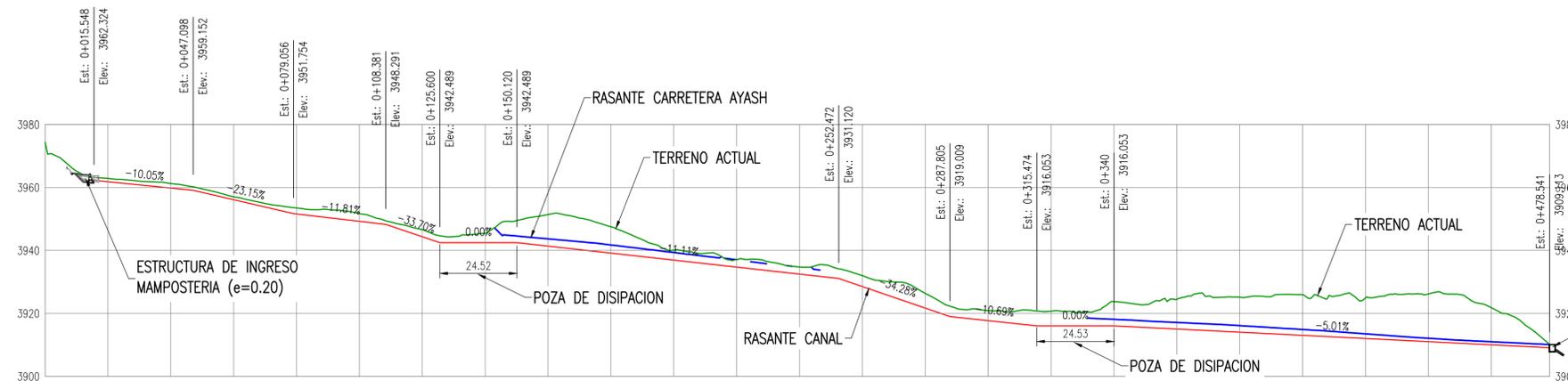
NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B		22-03-19		PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA		
A		22-03-19		PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.		

APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				AFE:	ETAPA:
FECHA:	PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD					
APROBADO POR USUARIO	PLANO: ALCANTARILLA 04 PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES					
FECHA:	GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 450-T-61004	REV.: B	



PLANTA
ESC: 1/150

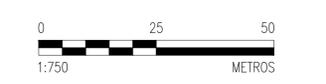


SECCION A
ESC: 1/25

PENDIENTE (%)	L.H.: 31.550 S: -10.05%	L.H.: 31.957 S: -23.15%	L.H.: 29.326 S: -11.81%	L.H.: 17.273 S: -33.70%	L.H.: 24.52 S: 0.00%	L.H.: 102.352 S: -11.11%	L.H.: 35.333 S: -34.28%	L.H.: 27.669 S: -10.69%	L.H.: 24.53 S: 0.00%	L.H.: 138.541 S: -5.01%															
NIVEL DE TERRENO NATURAL	3974.421	3962.930	3951.079	3946.648	3942.489	3941.453	3928.914	3920.699	3916.053	3910.135															
NIVEL DE RASANTE	3961.876	3950.295	3938.615	3934.276	3930.000	3928.914	3916.053	3916.053	3916.053	3910.135															
CORTE (+) RELLENO (-)	1.05	1.43	0.91	1.88	2.47	2.27	3.00	10.06	8.38	11.80															
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	R: 15.98																								
PROGRESIVAS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+478.541

PERFIL LONGITUDINAL CANAL
ESCHOR: 1/1000 - VER: 1/1000

SOLO INFORMACIÓN
22-03-19



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- CONCRETO** - f'c = 21 Mpa
- ACERO DE REFUERZO** - fy = 420 Mpa
- RECUBRIMIENTO** - e = 5 cm

CONCRETO ARMADO
CAJAS DE DERIVACION

MAMPOSTERIA
DESCARGA FINAL: 75% PIEDRA #15cm MAX. y 30% CONCRETO f'c = 10 Mpa

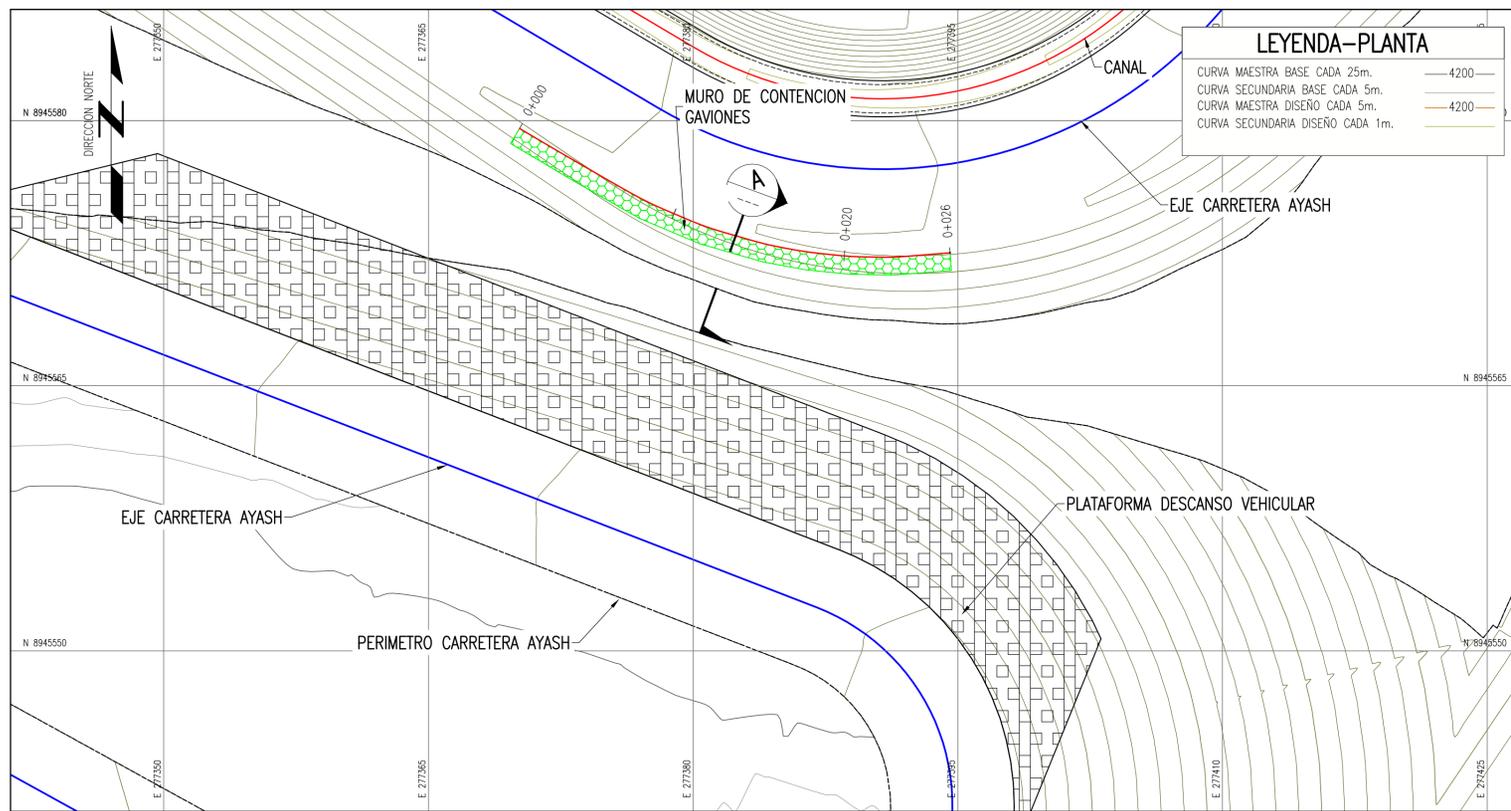
NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	22-03-19	1	22-03-19	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA		
A	22-03-19	1	22-03-19	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.		

