

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS GEOLÓGICO DEL TRAMO DE CARRETERA ENTRE LOS
POBLADOS DE AGOCUCHO- LA COLPA- CASHAPAMPA Y HUACARIZ**

ELABORADO POR:

Dr. LAGOS MANRIQUE, ALEJANDRO CLAUDIO

DOCENTE DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

Docente investigador FEDU

Cajamarca – Perú

Agosto del 2019

ÍNDICE

	pág.
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I.....	13
INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 ALCANCES	13
1.2 OBJETIVOS	13
CAPÍTULO II.....	14
ASPECTOS GENERALES.....	14
2.1 UBICACIÓN.....	14
2.2 ACCESIBILIDAD	14
2.3 CLIMA Y VEGETACIÓN.....	15
2.3.1 Clima	15
2.3.2 Temperatura	15
2.3.3 Precipitación	15
2.3.4 Vegetación	16
CAPÍTULO III.....	17
METODOLOGÍA	17
3.1 MÉTODO DE ESTUDIO	17
3.1.1 Etapa preliminar de gabinete	17
3.1.2 Etapa de campo	17
3.1.3 Etapa final de gabinete	17
3.2 MATERIALES UTILIZADOS.....	18
CAPÍTULO IV	19
MARCO TEÓRICO	19
4.1 GEOLOGÍA DE CAMPO.....	19
4.1.1 Planificación para hacer geología de campo.....	19
4.1.2 Cartografiado geológico.....	20
4.1.3 Mapa	20
4.1.4 Mapa geológico	21

4.1.5	Mapa topográfico.....	21
4.1.6	Mapa satelital	21
4.2	ESTRATIGRAFÍA	22
4.2.1	Contacto geológico.....	22
4.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	24
4.3.1	Falla	24
4.3.2	Clasificación de fallas de acuerdo a su movimiento	25
4.4	PLEGAMIENTOS	28
4.4.1	Pliegues.....	28
4.4.2	Elementos de un pliegue	28
4.5	DEPÓSITOS CUATERNARIOS.....	29
4.5.1	Depósitos eólicos (Q-e)	29
4.5.2	Depósitos aluviales (Q-al).....	30
4.5.3	Depósitos coluviales (Q-co)	30
4.5.4	Depósitos deluviales (Q-de).....	30
	CAPÍTULO V	31
	HIDROLOGÍA.....	31
5.1	INTRODUCCIÓN.....	31
5.2	UBICACIÓN GENERAL DE LA CUENCA DEL MASHCÓN	32
5.2.1	Características hidrográficas de la zona de estudio	32
5.3	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	33
5.3.1	Fuentes De Agua.....	33
5.4	AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	34
	CAPÍTULO VI	35
	GEOLOGÍA.....	35
6.1	INTRODUCCIÓN.....	35
6.2	GEOMORFOLOGÍA	35
6.2.1	Colinas	35
6.2.2	Valles.....	36
6.2.3	Terrazas	36

6.2.4	Superficie de Erosión.....	37
6.3	GEOLOGÍA.....	37
6.3.1	Formación Chimú (Ki-chim)	37
6.3.2	Formación Santa (Ki-sa).....	39
6.3.3	Formación Carhuaz (Ki-ca).....	39
6.3.4	Formación Farrat (Ki-f)	39
6.3.5	Formación Inca (Ki-in).....	39
6.3.6	Depósitos cuaternarios	40
6.4	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	43
6.4.1	Plegamientos.....	43
6.4.2	Diaclasas	43
6.4.3	Fallas.....	43
CAPITULO VII		47
DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES DE LA CARRETERA DESDE AGOCUCHO- LA COLPA- CASHAPAMPA Y HUACARIZ		47
7.1	ESTACIÓN N° 1	47
7.2	ESTACIÓN N° 2	48
7.3	ESTACIÓN N° 3	49
7.4	ESTACIÓN N° 4	50
7.5	ESTACIÓN N° 5	51
7.6	ESTACIÓN N°6	52
7.7	ESTACIÓN N°7	53
7.8	ESTACIÓN N°8	54
7.9	ESTACIÓN N°9	55
7.10	ESTACIÓN N°10	55
7.11	ESTACIÓN N°11	56
7.12	ESTACIÓN N°12	57
7.13	ESTACIÓN N°13	57
7.14	ESTACIÓN N°14	58
7.15	ESTACIÓN N°15	59

7.16	ESTACIÓN N°16	60
7.17	ESTACIÓN N°17	61
7.18	ESTACIÓN N°18	62
7.19	ESTACIÓN N°19	62
7.20	ESTACIÓN N°20	63
7.21	ESTACIÓN N°21	64
7.22	ESTACIÓN N°22	65
7.23	ESTACIÓN N°23	66
7.24	ESTACIÓN N°24	67
7.25	ESTACIÓN N°25	68
7.26	ESTACIÓN N°26	69
7.27	ESTACIÓN N°27	70
7.28	ESTACIÓN N°28	71
7.29	ESTACIÓN N°29	72
7.30	ESTACIÓN N°30	73
7.31	ESTACIÓN N°31	74
7.32	ESTACIÓN N°32	75
	CONCLUSIONES	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Accesibilidad de Cajamarca-Agocucho.....	14
Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas en la Cuenca de Cajamarca.	15
Figura 3. Precipitación en la Cuenca de Cajamarca.	16
Figura 4. Vista de la vegetación predominante de eucaliptos y pencas en el Caserío de La Paccha.....	16
Figura 5. Flujo diagrama de la metodología de trabajo aplicado.....	17
Figura 6. Materiales utilizados en campo.	18
Figura 7. Bloque diagrama donde se resumen los principales tipos de contacto geológico.....	22
Figura 8. Principales tipos de discordancia entre formaciones geológicas. a) Discordancia angular; b) disconformidad; c) paraconformidad o hiato sedimentario; d) discordancia heterolítica o noconcordancia.	24
Figura 9. Símbolos frecuentemente empleados para indicar distintos tipos de contacto en mapas geológicos.	24
Figura 10. Esquema de una Falla Normal.....	25
Figura 11. Esquema de una falla Inversa.....	26
Figura 12. Esquema de una Falla de Desplazamiento.	26
Figura 13. Representación de slickensides o estrías.	27
Figura 14. Pliegues (a) Anticlinal asimétrico y (b) sinclinal simétrico.....	28
Figura 15. En (a) se puede ver el plano axial y el eje axial inclinado; en (b) un bloque diagrama de un anticlinal buzante y en (c) un bloque diagrama de un sinclinal buzante.	29
Figura 16. Cuenca de Cajamarca.....	31
Figura 17. Precipitación Promedio Mensual Acumulada.	33
Figura 18. Vista de las Colinas en el Centro Poblado de Agocucho.....	35
Figura 19. Vista de plaza de Armas de Agocucho.....	36
Figura 20. Vista de las terrazas del centro poblado de Agopampa.....	36
Figura 21. Superficies de erosión del centro poblado Agocucho.	37
Figura 22. Afloramiento de la Formación Chimú.....	38
Figura 23. En la parte superior de la foto observamos afloramiento de la Formación Chimú. Foto tomada cerca Al Centro de Salud.	38
Figura 24. Margen del río, donde se muestra los tamaños de bloques y granos.	40
Figura 25. Depósitos fluviales con cantos rodados en un cauce de un río actualmente seco.	41

Figura 26. Asentamiento del terreno el cual produjo la ruptura de la estructura.	41
Figura 27. Corte hecho en depósito aluvial ubicado en la parte trasera de una casa. .	42
Figura 28. Continuación del corte hecho en depósito aluvial ubicad en la parte trasera de una casa, donde se puede ver un bloque de gran tamaño dentro del círculo rojo. .	42
Figura 29. Los elementos geométricos de la falla no se pueden observar debido a la erosión del plano de falla y la depositación de sedimentos coluviales y lagunares, estos últimos también han logrado cubrir gran parte de la Fm. Chulec.	44
Figura 30. Falla inversa en la Formación Chimú.....	45
Figura 31. Falla Regional Agocucho – La Colpa.....	45
Figura 32. Falla Inversa.....	46
Figura 33. Punto de inicio Plaza de Armas de Agocucho.....	47
Figura 34. Pendiente del puente hacia la Plaza de Armas de Agocucho.	48
Figura 35. Puente de Agocucho, construido de concreto armado con una longitud de 7m, y una altitud de 3.50m.....	49
Figura 36. Se puede apreciar que la carretera carroable se van volviendo más angosta, considerándolo un problema; además de la mala ubicación de los postes de alumbrado eléctrico.....	50
Figura 37. Medición de la carretera carroable en la parte donde inicia a disminuir su ancho.....	50
Figura 38. Tramo de carretera desvió a Agopampa Alto es demasiada angosta.....	51
Figura 39. Referencia, Iglesia Evangélica monte de Sion la cual se reúnen algunos pobladores durante la semana.....	51
Figura 40. Dimensionamiento del puente Ingamayo.	52
Figura 41. En la quebrada se puede observar la presencia de abundante material arcilloso y gravoso, que en algunos casos son utilizados como material de construcción.	52
Figura 42. Orientación de desvío a Cashapampa: S40°O es un nexo muy importante con la carretera a Agocucho ya que aportan una cantidad considerable de verduras a la ciudad de Cajamarca.....	53
Figura 43. Se acorta la carretera. Encontrando a la vez un pequeño desvío a Agopampa con una pendiente considerable de 10°.....	54
Figura 44. Se puede observar un canal de regadío con una orientación de sur – este (S62°E) el cual mantiene un caudal considerable del cual utilizan para irrigar sus sembríos.	55

Figura 45. Podemos observar una quebrada el cual atraviesa la vía principal por medio de un badén con medidas considerables.	56
Figura 46. En la estación N°12 se halla la quebrada con orientación S20°W. Por donde pasa la quebrada tenemos un badén de 70 cm de altura, y es badén ya que la profundidad de la quebrada es pequeña.	56
Figura 47. En esta estación se presencia un Baden pequeño de 650 cm de largo y una profundidad de 12 cm de profundidad, con una orientación S30°W.	57
Figura 48. En este tramo de carretera se aprecia una calle sin nombre.	58
Figura 49. La carretera sigue una orientación S70°W, se aprecia el Jr. Libertadores. .	58
Figura 50. Este badén que se logra apreciar tiene una orientación N145°S, con una Pendiente de 6ª por sus medidas se logró identificar que es el más ancho respecto a los vistos anteriormente.	59
Figura 51. Se observa un badén de un ancho considerado, esto se debe al caudal de desfogue en épocas de lluvia es el mismo solo cambia la dirección de la fotografía tomada.	60
Figura 52. En esta parte de la vía se observa un ancho considerable y adecuada con su respectiva cuneta y acequia de regadío. Los árboles de eucaliptos generan un deterioro del canal de regadío.	61
Figura 53. Como se puede observar en la imagen el desvío con dirección SW al puesto de salud PATA-PATA, ubicado a unos 300m de la vía principal.	61
Figura 54. Paradero la Panadería. Se observa la carretera que une la carreta la Colpa con la de Agocucho y que posee una pendiente de 6º aproximadamente.	63
Figura 55. Paradero denominado el Baden. Forma parte de una carretera que conduce al Centro de Salud Pata- Pata. Este Baden no posee mantenimiento continuo.	63
Figura 56. Calle abierta recientemente y que conecta la carretera de la Colpa con la de Agocucho.	64
Figura 57. Se aprecia el badén en el paradero el Callejón sin mantenimiento continuo. En épocas de lluvia se produce inundación de este tramo. Esta entrada conduce al caserío de la Paccha Alta.	65
Figura 58. Se puede apreciar la Y (cruce Agocucho- La Colpa). Se puede apreciar que el ancho de la vía disminuye considerablemente considerándose un tramo en litigio para su ensanchamiento.	66
Figura 59. En la fotografía se puede observar calles al NW las cuales son recientes por la venta de lotes.	67
Figura 60. Se aprecia el tramo de carretera denominado El Paradero. El ancho de este tramo posee un tamaño considerable.	68

