



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



DETERMINACIÓN DE COORDENADAS UTM Y
TOPOGRÁFICOS PARA EL DISEÑO DE LABORES
SUBTERRÁNEAS DEL PROYECTO VETA JUANA - CIA MINERA
MAXPALA CAYLLOMA – AREQUIPA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. NELSON HENRY CHOQUE CALJARO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

Con mucho cariño a mi Adorada madre
Viviana Caljaro Salluca y mis tíos Lorenzo,
Rolando Y Marleny por su incansable e
incondicional apoyo durante el desarrollo
académico y formación profesional.

Con mucho amor a mi esposa Lidia Sharo
León Ccapa y a mis adorados hijos Miguel
Alejandro y Arthur Henry y a mi princesa
hija Iqilla Urpi, por darme fortaleza
sabiduría y fuerza en la consecución,
superación de mis metas profesionales en mi
vida.

A mis hermanas Mayda Marleny y Mónica
Yasmina, por su comprensión, dedicación y
ejemplo de vida que me brindaron durante
toda mi formación personal y profesional.

En memoria a mis abuelos: Gervasio Caljaro
Quispe y Vicencia Salluca Cori (Q.E.P.D), y
mi tatarabuelo Miguel Caljaro Quispe
(Q.E.P.D), por su gran actitud y liderazgo de
superación en sus vidas y un gran ejemplo a
seguir.

Nelson Henry



AGRADECIMIENTOS

- A la universidad Nacional del Altiplano en especial a la primera y única Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura por compartir sus experiencias profesionales para nuestra eficaz formación profesional.
- Al Ing. Arturo Ventura Mamani, como director y asesor de la tesis de investigación.
- A los compañeros de estudio de la escuela profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, a Yonny Muñuico, Armando Huallpa, Jimmy Choque, Roberto Luna, por compartir sus sabios conocimientos y orientaciones para lograr los objetivos.
- A los amigos y compañeros de trabajo, a Ángel Cabello, Rumaldo Catari, Santos Alberto Catari, Alejandro Gonzales, Sabino Fernández, Sebastián Estela, Anastasio Cabana, Víctor Barreda, Omar Pilco, por compartir sus conocimientos y experiencias que fueron muy importante para lograr el objetivo de la presente investigación.

Nelson Henry



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICES DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2.1 Problema general.....	19
1.2.2 Problemas específicos	20
1.3 JUSTIFICACIÓN	20
1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.4.1 Hipótesis general.....	21
1.4.2 Hipótesis específico	22
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.5.1 Objetivo general	22
1.5.2 Objetivo específicos	23



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	REFERENCIA GEODÉSICA Y CARTOGRÁFICA	24
2.1.1	Geodesia.....	24
2.1.2	Sistema de referencia vertical	29
2.2	SISTEMA DE REFERENCIA.....	31
2.3	MARCO DE REFERENCIA	32
2.4	TIPOS DE COORDENADAS USADAS EN GEODESIA.....	34
2.5	ORIGEN CONVENCIONAL DE COORDENADAS UTM	35
2.5.1	Hemisferio Norte.....	35
2.5.2	Hemisferio Sur	36
2.6	TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM A TOPOGRÁFICAS	36
2.7	MEDIDA DE DIRECCIONES	43
2.8	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS	48
2.9	SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS).....	48
2.10	COMPONENTES DEL SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)	49
2.11	NORMA TÉCNICA PARA POSICIONAMIENTO GEODÉSICO	50
2.11.1	Términos y definiciones	50
2.12	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA POSICIONAMIENTO GEODÉSICO	52
2.12.1	Clasificación de puntos geodésicos.....	52
2.13	MÉTODO EN LAS OBSERVACIONES SATELITALES	55
2.14	TOPOGRAFÍA	58
2.14.1	El punto de control en la topografía	59



2.14.2	Importancia de los puntos topográficos	59
2.15	OBRAS SUBTERRÁNEA	67
2.16	DISEÑO DE LABORES SUBTERRÁNEAS	75

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	MATERIALES Y EQUIPOS.....	78
3.1.1	Materiales	78
3.1.2	Herramientas	78
3.1.3	Equipos e instrumentos	78
3.1.4	Programas informáticos para post proceso	79
3.1.5	Confiabilidad y validación del software e instrumento.....	79
3.2	MÉTODOS	80
3.2.1	Ubicación del área de estudio	80
3.2.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	82
3.3	PRIMER OBJETIVO.....	83
3.4	SEGUNDO OBJETIVO	101
3.5	TERCER OBJETIVO	121

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ESTADÍSTICA.....	132
4.1.1	Hipótesis estadística	132
4.1.2	Análisis estadístico.....	132
4.1.3	Análisis de muestras.....	133
4.1.4	Variables independientes	133
4.1.5	Variables dependientes.....	133



4.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	133
4.2.1	Para el primer objetivo	133
4.2.2	Para el Segundo Objetivo.....	140
4.3	DISCUSIONES.....	148
V.	CONCLUSIONES	150
VI.	RECOMENDACIONES	153
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154
	ANEXOS	156

Área : Ciencias Naturales.

Tema : Geodesia, Cartografía, Topografía, Minería Subterránea y Diseño.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 de febrero de 2021



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Esfericidad terrestre	60
Tabla 2. Precisión en la medición de distancias.....	62
Tabla 3. Relación: Altitud – Presión Atmosférica	65
Tabla 4. Concesiones cóndor	81
Tabla 5. Base de referencia coordenadas geodésicas punto “AQ01”	83
Tabla 6. Base de referencia coordenadas UTM punto “AQ01”.....	84
Tabla 7. Resumen de Coordenadas Geodésicas y UTM de los Puntos “E-1”, “E-2”, y “E-3”	86
Tabla 8. Generación de coordenadas UTM y topográficas.....	88
Tabla 9. Datos de medición longitud topográfica con E.E.T. sin configurar.....	90
Tabla 10. Datos de medición longitud topográfica con E.E.T. con configurar	90
Tabla 11. Datos de medición longitud de cuadrícula con E.E.T. sin configurar	91
Tabla 12. Datos de medición longitud de cuadrícula con E.E.T. con configurar	91
Tabla 13. Datos de lecturas de E-1 A E-2 Con E.E.T. coordenadas topográficas	92
Tabla 14. Datos de lecturas de E-1 A E-3 Con E.E.T. coordenadas topográficas	92
Tabla 15. Número de Estaciones Ingresadas (Metros) = 2	96
Tabla 16. Número de ángulo observaciones (DMS) = 5.....	96
Tabla 17. Número de distancia observaciones (Metros) = 5.....	97
Tabla 18. Número de Zenit Observaciones (DMS) = 5	97
Tabla 19. Análisis de varianza	97
Tabla 20. Cambios de coordenadas de las provisionales ingresadas (Metros)	98
Tabla 21. Ajustadas coordenadas (Metros).....	98
Tabla 22. Ajustadas ángulo observaciones (DMS).....	98



Tabla 23. Ajustadas distancia observaciones (Metros)	99
Tabla 24. Ajustadas cenit observaciones (DMS)	99
Tabla 25. Ajustados rumbos (DMS) y distancias horizontales (Metros)	99
Tabla 26. Observaciones no ajustadas de la poligonal 1	100
Tabla 27. Coordenada de estación desviaciones estándar (Metros).....	100
Tabla 28. Coordenada de estación error elipses (Metros).....	101
Tabla 29. Relativa error elipses (Metros).....	101
Tabla 30. Datos de configuración subterránea de E.E.T.....	103
Tabla 31. Clases de Macizo Rocoso.....	124
Tabla 32. Normalidad de calificación	137
Tabla 33. Estadísticas de grupo.....	137
Tabla 34. Prueba de Levene de igualdad de varianzas	138
Tabla 35. Pruebas de normalidad para el caso de error en coordenadas del punto de polígono.....	141
Tabla 36. Normalidad de calificación	141
Tabla 37. Pruebas de normalidad error relativa de elipse de coordenadas	142
Tabla 38. Normalidad de calificación	142
Tabla 39. Estadísticas de grupo error coordenadas de elipse del punto.....	143
Tabla 40. Prueba de Levene de igualdad de varianzas error coordenadas de elipse del punto.....	144
Tabla 41. Estadísticas de grupo error relativo de elipse de coordenadas.....	144
Tabla 42. Prueba de Levene de igualdad de varianzas error relativa de elipse de coordenadas.....	145



ÍNDICES DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Superficie topográfica.....	26
Figura 2. Geoide.....	26
Figura 3. Superficie equipotencial	27
Figura 4. Elipsoide de revolución	27
Figura 5. Comparación entre el elipsoide y geoide.....	28
Figura 6. Elipsoide, geoide y superficie topográfica	30
Figura 7. Desviación de la vertical.....	30
Figura 8. Punto fundamental u origen.....	31
Figura 9. Sistema de referencia.....	32
Figura 10. Estaciones que forman el ITRF	33
Figura 11. Coordenadas cartesianas.....	34
Figura 12. Coordenadas geodésicas	35
Figura 13. Convención hemisferio Norte.....	35
Figura 14. Convención hemisferio Sur	36
Figura 15. Factor de escala	36
Figura 16. Radio de curvatura del meridiano “P”	37
Figura 17. Radio de curvatura del primer vertical “P”	37
Figura 18. Factor de escala de un Punto	38
Figura 19. Longitud de cuadrícula	39
Figura 20. Longitud de cuadrícula	40
Figura 21. Longitud de cuadrícula	40
Figura 22. Distancia topográfica promedio.....	42
Figura 23. Dirección de azimut o rumbo	43



Figura 24.	Meridiano geográfico del punto A.....	44
Figura 25.	Meridiano de cuadrícula en A	44
Figura 26.	Convergencia de meridianos	45
Figura 27.	Azimut plano	46
Figura 28.	Azimut geodésico proyectado	46
Figura 29.	Azimut geodésico proyectado de A.....	47
Figura 30.	Corrección por curvatura	47
Figura 31.	Azimut geográfico	48
Figura 32.	Sistema GNSS	49
Figura 33.	Método con Post proceso.....	56
Figura 34.	Método autónomo.....	57
Figura 35.	Método o modo diferencial.....	57
Figura 36.	Coordenadas Navegadas Base-Rover.....	58
Figura 37.	Nomograma Presión Atmosférica - ppm.....	64
Figura 38.	Planificación de la mina	69
Figura 39.	Escáner Laser de Amberg.....	72
Figura 40.	Consola Fija – Estación Total.....	72
Figura 41.	Minado subterráneo	76
Figura 42.	Ubicación del proyecto de investigación.....	80
Figura 43.	Concesión U.E.A Cóndor y Cóndor IV.....	81
Figura 44.	Etapas de desarrollo de la investigación.....	82
Figura 45.	Posicionamiento GPS estático punto base E-1	84
Figura 46.	Procesamiento de línea base Trimble Business Center	85
Figura 47.	Configuración de hemisferio, Datum y Convergencia de Meridiano.....	87
Figura 48.	Medición de base con equipo estación total	89



Figura 49.	Ubicación punto poligonal de apoyo J1 Cóndor IV	93
Figura 50.	Comunicación con el interior	102
Figura 51.	Modelos puntos de control	103
Figura 52.	Monitoreo de temperatura con equipo SMART SENSOR.....	103
Figura 53.	Configuración equipo estación total	104
Figura 54.	Estación de equipo estación total sobre punto de control en el interior ..	104
Figura 55.	Estacionamiento de bípode en el interior	105
Figura 56.	Nivelación trigonométrica punto visado y estación en el techo	105
Figura 57.	Perfil longitudinal Nv. 4890 Veta Juana con datamine	106
Figura 58.	Plano geológico vista en planta	122
Figura 59.	Zonificación geomecánica	125
Figura 60.	Configuración de diseño de labor subterránea	126
Figura 61.	Vista en planta proyección veta Juana.....	126
Figura 62.	Vista en planta proyección veta Juana con Software Leapfrog.....	127
Figura 63.	Vista perfil longitudinal veta Juana con Software Leapfrog	127
Figura 64.	Estándar de un frente de avance de 2.10 *02.10	128
Figura 65.	Estándar cuadro de 3 elementos	128
Figura 66.	Estándar chimenea de doble compartimiento	129
Figura 67.	Laser escáner terrestre especial para labor subterránea.....	129
Figura 68.	Determinación coordenadas UTM - Topográfica.....	134
Figura 69.	Diagrama donde se aprecia la diferencia de los residuos	139
Figura 70.	Diagrama donde se aprecia la diferencia de los residuos	146
Figura 71.	Diagrama donde se aprecia la diferencia de los residuos	148



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

BM	:	Bench Mark (Banco de Nivel)
DGPS	:	Método o modo diferencial – estático
E.E.T	:	Equipo Estación Total
EGM 2008	:	Earth Gravitational Modelo 2008 (Modelo Gravitacional de la tierra 2008)
ERP	:	Estaciones de Rastreo Rápido
GDOP	:	Dilución Geométrica de Precisión
GNSS	:	Sistema Global de Navegación por Satélite
GPS	:	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
IGN	:	Instituto Geográfico Nacional
ITRF	:	Marco de referencia terrestre internacional
NAVSTAR	:	Sistema de Navegación en Tiempo y Distancia
REGGEN	:	Red Geodésica Geocéntrica Nacional
SBAS	:	Sistema de Aumentación Basado en Satélite
SIRGAS	:	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
U.E. A	:	Unidad Económica Administrativa
UTM	:	Proyección Universal Transversal de Mercator
WGS84	:	World Geodetic System 1984 (Sistema Geodésico Mundial 1984)



RESUMEN

La presente investigación denominada “Determinación de coordenadas UTM a Topográficos para el diseño de labores subterráneas del proyecto veta Juana - CIA minera MAXPALA Caylloma – Arequipa”; tiene como objetivo: comparar las discrepancias de la coordenadas (UTM), a topográficas (locales), que es un simplificado de cálculos de las correcciones para poder sustituirlas en el plano y campo de trabajo, de tal manera simplifica el problema de las coordenadas UTM a coordenada planas, en el desarrollo de polígonos de apoyo en labores subterráneas y superficiales en el área de estudio; la metodología de la investigación es aplicativo de carácter longitudinal – explicativo numérico, que el diseño es no experimental y el enfoque es de investigación cuantitativa; es describir y explicar la influencia de residuos de errores elipses, de ambos métodos y determinar en el proceso constructivo en red poligonal; asimismo analizar y comparar las muestra de tipo no probabilístico, conformado por un grupo de datos topográficos y cartesianos, se llega a una conclusión que, en el primer objetivo la hipótesis alterna no se rechaza, se acepta la hipótesis nula por lo tanto, no existe diferencia significativa entre la media al determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM, que el lado este (X) significativamente es igual ($M = -0.0200625$, $SE = .0282149$), que el lado norte (Y) significativamente igual, al demostrar analíticamente hay una diferencia en milímetros lo cual significa una precisión alta. En el segundo objetivo, según el análisis estadístico, la hipótesis nula se rechaza, se acepta la hipótesis alterna por lo tanto existe una diferencia significativa entre la media al determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas en el ajustar de polígono subterránea en la galería.