APROBADO POR ING.&PROY. _____
FECHA: _____
APROBADO POR USUARIO _____
FECHA: _____

PROYECTO: TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CANAL
PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES

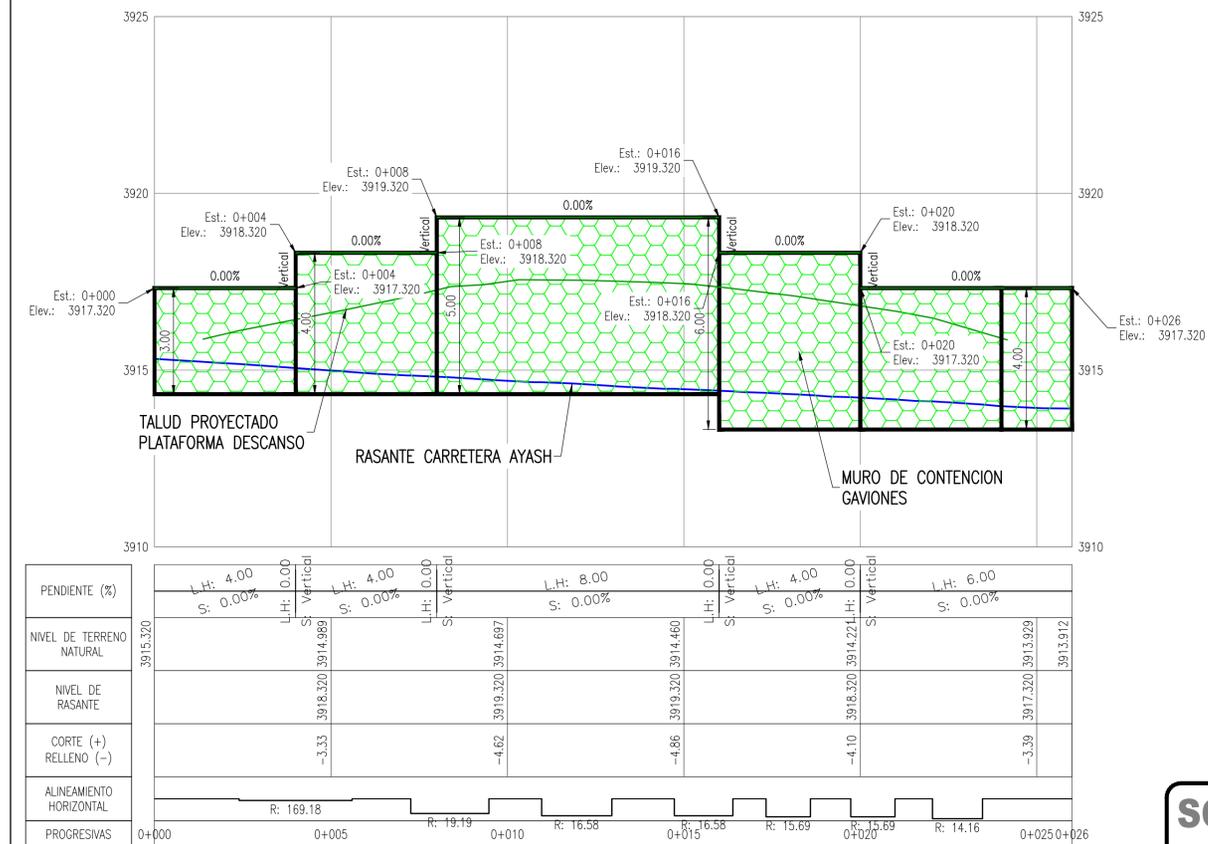
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS
ESCALA: INDICADA
TIPO PLANO: DWG
N° DE PLANO: 450-T-61005
REV.: B



LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 25m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —

PLANTA
ESC: 1/150



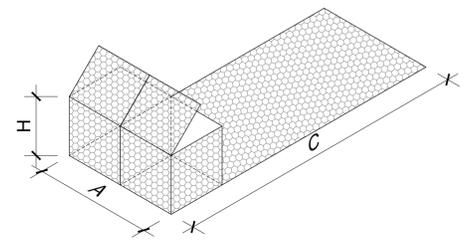
PERFIL LONGITUDINAL CANAL
ESC: HOR. 1/1000 - VER. 1/1000

NOTAS:
 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
 3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

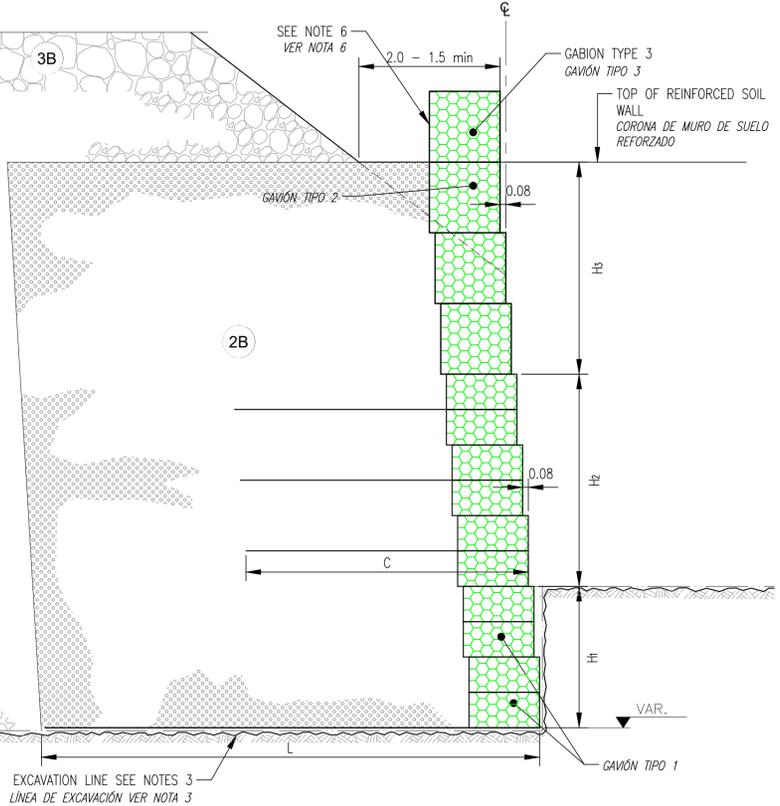
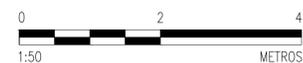
PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	22-03-19			PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
A	22-03-19			PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
								ELECTR:		

DIMENSIONES ESTANDAR DE GAVIONES

TIPO TIPO	H (m)	A (m)	C (m)	TIPO DE MALLA	DIÁMETRO DEL ALAMBRE	DIÁMETRO DE ROCA
1	0.5	2.0	4.0	10x12cm	Ø 3.7 mm COATING RECUBRIMIENTO GALFAN (Zn-Al 5%-MM) +PVC	150 - 200 mm
2	1.0	2.0	4.0			
3	1.0	4.0	1.0			



DETALLE DE GAVION
ESC: S/E



SECCIÓN TÍPICA A
ESC: 1/50

TABLA DEL MURO DE CONTENCION GAVIONES

H (m)	L (m)	H1 (m)	H2 (m)	H3 (m)
		e ₁ = 0.5 m	e ₂ = 1.0 m	e ₃ = 1.0 m
		GAVIÓN TIPO 1	GAVIÓN TIPO 1	GAVIÓN TIPO 2
3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
4.000	4.000	1.000	1.000	2.000
5.000	5.000	1.000	2.000	2.000
6.000	6.000	1.000	2.000	3.000
4.000	4.000	1.000	1.000	2.000

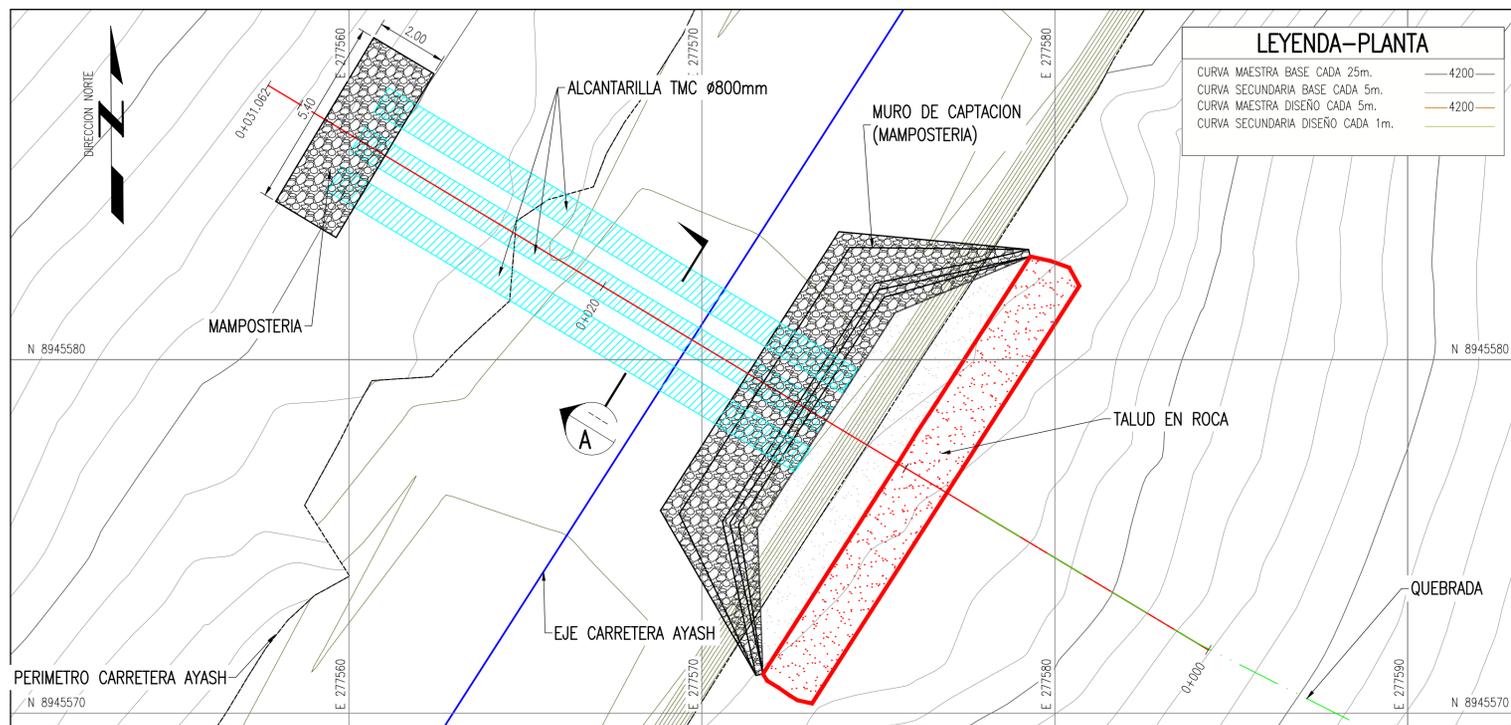
NOTAS

- EL MATERIAL TIPO 2B COMPACTADO, DEBE SER DE BAJA PLASTICIDAD.
- BERMA DE PROTECCIÓN: EL GAVIÓN TIPO 3 DEBERÁ SER AMARRADO AL GAVIÓN QUE SE UBICA DEBAJO.
- EL MATERIAL 3B ES RELLENO CON MATERIAL PROPIO.



SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

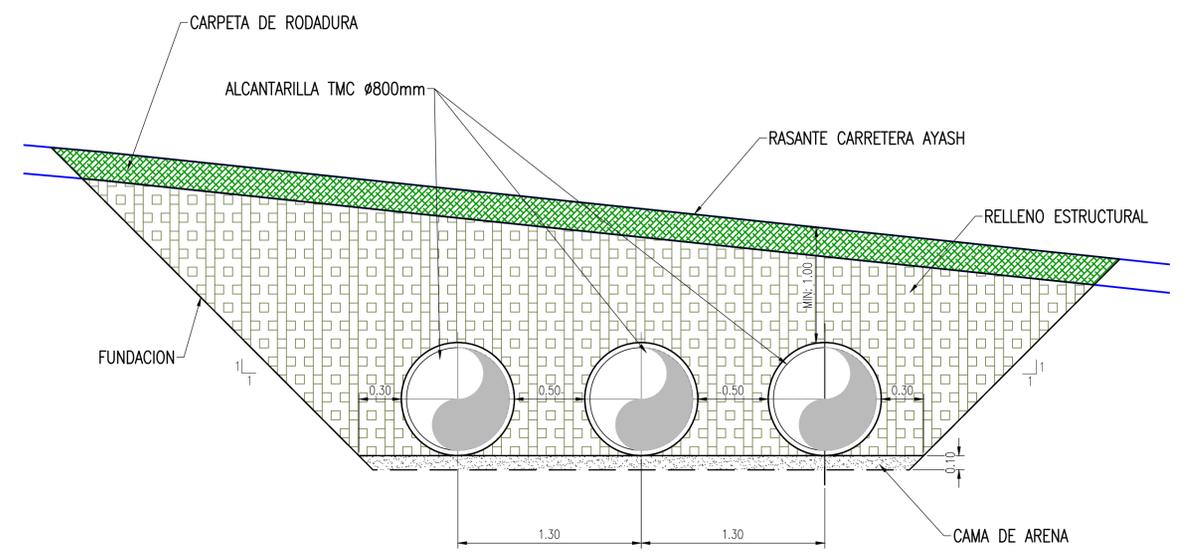
APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				
FECHA:	PROYECTO:				
APROBADO POR USUARIO	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD				
FECHA:	MURO DE CONTENCION - GAVIONES				
	PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES				
	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:	REV.:
	INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	450-T-61006	B



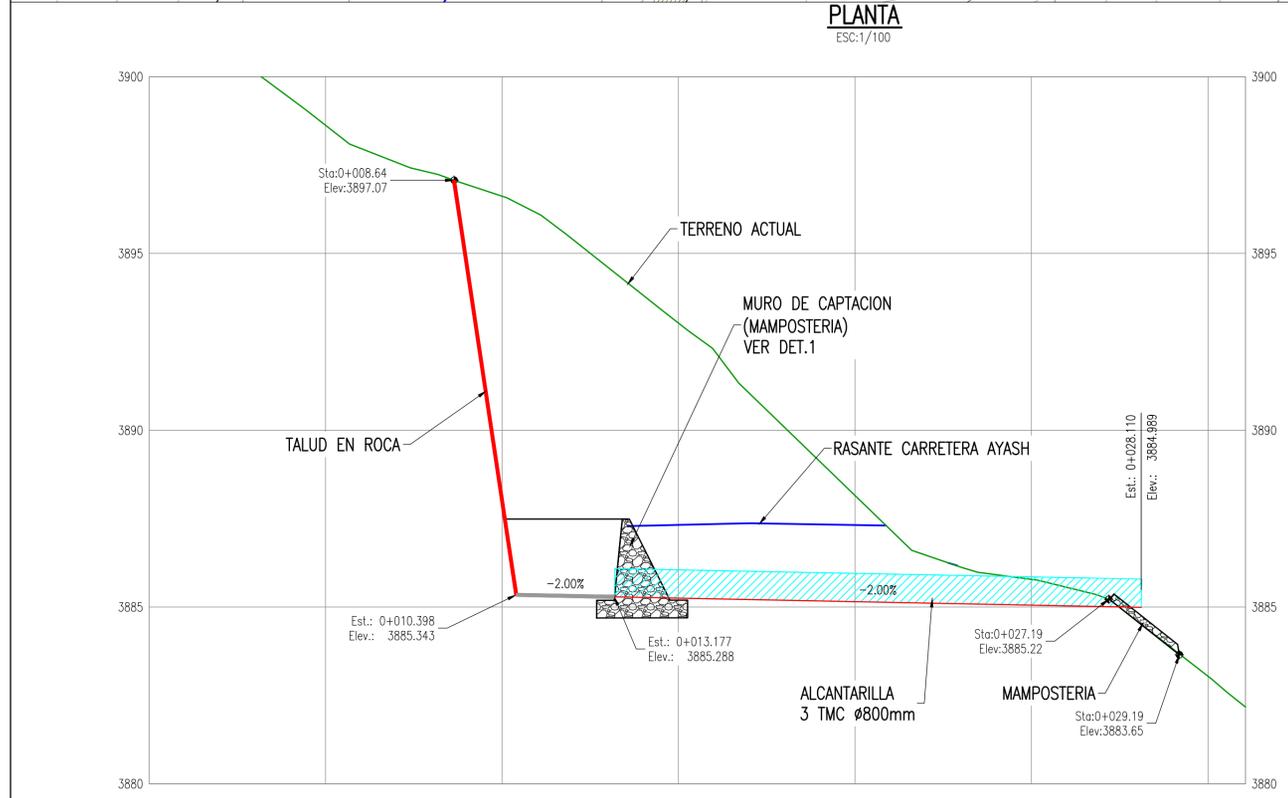
LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 25m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —

PLANTA
ESC: 1/100

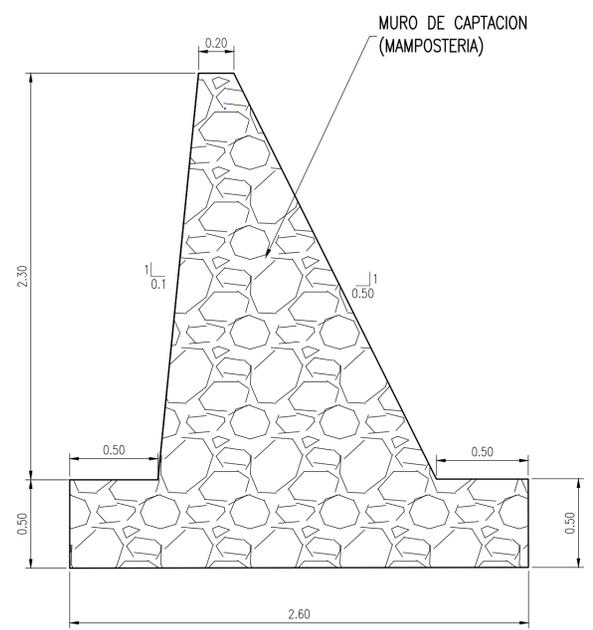


SECCIÓN TÍPICA A
ESC: 1/25



PENDIENTE (%)			L.H.: 2.779 S: -2.00%	L.H.: 14.933 S: -2.00%		
NIVEL DE TERRENO NATURAL	3902.934	3898.625	3896.618	3893.030	3888.155	3883.043
NIVEL DE RASANTE				3885.251	3885.151	3885.782
CORTE (+) RELLENO (-)			7.78	3.00	0.73	
ALINEAMIENTO HORIZONTAL						
PROGRESIVAS	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025

PERFIL LONGITUDINAL CANAL
ESC: HOR. 1/1000 - VER. 1/1000



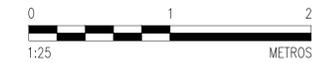
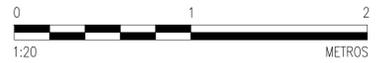
DET. 1
ESC: 1/20

SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

MAMPOSTERIA
MURO DE CAPTACION 75% PIEDRA #15cm MAX. y 30% CONCRETO f'c= 10 Mpa

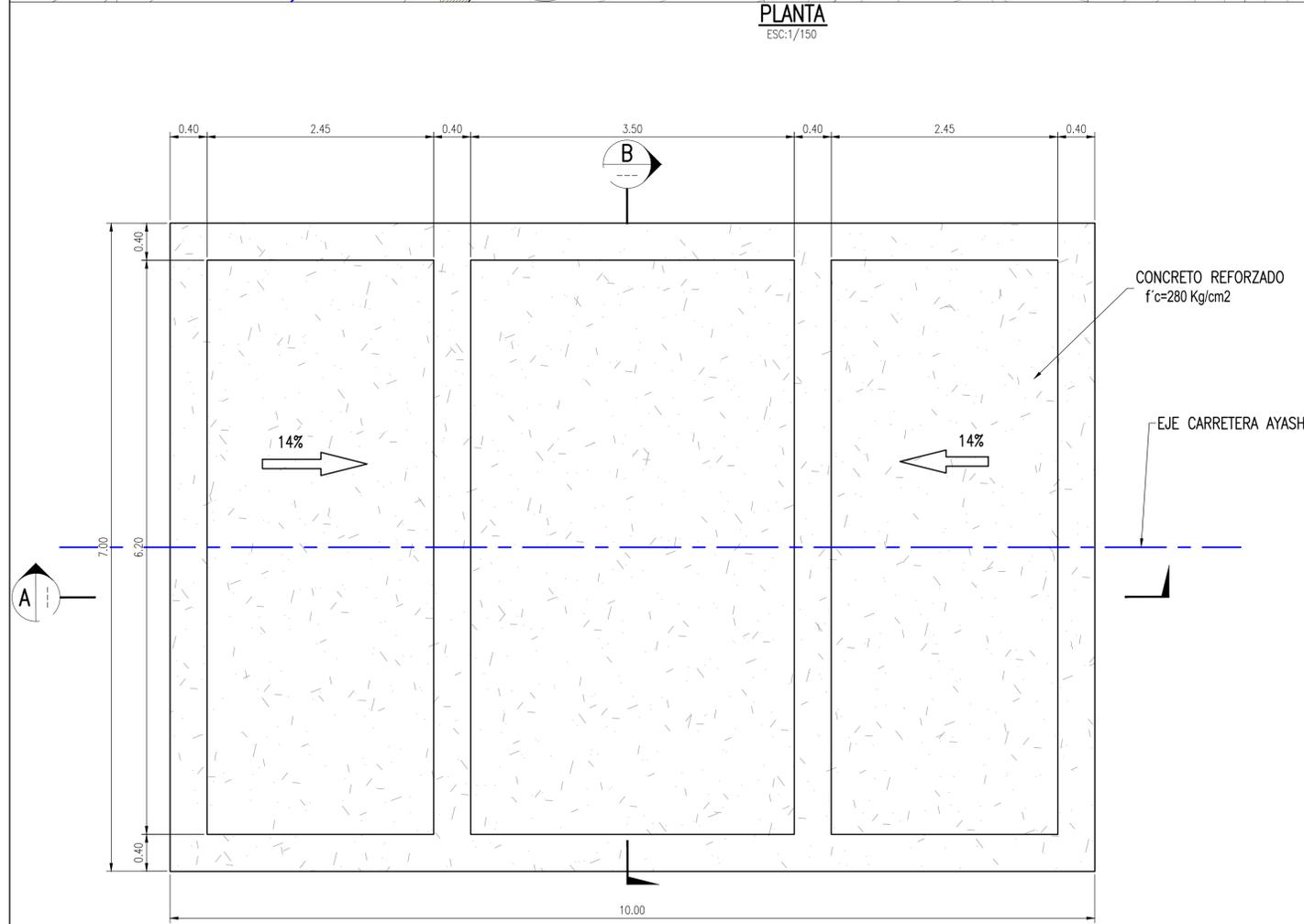
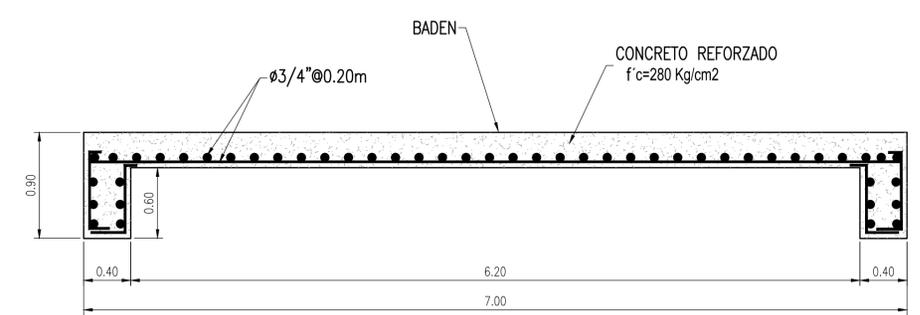
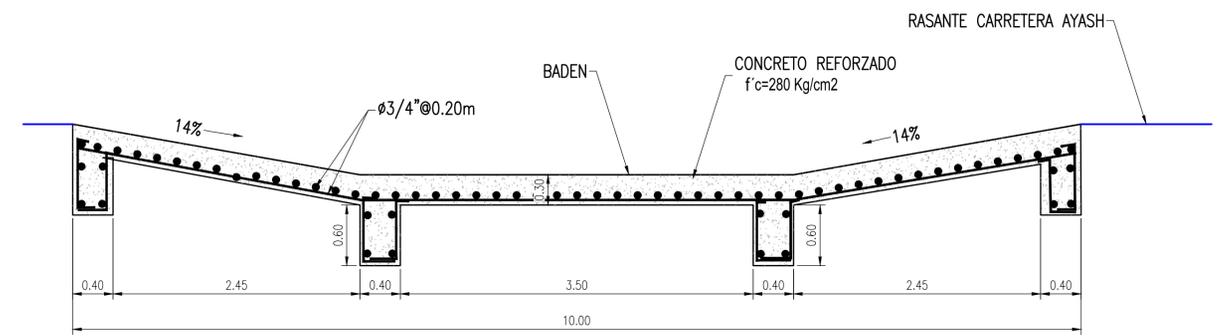
RELLENO ESTRUCTURAL
EL RELLENO ESTRUCTURAL SERA REALIZADO EN CAPAS DE 10CM



NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
		B	22-03-19	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
		A	22-03-19	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
								ELECTR:		

APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU			
FECHA:	PROYECTO:			
APROBADO POR USUARIO	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD			
FECHA:	PLANO:			
	ALCANTARILLA QUEBRADA PRINCIPAL PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES			
	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:
	INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	450-T-61007
				REV.: B



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- CONCRETO.-**
 - CONCRETO ARMADO
 - CAJAS DE DERIVACION $f'c= 28 \text{ Mpa}$
- ACERO DE REFUERZO.-**
 - BARRAS ASTM A615 Gr 60' $f_y= 420 \text{ Mpa}$
- RECUBRIMIENTO.-**
 - BADEN $e= 5 \text{ cm}$



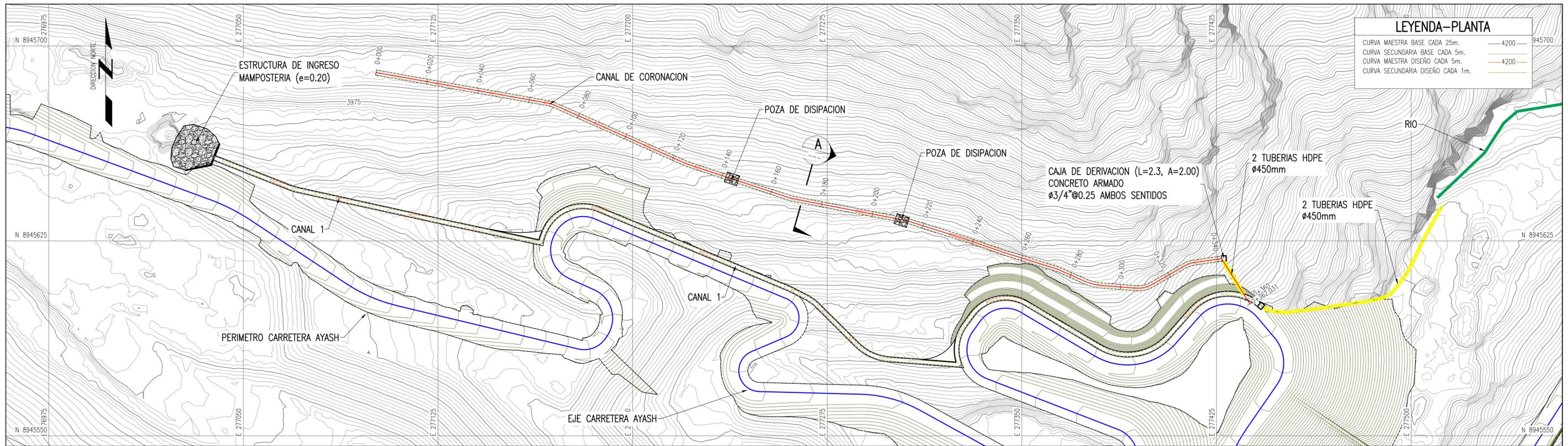
SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