Figura 61. Se puede apreciar un badén de concreto armado con gravas y que no posee mantenimiento.	69
Figura 62. En esta fotografía se aprecia la entrada al penal de Huacaríz a la vez el canal de regadío principal que sigue su recorrido con dirección al caserío de Agocucho.	70
Figura 63. Se observa la vía ancha frente al Colegio Ramón Ribeiros.	71
Figura 64. Tramo del Colegio Ribeiros	72
Figura 65. Al NE observamos una calle de Jr. Fernández, otra con Jr. Shudal, a la vez un agostamiento de la vía por presencia de la quebrada con un borde de 2 metros a nivel de la vía.	73
Figura 66. Se observa el puente con doble vía y un sardinel al centro, también se divisan barandas de seguridad a ambos lados. Sector del colegio Ramón Ribeiros....	74
Figura 67. Esta es la parte final de todo el recorrido llegando a la parte pavimentada doble vía como es la av. San Martín con la intersección de la av. Industrial, o conocido como el Óvalo San Martín.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la Estación N° 1.....	47
Tabla 2. Coordenadas de la Estación N° 2.....	48
Tabla 3. Coordenadas y dirección del Puente Agocucho.....	49
Tabla 4. Coordenadas de la Estación N° 4.....	50
Tabla 5. Coordenadas de la Estación N° 6.....	52
Tabla 6. Coordenadas de la Estación N° 7.....	53
Tabla 7. Coordenadas de la Estación N° 8.....	54
Tabla 8. Coordenadas de la Estación N° 9.....	55
Tabla 9. Coordenadas de la Estación N° 10.....	55
Tabla 10. Coordenadas de la Estación N° 11.....	56
Tabla 11. Coordenadas de la Estación N° 12.....	57
Tabla 12. Coordenadas de la Estación N° 13.....	57
Tabla 13. Coordenadas de la Estación N° 14.....	58
Tabla 14. Coordenadas de la Estación N° 15.....	59
Tabla 15. Coordenadas de la Estación N° 16.....	60
Tabla 16. Coordenadas de la Estación N° 17.....	61
Tabla 17. Coordenadas de la Estación N° 18.....	62
Tabla 18. Coordenadas de la Estación N° 19.....	62
Tabla 19. Coordenadas de la Estación N° 20.....	63
Tabla 20. Coordenadas de la Estación N° 21.....	64
Tabla 21. Coordenadas de la Estación N° 22.....	65
Tabla 22. Coordenadas de la Estación N° 23.....	66
Tabla 23. Coordenadas de la Estación N° 24.....	67
Tabla 24. Coordenadas de la Estación N° 25.....	68
Tabla 25. Coordenadas de la Estación N° 26.....	69
Tabla 26. Coordenadas de la Estación N° 27.....	70
Tabla 27. Coordenadas de la Estación N° 28.....	71
Tabla 28. Coordenadas de la Estación N° 29.....	72
Tabla 29. Coordenadas de la Estación N° 30.....	73
Tabla 30. Coordenadas de la Estación N° 31.....	74
Tabla 31. Coordenadas de la Estación N° 32.....	75

RESUMEN

El centro poblado de La Paccha y zonas aledañas se encuentran ubicados en el sector sur- este de la ciudad de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, Provincia de Cajamarca. Geológicamente se pueden distinguir las Formaciones: Chimú, Santa, Carhuáz y Farrat de edad cretácicas (90 millones de años aprox.) y depósitos cuaternarios (recientes). Los depósitos cuaternarios son producto de la erosión y transporte de las rocas sedimentarias constituyendo un relleno sedimentario. Sobre este relleno y aproximadamente un 60 por ciento de las viviendas se ubican sobre este relleno y que están ubicadas mayormente en las partes bajas. En las partes altas existen algunas construcciones de viviendas de material noble que se asientan sobre roca firme y un porcentaje menor de material de relleno. Los depósitos sedimentarios que se ubican en las laderas y partes altas, al estar constituidos por materiales sueltos, son transportados en épocas de intensas lluvias afectando el libre tránsito de la vía principal (desde el Óvalo San Martín hasta la localidad de Agocucho), afectando también intensas áreas de cultivo. En este estudio se hace también una descripción detallada de las unidades rocosas en el área de la Paccha y alrededores.

Palabras claves: Formación, Depósitos Cuaternarios, geología, estructural, hidrología.

ABSTRACT

The populated center of La Paccha and surrounding areas are located in the south-east sector of the city of Cajamarca, Cajamarca Department, Cajamarca Province. Geologically the Formations can be distinguished: Chimú, Santa, Carhuáz and Farrat of Cretaceous age (90 million years approx.) And Quaternary deposits (recent). Quaternary deposits are the product of erosion and transport of sedimentary rocks constituting a sedimentary fill. About this landfill and approximately 60 percent of the homes are located on this landfill and are mostly located in the lower parts. In the upper parts there are some housing constructions of noble material that settle on firm rock and a smaller percentage of filling material. The sedimentary deposits that are located on the slopes and upper parts, being made up of loose materials, are transported in times of heavy rainfall affecting the free transit of the main road (from the Oval San Martín to the town of Agocucho), also affecting Intense cultivation areas. This study also gives a detailed description of the rock units in the area of the Paccha and surrounding areas.

Keywords: Training, Quaternary Deposits, geology, structural, hydrology.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Frente al serio problema de sus vías de acceso al caserío de Agocucho es importante relacionar la Geología de la zona para que, de este modo, sugerir la construcción en un futuro de una vía pavimentada. Ello sería de gran ayuda a los pobladores pues tendrían una rápida movilización hacia el centro de la ciudad de Cajamarca y a la vez tener un regreso rápido a sus hogares para sus quehaceres cotidianos.

1.1 ALCANCES

Mediante la caracterización de las formaciones geológicas presentes en el Caserío la Paccha- Agocucho (geomorfología, estructural y litología) es posible determinar la relación existente entre la Geología y la afectación de la vía de tránsito desde el Óvalo San Martín y Agocucho.

1.2 OBJETIVOS

- Relacionar directamente como la Geología actúa con el deterioro de la vía de tránsito desde la localidad de Agocucho y el Óvalo San Martín y alrededores.
- Identificar los diferentes tipos rocas que afloran en el área de estudio.
- Determinar y caracterizar las formaciones Geológicas de la zona de estudio.
- Realizar una descripción detallada de la carretera Óvalo San Martín y Agocucho en donde se describan su ancho respectivo, cantidades de badenes y puentes.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1 UBICACIÓN

El área de estudio se encuentra ubicada en el Perú, en un contexto regional en el flanco izquierdo de la cordillera occidental.

Políticamente, el caserío Agocucho se encuentra ubicado en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca a una altura de 2961 m.s.n.m.

2.2 ACCESIBILIDAD

La zona de estudio que comprende los centros poblados de La Paccha-Agocucho y alrededores tiene un acceso principal que es la prolongación de la Av. San Martín. Esta avenida es considerada como una de las principales de la ciudad de Cajamarca y es asfaltada en su totalidad hasta el Óvalo San Martín a partir de ahí hasta Agocucho es una trocha carrozable.



Figura 1. Accesibilidad de Cajamarca-Agocucho.

2.3 CLIMA Y VEGETACIÓN

2.3.1 Clima

El clima es variado, entre los meses de abril, mayo, junio se muestra con intensas lluvias. Entre los meses de julio agosto y setiembre ausencia de lluvias. Existen períodos de calor entre los meses de noviembre y diciembre, y por las noches cae heladas temporales

2.3.2 Temperatura

- Temperatura Máxima Promedio : 21°C.
- Temperatura Mínima Promedio : 5°C.
- Temperatura Promedio : 14°C.

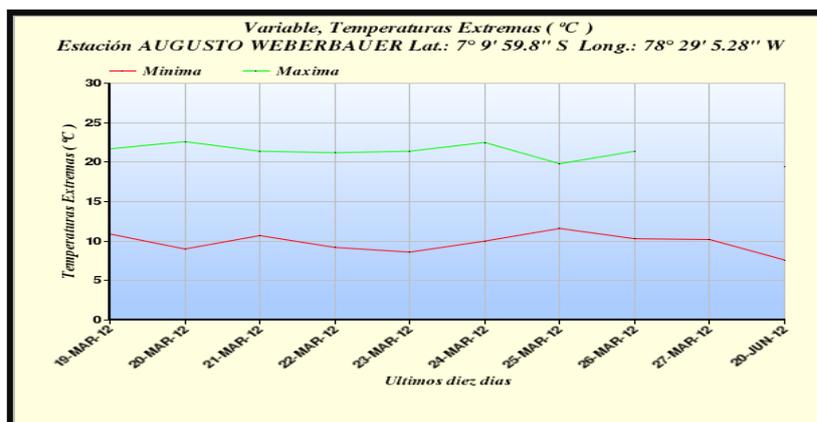


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas en la Cuenca de Cajamarca.

2.3.3 Precipitación

- Precipitación máxima promedio : 502.9mm
- Precipitación promedio mensual : 48.3mm
- Meses de Lluvia : Enero, Febrero, Marzo

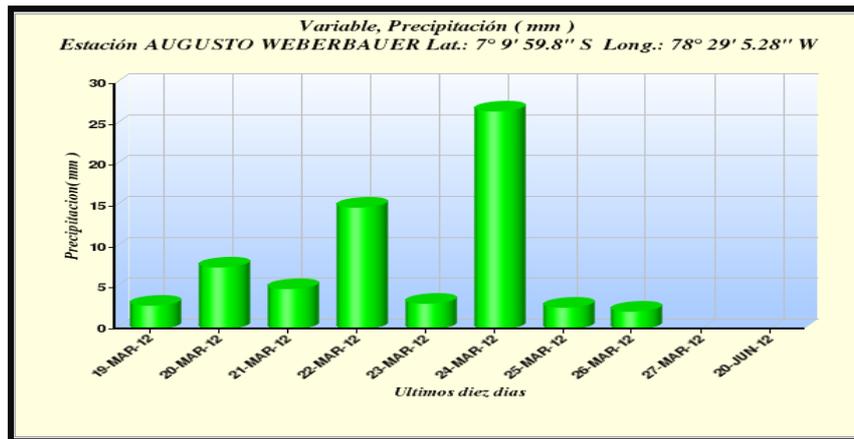


Figura 3. Precipitación en la Cuenca de Cajamarca.