Palabras clave: Geodesia, Cartografía, Topografía, minería subterránea, Diseño de Ingeniería.



ABSTRACT

The present investigation called "Determination of UTM to Topographic coordinates for the design of underground works of the Juana vein project - CIA mining MAXPALA Caylloma - Arequipa"; aims to: compare the discrepancies of the coordinates (UTM), to topographic (local), which is a simplified calculation of the corrections to be able to replace them in the plane and work field, in such a way that it simplifies the problem of the UTM coordinates to flat coordinates, in the development of support polygons in underground and surface work in the study area; the research methodology is longitudinal applicative - numerical explanatory, the design is non-experimental and the focus is quantitative research; is to describe and explain the influence of ellipse error residuals, of both methods and determine in the construction process in a polygonal network; Likewise, analyze and compare the non-probabilistic sample, made up of a group of topographic and Cartesian data, a conclusion is reached that, in the first objective, the alternative hypothesis is not rejected, the null hypothesis is accepted, therefore, there is no significant difference between the mean when determining planimetric control points with GPSD for coordinates (Universal Transverse Mercator) UTM, that the east side (X) is significantly equal ($M = -0.0200625$, $SE = .0282149$), than the north side (Y) significantly the same, when analytically demonstrating there is a difference in millimeters which means high precision. In the second objective, according to the statistical analysis, the null hypothesis is rejected, the alternative hypothesis is accepted, therefore there is a significant difference between the mean when determining the underground polygonal fit from the control point (J1 and PCT2) of plane coordinates or topographical in the Nv. 4890 Cut 252 NW / Gallery 240 NW, of the ellipse error coordinate differences and relative ellipses in the underground polygon fit in the gallery.

Keywords: Geodesy, Cartography, Topography, underground mining, Engineering Design.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El uso de las proyecciones cartográficas en la ingeniería es prácticamente un hábito en la utilización de planos y cartas, como bien sabemos que en realidad existen diversos tipos de proyecciones cartográficas, en la presente investigación nos vamos a referir al uso de la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).

La topografía tiene como una de las principales actividades la transformación de coordenadas UTM a coordenadas locales u topográficas o viceversa para el análisis planímetro del control topográfico superficial y subterráneo, tiene vital importancia para minimizar al mínimo el error residual.

Existen dos formas de determinar las coordenadas UTM a coordenadas locales u topográficas o viceversa; Utilizando formulas cartográficos como factor escala (K_{escala}), factor de elevación ($K_{elevación}$), el factor combinado (K), con esto se reduce la distancia topográfica y el ajuste local GNSS, conseguir la transformación con ello poder determinar cualquier otro punto.

La compatibilización entre distancias topográficas y distancias de cuadrícula (UTM) es afectado por estos factores, que combinados resulta un factor de escala combinado, por el producto proveniente entre el factor de elevación y factor de escala, el factor combinado K , permite transformar la distancia topográfica existente entre dos puntos a distancias de cuadrícula directamente.



1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Garzón, Jiménez y Cifuentes (2016) en la poligonación topográfica de alta precisión en el campus de la Universidad del Quindío, llega a la conclusión de que se materializó mediante topografía clásica la poligonación de alta precisión (marco de referencia) en la cual se emplaza el territorio del campus universitario, a través de la ejecución de la metodología planteada se definieron los valores de incertidumbre posicional planimétrica de las estaciones topográficas mediante las elipses de error que constituyen un medio para analizar la fuerza geométrica del sistema, bajo este énfasis y de acuerdo con quienes sostienen que una elipse alargada demuestra la existencia de una mayor incertidumbre en una de las coordenadas, uno de los resultados de este trabajo es consecuente con tal afirmación, verificable a través de las estaciones y sus correspondientes desviaciones estándar fijadas.

Choque y Suni (2011) en la determinación y uso del factor escala para estación total en levantamientos topográficos hizo la comparación de medir distancias con Estación Total con y sin Factor de Escala en donde se observó que por un kilómetro en Sicuani existen diferencias entre la distancia de terreno horizontales (distancia medida con Estación Total) y la distancia de cuadrícula (distancia GPS) de 24cm. a 28cm. Aproximadamente, esto dependiendo de la altitud (altura elipsoidal) y ubicación geográfica de los puntos ubicados.

Barreto, (2003) en la aplicación de la tecnología avanzada en la optimización de los levantamientos topográficos y geodésicos, que el autor llega a una conclusión que, la tecnología de punta no sólo nos permite realizar tareas de manera más rápida que lo acostumbrado, sino que además nos obliga a replantear nuestra manera de realizar los trabajos: Así por ejemplo los clásicos paradigmas son reformulados con lo que he llamado



herramientas confluentes. Es deber del ingeniero encontrar la manera de como la nueva tecnología puede ser una herramienta confluyente.

Flores, (2016), concluye que al determinar la diferencia de los cinco métodos en el ajuste de la poligonal abierta de apoyo de la carretera Ayaviri – Purina del Km 0+000 al Km 10+000, es el método de mínimos cuadrados que posee errores de ajuste aceptable en el cual es suficiente 2 iteraciones, en la primera iteración las máximas y mínimas en coordenada este es (-0.462332m., 0.156163 m.), mientras en Coordenada norte (-0.173243 m., 0.029938 m.); en la segunda iteración la coordenada este (-0.000007 m., 0.000000), y la coordenada norte (-0.000000, 0.000000), el ajuste se ha considerado el error de propagación y error estándar de instrumento en el cual nos manifiesta el Chi-cuadrado con suma de cuadrados de 0.648 y el error factorial de 0.329 que nos da la advertencia: La Prueba Chi Cuadrado en Nivel 5.00% Excedió el Límite Inferior, Límites Bajo/Alto 0.454/1.552) quiere decir que los errores de ajuste son muy pequeños.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los modernos equipos hoy en día basan su actualización en el análisis del comportamiento de las coordenadas tridimensionales de las estaciones GNSS a través del tiempo. La determinación de las series temporales de las estaciones constituye una de las labores fundamentales, es que nos brinda información para los diferentes estudios de ingeniería como. En el caso de métodos geodésicos en los levantamientos de puntos de control terrestre, normalmente en una estructura lineal los puntos de control terrestre van en pareja y la longitud entre pareja es de 3Km a 5Km, las coordenadas de dichos puntos se obtienen con GNSS y en coordenadas UTM.

En la actualidad en nuestro país todo plano tiene que estar según las normas del IGN, INGEMENT, D.S. N°023-2017 EM y tiene que estar representado en coordenadas



UTM, todo esto hace su georeferenciación al datum WGS84 (World Geodetic System de 1984). El Datum WGS84 es un sistema geocéntrico global (mundial) con origen en el centro de masa de la tierra, cuya figura analítica es el elipsoide de revolución. Al determinar los puntos del control terrestre mediante GPS, se obtienen las Coordenadas Cartesianas X, Y, Z y sus equivalentes geodésicos latitud (φ), longitud (λ) y altura elipsoidal (h).

Los puntos de control terrestre se obtienen con GPS en coordenadas UTM y poligonales de apoyo con estación total obteniendo medidas topográficas y no proyecciones cartográficas. En la actualidad aún se siguen cometiendo el error de no tomar en cuenta la calibración de obra insitu en los proyectos mineros de gran envergadura, en razón a estos problemas el planteamiento de investigación es “¿Cómo determinar las coordenadas UTM y topográficas para el diseño de labores subterráneas del proyecto veta Juana - CIA minera maxpala caylloma – Arequipa?” se plantea el grado de discrepancia que existe entre coordenadas (UTM) y coordenadas Topográficas, lo cual se conocerá la configuración de parámetros del equipo estación total obteniendo medidas topográficas en obra, con la finalidad de realizar los poligonales de apoyo para puntos de control superficial y subterráneo a mayor precisión y que los residuos estén dentro de los parámetros permisibles.

1.2.1 Problema general

¿Al determinar sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (UTM) y Topográficas para el diseño de labores subterráneos del proyecto veta Juana – Cía. Minera Maxpala Caylloma – Arequipa habrá discrepancias significativas en residuos y residuos relativos y las coordenadas?



1.2.2 Problemas específicos

- ¿Al determinar puntos de control planimétrica con GPSD, coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) y coordenadas planas topográficas, existe las diferencias significativas en las coordenadas, en la concesión U.E.A Cóndor y Cóndor IV en coordenadas?
- ¿Al establecer puntos de control con coordenadas planas o topográficas en superficial y subterráneo será posible que existe diferencias en residuos de elipse entre elipses relativas al ajustar directamente en los polígonos subterráneas (galerías)?
- ¿Sera posible el desarrollo de diseño de laboras subterráneas en las etapas de exploración, preparación y en el proceso de construcción de las labores subterráneas de la veta Juana niveles, 4950, 4890, 4850 en la descripción de la metodología?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Al proveer puntos de control horizontal y vertical, un sistema de georreferenciación preciso y confiable lo cual es importante en la planeación, de trabajos de prospección, exploración geológica superficial y subterránea, control de obras de ingeniería superficial y subterránea.

En la actualidad en nuestro país se vienen estableciendo redes geodésicas de primero, segundo y tercer orden utilizando la tecnología de GPS diferencial en control para proyecto de ingeniería.

Las coordenadas, ángulos y direcciones UTM, son proyecciones provenientes de la superficie geodésica de referencia y por tanto no representan exactamente la realidad,



es por ello que al querer ajustar y replantear los puntos pertenecientes a un plano (UTM) hay un error mayor, es necesario llevar a cabo la transformación, de no ser así, estaríamos ajustando o replanteando puntos que no representan exactamente la superficie topográfica; dicha actividad, toma el nombre de Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas.

Con la presente investigación se pretende dar una metodología en relación a puntos de control en poligonales de control superficial y subterráneo con GPS diferencial en tiempo estático y la estación total en la configuración de parámetros del equipo, que permitir georreferenciar debidamente en los ajustes y el desarrollo de la topografía, también se trata de demostrar las discrepancia que existe entre coordenadas (UTM) y coordenadas planas o topográficos, para así crear ciertos parámetros de diferencias de acuerdo a la zona geográfica.

Será de gran importancia para la compañía minera Maxpala S.A.C, el resultado de la presente investigación mejorar el enlace de la proyección de la veta Juana, en lo superficial con subterráneo en los diferentes niveles, para un óptimo diseño de labores subterráneas en las etapas de exploración, Preparación, desarrollo. También es de mucha importancia para el control topográfico de rompimientos mineros, intrusión de labores y hundimientos mineros.

1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Hipótesis general

Al determinar sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (UTM) y Topográficas para el diseño y explotación de labores subterráneos del proyecto veta Juana – Cía. Minera Maxpala Caylloma – Arequipa. Hay diferencias significativas según



las distancias en el mapeo geológico y estudio geomecánica del macizo rocoso en los diferentes niveles, para óptimo diseño de labores subterráneas.

1.4.2 Hipótesis específico

- En la determinación de puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV existen diferencias significativas entre las coordenadas UTM y las topográficas al comprobar las distancias y coordenadas.
- Al determinar el ajuste poligonal subterráneo con puntos de control (J1 y PCT2) en labores subterráneas de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, en residuos de elipse entre elipses relativas al ajustar en el polígono subterránea en la cortada e galería existe diferencias entre ambos residuos de la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV.
- En el desarrollo de diseño de laboras subterráneas en las etapas de exploración, preparación y en el proceso de construcción de las labores subterráneas es describir la metodología de la veta Juana niveles, 4940, 4890, 4850.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general

Determinar sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (UTM) y Topográficas para el diseño y explotación de labores subterráneos del proyecto veta Juana – Cía. Minera Maxpala Caylloma – Arequipa. Para el mapeo geológico y estudio geomecánica del macizo rocoso en los diferentes niveles, para un óptimo diseño de labores subterráneas.