NOTAS:

- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

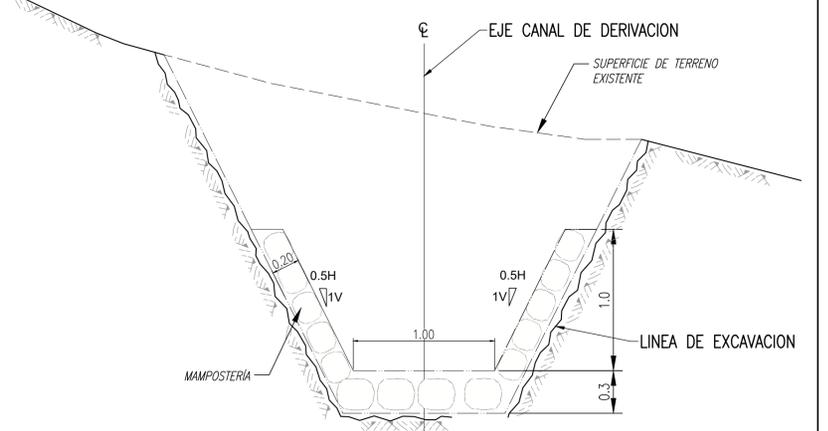
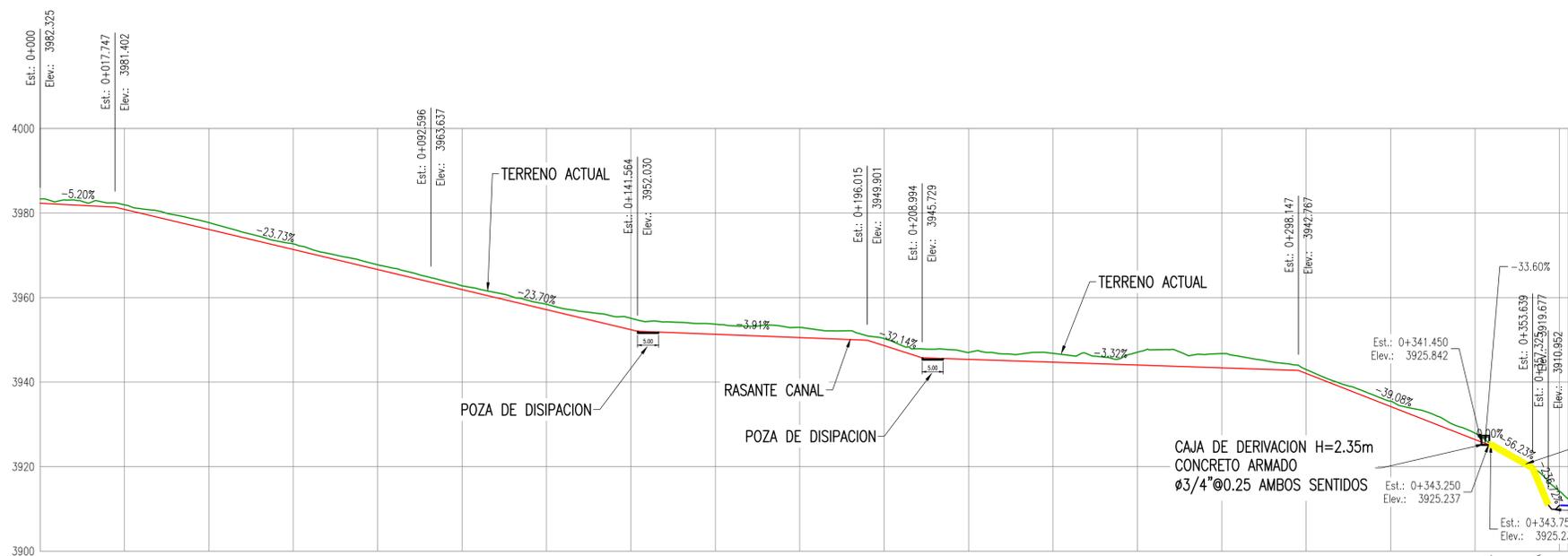
PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B		22-03-19	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN		E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
A		22-03-19	PARA REVISIÓN INTERNA		E.G.	E.G.		ELECTR:		

APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				AFE:	ETAPA:
FECHA:	PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD				CONTRATO-RDS/PO/OS:	
APROBADO POR USUARIO	PLANO: BADEN PLANTA, SECCION Y DETALLES					
FECHA:	GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 450-T-61008	REV.: B	



LEYENDA-PLANTA	
CURVA MAESTRA BASE CADA 25m.	— 4200 — 945700
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —

PLANTA
ESC: 1/150



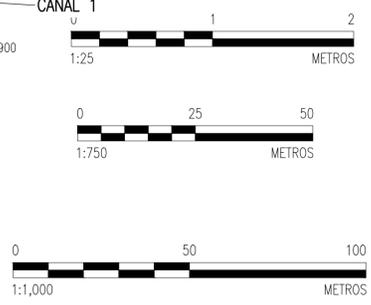
SECCIÓN A
ESC: 1/25

PENDIENTE (%)	L.H.: 17.747 S: -5.20%	L.H.: 74.849 S: -23.73%	L.H.: 48.968 S: -23.70%	L.H.: 54.451 S: -3.91%	L.H.: 12.979 S: -32.14%	L.H.: 89.152 S: -3.32%	L.H.: 43.303 S: -39.08%
NIVEL DE TERRENO NATURAL	3983.327	3980.867	3981.942	3977.733	3972.708	3967.745	3962.786
NIVEL DE RASANTE	3980.867	3976.120	3972.708	3968.822	3965.626	3962.786	3959.410
CORTE (+) RELLENO (-)	1.07	1.61	1.33	1.12	0.90	1.28	2.71
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	R: 20.00						

PERFIL LONGITUDINAL CANAL
ESC: HOR. 1/750 - VER. 1/750

SOLO INFORMACIÓN
22-03-19

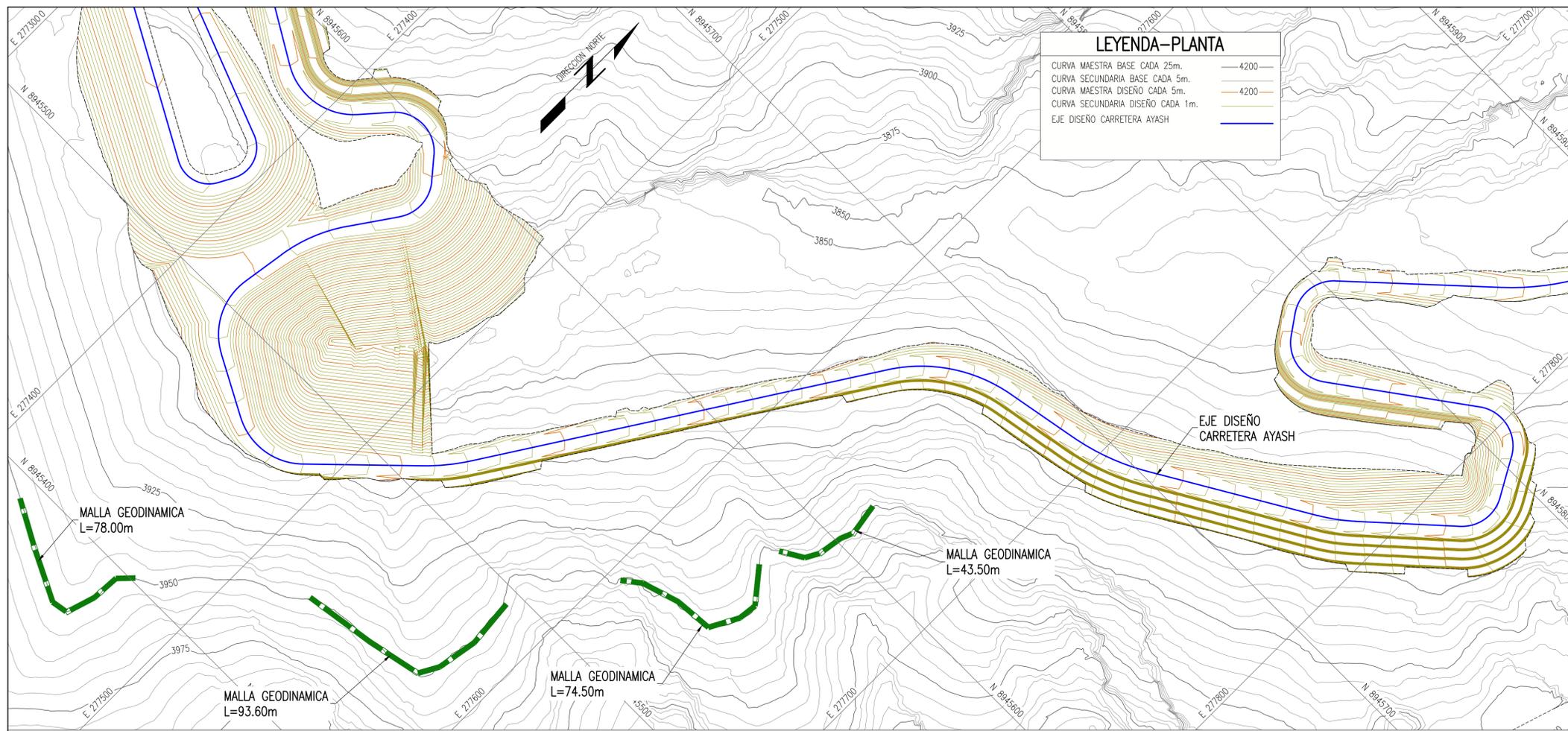
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	
1. CONCRETO-	
CONCRETO ARMADO	f'c= 21 Mpa
CAJAS DE DERIVACION	
MAMPOSTERIA	
DESCARGA FINAL	75% PIEDRA Ø15cm MAX. y 30% CONCRETO f'c= 10 Mpa
2. ACERO DE REFUERZO-	
BARRAS ASTM A615 Gr 60'	f _y = 420 Mpa
3. RECURRIMIENTO-	
CAJA DE DERIVACION	e= 5 cm



NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1
3.- PARA LAS ALCANTARILLAS SE UTILIZARA 1 TUBO HDPE CORRUGADO DE Ø24".