2.3.4 Vegetación

En los centros poblados de la Paccha y Agocucho encontramos eucaliptos, capulíes, pencas, hierbas, zonas de cultivo (maíz, papa). Cabe indicar que la venta de alfalfa es una actividad importante en estas zonas de estudios.

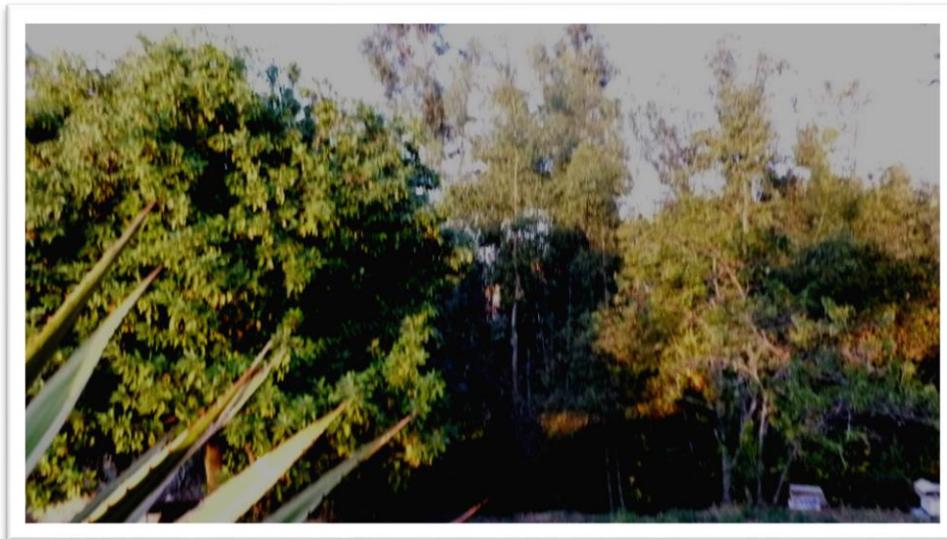


Figura 4. Vista de la vegetación predominante de eucaliptos y pencas en el Caserío de La Paccha.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO DE ESTUDIO

3.1.1 Etapa preliminar de gabinete

En la primera etapa, se realizó una minuciosa revisión de la bibliografía existente. Se recopiló el mapa topográfico, la imagen satelital (Google Earth) y la carta geológica del cuadrángulo de Cajamarca 15g.

3.1.2 Etapa de campo

Esta etapa de campo consistió en la obtención de datos de campo: como la descripción de la litología existente de cada formación, evaluación geomorfológica y estructural.

3.1.3 Etapa final de gabinete

Esta etapa consistió en el procesamiento de toda la información obtenida en las primeras etapas para de esta manera elaborar el informe final y de los planos requeridos.

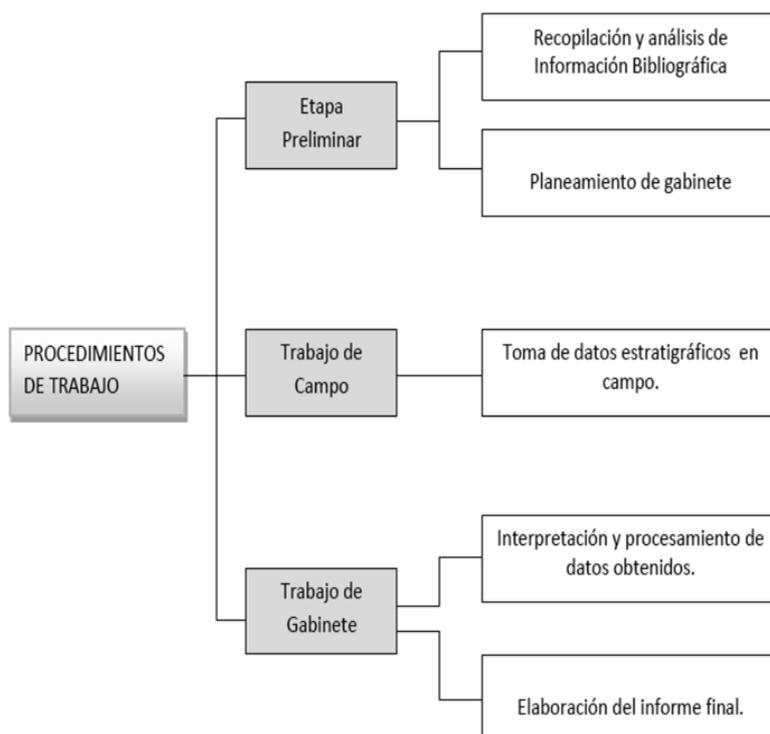


Figura 5. Flujo diagrama de la metodología de trabajo aplicado.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

- GPS
- Picota
- Brújula
- Rayador
- Lupa
- Tablero
- Cámara fotográfica



Figura 6. Materiales utilizados en campo.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1 GEOLOGÍA DE CAMPO

La metodología para la recolección de información en terreno depende esencialmente del propósito específico del trabajo de terreno y su escala. Algunos estudios pueden ser tan simples como visitar un afloramiento específico o cantera, realizando notas y dibujos esquemáticos de las relaciones entre ciertas rocas y/o recolección de algunas muestras.

Uno de los propósitos más comunes del trabajo de campo es la confección de mapas geológicos y sus respectivas secciones. En este caso es muy importante la identificación de las rocas aflorantes (litología), la estructura de las mismas (medición de rumbo y manto de estratos) o de la zona (medición de rumbos y manteos de fallas y/o fracturas), así como determinar su extensión real, relaciones de contacto con otras rocas y representarlas cartográficamente en forma correcta (simbología y códigos de colores). El mapeo geológico es tan esencial que para muchos es considerado sinónimo de geología de campo.

4.1.1 Planificación para hacer geología de campo

La geología de campo generalmente involucra tres etapas:

- Planificación (pre-terreno).
- Mapeo, observación y recolección de muestras (en terreno).
- Escritura del informe (gabinete).

La efectividad del trabajo de terreno está determinada, en gran medida, por la etapa de planificación. Hay pocos casos en los que un geólogo puede estudiar detalladamente todo tipo de datos y sus relaciones. Por lo tanto, debe seleccionar el objetivo de su estudio y planificar su trabajo de modo que se recolecten los datos más pertinentes a dicho objetivo

Es recomendable planificar de tal manera que el objetivo pueda ser expandido o cambiado en un grado razonable durante la geología de campo. Por esta razón,

puede ser adecuado llevar a terreno una cantidad moderada de equipo extra y de provisiones.

1. Determinar si hay otros estudios hechos de la zona a estudiar.
2. Acumular y estudiar informes y mapas de la zona de estudio para obtener una comprensión de las características generales de la geología y la geografía. Determinar lo que se conoce, específicamente del problema y relaciones que caen dentro del objetivo específico del estudio en planificación.
3. Visitar el área para reconocer su topografía y geología y para obtener los permisos para acampar, mapear y recolectar muestras. Si una visita no es posible, hay que hacerse una idea de estas cosas tan completa como sea posible a partir de conversaciones, discusiones o datos publicados.
4. Determinar las escalas y cantidad de mapas y fotos aéreas del sector. Si esas no proveen una base adecuada para el mapeo geológico, hay que considerar que medios se usarán para construir un mapa.

4.1.2 Cartografiado geológico

El cartografiado geológico consiste en la representación gráfica de las características geológicas de un sector de la superficie terrestre, con su estructura y relaciones de contacto. El mapeo es fundamental para la solución de problemas stratigráficos y estructurales.

4.1.3 Mapa

Un mapa es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado que se puede relacionar con las mismas medidas realizadas en el mundo real.

4.1.4 Mapa geológico

Un mapa geológico es un mapa topográfico sobre el que se han dibujado diversos símbolos que indican:

- Tipos de rocas de la superficie terrestre
- Tipo de contacto entre ellas
- Estructuras geológicas
- Elementos geomorfológicos

4.1.5 Mapa topográfico

Un mapa topográfico es una representación, generalmente parcial, del relieve de la superficie terrestre a una escala definida. Las informaciones que tienen mapas topográficos son muy importantes para la geología. Además, para la realización del mapeo se necesitan una base topográfica.

Las informaciones más importantes son la morfología, red de drenaje, minas (en producción y abandonadas), manantiales, lagos, acantilados

4.1.6 Mapa satelital

Una imagen satelital o imagen de satélite se puede definir como la representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial.

Las fotos aéreas apoyan un mapeo en varias partes:

- a) Detección de límites litológicos.
- b) Detección de sectores geológicamente interesantes.
- c) Detección de fallas y otras estructuras tectónicas.
- d) Acceso al sector.

4.2 ESTRATIGRAFÍA

El conocimiento de la estratigrafía de un sector es la base para realizar un mapeo. En esta etapa se toma todas las informaciones en terreno sobre la litología de las rocas, los espesores de las capas, su contenido y las relaciones temporales (cronología).

4.2.1 Contacto geológico

Muchas de las formaciones geológicas representadas en los mapas son de naturaleza sedimentaria. En algunos casos se trata de mapas litoestratigráficos (diferenciación de unidades geológicas de acuerdo a las diferentes litologías) mientras que otros son mapas cronoestratigráficos (agrupación de unidades geológicas de acuerdo a su edad, sin tener en cuenta los tipos de roca). En formaciones sedimentarias y metamórficas derivadas de rocas sedimentarias, el rasgo más característico de los contactos entre formaciones geológicas son las líneas que separan estratos. En un corte geológico la separación entre unidades geológicas (ya sean por edad o por litología) deberéis realizarla con un trazo grueso. Además, mejoraréis la visualización del corte si acompañáis a las divisiones principales de una serie de líneas paralelas a aquellas ejecutadas con un trazo más fino.