1.5.2 Objetivo específicos

- Determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV
- Determinar el ajuste poligonal subterráneo con puntos de control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, en residuos de elipse entre elipses relativas al ajustar en el polígono subterránea en la cortada e galería de la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV.
- Desarrollar el diseño de labores subterráneas en las etapas de exploración, preparación y en el proceso de construcción de las labores subterráneas de la veta Juana niveles, 4950, 4890, 4850.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 REFERENCIA GEODÉSICA Y CARTOGRÁFICA

2.1.1 Geodesia

La Geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la tierra. Esto incluye la determinación del campo gravitatorio extremo de la tierra y la superficie del fondo oceánico. Dentro de esta definición se incluye también la orientación y posición de la tierra en el espacio. Una parte fundamental de la geodesia es la determinación de sobre la superficie terrestre mediante coordenadas geodésicas (Latitud, Longitud, Altura). La materialización de estos puntos sobre el terreno constituye la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) como la Red Geodésica Horizontal Oficial (IGN, 2015).

Es la ciencia que se encarga de estudiar la forma y dimensiones de la superficie terrestre incluyendo el campo gravitatorio exterior a la tierra, así como la superficie del fondo del océano y sus variaciones temporales. Los resultados obtenidos en virtud a la geodesia, sirven de base para la geomática, incluso para las misiones militares y programas especiales.

a. Geodesia geométrica

Los datos de observación están compuestos por ángulos y distancias referidos a un elipsoide de referencia, plasmándose en coordenadas, los cuales pueden expresarse en diferentes formas (Mendoza, 2017).



b. Geodesia dinámica o física

Está basada en las medidas del campo gravitatorio de la tierra y sus variaciones, mareas (oceánicas y terrestres) y su relación con el concepto de altitud (Mendoza, 2017).

c. Astronomía geodésica

Las coordenadas de puntos sobre la superficie terrestre y mediciones realizadas, provienen de observaciones astronómicas.

Es aquella parte de la geodesia que con métodos y observaciones astronómicas trata fundamentalmente de obtener la dirección de la vertical, determina coordenadas astronómicas, latitud (φ), longitud (λ) (o el tiempo t) y azimuts astronómicos (Mendoza, 2017).

d. Geodesia satelital

Las coordenadas de puntos sobre la superficie terrestre y mediciones realizadas, provienen gracias a observaciones satelitales artificiales (Mendoza, 2017).

e. Superficie topográfica

Es el relieve terrestre, con sus montañas, valles y otras formas terrestres continentales y marítimos (Mendoza, 2017).



Figura 1. Superficie topográfica

f. Superficie física o geoide

Se define como la superficie equipotencial del campo gravitacional terrestre que coincide con las aguas del mar en su estado normal de equilibrio (Mendoza, 2017).

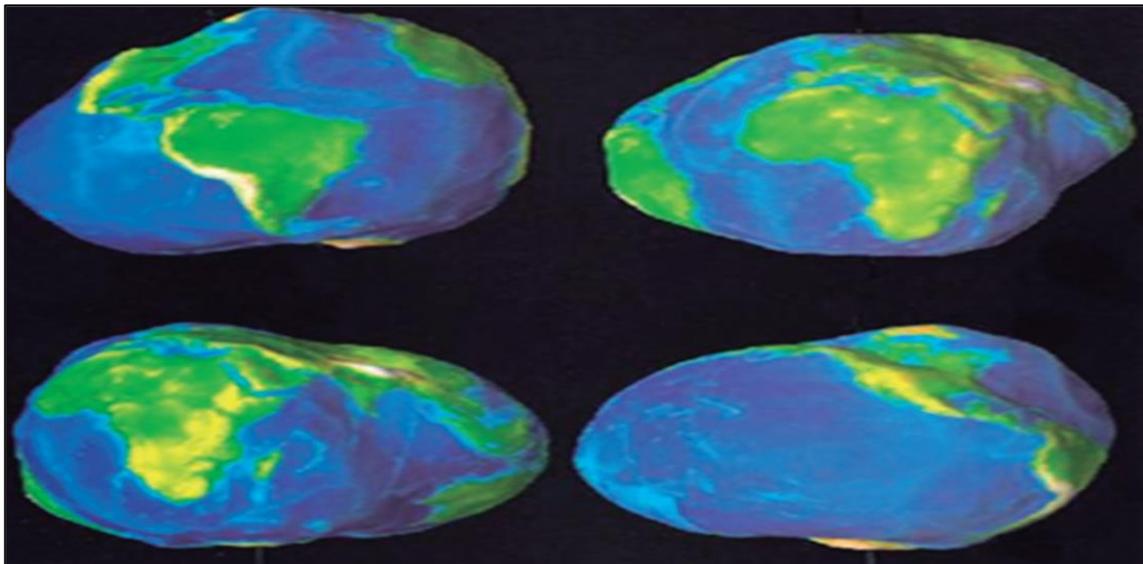


Figura 2. Geoide

Fuente: Mendoza (2017).

Es necesario mencionar que el geoide, por tener una figura irregular, no es expresable matemáticamente.

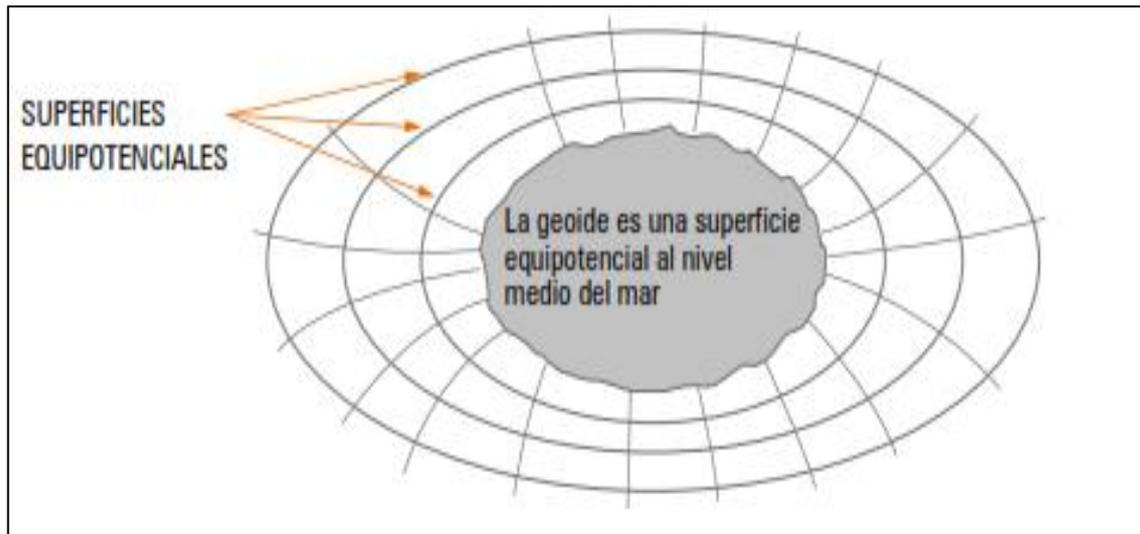


Figura 3. Superficie equipotencial

Fuente: Mendoza (2019).

g. Elipsoide de revolución

Es un volumen geométrico que proviene de una elipse que gira alrededor de su eje menor (Mendoza, 2017).

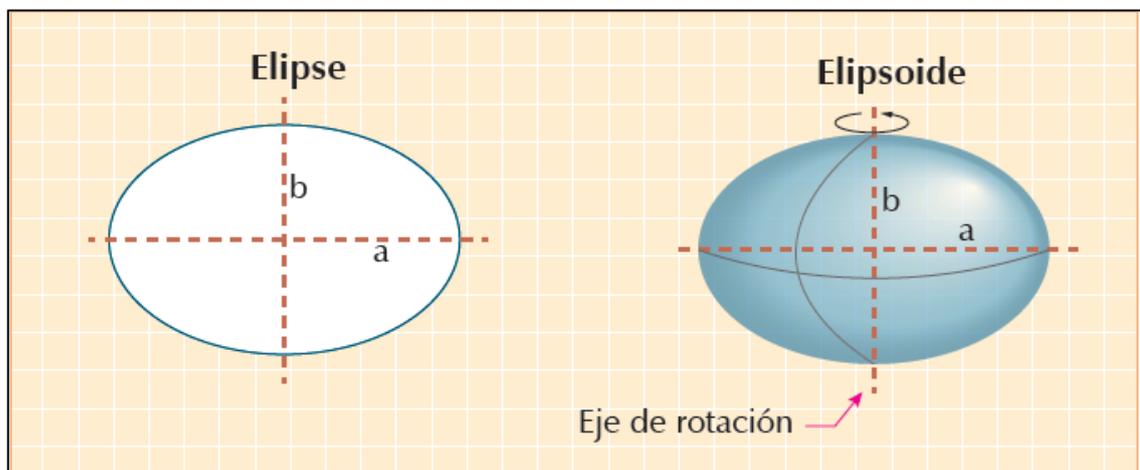


Figura 4. Elipsoide de revolución

Fuente: Mendoza (2019).

Los parámetros que definen todo elipsoide de revolución y las relaciones entre ellos, son las siguientes.

Achatamiento:	$f = \frac{a-b}{a}$ ①
Primera excentricidad:	$e = \frac{OF1}{a} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \rightarrow e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$ ②
Segunda excentricidad:	$e' = \frac{OF1}{b} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b} \rightarrow e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$ ③

A continuación, mencionaremos algunos de los elipsoides usados:

Parámetro	ELIPSOIDE	
	HAYFORD	WGS84
a	6 378 388.000 m	6 378 137.000 m
b	6 356 911.946 m	6356 752.314 m
e ²	0.006 722 67	0.006 694 38
e' ²	0.006 768 17	0.006 739 497

El elipsoide, en la geodesia aparece debido a la necesidad de expresar matemáticamente la superficie de la tierra, pues ya sabemos que el geoide carece de dicha facultad; así pues, el elipsoide es el cuerpo geométrico que se aproxima en mayor medida a la forma real de la tierra (Mendoza, 2017).

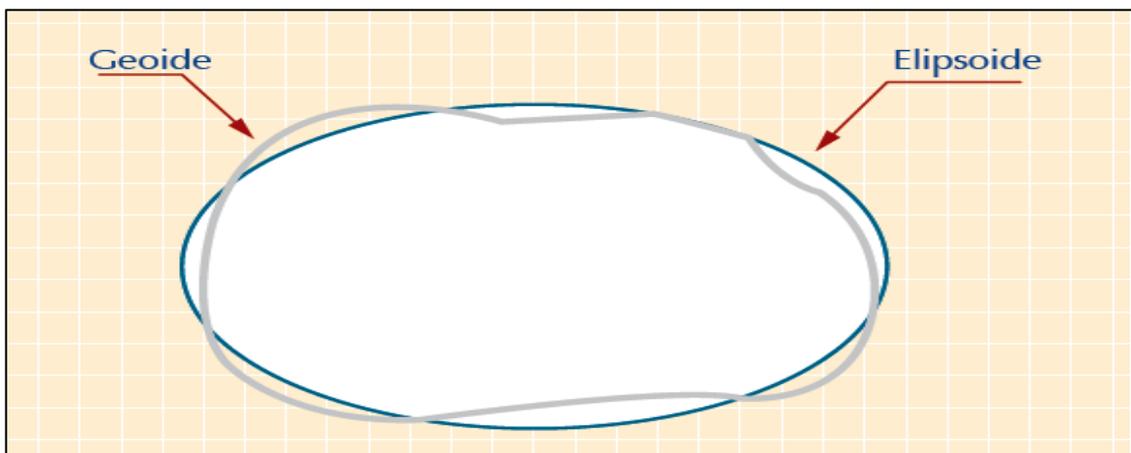


Figura 5. Comparación entre el elipsoide y geoide

Fuente: Mendoza (2017).



2.1.2 Sistema de referencia vertical

La superficie topográfica es la superficie real de la tierra, pero para poder representarla es necesario referirla a algún modelo matemático, de estos modelos se generan las cartas y mapas, desarrollados por la cartografía. Las alturas que usan en la geodesia se clasifican según su determinación, su aplicación y modelo físico matemático (Garafulic, 2016).

a. Altura ortométrica (H)

Es la separación vertical entre el geoide y la superficie topográfica (Mendoza, 2017).

Esta es la altura que existe entre la superficie topográfica y el geoide siendo perpendicular a este último se designa con la letra H. las alturas ortométricas se pueden calcular a partir de las elipsoidales (Garafulic, 2016).

b. Altura elipsoidal (h)

Es la separación vertical entre el elipsoide y la superficie topográfica (Mendoza, 2017).

c. Ondulación geoidal (N)

Es la diferencia vertical entre la altura ortométrica y la elipsoidal (Mendoza, 2017).

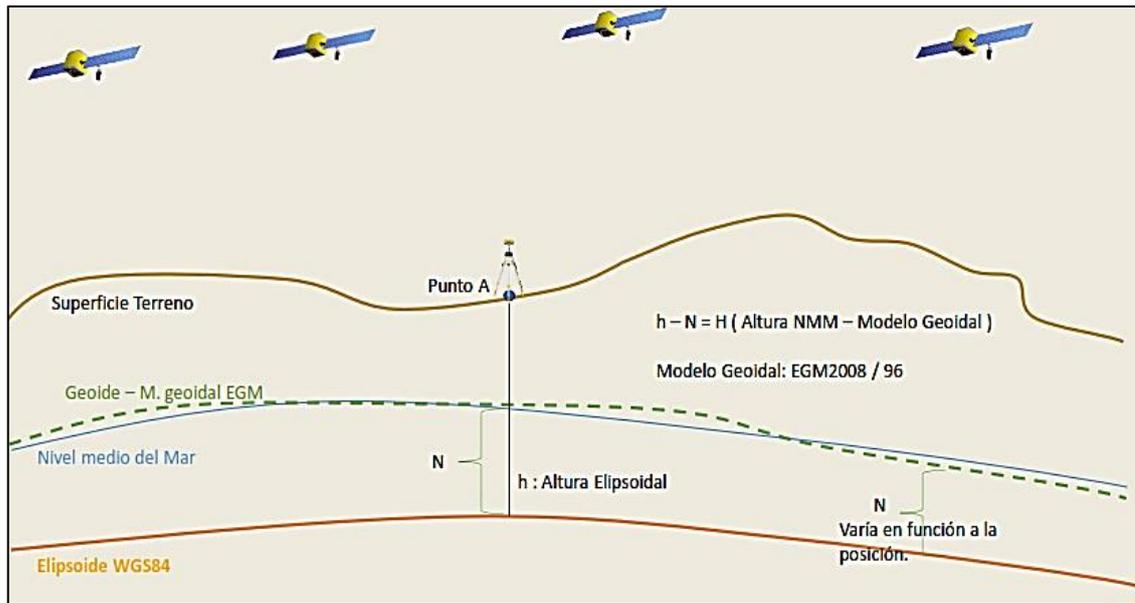


Figura 6. Elipsoide, geoide y superficie topográfica

d. Desviación de la vertical

Se llama también desviación astro geodésica y viene a estar dado por el ángulo formado entre la normal al geoide (vertical local) y la normal al elipsoide en un punto (Mendoza, 2017).