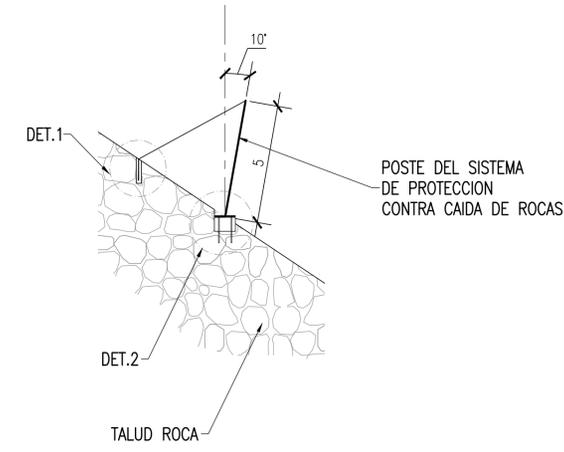
PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
B	22-03-19	1	2019	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA		
A	22-03-19	1	2019	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR.		

APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU			AFE:	ETAPA:
FECHA:	PROYECTO:			ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	
APROBADO POR USUARIO	PLANO:			CANAL DE DERIVACION PLANTA, PERFIL, SECCION Y DETALLES	
FECHA:	GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:	REV.:
	INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	450-T-61009	B



LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 25m. — 4200 —
 CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m. — 4200 —
 CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m. — 4200 —
 CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m. — 4200 —
 EJE DISEÑO CARRETERA AYASH — 4200 —

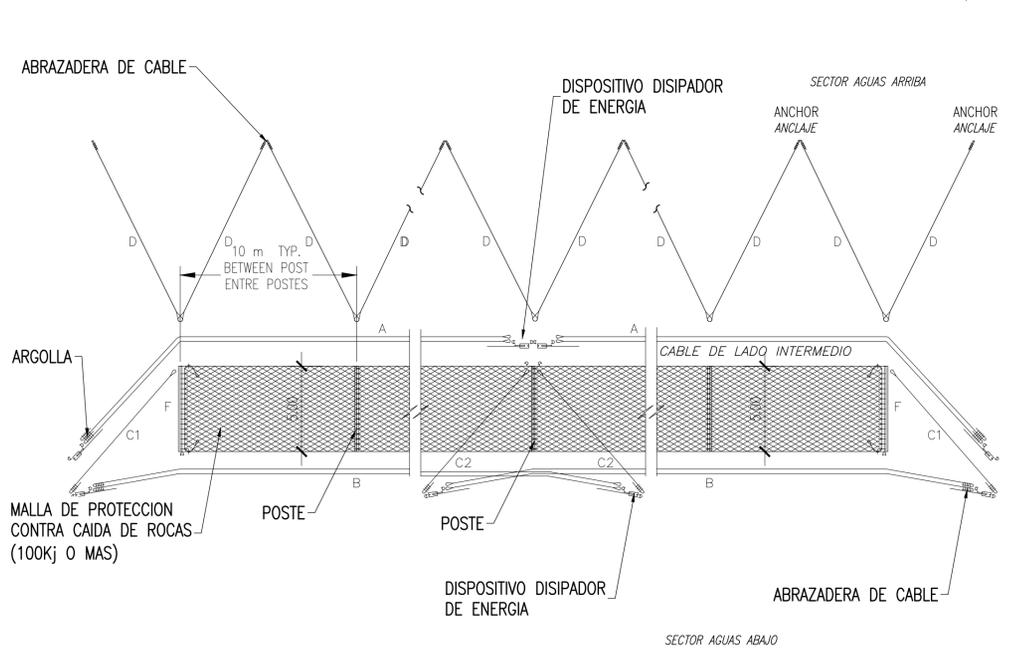


SECCIÓN TÍPICA DE SISTEMA DE PROTECCIÓN DE CAIDA DE ROCAS
 SCALE 1:150

SOLO INFORMACIÓN
 25-09-18

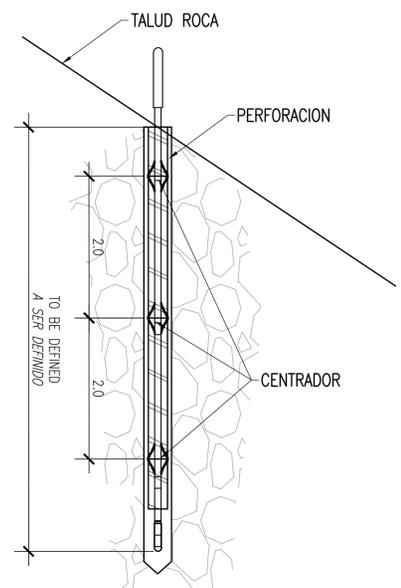


PLANTA
 ESC:1/1000

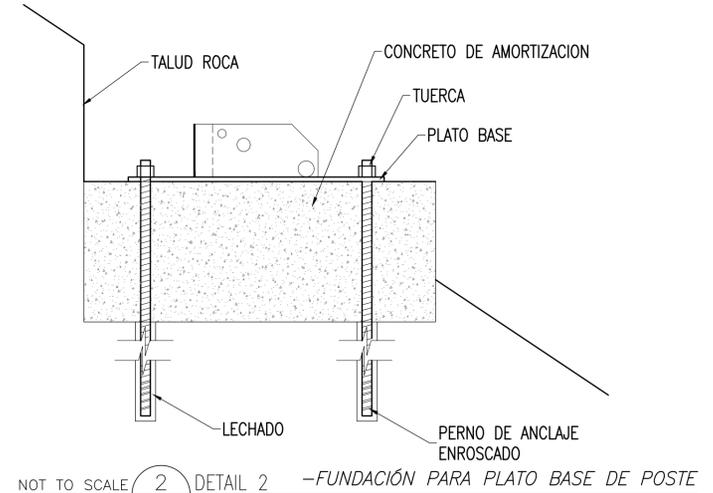


- DESCRIPCIÓN
- A CABLE SUPERIOR
 - B CABLE INFERIOR
 - C1 CABLE LATERAL
 - C2 CABLE DE LADO INTERMEDIO
 - D CABLE AGUAS ARRIBA (SI ES REQUERIDO)
 - F CABLE VERTICAL