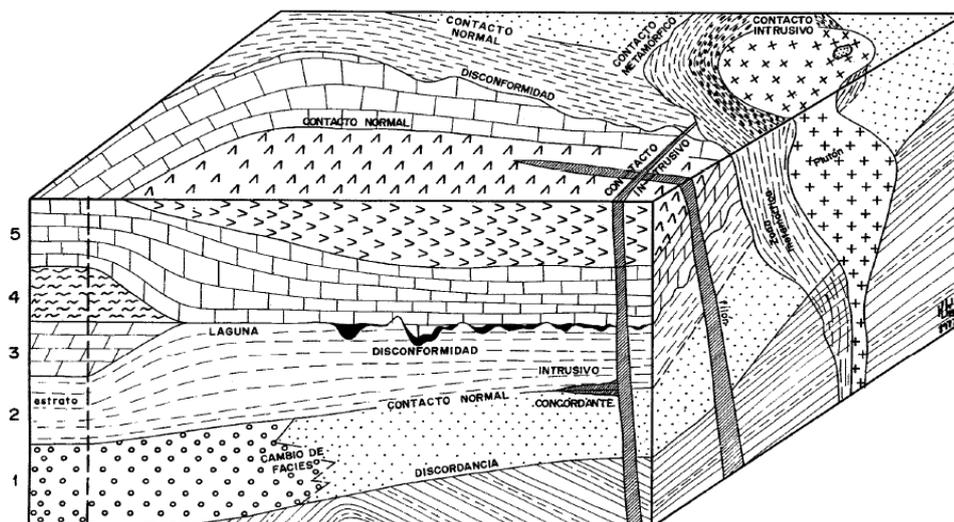


Figura 7. Bloque diagrama donde se resumen los principales tipos de contacto geológico.

Los estratos (ya sean de rocas metamórficas o sedimentarias) deben representarse, en general, mediante líneas paralelas con potencia (espesor) constante. No obstante, si del mapa se deducen criterios que indiquen que tal

circunstancia no se cumple o bien que (de acuerdo a vuestro conocimiento geológico esa situación no se da) será admisible que los representéis de otra manera. Ejemplos de ausencia de paralelismo pueden encontrarse en zonas donde se aprecien cambios laterales de facies (es decir, zonas de transición en medios de sedimentación). Para representar adecuadamente esos contactos, habéis de recordar que podéis visualizar una formación sedimentaria como un diagrama tiempo (eje vertical) vs. Distancia (eje horizontal) y que en los sistemas naturales, la ubicación de una zona de transición es función del tiempo. Ello implica que esos contactos deberán dibujarse como acuñamientos o digitaciones, según sea el caso.

Las formaciones de origen volcánico se representarán, en general, como estratos. Sin embargo, debéis recordar que muchas formaciones volcánicas (coladas de lava, depósitos piroclásticos, etc.) son discordantes sobre las formaciones infrayacentes (las que se encuentran por debajo). Por ello, a veces entre el techo y la base de la formación volcánica puede que no exista paralelismo (con el consecuente efecto sobre las direcciones de capa) y así debe constar en el correspondiente corte geológico.

Los diques de rocas intrusivas (lamprófidos, pórfidos, aplitas, etc.) se indicarán en los cortes, en general, mediante contactos secantes respecto de las formaciones geológicas que los encajan y sus hastiales (paredes) serán subparalelas. Recordad que se trata de estructuras desarrolladas a favor de fracturas. No obstante, también existen diversos tipos de formaciones subvolcánicas, las cuales, aun sin haber extruido (salir a la superficie), pueden haber desarrollado morfologías estratiformes, quizás alimentadas por una chimenea en forma de dique. Tal es el caso de algunos mapas en los que aparecen, por ejemplo, doleritas.

Los macizos ígneos (batolitos, etc.) presentan planos de contacto extremadamente irregulares lo que hace imposible identificar su traza en profundidad, a través de la mera observación de su relación con la topografía superficial. En esos casos será de utilidad la información procedente de sondeos si es que se dispone de ella. Por las razones expuestas, los contactos de

macizos ígneos se dibujarán de manera irregular, siempre y cuando respetéis el sentido común, en términos geológicos.

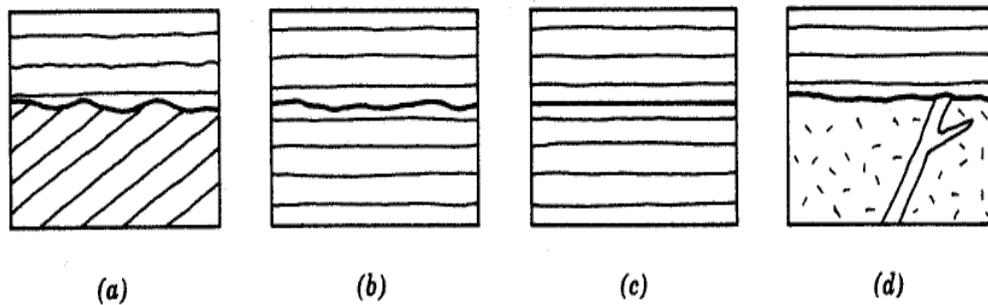


Figura 8. Principales tipos de discordancia entre formaciones geológicas. a) Discordancia angular; b) disconformidad; c) paraconformidad o hiato sedimentario; d) discordancia heterolítica o noconcordancia.

Una última advertencia: Recordad que los contactos entre las formaciones geológicas que se observan en superficie (es decir, sobre el mapa) no indican necesariamente la posición de los contactos entre formaciones geológicas en el subsuelo. Ello es así, en particular, en el caso de aquellas basculadas que han sido recubiertas (discordantemente) por otros materiales más modernos.

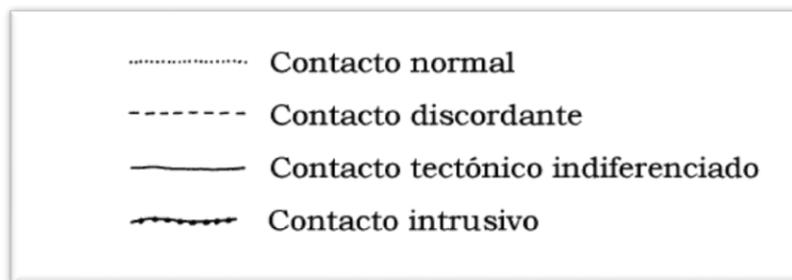


Figura 9. Símbolos frecuentemente empleados para indicar distintos tipos de contacto en mapas geológicos.

4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

4.3.1 Falla

Una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura. (Jackson, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan

la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas.

4.3.2 Clasificación de fallas de acuerdo a su movimiento

Si bien hay varios tipos de fallas, se puede decir que existen tres tipos de fallas principales, según sea la dirección del desplazamiento de las rocas que cortan:

Falla normal

Este tipo de fallas se generan por tensión horizontal. Las fuerzas inducidas en la roca son perpendiculares al acimut de la falla (línea de ruptura superficial), y el movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se encuentra por encima del plano de la falla se denomina techo, y se desliza hacia abajo; mientras que el bloque que se encuentra por debajo del plano de la falla se denomina piso, y asciende.

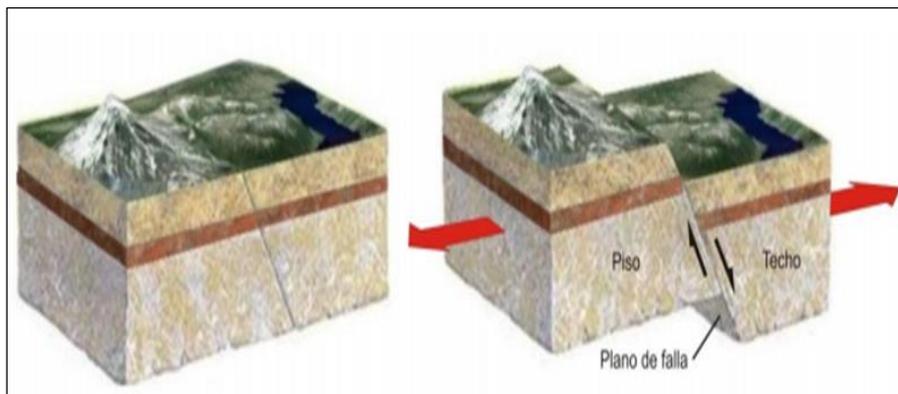


Figura 10. Esquema de una Falla Normal.

Falla inversa

Este tipo de fallas se genera por compresión horizontal. El movimiento es preferentemente horizontal y el plano de falla tiene típicamente un ángulo de 30° respecto a la horizontal. El bloque de techo se encuentra sobre el bloque de piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento (inclinación) inferior a 45°, éstas también toman el nombre de cabalgamiento.

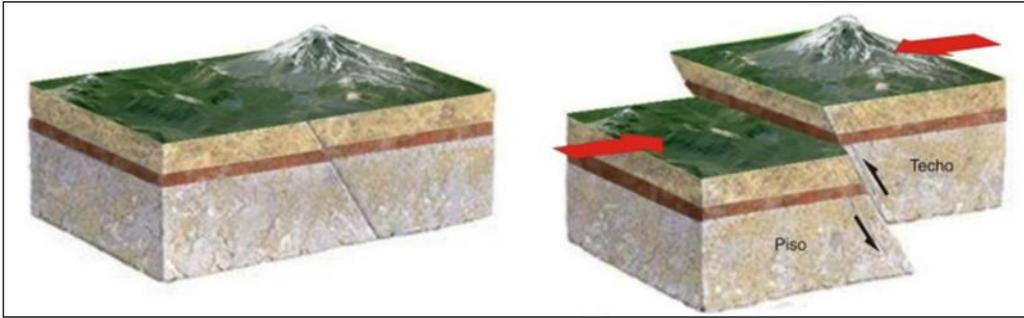


Figura 11. Esquema de una falla Inversa

Falla de desgarre o de desplazamiento de rumbo

Estas fallas se desarrollan a lo largo de planos verticales y el movimiento de los bloques es horizontal, son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: laterales derechas y laterales izquierdas.

- a) Laterales derechas o dextrales, son aquellas en donde el movimiento relativo de los bloques es hacia la derecha.
- b) Laterales izquierdas o sinestrales, el movimiento es opuesto a las anteriores. También se las conoce como fallas transversales (INPRES, Instituto Nacional de Prevención Sísmica, s.f.).



Figura 12. Esquema de una Falla de Desplazamiento.

Diaclasas

Fractura o fisura en una masa rocosa en la que no se observa un movimiento relativo de sus lados. En general, las diaclasas interceptan superficies primarias, tales como estratificación, exfoliación, esquistosidad, etc. Se desarrollan

preferentemente en los miembros competentes de una serie, más que en incompetentes. Un conjunto de diaclasas paralelas se denomina un «sistema de diaclasas»; dos o más conjuntos que se cortan, producen un «sistema de diaclasas»; dos disposiciones de diaclasas muy juntas en ángulo recto con una tercera, producidas por el mismo sistema de tensiones, se dice que son conjugadas. Una diaclasa principal (término de hombre de cantera) es una diaclasa persistente o sistema que puede ser horizontal o vertical.

Slikensides o estrías de falla

Estrías son marcas del movimiento encima de un plano de falla. Las estrías sirven como indicador directo de una falla, además indican dirección del movimiento y sentido del desplazamiento. Son líneas finas encima de un plano tectónico donde ha ocurrido un movimiento o desplazamiento tectónico significativo. Existen varias formas de detectar una falla tectónica en terreno. Una de los indicadores más confiables son las estrías, que se forman a causa del movimiento relativa en las rocas (Griem, Museo Virtual, Geología, 2006 - 2017).