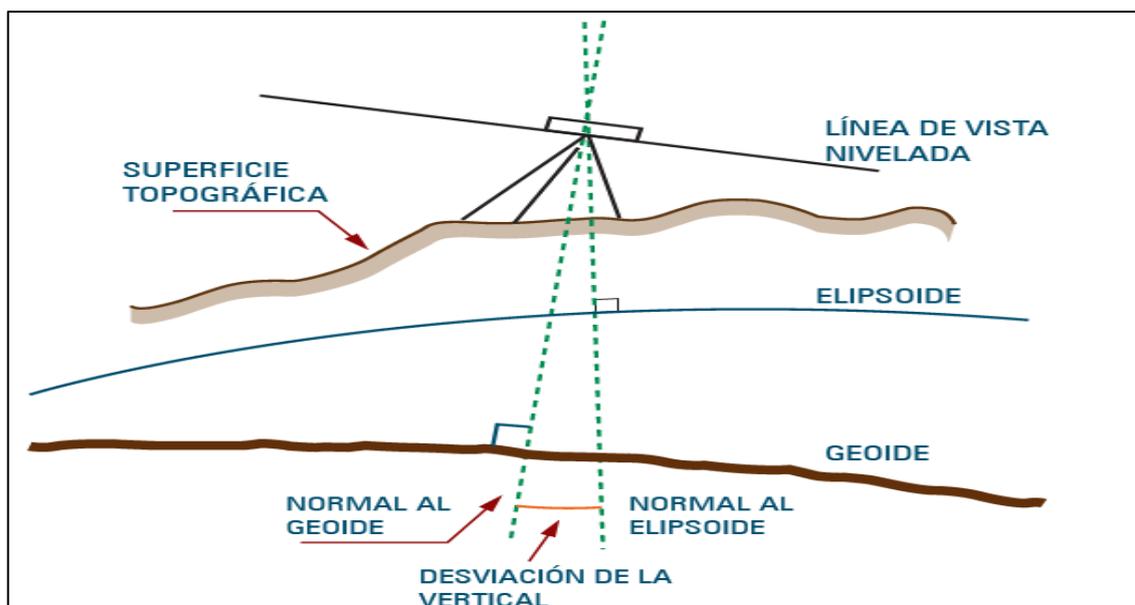


Figura 7. Desviación de la vertical

Fuente: Mendoza (2017).

e. Punto datum

Llamado también punto fundamental o punto de origen. Es aquel punto donde se hace coincidir la vertical al geoide con la normal al elipsoide (desviación de la vertical igual cero) (Mendoza, 2017).

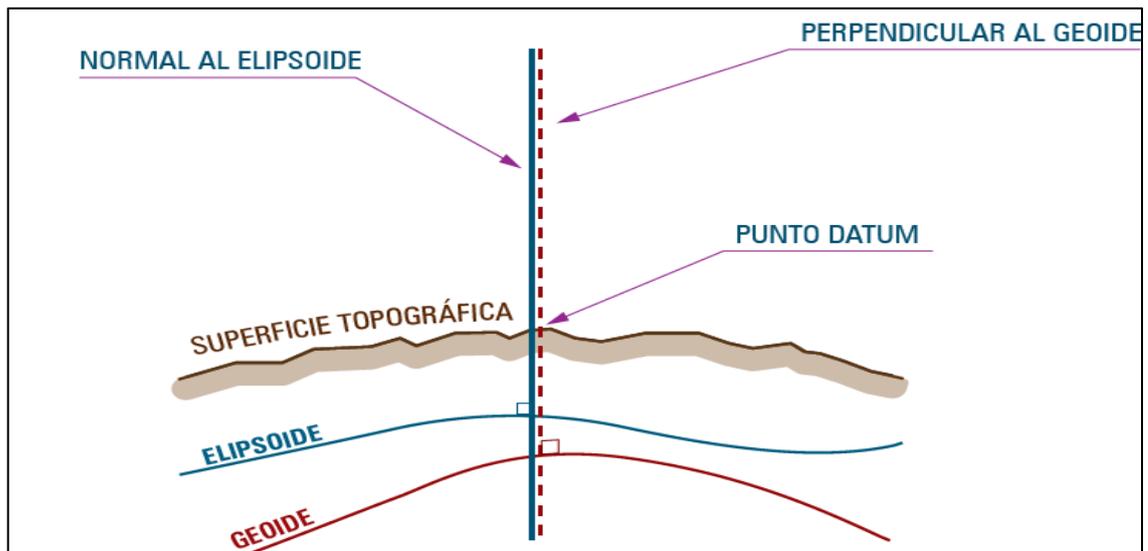


Figura 8. Punto fundamental u origen

Fuente: Mendoza (2017).

2.2 SISTEMA DE REFERENCIA

La posición de un punto puede quedar definido dependiendo del tipo de sistema elegido, así como de los objetivos que se persigue, en tal sentido distinguiremos dos sistemas genéricos.

Sistema de referencia terrestre: el cual se considera fijo a la tierra y se utiliza para determinar las coordenadas de un punto sobre la superficie terrestre o sus proximidades, tal como los satélites artificiales que distan en promedio 20000Km.

Sistema de referencia espacial: tal como su nombre lo indica, se encuentra fijo al espacio, lo cual lo convierte en un sistema inercial (libre de aceleración) donde los cálculos Newtonianos son totalmente permitidos, este sistema es el apropiado para

analizar el movimiento de cuerpos externos a la tierra, tales como los planetas, estrellas, etc. (Mendoza, 2017).

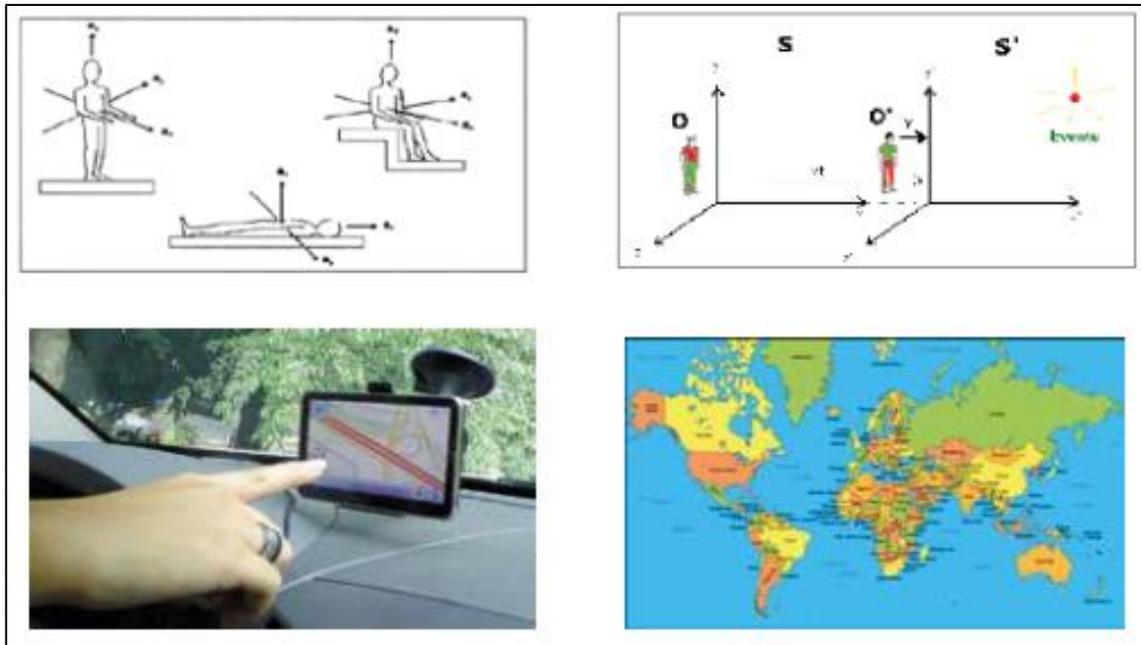


Figura 9. Sistema de referencia

Fuente: Mendoza (2017).

2.3 MARCO DE REFERENCIA

Es la materialización de un sistema de referencia convencional a través de observaciones, es decir, se trata de un conjunto de puntos (lugares localizados en la superficie terrestre) con coordenadas y velocidades conocidas en ese sistema de referencia convencional y que sirven para materializar en el espacio el sistema de referencia (Mendoza, 2017).

1. Marco de referencia terrestre internacional (ITRF)

El sistema de referencia terrestre internacional convencional se materializa a través de las coordenadas de una serie de estaciones distribuidas por todo el mundo en ese sistema de referencia, constituyendo el ITRF (Internacional Terrestrial Reference Frame), establecido y mantenido por la IERS.

La de los diferentes ITRF comenzó en 1984 y a partir de ahí se han obtenido las soluciones 88,89,90,91,92,93,94,96,97,2000,2005, y recientemente la 2008, estas soluciones difieren unas de otras debido a la incorporación constante de nuevas estaciones, nuevas observaciones en las estaciones ya existentes, mejora en la precisión de las mismas o nuevos métodos de procesamiento (Mendoza, 2017).

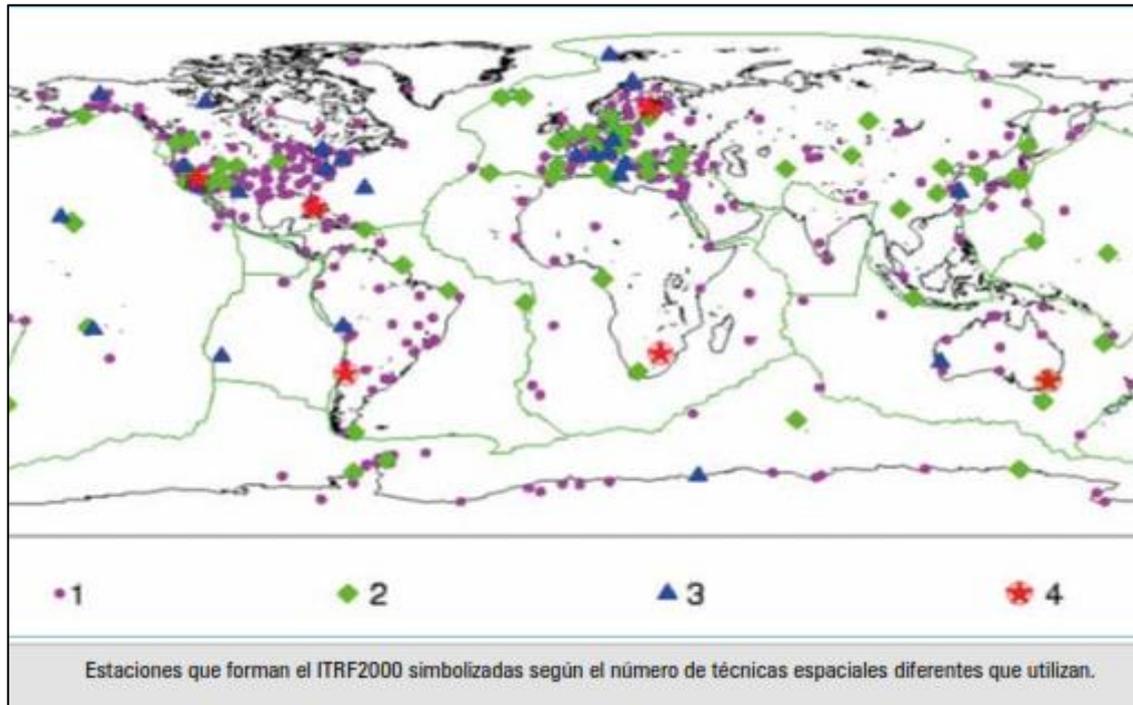


Figura 10. Estaciones que forman el ITRF

Fuente: Mendoza (2017).

2. Sistema de referencia geodésico global WGS84

Es un sistema geocéntrico elipsoidal, fundado y monitoreado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norte América, obtenido exclusivamente a partir de los datos de la constelación de satélites GPS. Es compatible con el Sistema de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).

- WGS84, identifica cuatro parámetros:
- Semieje mayor = $a = 6\,378\,137.00$ m

- Aplanamiento = $1/f = 298.257223563$
- Constante de gravitación geocéntrica = $GM = 3\,986\,004.418 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$
- Velocidad angular media de la tierra = $\omega = 7\,292\,115 \times 10^{-11} \text{ rad/s}$

La orientación del eje Z, está definida por el Polo I.E.R.S.; el eje x, por el meridiano origen definido por el I.E.R.S. (Mendoza Dueñas, 2017).

2.4 TIPOS DE COORDENADAS USADAS EN GEODESIA

a. Coordenadas cartesianas

La posición de un punto queda definida gracias a los valores X, Y, Z (Mendoza, 2017).