DETALLE GENERAL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE CAIDA DE ROCAS
 NOT TO SCALE



NOT TO SCALE 1 DETAIL 1 -ANCLAJE EN ROCA SUELTA O SUELO

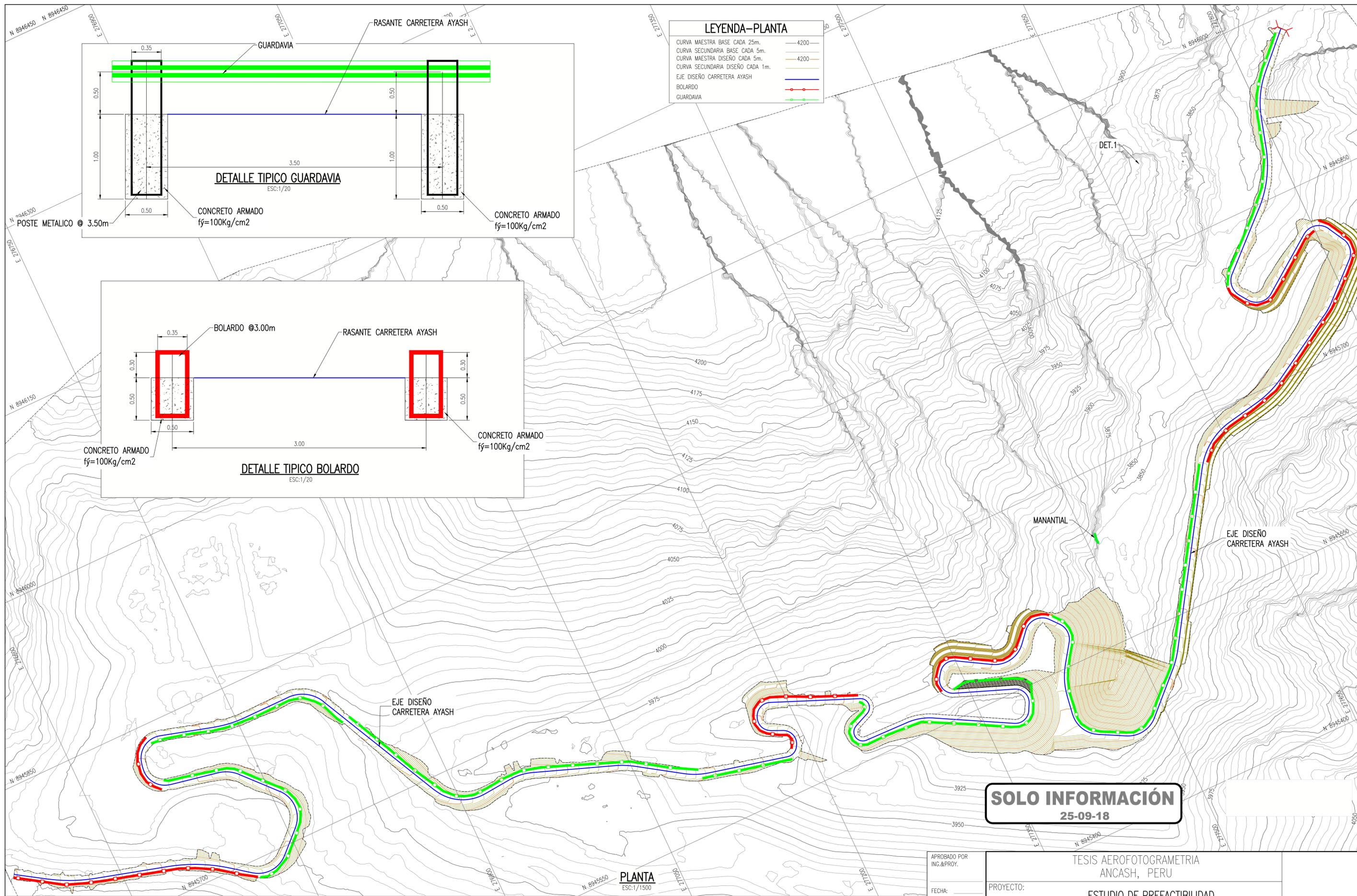


NOT TO SCALE 2 DETAIL 2 -FUNDACIÓN PARA PLATO BASE DE POSTE

NOTAS:
 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
 DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
									ELECTR.:		

APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				AFE:	ETAPA:
FECHA:	PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD					
APROBADO POR USUARIO	PLANO: SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDA DE ROCAS PLANTA Y DETALLES					
FECHA:	GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 450-T-61010	REV.:	B



LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 25m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO CARRETERA AYASH	— — —
BOLARDO	● ● ●
GUARDAVIA	— — —

SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

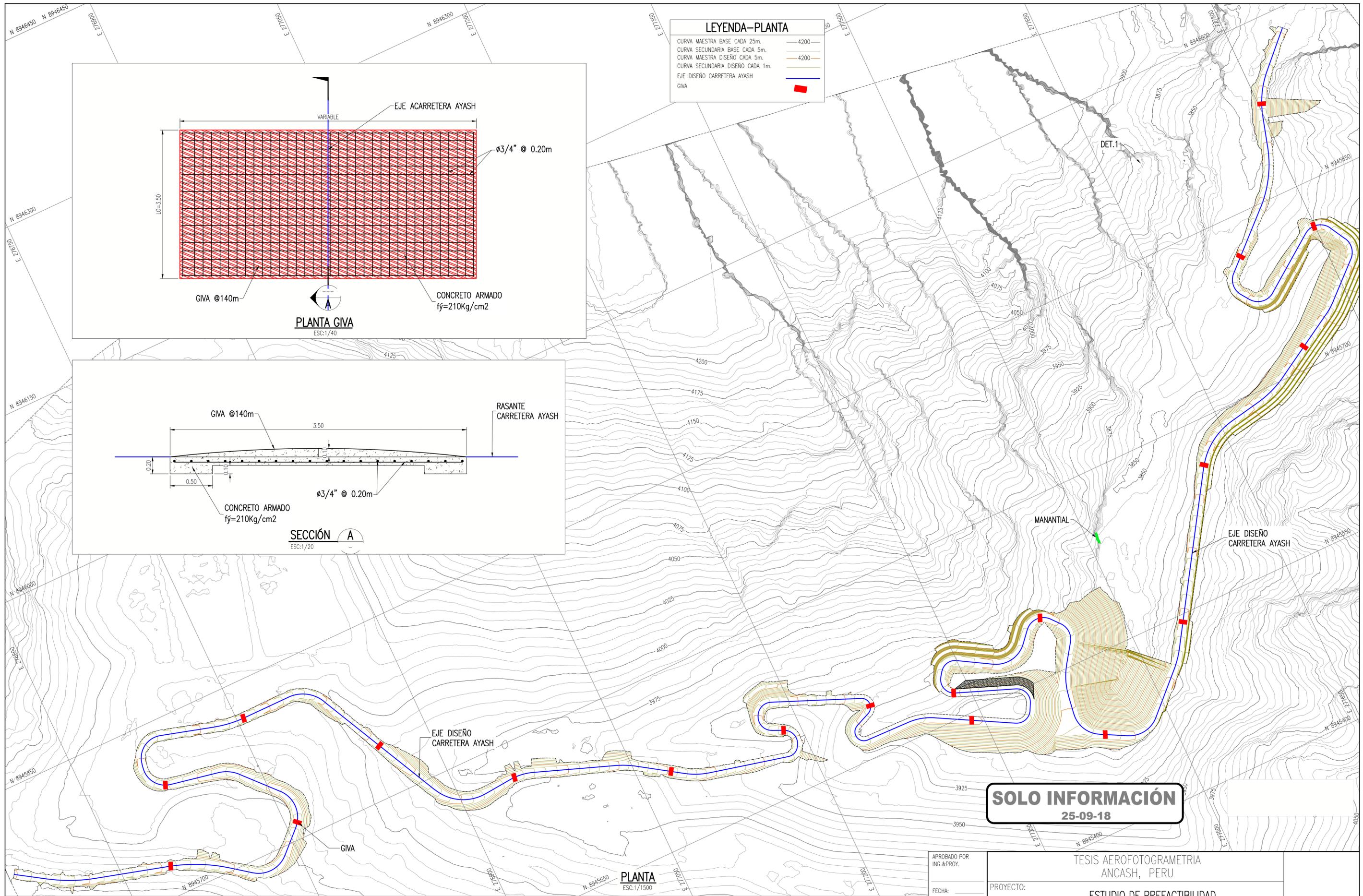
NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ELECTR:		

APROBADO POR ING.&PROY.	FECHA:
APROBADO POR USUARIO	FECHA:

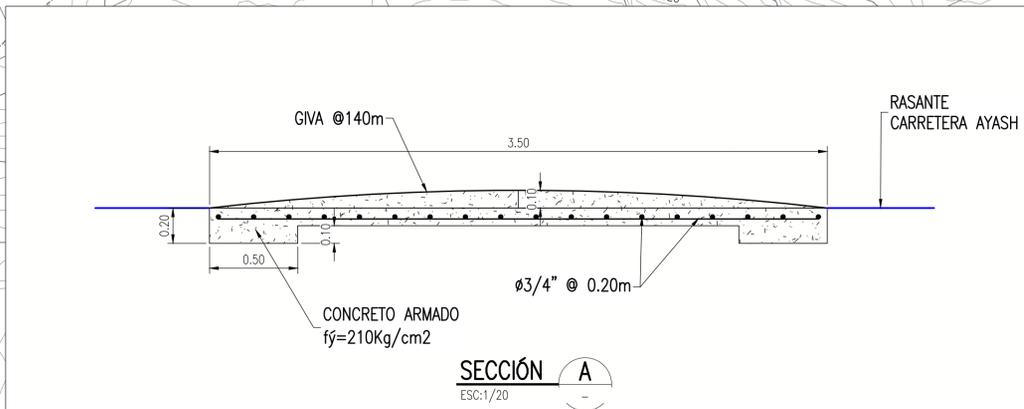
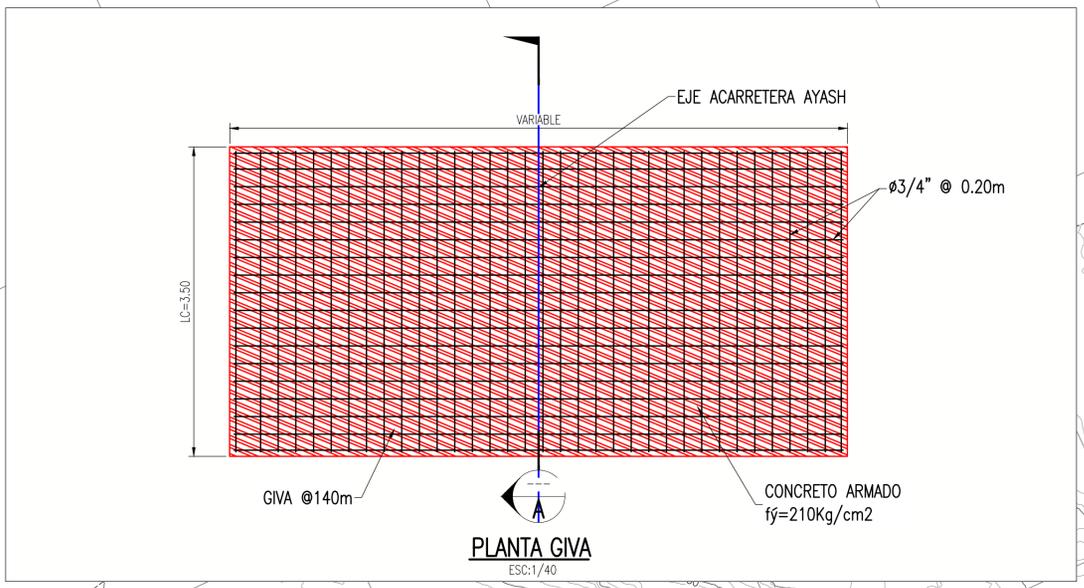
TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		AFE:	ETAPA:
PROYECTO:		CONTRATO-RDS/PO/OS:	
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD			
PLANO:			
GUARDA VIA Y BOLARDOS PLANTA Y DETALLES			
GERENCIA:	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:
INGENIERIA Y PROYECTOS	INDICADA	DWG	450-T-61011
			REV.: B