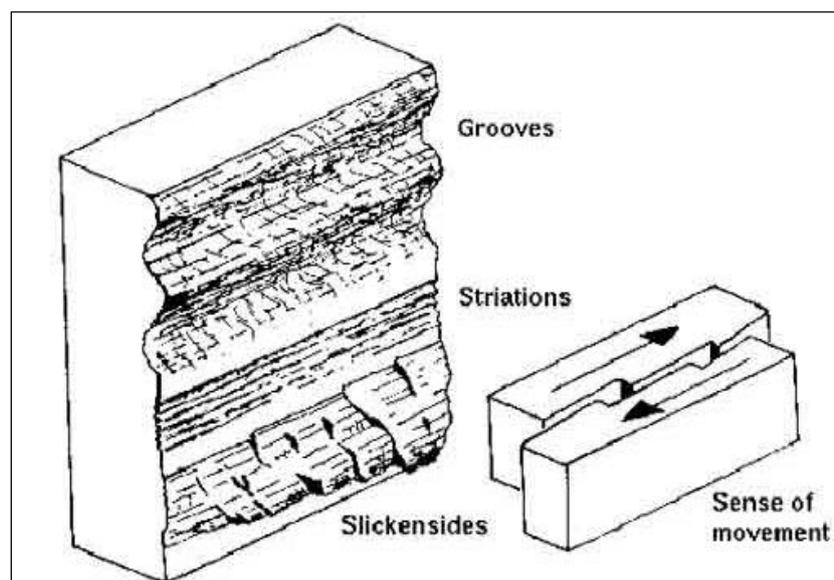


Figura 13. Representación de slikensides o estrías.

4.4 PLEGAMIENTOS

4.4.1 Pliegues

Como resultado de la deformación de las rocas debida a las fuerzas naturales, se forman varios tipos de estructuras. A altas presiones y temperaturas, a gran profundidad, las rocas se comportan dúctilmente, dando lugar a pliegues de diferentes tipos. Los pliegues, son estructuras curvadas y se clasifican de una manera general en anticlinales y sinclinales.

En los anticlinales las capas se curvan inicialmente hacia arriba, de tal manera que, considerando una secuencia de capas, las más antiguas ocupan el centro de la estructura, es decir su núcleo. En los sinclinales, por el contrario, las capas se curvan inicialmente hacia abajo, de tal manera que al observar una secuencia de capas, las que ocupan el núcleo son las más recientes. En la Figura 14a, se observa una estructura anticlinal y en la Figura 14b, una estructura sinclinal (Estructuras Geológicas).

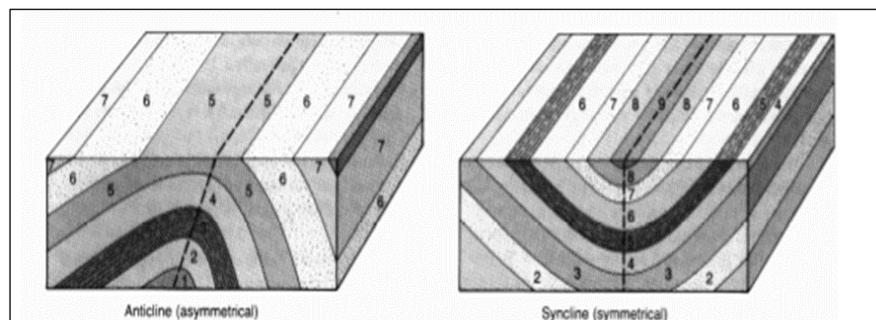


Figura 14. Pliegues (a) Anticlinal asimétrico y (b) sinclinal simétrico.

4.4.2 Elementos de un pliegue

El plano que divide un pliegue simétricamente se conoce como plano axial del pliegue. Obedeciendo a ese elemento los pliegues de cualquier tipo, se pueden clasificar como simétricos o asimétricos. El anticlinal de la imagen (a) es asimétrico, en tanto que el sinclinal de la figura (b), es simétrico. En ambos bloques de la misma figura se denomina eje axial a la línea de intersección del plano axial con un plano horizontal que corta el pliegue. En ambos casos de esta figura el eje axial es horizontal.

El caso más común se representa en figura (a), donde el eje axial es inclinado como consecuencia de que la estructura es buzante. En la misma imagen los caso (b) y (c) muestran también estructuras buzantes.

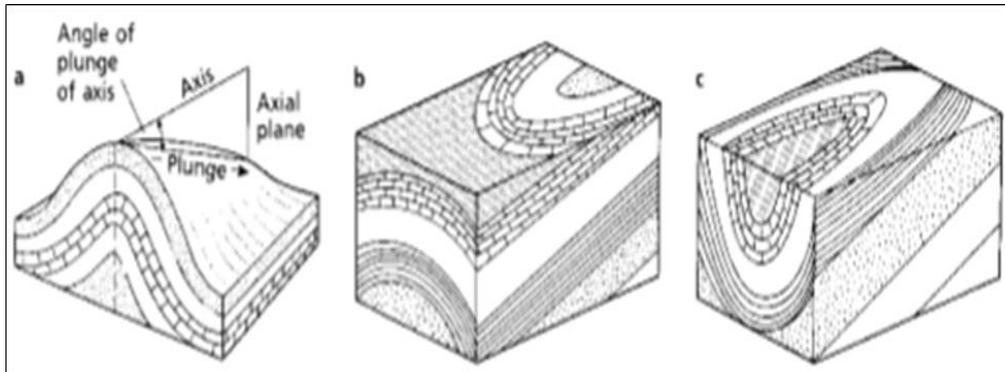


Figura 15. En (a) se puede ver el plano axial y el eje axial inclinado; en (b) un bloque diagrama de un anticlinal buzante y en (c) un bloque diagrama de un sinclinal buzante.

4.5 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Estos materiales están constituidos por una serie de depósitos de origen eólico, volcánico subaéreo, deluvial, coluvial y aluvial. La mayor parte de las áreas de afloramientos rocosos delimitado en el plano geológico, contiene una cubierta relativamente delgada (menor que 1 m de espesor) de material eólico y coluvial. Estos materiales se describen a continuación.

4.5.1 Depósitos eólicos (Q-e)

Los materiales eólicos consisten principalmente de cenizas volcánicas y se encuentran localizados en forma discontinua en las laderas y cumbres de las colinas y cerros. Su espesor varía entre 0,2 y 1,5 m. Estos depósitos se encuentran en pequeñas acumulaciones aisladas, distribuidos en todo el área del proyecto (Fotografía 3.7). Por otro lado es importante mencionar que en la mayor parte de las laderas de los cerros existen acumulaciones de arena eólica de origen volcánico que se encuentran cubiertas por una delgada costra o lámina de óxido de hierro de color marrón rojizo y de 1 mm de espesor.

4.5.2 Depósitos aluviales (Q-al)

Los materiales aluviales se ubican en la parte media e inferior de la mayoría de las quebradas y tributarios y están conformados por gravas arenosas con bolones y bloques de cantos redondeados a subangulosos, con tamaño máximo de 3,0 m, color gris claro a beige y compacidad media. El espesor de estos materiales se estima de 3 a 5 m. Por sus características de granulometría, permeabilidad y ubicación constituyen importantes conductos para el flujo del agua subterránea.

4.5.3 Depósitos coluviales (Q-co)

Los depósitos coluviales en el área del proyecto se presentan en pequeña extensión en la ladera de la margen derecha de la quebrada Huayrondo, consisten de gravas con bolonería y bloques subangulosos, de tamaño máximo 1,0 m. Presentan compacidad suelta con una matriz de arenas eólicas. Por otro lado, en el área del proyecto, las laderas presentan bolones y gravas dispersas de origen gravitacional. Estos depósitos son estables e impiden la erosión eólica.

4.5.4 Depósitos deluviales (Q-de)

Los materiales deluviales se presentan en las laderas inferiores de las colinas y cerros en ambas márgenes de la quebrada Huayrondo. Estos depósitos corresponden a acumulaciones de gravas, bolones y bloques de hasta 3,0 m de tamaño máximo y presentan matrices limosas de plasticidad baja y compacidad media. De acuerdo con lo observado en los cortes de las quebradas, el espesor de estos depósitos varía entre 1,0 y 3,0 m.

CAPÍTULO V HIDROLOGÍA

5.1 INTRODUCCIÓN

La zona de estudio pertenece a la Cuenca del Mashcón.

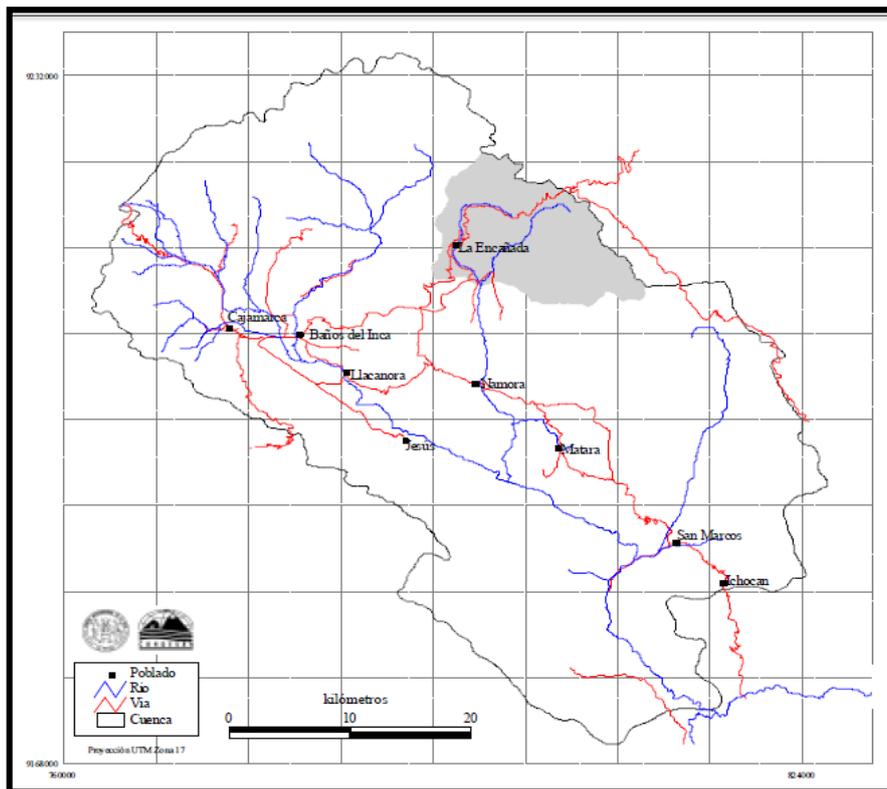


Figura 16. Cuenca de Cajamarca.

5.2 UBICACIÓN GENERAL DE LA CUENCA DEL MASHCÓN

Se encuentra ubicado entre los meridianos 6°58'26.76" y 7°12'50.02" de Latitud Sur y los meridianos 78°30'13.37" y 78°30'39.59" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

5.2.1 Características hidrográficas de la zona de estudio

El clima de la zona se caracteriza por ser frío y húmedo, con períodos secos y lluviosos. Los primeros se presentan, habitualmente, entre mayo y septiembre, en tanto que los segundos, entre octubre y abril.