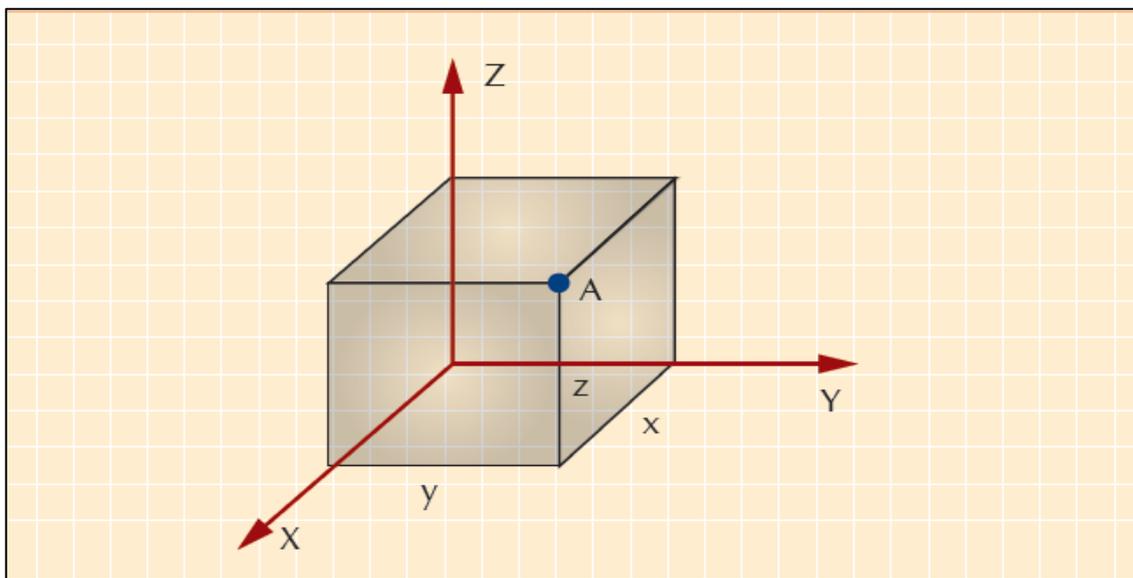


Figura 11. Coordenadas cartesianas

Fuente: Mendoza (2017).

b. Coordenadas geodésicas

La posición de un punto queda definida gracias a los valores latitud geodésica (φ), longitud geodésica (λ) (Mendoza, 2017).

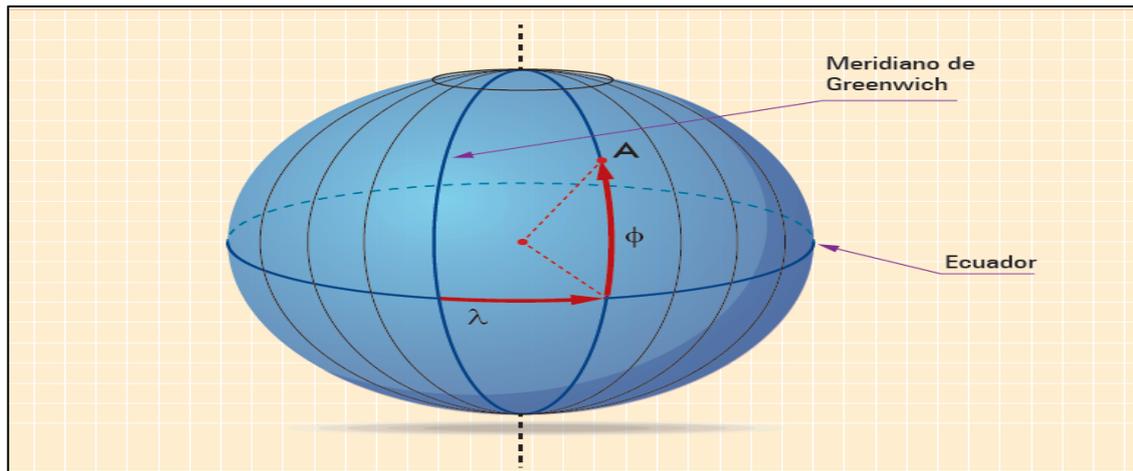


Figura 12. Coordenadas geodésicas

Fuente: Mendoza (2017).

2.5 ORIGEN CONVENCIONAL DE COORDENADAS UTM

2.5.1 Hemisferio norte

La coordenada norte tiene su origen en el ecuador y su valor de inicio es cero metros, la coordenada este tiene su referencia en el meridiano central y su valor de partida es 500 000 m. (Mendoza, 2017).

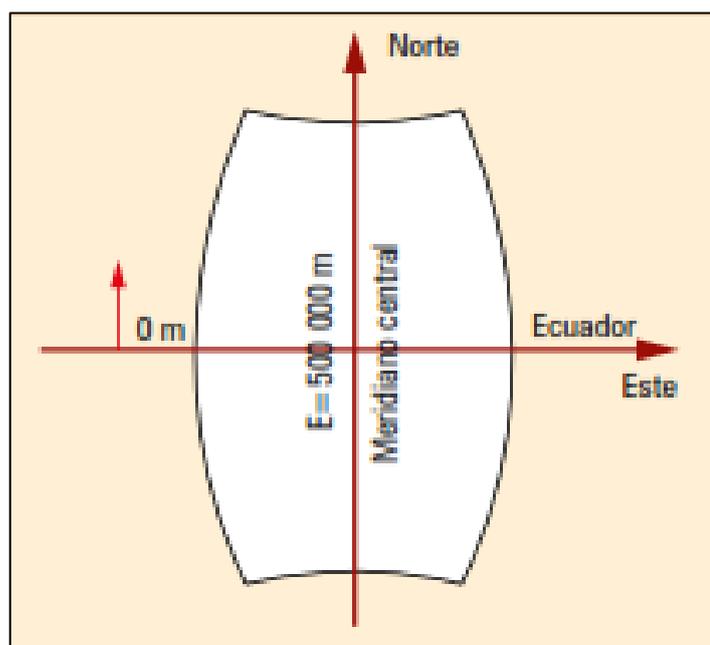


Figura 13. Convención hemisferio Norte

Fuente: Mendoza (2017).

2.5.2 Hemisferio sur

La coordenada norte tiene su referencia en el ecuador y su valor es 10 000 000 m.

La coordenada este tiene su referencia en el meridiano central y su valor de partida es 500 000 m. (Mendoza, 2017).

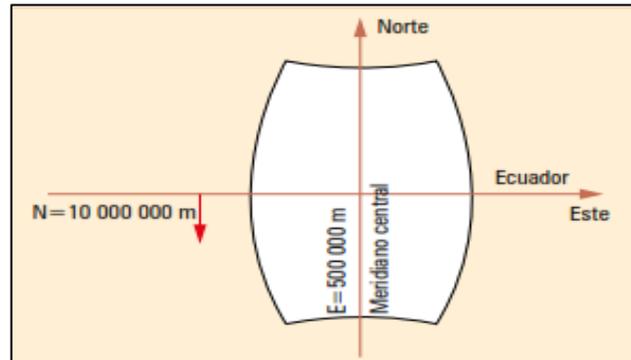


Figura 14. Convención hemisferio Sur

Fuente: Mendoza (2017).

2.6 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM A TOPOGRÁFICAS

a. Factor de escala (K_{ESCALA})

Es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el elipsoide de referencia sobre el plano cartográfico (Mendoza, 2017).

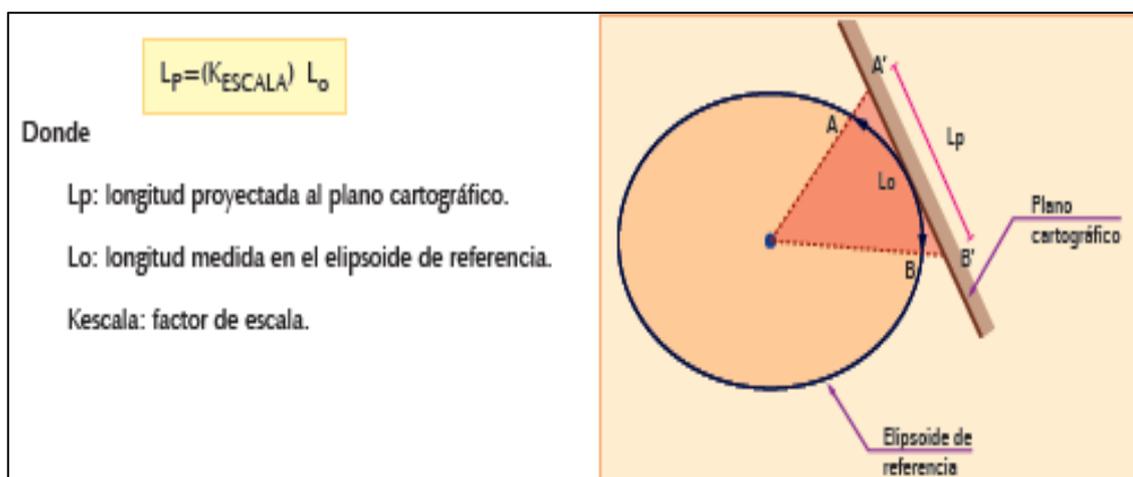


Figura 15. Factor de escala

Fuente: Mendoza (2017).

b. Radios de curvatura del meridiano en el “P”: $Z_{\text{Geodésico}} = 0^\circ$

Es el radio correspondiente al círculo tangente al meridiano que pasa por “P” en dicho punto. Así pues, la latitud geodésica (ϕ), es el ángulo limitado por la normal “P” con el plano ecuatorial (Mendoza, 2017).

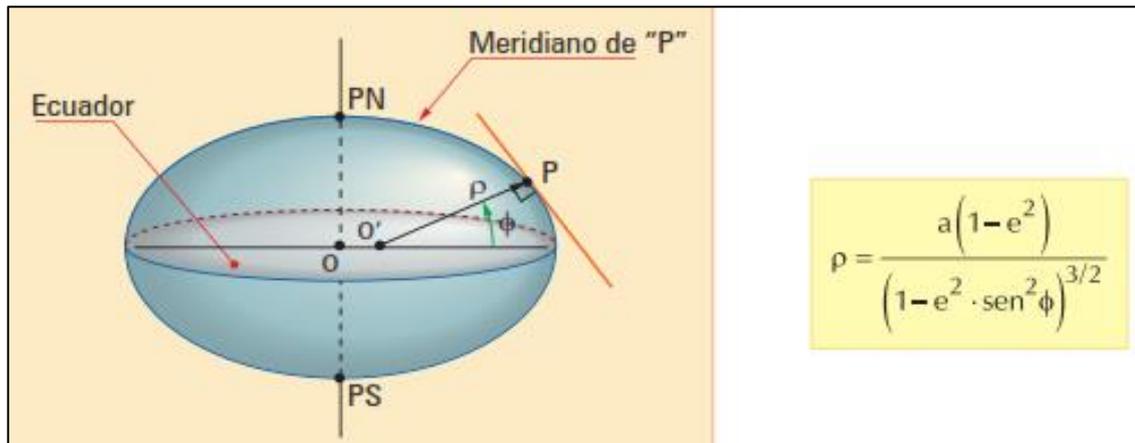


Figura 16. Radio de curvatura del meridiano “P”

Fuente: Mendoza (2017).

c. Radios de curvatura de la primera vertical en el Punto “P”: $Z_{\text{Geodésico}} = 90^\circ$

Es el radio correspondiente al círculo tangente al plano perpendicular a la sección meridiana que pasa por “P” en dicho punto (Mendoza, 2017).

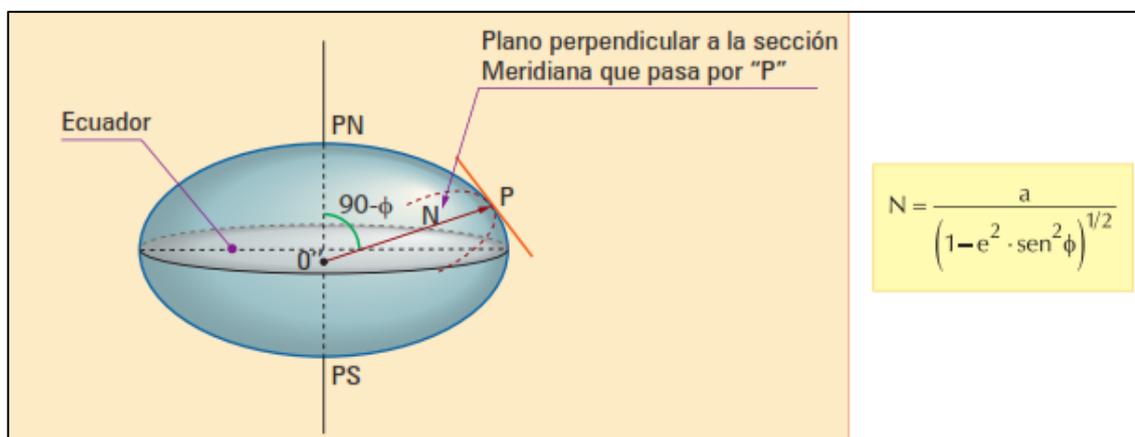


Figura 17. Radio de curvatura del primer vertical “P”

Fuente: Mendoza (2017).

d. Radios medio de curvatura (r)

En cálculos geodésicos, se suele usar el radio medio de curvatura, el cual se define como la media geométrica de R y N respecto al punto en mención (Mendoza, 2017).

$$Rm = \sqrt{PN}$$

e. Factor de escala de un punto (K escala)

Llamado también módulo de anamorfosis lineal puntual, este factor permite proyectar una diferencia de longitud en torno al punto en estudio sobre el plano cartográfico.