PLANTA
ESC:1/1500



LEYENDA-PLANTA

CURVA MAESTRA BASE CADA 25m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA BASE CADA 5m.	— 4200 —
CURVA MAESTRA DISEÑO CADA 5m.	— 4200 —
CURVA SECUNDARIA DISEÑO CADA 1m.	— 4200 —
EJE DISEÑO CARRETERA AYASH	— (Blue Line) —
GIVA	■ (Red Grid)



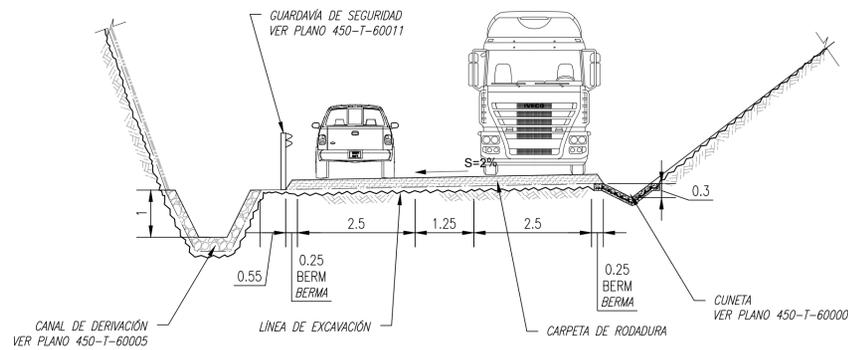
SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
									ELECTR:		

APROBADO POR ING.&PROY.
FECHA:
APROBADO POR USUARIO
FECHA:

TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU		AFE:	ETAPA:
PROYECTO:		ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	
PLANO:		GIVAS PLANTA Y DETALLES	
GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: GIVAS	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 450-T-61012
			REV.: B



SCALE 1: 75 **A** SECCIÓN TÍPICA
450A-T-60000



SOLO INFORMACIÓN
25-09-18

NOTAS:
1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM;
DATUM PSAD-56, ZONA 18 SUR.
2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-1

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
			B	08-09-18	PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN	E.G.	E.G.		CIVIL-TOPOGRAFIA :		
			A	08-09-18	PARA REVISIÓN INTERNA	E.G.	E.G.		ESTRUCT.:		
									ELECTR:		

APROBADO POR ING.&PROY.	TESIS AEROFOTOGRAMETRIA ANCASH, PERU				AFE:	ETAPA:
FECHA:	PROYECTO:				CONTRATO-RDS/PO/OS:	
APROBADO POR USUARIO	PLANO: CARRETERA AYASH SECCION					
FECHA:	GERENCIA: INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: INDICADA	TIPO PLANO: DWG	N° DE PLANO: 450-T-61013	REV.:	B



TESIS: "USO DE LA AEROFOTOGRAMETRÍA PARA ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CARRETERA AYASH DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCASH".

ANEXO D

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO CARRETERA AYASH

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
1.1	Corte en roca fracturada	m3	51540.00	13.90	716406.00
1.2	Corte en roca fija	m3	12624.00	26.42	333526.08
1.3	Corte en material inadecuado	m3	78832.00	2.99	235707.68
1.4	Corte topsoil	m3	5400.00	0.57	3078.00
1.5	Relleno con material comun	m3	111525.00	3.30	368032.50
1.6	Relleno capa de rodadura	m3	5400.00	9.90	53460.00
	OBRAS DE ARTE				
2	CUNETA				
2.1	Corte en roca fija	m3	783.58	246.00	192760.68
2.2	Corte en material inadecuado	m3	417.65	66.00	27565.03
2.3	Encofrado	m2	73.40	51.10	3750.54
2.4	Sumunistro y colocacion de Acero 3/4"	Kg	130764.40	4.26	557056.33
2.5	Concreto 210Kg/cm2	m3	783.58	332.15	260266.10
3	ALCANTARILLA				
3.1	Corte en material comun	m3	237.30	21.89	5194.50
3.2	Suministro e intalacion de tub. HDPE	ml	70.00	10.12	708.40
3.3	Cama de arena	m3	8.20	2.00	16.40
3.4	Relleno estructural	m3	237.30	4.32	1025.14
3.5	Encofrado y desencofrado caja de paso	m2	153.03	51.10	7819.83
3.6	Concreto 210Kg/cm2 caja de paso	m3	14.20	332.15	4715.87
3.7	Suministro y colocacion de Acero 3/4" en caja depaso	kg	2208.18	4.26	9406.85
3.8	Mamposteria	m3	61.86	62.81	3885.43
4	MURO DE CONTENCION				
4.1	Encofrado	m2	119.00	51.10	6080.90
4.2	Gaviones	m3	112.00	70.00	7840.00
4.3	Relleno estructural	m3	384.00	4.32	1658.88
5	BADEN				
5.1	Corte en material comun	m3	39.33	21.89	860.85
5.2	Encofrado	m2	26.88	51.10	1373.57
5.3	Concreto 280Kg/cm2	m3	39.33	390.40	15352.87
5.4	Suministro y colocacion de Acero 3/4"	kg	2152.75	4.26	9170.72
6	GIVAS				
6.1	Concreto 210Kg/cm2	m3	23.28	332.15	7730.79
6.2	Suministro y colocacion de Acero 3/4"	kg	4959.00	4.26	21125.34
7	SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDA DE ROCAS				
7.1	Suministro e instalacion de Malla geodinamica	ml	289.60	27.53	7972.69
7.2	Postes	ml	31.00	504.90	15651.90
7.3	Concreto 280Kg/cm2	m3	31.00	390.40	12102.40
8	GUARDAVIA Y BOLARDO				
8.1	Suministro e instalacion de guardavia	ml	1800.00	69.40	124920.00
8.2	Suministro y colocacion de concreto 100Kg/cm2	m3	128.75	201.10	25891.63

8.3	Suministro e instalacion de bolardo	und.	311.00	19.30	6002.30
8.4	Suministro y colocacion de concreto 100Kg/cm2	m3	38.75	201.10	7792.63
9	CANAL 1				
9.1	Excavacion en material comun	m3	582.40	21.89	12748.74
9.2	Excavacion en roca fija	m3	288.47	246.00	70963.62
9.3	Encofrado (incluye estructura de captacion)	m2	344.52	51.10	17604.97
9.4	Mamposteria (incluye estructura de captacion)	m3	80.00	62.81	5024.80
9.5	Encofrado y desencofrado caja de paso	m2	30.70	51.10	1568.77
9.6	Concreto 210Kg/cm2 caja de paso	m3	15.44	332.15	5128.40
9.7	Acero 3/4"caja de paso	kg	544.80	4.26	2320.85
10.7	Suministro y colocacion de tub. HDPE 450mm	ml	240.00	10.12	2428.80
10	CANAL DE CORONACION				
10.1	Excavacion en material comun	m3	319.80	21.89	7000.42
10.2	Excavacion en roca fija	m3	586.30	246.00	144229.80
10.3	Encofrado	m2	27.20	51.10	1389.92
10.4	Mamposteria	m3	272.00	62.81	17084.32
10.5	Encofrado y desencofrado caja de paso	m2	30.70	51.10	1568.77
10.6	Concreto 210Kg/cm2 caja de paso	m3	15.44	332.15	5128.40
10.7	Acero 3/4"caja de paso	kg	544.80	4.26	2320.85
10.8	Suministro y colocacion de tub. HDPE 450mm	ml	14.00	10.12	141.68
TOTAL COSTO DIRECTO					S/. 3,352,561.89

COSTO DIRECTO	S/. 3,352,561.89
GASTOS GENERALES (12%)	S/. 402,307.43
UTILIDAD (8%)	S/. 300,389.55
IGV (18%)	S/. 729,946.60
TOTAL	S/. 4,785,205.46

COSTO DE VIA POR KILOMETRO	S/. 1,752,822.51
-----------------------------------	-------------------------