La Humedad Relativa sigue sencillamente el comportamiento pluviométrico, siendo más elevada durante los meses de mayor precipitación.

La Evaporación es ligeramente mayor durante los meses de precipitación mínima. De modo que la mayor tasa de evaporación ocurre entre julio y agosto. Se señala que este parámetro varía entre aproximadamente 42 mm (mayo) y 63 mm (agosto) mientras que el promedio acumulado anual es de 613 mm.

El Viento, sus patrones locales están influenciados por la topografía del terreno, dando como resultado su canalización a lo largo de los ejes de los valles, con vientos predominantes colina arriba durante el día y vientos colina abajo durante la noche, en respuesta a los cambios de densidad del aire ocasionados por las variaciones de temperatura. Los datos indican que los vientos dominantes, generalmente, tienen una dirección suroeste en la época húmeda y dirección sureste en la estación seca. Las mayores velocidades del viento se registraron durante los meses de agosto y septiembre, con valores de 20.75 y 20.73 km/hr (5.76 y 5.79 m/s).

Precipitación, durante los años 2010 y 2011 la precipitación anual fue de 1445 y 1601 mm, para cada año. La masa de agua precipitada se concentra durante el período que va desde noviembre hasta abril. Cayendo el 71 por ciento. En tanto que el de menor precipitación es el de entre mayo y octubre, que representa el 29 por ciento.

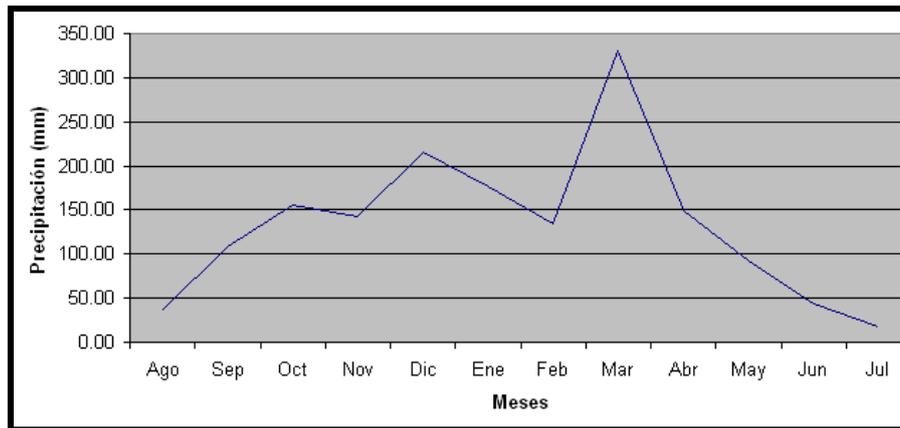


Figura 17. Precipitación Promedio Mensual Acumulada.

Según los promedios mensuales de precipitación diaria que se pueden ver en la figura nos muestra que los meses de junio y julio serían los meses más secos. Cada uno de ellos con 1.45 mm y 0.61, de forma respectiva. El valor más alto de precipitación fue de 63.76 mm y corresponde al mes de marzo.

5.3 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El dren natural de la cuenca del Mashcón (312.07 km²) lo constituye el río del mismo nombre. Esta denominación se la conoce a partir de la unión de dos de sus afluentes, Porcón y Grande (centro Poblado de Huambocancha Alta), hasta su confluencia con el Chonta. En adelante, corriente abajo, toma el nombre de Cajamarquino.

Según Sedacaj, en el estudio de Prefactibilidad para nuevas fuentes de Abastecimiento de Agua Potable en la ciudad de Cajamarca, elaborado por la empresa Servicios de Ingeniería S.A. (SISA), que el caudal medio anual para el río Mashcon y con una probabilidad de 75 por ciento es de 1.52 m³/s. El Mashcón recibe las descargas de los ríos Porcón, Grande, Sambar, Shuiltín, Yanayaco, Paccha y San Lucas.

5.3.1 Fuentes De Agua

Las fuentes encontradas en la zona de estudio son los ríos, quebradas y manantiales. En el centro poblado de la Paccha se han encontrado varias fuentes de agua.

5.4 AGUAS SUBTERRÁNEAS

La mayoría de los pozos tubulares existentes en la zona de estudio tienen profundidades que varían de 25 a 40 m, mientras que los pozos a tajo abierto tienen profundidades desde 2 m a 30 m. Los diámetros promedio de los pozos a tajo abierto varían de 1.0 m a 1.20 m, todos ellos revestidos con anillos de concreto, a fin de evitar derrumbes. Los caudales de los pozos se hallan comprendidos entre 0.75 l/s y 30 l/s; los valores bajos corresponden a los pozos tajo abierto que coinciden también con aquellos donde se ha aplicado una deficiente tecnología constructiva. La mayoría de los pozos a tajo abierto se encuentran sin equipo de bombeo; generalmente, se emplean motobombas de 2" a 4" de diámetro de succión y descarga y que son de carácter no permanente.

CAPÍTULO VI

GEOLOGÍA

6.1 INTRODUCCIÓN

Se denomina modelo geológico a la representación simplificada de los factores de tipo geológico que lo definen, de cara a la resolución de los problemas geotécnicos. El proceso que se va a seguir para llegar a la representación final de los factores geológicos que define el modelo, partiendo de la información geológica disponible del macizo rocoso consta de una fase preliminar de recogida de toda la información sobre, geomorfología y geología local, geología regional y geología estructural.

6.2 GEOMORFOLOGÍA

En el Centro poblado Agocucho se han encontrados las siguientes unidades geomorfológicas:

6.2.1 Colinas

Elevación menor del terreno que destaca aisladamente sobre el territorio que la rodea, posee una altitud entre 150 y 200, pendientes pronunciadas; cumbres con tendencia a la horizontalidad y escaso o nulo escalonamiento altitudinal de la vegetación.



Figura 18. Vista de las Colinas en el Centro Poblado de Agocucho.

6.2.2 Valles

Se trata de una depresión de la superficie terrestre entre dos vertientes, con forma inclinada y alargada. Posee bajas alturas y generalmente están rellenas por material cuaternario.



Figura 19. Vista de plaza de Armas de Agocucho.

6.2.3 Terrazas

La zona de estudio se presentan varias terrazas compuestas de materia orgánica que se utiliza en los cultivos los cuales son regados por un canal proveniente del río Chonta que atraviesa la quebrada.



Figura 20. Vista de las terrazas del centro poblado de Agopampa.

6.2.4 Superficie de Erosión

Se trata del desgaste de la roca por procesos geológicos. Estos procesos causantes de la erosión pueden ser por la acción del viento, el agua, los cambios de temperatura y en menor medida la acción de seres vivos.



Figura 21. Superficies de erosión del centro poblado Agocucho.

6.3 GEOLOGÍA

En el área de estudio afloran unidades geológicas de las formaciones Chimú, Santa, Carhuáz y Farrat.

6.3.1 Formación Chimú (Ki-chim)

Esta formación está constituida por areniscas cuarzosas blanquecinas de grano fino a medio. Sus características litológicas sugieren que se han depositado en un ambiente continental playero. Estratigráficamente está formado por estratos macizos de areniscas muy resistentes a la erosión y de a 1.5 metros de grosor. En la zona de estudio mayormente se encuentran formando parte del núcleo de los anticlinales. Se encuentran infrayaciendo a la formación Santa y su contacto inferior no es observado.

Estas areniscas se muestran intensamente fracturadas por lo que adquiere una porosidad secundaria lo que constituye una importante zona de recarga. En

estas rocas se pueden observar una serie de manantiales e infiltraciones de agua.



Figura 22. Afloramiento de la Formación Chimú.



Figura 23. En la parte superior de la foto observamos afloramiento de la Formación Chimú. Foto tomada cerca Al Centro de Salud.

6.3.2 Formación Santa (Ki-sa)

Compuesta por intercalación de arcillitas gris oscuras y areniscas de grano fino, posee un espesor promedio de 80 metros y es muy difícil su identificación en campo.

6.3.3 Formación Carhuaz (Ki-ca)

Compuesta por areniscas limolitas y arcillitas con matices rojizos, violáceos y verdosos, presenta hacia el tope arcillitas grises, intercaladas con arcillitas y areniscas. Cronológicamente se ubica entre el Valanginiano superior-Hauteriviano y el Barremiano del Cretáceo inferior. Esta formación se localiza al Norte de la ciudad en la zona colindante a las quebrada Mayopata, Longamayo y Pariapuquio, sectores de Samana Cruz, Chontapacccha, Hualanga Alta y Baja y Condopampa; y al Suroeste de la ciudad entre las formaciones Farrat y Santa, alrededores del sector Shectuna y entre la formación Santa y Depósitos Aluviales.

6.3.4 Formación Farrat (Ki-f)

Compuesta por areniscas blancas de grano medio a grueso, presenta en algunos sectores estratificación cruzada y marcas de oleaje, confundiendo con la formación Chimú. Estructuralmente suprayace a la formación Carhuaz y subyace similarmente a la formación Inca con tendencia gradual. Se ubica cronológicamente en el Cretáceo inferior. Esta formación se presenta en la zona de laderas, al Oeste de la ciudad en los centros poblados de Corisorgona, Lucmacucho y la lotización San Francisco.

6.3.5 Formación Inca (Ki-in)

Compuesta por areniscas calcáreas, arcillitas ferruginosas, que por alteración físico-química presenta coloraciones rojizas a anaranjadas. Se ubica cronológicamente en el Aptiano superior-Albiano inferior. Este tipo de formación se presenta al Suroeste de la ciudad en parte de los barrios San Sebastián, Cerro El Estanco y Bellavista, limitando con la Qda. Calispuquio.

6.3.6 Depósitos cuaternarios

Depósitos Fluviales (Q-fl)

Constituido por materiales que se encuentran dentro, cerca y bordeando los cauces de los ríos y las terrazas que se han formado durante el desarrollo geológico reciente de los mismos. Están compuestos mayormente por cantos rodados, gradando desde planares a semiesféricos; en los planares, y en los semiangulosos se encuentran erosionados sus bordes.

La composición de estos depósitos es de un 30% de gravas, 50% de arenas y un 20% por arcillas y limos.



Figura 24. Margen del río, donde se muestra los tamaños de bloques y granos.



Figura 25. Depósitos fluviales con cantos rodados en un cauce de un río actualmente seco.



Figura 26. Asentamiento del terreno el cual produjo la ruptura de la estructura.

Depósitos Aluviales (Q-a1): Constituidos por depósitos de materiales granulares como cantos, gravas, arenas, limos y arcillas, con intercalaciones estratigráficas de limos y arcillas. Es común encontrar intercalaciones de materiales gruesos con paquetes de arcillas limosas o limos arcillosos, de diferentes coloraciones.

En la zona estos depósitos poseen abundante arcilla que actúa como una capa impermeable que no permite la emersión del agua a la superficie, por ello, es que cuando se hace una excavación no tan profunda y se retira este material

arcilloso se puede encontrar agua subterránea que la población utiliza para su consumo porque es de muy buena calidad.