En realidad, en un ámbito general, dicho factor depende de la ubicación del mismo y de la dirección en el cual se quiere proyectar; sin embargo, en una proyección conforme, el factor escala es independiente de la dirección (Mendoza, 2017).

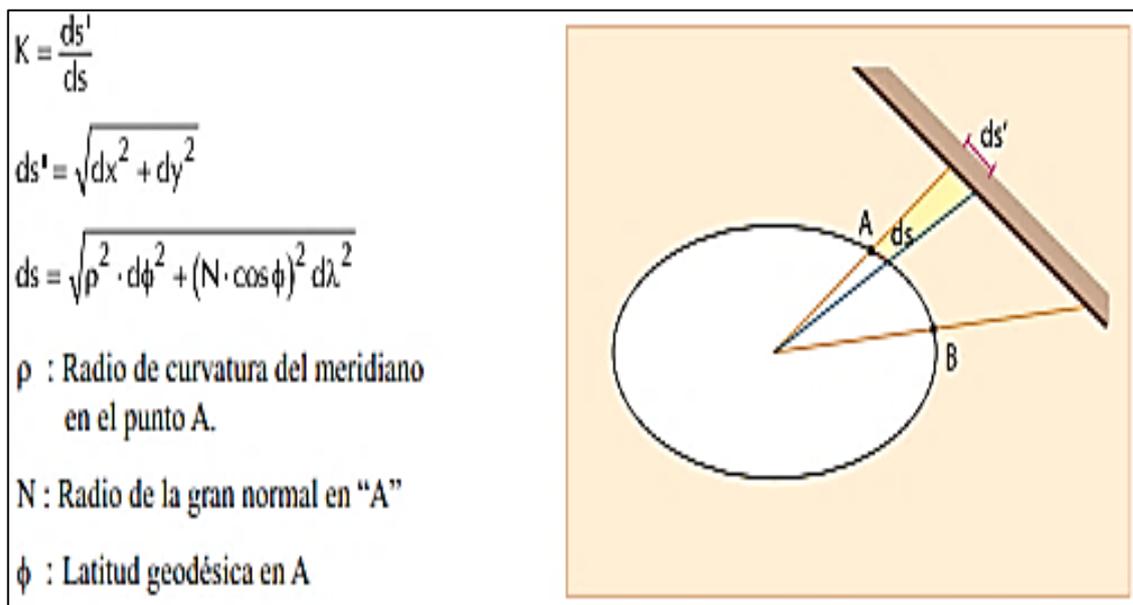


Figura 18. Factor de escala de un Punto

Fuente: Mendoza (2019).

El factor de escala K_{escala} de un punto se puede expresar del siguiente modo:

$K = K_0 \cdot [1 + P \cdot q^2 + 0,00003 \cdot q^4]$			
Donde:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> $q = 0,000001 (X)$ $X = 500\,000 - \text{ESTE}$ $P = \left[\frac{1 + e'^2 \cdot \cos^2 \phi}{2N^2 \cdot K_0^2} \right] \cdot 10^{12}$ </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> e'^2 : Cuadrado de segunda excentricidad. N : Radio de la gran normal en "A". K_0 : Factor de escala en el Meridiano Central = 0,9996 ϕ : Latitud geodésica en A </td> </tr> </table>	$q = 0,000001 (X)$ $X = 500\,000 - \text{ESTE} $ $P = \left[\frac{1 + e'^2 \cdot \cos^2 \phi}{2N^2 \cdot K_0^2} \right] \cdot 10^{12}$	e'^2 : Cuadrado de segunda excentricidad. N : Radio de la gran normal en "A". K_0 : Factor de escala en el Meridiano Central = 0,9996 ϕ : Latitud geodésica en A
$q = 0,000001 (X)$ $X = 500\,000 - \text{ESTE} $ $P = \left[\frac{1 + e'^2 \cdot \cos^2 \phi}{2N^2 \cdot K_0^2} \right] \cdot 10^{12}$	e'^2 : Cuadrado de segunda excentricidad. N : Radio de la gran normal en "A". K_0 : Factor de escala en el Meridiano Central = 0,9996 ϕ : Latitud geodésica en A		

f. Cálculo de la distancia de cuadrícula entre A-B

Sean A y B; dos puntos ubicados sobre la superficie elipsoidal; cuando estos puntos se proyectan al plano cartográfico, se generan los puntos A' y B'.

La longitud de la línea recta que une dichas proyecciones, toma el nombre de la distancia de cuadrícula (L_c) (Mendoza, 2017).

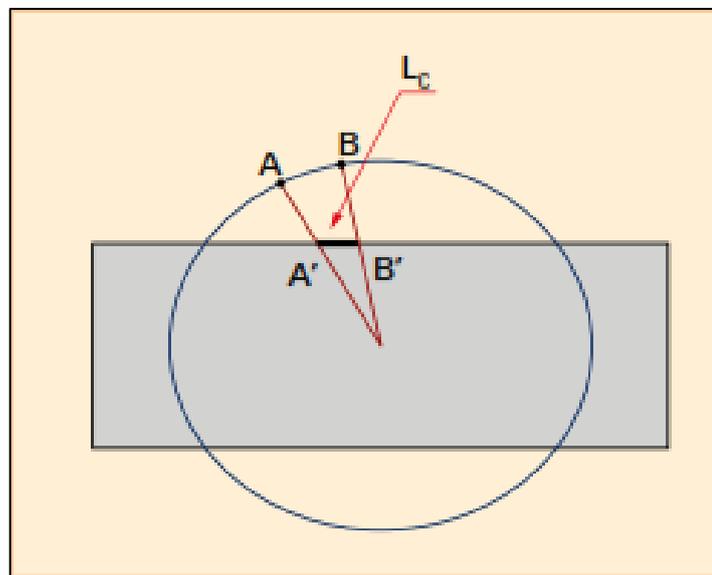


Figura 19. Longitud de cuadrícula

Fuente: Mendoza (2019).

Dado que dicha longitud se desarrolla en un plano; su cálculo está gobernado por la fórmula aplicada al plano cartesiano $y - x$.

$$L_C = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2}$$

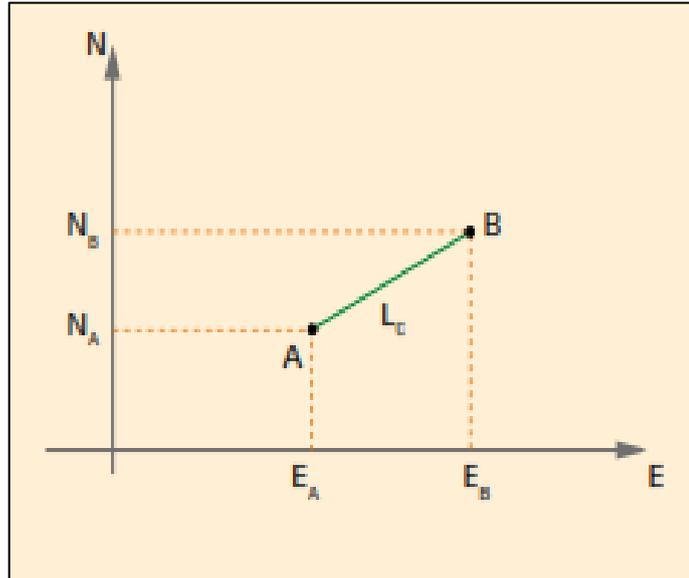


Figura 20. Longitud de cuadrícula

Fuente: Mendoza (2019).

g. Cálculo de la distancia geodésica entre A y B

Distancia Geodésica, es la longitud entre los puntos A y B medida en la superficie del elipsoide de referencia (L_0) (Mendoza, 2017).

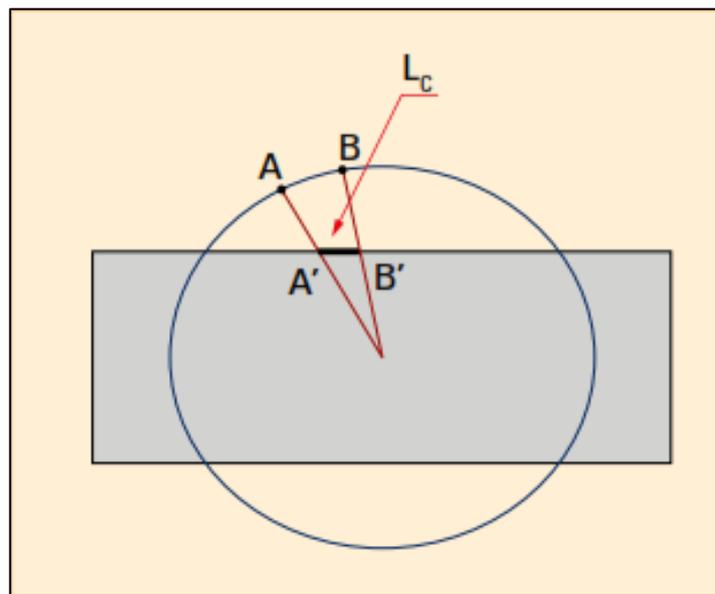


Figura 21. Longitud de cuadrícula

Fuente: Mendoza (2019).

La distancia Geodésica, se puede calcular apoyándonos en el factor de escala de los puntos extremos que limita la mencionada línea.

Sea:
$$K_{ESCALA} = \frac{K_A + K_B}{2}$$

K_A : factor de escala del punto A
 K_B : factor de escala del punto B
 K_{ESCALA} : factor de escala promedio.

Según el concepto de factor de escala:

$$L_o = \frac{L_c}{K_{ESCALA}}$$

Donde:

L_o : distancia geodésica
 L_c : distancia de cuadrícula
 K_{ESCALA} : factor de escala promedio.

h. Factor de elevación (K elevación)

Cuando se realiza la medición de distancia entre dos puntos en el terreno, comúnmente se obtiene como resultado, la distancia geométrica entre ambos puntos; no obstante ser la distancia reducida al horizonte (distancia topográfica) (Mendoza, 2017).

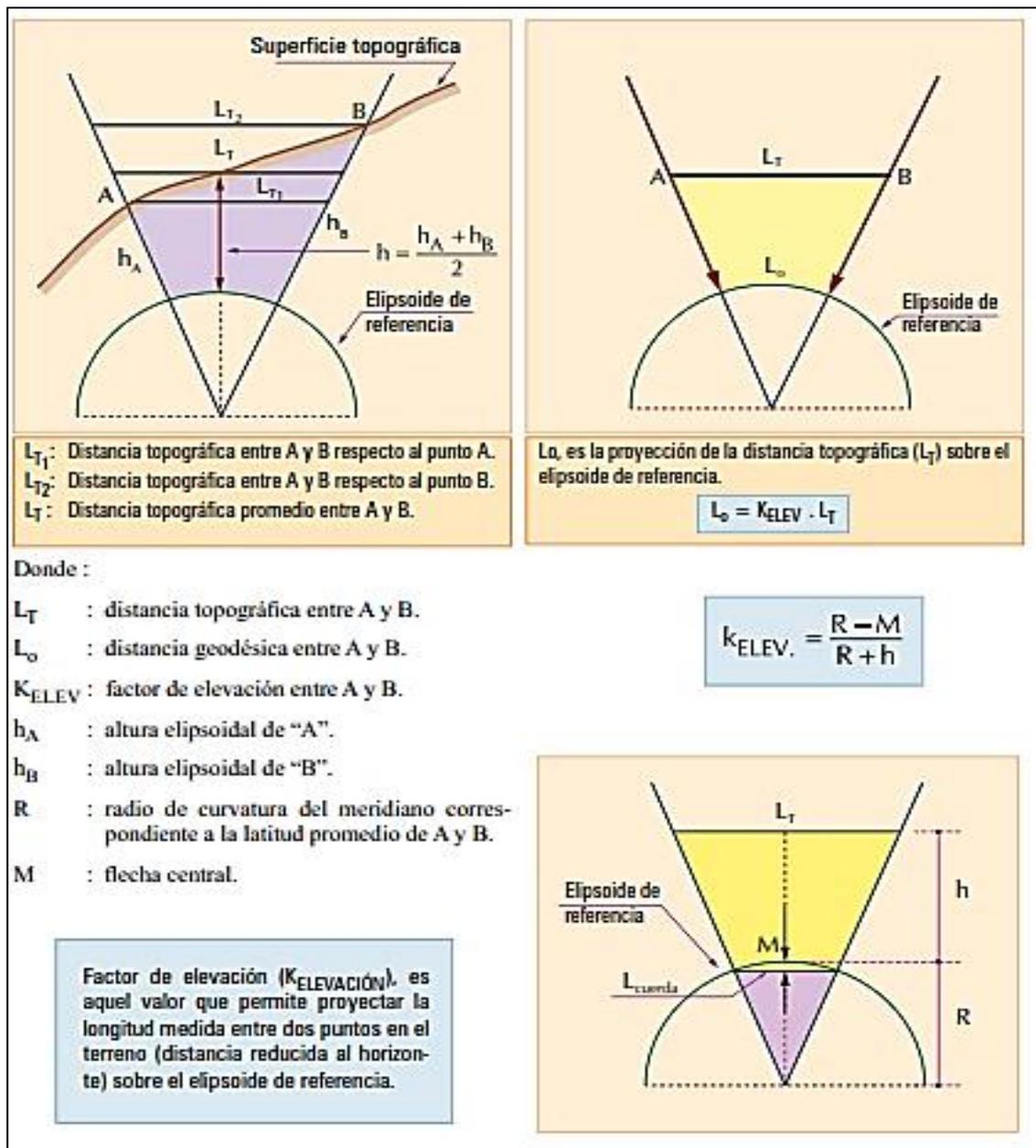


Figura 22. Distancia topográfica promedio

Fuente: Mendoza (2019).

i. Factor combinado (K)

Es el producto proveniente entre el factor de elevación y el factor de escala (Mendoza, 2017).

$$K = (K_{\text{ELEVACIÓN}})(K_{\text{ESCALA}})$$

K : factor combinado entre A y B.