Su composición se basa en gravas que componen el 10%, mientras que las arenas son 40%, quedando los limos y arcillas con 50%. Aunque la varianza de estos porcentajes de la a lo largo de los distintos lugares de depositación pues en la Figura 8 y Figura 9 se muestran las fotos en donde se realizó esta medición es una zona de alta energía de lluvia pues contiene bloques de gran tamaño.



Figura 27. Corte hecho en depósito aluvial ubicado en la parte trasera de una casa.



Figura 28. Continuación del corte hecho en depósito aluvial ubicada en la parte trasera de una casa, donde se puede ver un bloque de gran tamaño dentro del círculo rojo.

6.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona de la Paccha y sus zonas aledañas se encuentra emplazada sobre un sistema de plegamientos os (sinclinal - anticlinal) de dirección NO – SW y está controlada por la falla Cajamarca cuya dirección es de NW-SE. En la zona de estudio se evidencia una fuerte deformación resultado de la fase tectónica Incaica (40 MA) dichos esfuerzos son compresivos producto de la acción de las Placas de Nazca y Continental.

6.4.1 Plegamientos

Producto de la tectónica Incaica se han formado pliegues kilométricos de anticlinales y sinclinales de dirección NO- SE. Son pliegues suaves y sencillos. En las partes altas de este sistema de plegamientos se han asentado los asentamientos humanos de la Paccha Grande, Agocucho, Paccha Grande etc.

6.4.2 Diaclasas

Estas estructuras geológicas se han formado como consecuencia de los plegamientos y como parte de la acción de la falla Cajamarca. Estas estructuras se ubican a lo largo de toda la zona; con aberturas que varían desde cerradas, hasta ligeramente abiertas (3 cm); a veces están rellenas por óxidos, material arcilloso, calcita (en el caso de las formaciones calcáreas) y presentan además rugosidades que varían desde ondulada rugosa hasta rugosa.

6.4.3 Fallas

La existencia de la falla Regional de Cajamarca ha generado un sistema de fallas secundarias. La mayor parte de los centros poblados como La Paccha, El Penal Huacariz, Colegio Ramón Ribeiro y sobre todo la zona donde se ubica carretera Agocucho la Colpa se ubican dentro del relleno sedimentario dentro de un sistema de Horts y graben denominado depresión tectónica.

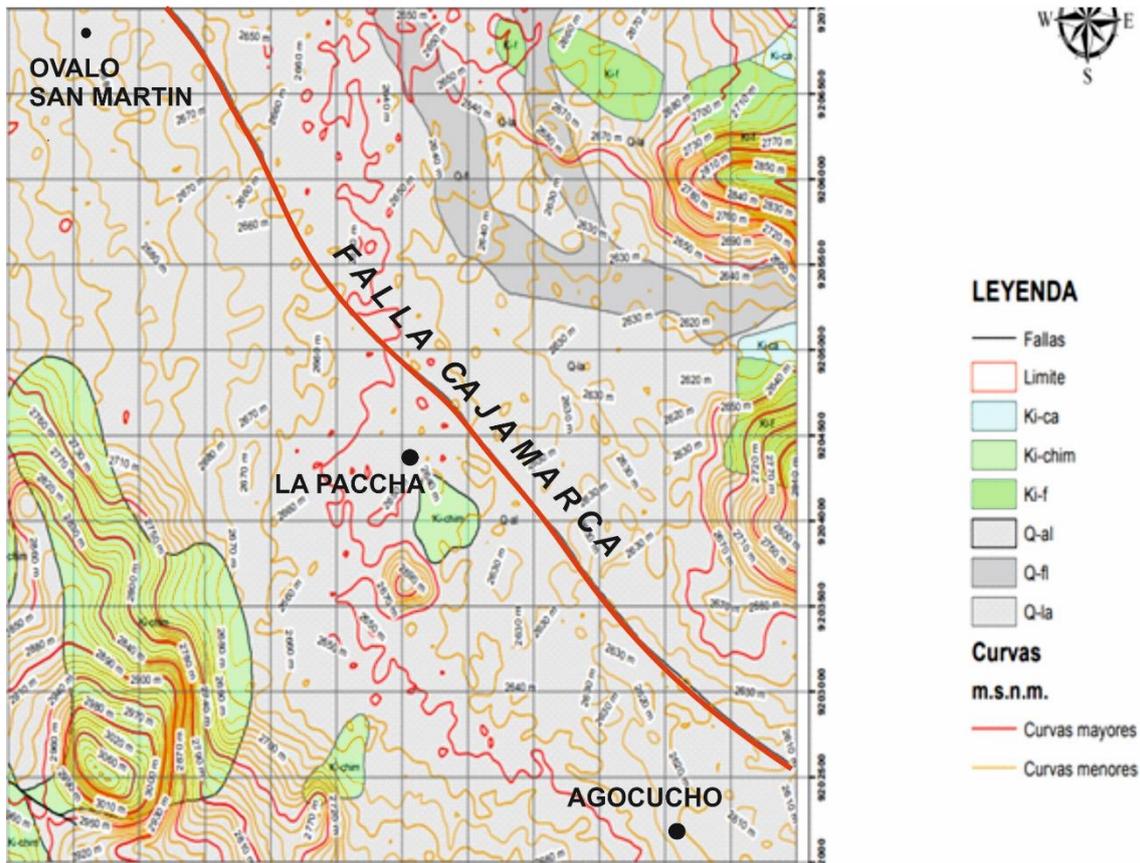


Figura 29. Los elementos geométricos de la falla no se pueden observar debido a la erosión del plano de falla y la depositación de sedimentos coluviales y lagunares, estos últimos también han logrado cubrir gran parte de la Fm. Chulec.

ZONA SE

En el extremo SE, se presenta las estructuras predominando anticlinal tumbado, sinclinal y anticlinal afectados en varios tramos por fallas: normales, inversas con estratificaciones de estratos en muchos casos verticales a subverticales 85° - 75° .

Del mismo modo se manifiesta una falla inversa con un paquete de brecha de 30 cm., el cual a desplazo al bloque techo generando estrías de falla con una dirección 71° NW.

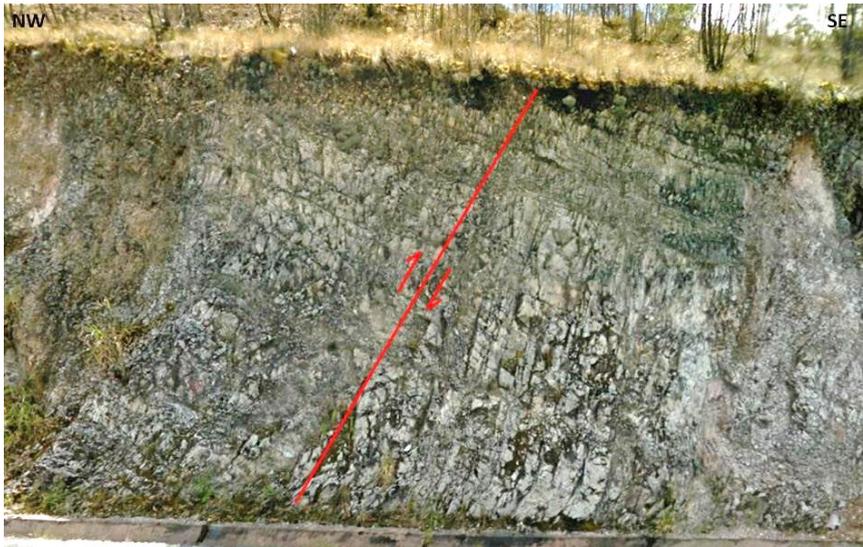


Figura 30. Falla inversa en la Formación Chimú.

Además, estructuralmente tenemos la Falla Regional Agocucho – La Colpa, Falla Regional por su amplio brechamiento con un espesor de 3.5 m, con una data: Rumbo= 233° y $Bz = 54^\circ$. Afectando a ambos flancos del paquete rocoso siendo el flanco derecho la zona de estratificación más tectónicamente afectada por los plegamientos y micro plegamientos de dicha Falla, el cual nos da indicios de un intenso esfuerzo formando una estructura isóclinal en forma vertical en las areniscas y lutitas de la Formación Chimú.



Figura 31. Falla Regional Agocucho – La Colpa.

En la zona de la Paccha se encuentra también una Falla Normal Regional con un brechamiento de 1.25m., con un Rumbo= 82 y Bz = 72; en su brechamiento se observó una micro brecha a brecha según la matriz brechoza de traquelamiento de: fino anguloso a grueso; presentando milonita en los flancos de la falla que es un indicador de la actividad de traquelamiento, concordando con el plano de desplazamiento.



Figura 32. Falla Inversa.

ZONA NW

En esta dirección se emplazan dos estructuras geológicas bien definidas: sinclinales y anticlinales, por rumbo y buzamientos de los estratos según su secuencia estratigráfica; afectada por una falla inversa la cual define el cambio brusco de Cretáceo Superior – Inferior. Presentando un alineamiento paralelo andino está representado por un patrón de pliegues orientados, dentro de las rocas mesozoicas y con un alineamiento de efusiones volcánicas Paleógeno – Neógeno en el área de Cajamarca.

CAPITULO VII

DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES DE LA CARRETERA DESDE AGOCUCHO- LA COLPA- CASHAPAMPA Y HUACARIZ

La carretera que comprendida entre el Óvalo San Martín- La Colpa y Agocucho para este análisis ha sido dividida en varias estaciones las cuales son analizadas minuciosamente. A continuación, se presentan dichas descripciones desde la Plaza de Armas de Agocucho hasta el Óvalo San Martín.

7.1 ESTACIÓN N° 1

PLAZA DE ARMAS DE AGOCUCHO

Tabla 1. Coordenadas de la Estación N° 1.

COORDENADAS	ESTE	779475
	NORTE	9201021



Figura 33. Punto de inicio Plaza de Armas de Agocucho.

7.2 ESTACIÓN N° 2

Tabla 2. Coordenadas de la Estación N° 2.

COORDENADAS	ESTE	779490
	NORTE	9201031



Figura 34. Pendiente del puente hacia la Plaza de Armas de Agocucho.

7.3 ESTACIÓN N° 3

PUENTE AGOCUCHO Km0

Tabla 3. Coordenadas y dirección del Puente Agocucho.

COORDENADAS	ESTE	779487
	NORTE	9201029
	DIRECCIÓN	NE 20 SW



Figura 35. Puente de Agocucho, construido de concreto armado con una longitud de 7m, y una altitud de 3.50m.

En la quebrada, aguas arriba se logró observar y determinar q arrastra materiales de agregados como son gravas un 90% subangulosas, arenas, pero con presencia de % de arcillas.

7.4 ESTACIÓN N° 4

Tabla 4. Coordenadas de la Estación N° 4.

COORDENADAS	ESTE	779130
	NORTE	9201567



Figura 36. Se puede apreciar que la carretera carrozable se van volviendo más angosta, considerándolo un problema; además de la mala ubicación de los postes de alumbrado eléctrico.



Figura 37. Medición de la carretera carrozable en la parte donde inicia a disminuir su ancho.

7.5 ESTACIÓN N° 5



Figura 38. Tramo de carretera desvió a Agopampa Alto es demasiada angosta.



Figura 39. Referencia, Iglesia Evangélica monte de Sion la cual se reúnen algunos pobladores durante la semana.

7.6 ESTACIÓN N°6

Tabla 5. Coordenadas de la Estación N° 6.

NORTE	ESTE	COTA
9201668	779133	2730



Figura 40. Dimensionamiento del puente Ingamayo.

- Largo: **6 metros**
- Ancho: **5 metros**
- Altura: **3.40 metros**
- Orientación: **S20°E**
- Pendiente: **7°**



Figura 41. En la quebrada se puede observar la presencia de abundante material arcilloso y gravoso, que en algunos casos son utilizados como material de construcción.

7.7 ESTACIÓN N°7

Tabla 6. Coordenadas de la Estación N° 7.

COORDENADAS	ESTE	0779082
	NORTE	9201759



Figura 42. Orientación de desvío a Cashapampa: S40°O es un nexo muy importante con la carretera a Agocucho ya que aportan una cantidad considerable de verduras a la ciudad de Cajamarca.

7.8 ESTACIÓN N°8

Tabla 7. Coordenadas de la Estación N° 8.

COORDENADAS	ESTE	0778890
	NORTE	9202147
	COTA	2690



Figura 43. Se acorta la carretera. Encontrando a la vez un pequeño desvío a Agopampa con una pendiente considerable de 10°.

7.9 ESTACIÓN N°9

Tabla 8. Coordenadas de la Estación N° 9.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9202487	778732	2678



Figura 44. Se puede observar un canal de riego con una orientación de sur – este (S62°E) el cual mantiene un caudal considerable del cual utilizan para irrigar sus sembríos.

7.10 ESTACIÓN N°10

Tabla 9. Coordenadas de la Estación N° 10.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9202487	778732	2678



Figura 45. Podemos observar una quebrada el cual atraviesa la vía principal por medio de un badén con medidas considerables.

7.11 ESTACIÓN N°11

Tabla 10. Coordenadas de la Estación N° 11.

COORDENADAS		
NORTE	NORTE	COTA
9202547	778641	2672



Figura 46. En la estación N°12 se halla la quebrada con orientación S20°W. Por donde pasa la quebrada te tenemos un badén de 70 cm de altura, y es badén ya que la profundidad de la quebrada es pequeña.

7.12 ESTACIÓN N°12

Tabla 11. Coordenadas de la Estación N° 12.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203595	778639	2669



Figura 47. En esta estación se presencia un badén pequeño de 650 cm de largo y una profundidad de 12 cm de profundidad, con una orientación S30°W.

7.13 ESTACIÓN N°13

Tabla 12. Coordenadas de la Estación N° 13.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203018	778312	2662



Figura 48. En este tramo de carretera se aprecia una calle sin nombre.

7.14 ESTACIÓN N°14

Tabla 13. Coordenadas de la Estación N° 14.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203072	778295	2663



Figura 49. La carretera sigue una orientación S70°W, se aprecia el Jr. Libertadores.

7.15 ESTACIÓN N°15

Tabla 14. Coordenadas de la Estación N° 15.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203258	778235	2664



Figura 50. Este badén que se logra apreciar tiene una orientación N145°S, con una Pendiente de 6° por sus medidas se logró identificar que es el más ancho respecto a los vistos anteriormente.

Medidas del badén:

- **Badén:** 10.7m
- **Orientación:** S80°W
- **Orientación:** S30°W
- **Pendiente:** 2°

7.16 ESTACIÓN N°16

Tabla 15. Coordenadas de la Estación N° 16.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203262	778234	2658



Figura 51. Se observa un badén de un ancho considerado, esto se debe al caudal de desfogue en épocas de lluvia es el mismo solo cambia la dirección de la fotografía tomada.

Medidas del badén:

- **Badén:** 10.7m
- **Orientación:** S80°W
- **Orientación:** S30°W
- **Pendiente:** 2°

7.17 ESTACIÓN N°17

Tabla 16. Coordenadas de la Estación N° 17.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203344	778188	2662



Figura 52. En esta parte de la vía se observa un ancho considerable y adecuada con su respectiva cuneta y acequia de regadío. Los árboles de eucaliptos generan un deterioro del canal de regadío.

7.18 ESTACIÓN N°18

Tabla 17. Coordenadas de la Estación N° 18.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203463	778103	2666



Figura 53. Como se puede observar en la imagen el desvío con dirección SW al puesto de salud PATA-PATA, ubicado a unos 300m de la vía principal.

7.19 ESTACIÓN N°19

Tabla 18. Coordenadas de la Estación N° 19.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203529	778042	2668



Figura 54. Paradero la Panadería. Se observa la carretera que une la carreta la Colpa con la de Agocucho y que posee una pendiente de 6° aproximadamente.

7.20 ESTACIÓN N°20

Tabla 19. Coordenadas de la Estación N° 20.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203608	777984	2665



Figura 55. Paradero denominado el badén. Forma parte de una carretera que conduce al Centro de Salud Pata- Pata. Este badén no posee mantenimiento continuo.

Badén: 2.60m

Orientación: S60°W

Orientación: S15°W

Pendiente: 2°

Zona: desvío antiguo al puesto de salud PATA-PATA

7.21 ESTACIÓN N°21

Tabla 20. Coordenadas de la Estación N° 21.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203688	777952	2664



Figura 56. Calle abierta recientemente y que conecta la carretera de la Colpa con la de Agocucho.

7.22 ESTACIÓN N°22

Tabla 21. Coordenadas de la Estación N° 22.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203760	777915	2666



Figura 57. Se aprecia el badén en el paradero el Callejón sin mantenimiento continuo. En épocas de lluvia se produce inundación de este tramo. Esta entrada conduce al caserío de la Paccha Alta.

Badén: 2.60m

Orientación: S75°W

Orientación: S25°W

Pendiente: 2°

Zona: desvío la Paccha

7.23 ESTACIÓN N°23

Tabla 22. Coordenadas de la Estación N° 23.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9203880	777881	2661



Figura 58. Se puede apreciar la Y (cruce Agocucho- La Colpa). Se puede apreciar que el ancho de la vía disminuye considerablemente considerándose un tramo en litigio para su ensanchamiento.

Badén: 1.60m

Orientación: N60°E

Orientación: S60°W

Pendiente: 2°

Zona: desvío la Collpa y Comunpampa.

7.24 ESTACIÓN N°24

Tabla 23. Coordenadas de la Estación N° 24.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9204072	777727	2674



Figura 59. En la fotografía se puede observar calles al NW las cuales son recientes por la venta de lotes.

7.25 ESTACIÓN N°25

Tabla 24. Coordenadas de la Estación N° 25.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9204124	777703	2678



Figura 60. Se aprecia el tramo de carretera denominado El Paradero. El ancho de este tramo posee un tamaño considerable.

7.26 ESTACIÓN N°26

Tabla 25. Coordenadas de la Estación N° 26.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9204252	777620	2675



Figura 61. Se puede apreciar un badén de concreto armado con gravas y que no posee mantenimiento.

Badén: 4.00 m.

Orientación: S65°W

Orientación: S35°W

Pendiente: 2°

Zona: Penal de Huacariz

7.27 ESTACIÓN N°27

Tabla 26. Coordenadas de la Estación N° 27.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9204549	777444	2684



Figura 62. En esta fotografía se aprecia la entrada al penal de Huacaríz a la vez el canal de regadío principal que sigue su recorrido con dirección al caserío de Agocucho.

También se logró identificar puentes considerables que ayudan a cruzar quebradas dichos canales de regadío como es la entrada al penal de Huacariz y otro que cruza la vía principal del caserío de Agocucho.

7.28 ESTACIÓN N°28

Tabla 27. Coordenadas de la Estación N° 28.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9204788	777304	2711



Figura 63. Se observa la vía ancha frente al Colegio Ramón Ribeyros.

7.29 ESTACIÓN N°29

Tabla 28. Coordenadas de la Estación N° 29.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9204893	777224	2696



Figura 64. Tramo del Colegio Ribeiros

Esta quebrada en épocas del año su caudal incrementa de manera progresiva.

7.30 ESTACIÓN N°30

Tabla 29. Coordenadas de la Estación N° 30.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9205030	777139	2706



Figura 65. Al NE observamos una calle de Jr. Fernández, otra con Jr. Shudal, a la vez un agostamiento de la vía por presencia de la quebrada con un borde de 2 metros a nivel de la vía.

7.31 ESTACIÓN N°31

Tabla 30. Coordenadas de la Estación N° 31.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9205027	777139	2707



Figura 66. Se observa el puente con doble vía y un sardinel al centro, también se divisan barandas de seguridad a ambos lados. Sector del colegio Ramón Ribeiros.

Dimensiones del puente:

- **Altura:** 5 m
- **Ancho:** 12m
- **Largo:**15m

7.32 ESTACIÓN N°32

Tabla 31. Coordenadas de la Estación N° 32.

COORDENADAS		
NORTE	ESTE	COTA
9205035	777245	2712



Figura 67. Esta es la parte final de todo el recorrido llegando a la parte pavimentada doble vía como es la av. San Martín con la intersección de la av. Industrial, o conocido como el Óvalo San Martín.

CONCLUSIONES

- La geología influye bastante en la zona, debido a que los suelos y rocas, son un factor importante en el diseño y el mantenimiento de las vías de acceso.
- Las principales rocas que afloran en la zona son areniscas de la Formación Chimú, Farrat, Inca y calizas de la Formación Chulec.
- Los cuaternarios aluviales, lagunares, así como fluviales, cubren la mayor parte de la zona.
- El ancho de carretera del Óvalo San Martín y Agocucho, varía de 5 m a 12 m. En donde la carretera más angosta inicia en la localidad de Agocucho.
- En la carretera Óvalo San Martín y Agocucho se cuenta con 9 badenes, con dimensiones de 10.7 m, 2.60 m, 1.60 m y 650 cm de largo; Además el trayecto presenta 3 puentes, de los cuales dos de ellos tienen un ancho de 5m y el otro 12 m.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Estructuras Geológicas . (s.f.). Obtenido de <http://www.docentes.unal.edu.co/jmmonteroo/docs/10%20ESTRUCTURAS.pdf>
- Griem, W. (2006 - 2017). Museo Virtual,Geología. Obtenido de <https://www.geovirtual2.cl/Museovirtual/053a01geo.htm>
- INPRES, Instituto Nacional de Prevención Sísmica. (s.f.). Obtenido de <http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Fallas%20Geol%C3%B3gicas.pdf>
- Jackson, B. (1980). Obtenido de <http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Fallas%20Geol%C3%B3gicas.pdf>