$K_{\text{ELEVACIÓN}}$: factor de elevación entre A y B.

K_{ESCALA} : factor de escala entre A y B.

El factor combinado K , permite transformar la distancia topográfica existente entre dos puntos a distancia de cuadrícula, directamente:

$$L_C = K \cdot L_T$$

L_C : longitud de cuadrícula.

K : factor combinado.

L_T : longitud Topográfica.

2.7 MEDIDA DE DIRECCIONES

La dirección de la línea AB, está determinada por el ángulo horizontal (φ) que forma respecto a un sistema de coordenadas establecidas convencionalmente (Mendoza, 2017).

Comúnmente la dirección de la línea de referencia se determina mediante el azimut o rumbo.

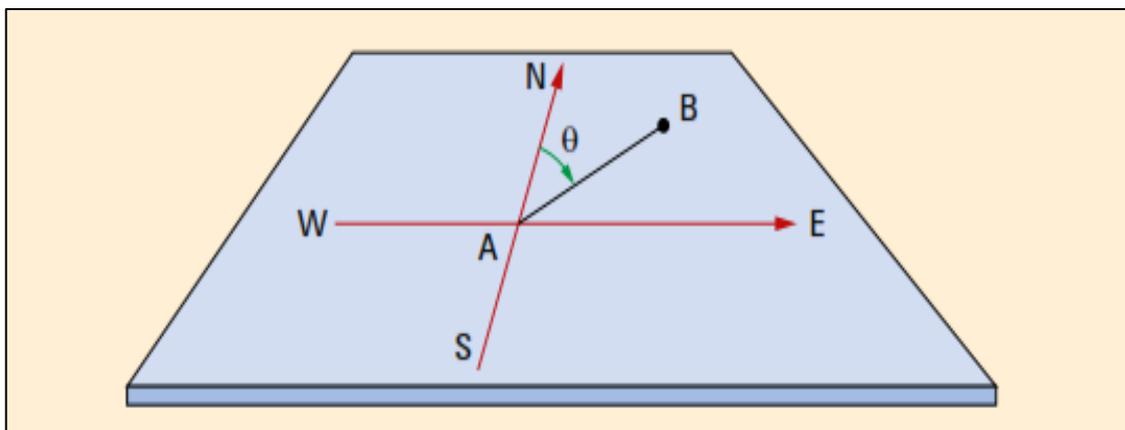


Figura 23. Dirección de azimut o rumbo

Fuente: Mendoza (2019).

a. Meridiano geográfico de un punto A (MG)

El M.G. de un punto del elipsoide de referencia, es la elipse que pasa por dicho punto y por los polos norte y sur de dicho elipsoide (Mendoza, 2017).

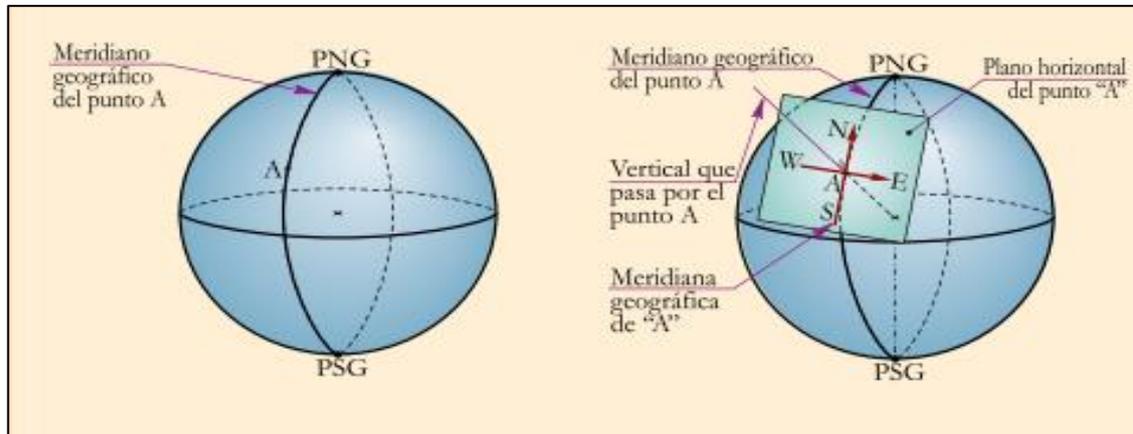


Figura 24. Meridiano geográfico del punto A

Fuente: Mendoza (2019).

b. Meridiano de cuadrícula de un punto A. (M.C)

El M.C. de un punto perteneciente al plano cartográfico UTM, es la línea recta que pasa por dicho punto y que es paralela al meridiano central u origen de la zona correspondiente (Mendoza, 2017).

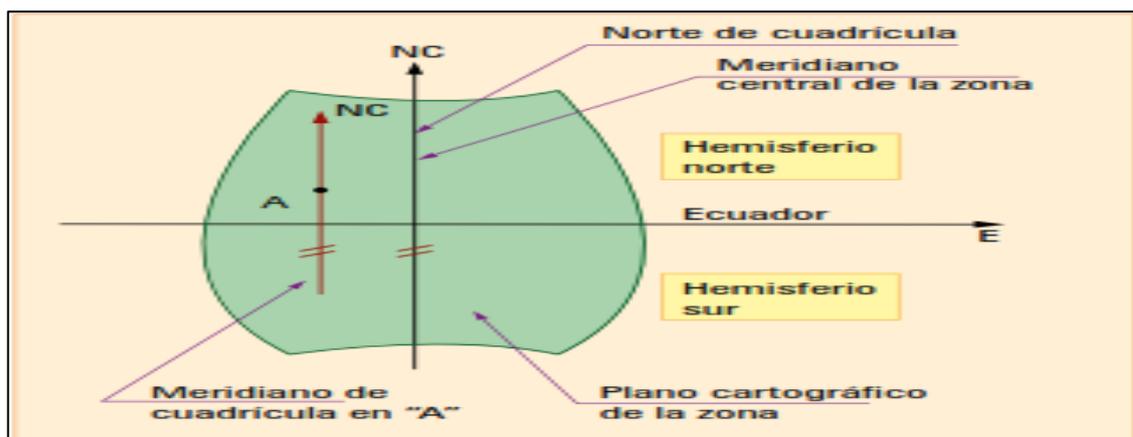


Figura 25. Meridiano de cuadrícula en A

Fuente: Mendoza (2017).

c. Convergencia de meridianos (γ)

Es el ángulo que forma el norte verdadero (Geográfico) con el norte de cuadrícula en un punto. Dicho ángulo es constante a través del tiempo en dicho punto. El signo de (γ) en cada cuadrante de una zona o huso UTM (Mendoza, 2017).

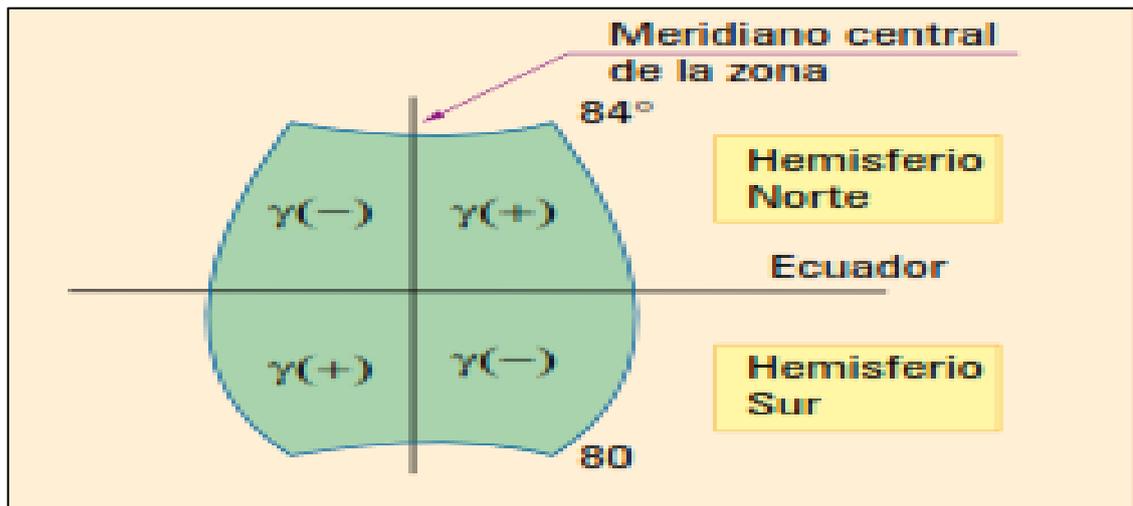


Figura 26. Convergencia de meridianos

Fuente: Mendoza (2019).

d. Azimut de cuadrícula

El azimut de cuadrícula es aquel que se obtiene sobre la proyección del cilindro transversal de Mercator. El azimut de cuadrícula está compuesto por:

- **Azimut Plano: t**

Es aquel ángulo medido desde el norte de cuadrícula, en sentido horario hacia la línea recta que une los puntos A Y B.

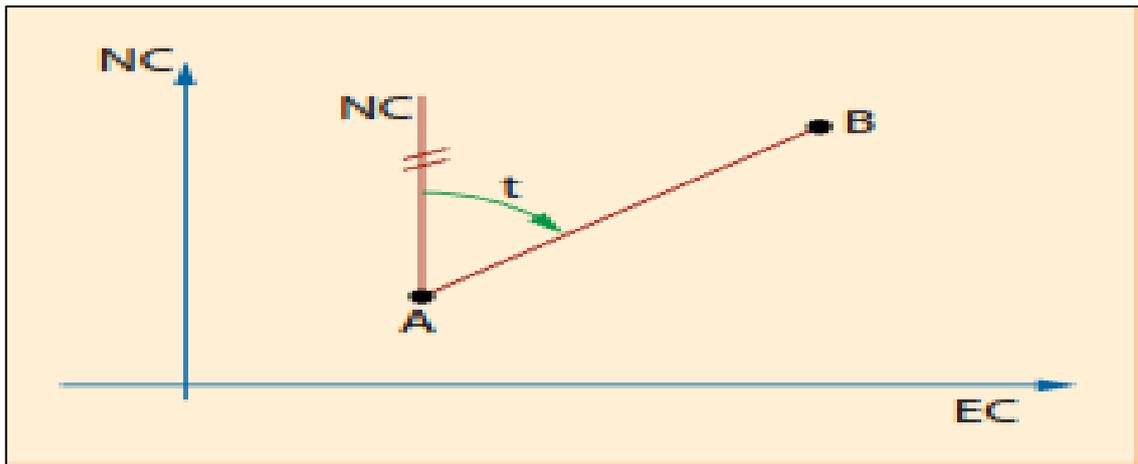


Figura 27. Azimut plano

Fuente: Mendoza (2017).

- **Azimut geodésico proyectado (T)**

La línea recta entre los puntos A y B ubicados en el elipsoide; se proyecta en el cilindro transversal de Mercator como una línea curva cóncava hacia el Meridiano Central.

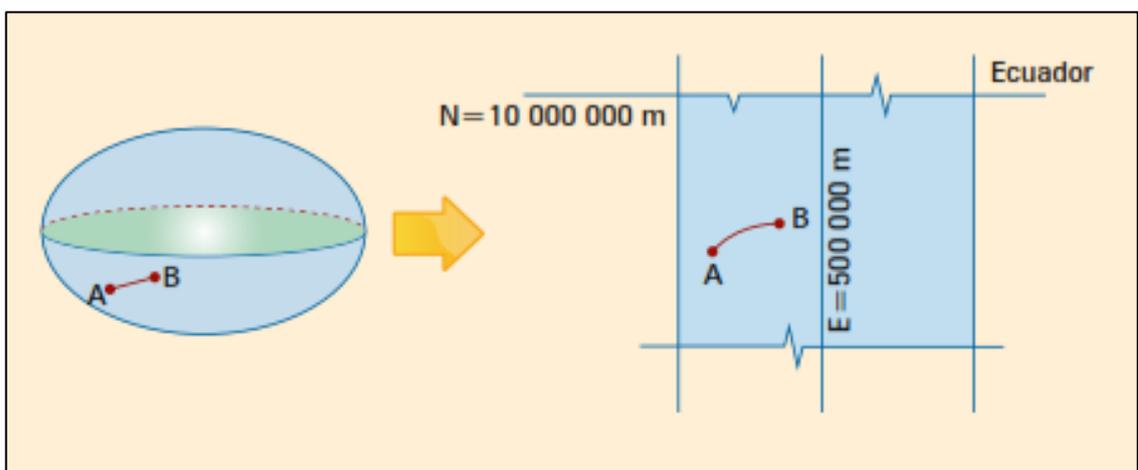


Figura 28. Azimut geodésico proyectado

Fuente: Mendoza (2019).

El ángulo medido en sentido horario desde el norte de cuadrícula hasta la línea tangente en “A”, se le llama Azimut Geodésico proyectado de A.

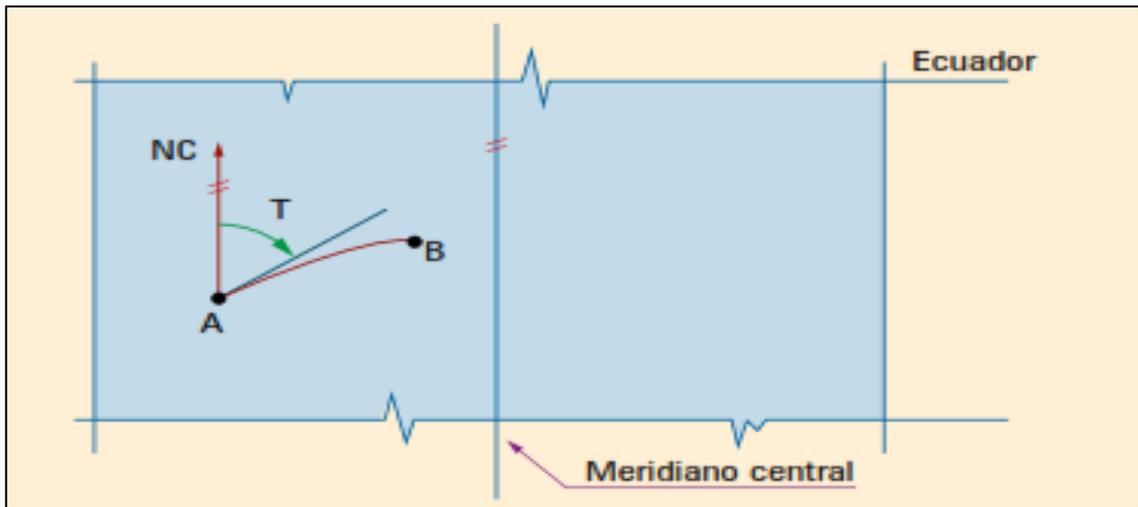


Figura 29. Azimut geodésico proyectado de A

Fuente: Mendoza (2017).

e. Corrección por curvatura (T-t)

Es la diferencia de los Azimuts de cuadrícula antes expuesto y debe ser aplicado en los lados de partida y llegada de una poligonal Geodésica.

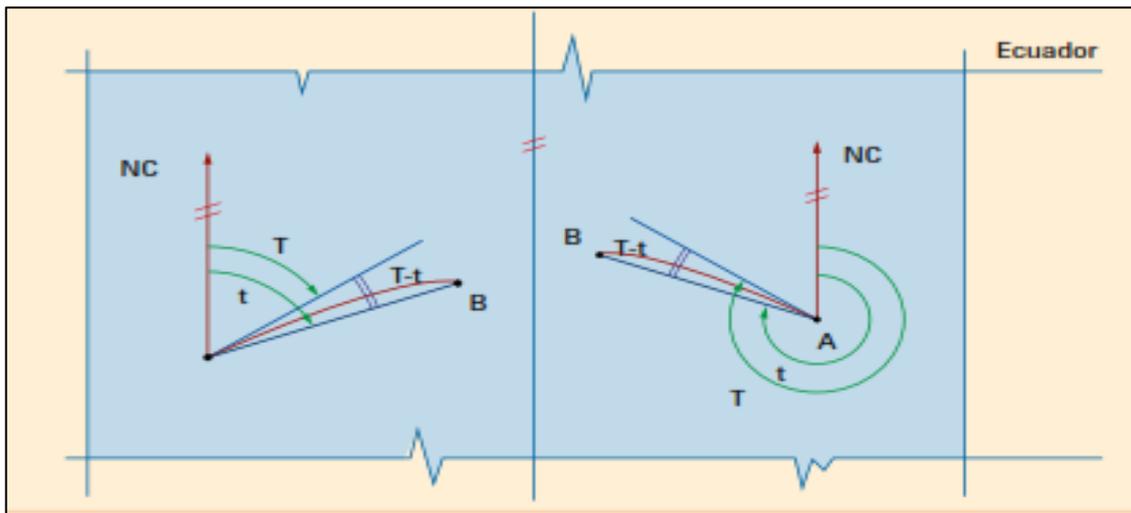


Figura 30. Corrección por curvatura

Fuente: Mendoza (2017).

f. Azimut geográfico o verdadero (ZG)

El azimut geodésico de una línea AB, se calcula del siguiente modo:

$$Z_G = T + \gamma$$

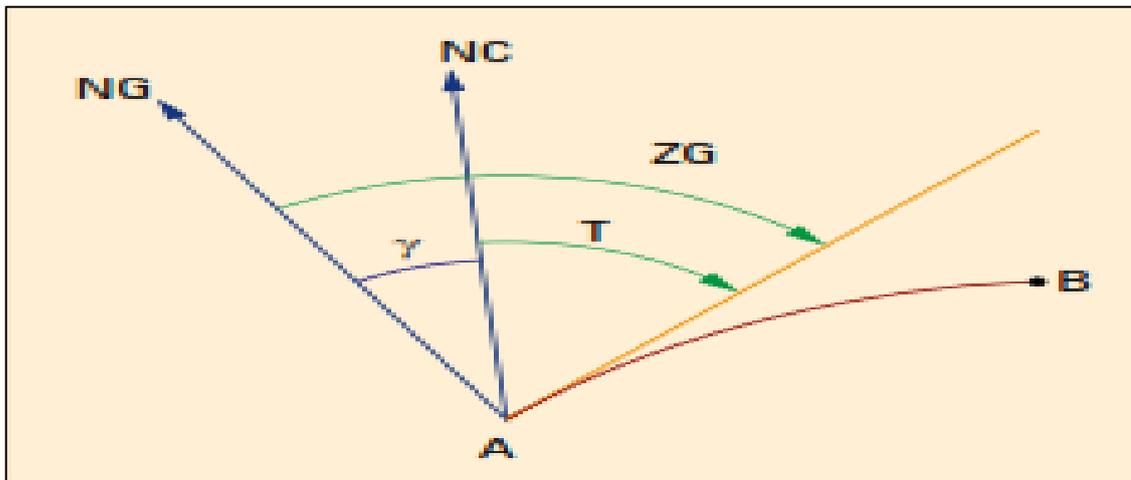


Figura 31. Azimut geográfico

Fuente: Mendoza (2017).

2.8 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS

El GPS (Global Positioning System) es un sistema de navegación creado por el departamento de defensa de los estados unidos, basados en un conjunto de satélites que giran en orbitas respecto a la tierra con el objetivo de determinar la posición de un punto en cualquier parte de nuestro planeta, gracias a la presencia de un receptor (Mendoza, 2017).

2.9 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

Permiten determinar las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado como resultado de la recepción de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la tierra para fines de navegación, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas y otras actividades afines. Un sistema de navegación basado en satélites artificiales puede proporcionar a los usuarios información sobre la posición y la hora (cuatro dimensiones) con una gran exactitud, en cualquier parte del mundo, las 24 horas del día y en todas las condiciones climatológicas.

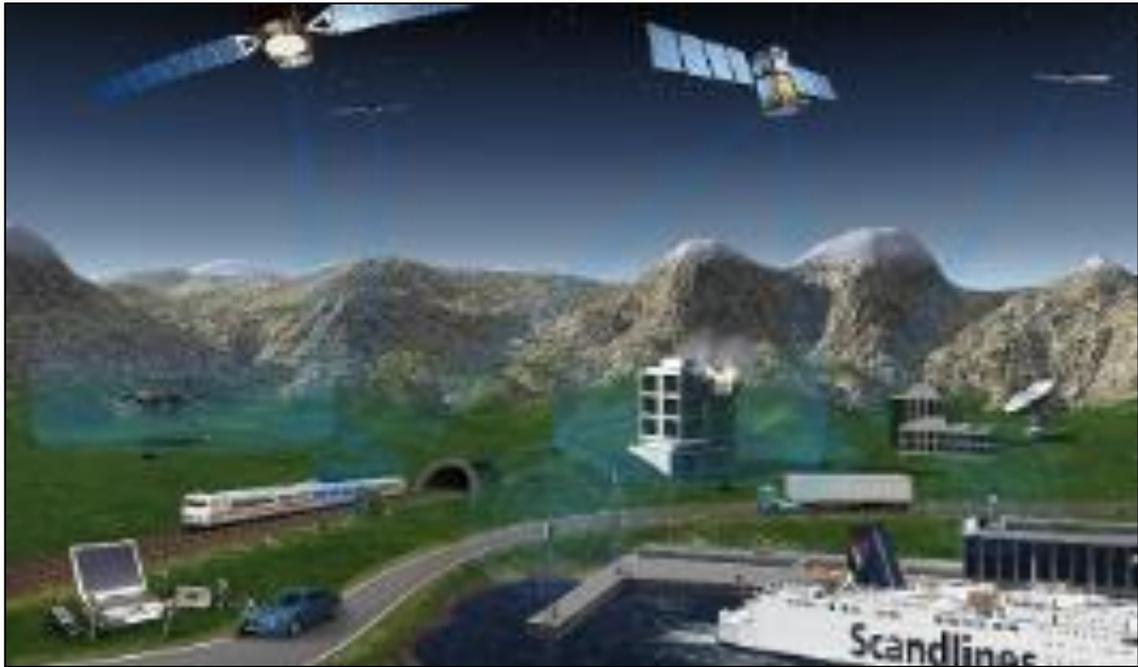


Figura 32. Sistema GNSS

2.10 COMPONENTES DEL SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

Segmento espacial

Está compuesto por todos los satélites, destinados para este fin, girando alrededor de la tierra con velocidad angular constante, aunque es afectado por la presencia del sol, la luna, etc. En virtud a ello, se hace conocida sus coordenadas (efemérides), información imprescindible en la georreferenciación de un punto. A la fecha existen varias constelaciones: GPS (NAVSTAR), GLONASS, GALILEO, BEIDOU Y MICHIBIKI. (Mendoza, 2017).

Segmento de control

Consiste en un sistema estaciones localizadas alrededor del mundo, cuyo objetivo es controlar desde tierra las constelaciones GNSS (Mendoza, 2017).



Segmento usuario

Está compuesto por un dispositivo que codifica la información satelital GPS, así como un software de procesamiento, cuyo producto final, son las coordenadas del mismo. Su costo es relativamente módico, dependiendo de la precisión y los objetivos que se persiga, a no ser que se requiera coordenadas precisas y exactas para trabajos de topografía y/o geodesia, en cuyo caso los receptores alcanzan cifras de varias decenas de miles de dólares (Mendoza, 2017).

2.11 NORMA TÉCNICA PARA POSICIONAMIENTO GEODÉSICO

Base Legal

Ley N°27292-Ley del instituto Geográfico Nacional.

2.11.1 Términos y definiciones

a. Altura de antena

La altura de la antena es la distancia vertical desde la marca del terreno al punto de referencia de la antena (ARP) (IGN, 2015).

b. Punto de referencia de antena (ARP)

Es el punto físico en una antena GNSS. Está definido como la intersección del eje de simetría de la antena con la parte inferior de la misma, el ARP varía entre los tipos de antena (IGN, 2015).

c. Dilución de la precisión geométrica (GDOP)

La relación entre los errores en la posición y tiempo del usuario y errores en la distancia de los satélites (IGN, 2015).



d. Dilución de precisión de posición (PDOP)

Expresa la relación entre el error en la posición del usuario y el error en la posición del satélite. Indica el momento en que la geometría del satélite puede facilitar los resultados más exactos (IGN, 2015).

e. Efemérides GNSS

Es una tabla de valores que da las posiciones de los satélites GNSS en un momento dado existen dos tipos: Precisas y Transmitidas (IGN, 2015).

f. Estación de rastreo permanente (ERP)

Es una instalación fija cuya ubicación se ha determinado con precisión y exactitud donde un receptor del GNSS recibe las señales de los satélites y una interfaz de internet, telefónica o radial emite estas señales al centro de procesamiento (IGN, 2015).

g. Estación base

Es aquella que siendo extremo de un vector se asume como de coordenadas conocidas. También se le suele llamar “estación de referencia” (IGN, 2015).

h. Mascara de elevación

Es el ángulo de elevación mínimo que tendrán los equipos GNSS para recibir señal de los satélites. Este ángulo es configurable y se considera como ideal 10° de elevación para evitar problemas de interferencia causados por edificios árboles (IGN, 2015).

i. Post-procesamiento

Procesamiento de datos obtenidos en el terreno después de la observación GNSS (IGN, 2015).



j. Rinex

Acrónimo de Receiver Independent Exchange Format, es el formato universal de intercambio entre receptores independientes. Fichero ASCII con información legible por cualquier software de diferentes marcas (IGN, 2015).

k. Solución fija

La solución fija se obtiene, cuando el procesador de línea base resuelve la búsqueda de ambigüedad y se han fijado en sus valores enteros, y lo hace con una fiabilidad que le permite seleccionar el mejor conjunto de enteros (IGN, 2015).

l. Solución flotante

Se obtiene cuando el procesador de líneas base no es capaz de resolver la búsqueda de ambigüedad del entero con suficiente fiabilidad y por lo tanto no logra seleccionar el mejor conjunto de enteros. Se denomina flotante por que la ambigüedad incluye una parte fraccionaria (IGN, 2015).

2.12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA POSICIONAMIENTO GEODÉSICO

2.12.1 Clasificación de puntos geodésicos

Nos permitiremos presentar un extracto de la norma técnica geodésica del Perú publicada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), en diciembre del año 2015. Con el objetivo de unificar un marco de referencia geodésico, todos los trabajos de georreferenciación estarán referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN). Los puntos geodésicos en el territorio nacional se clasifican de la siguiente Punto Geodésico Orden “0”



Es orden es considerado a nivel continental, y están destinados para estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre, de sus efectos geodinámicos y trabajos en los que requiera una precisión a un nivel máximo de 4.00 mm; estos puntos servirán para la densificación de la Red Geodésica Nacional. Punto Geodésico Orden “A”

Este orden debe aplicarse para aquellos trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia continental básico, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6.00 mm. Punto Geodésico Orden “B”

Este orden se destina a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como la geodinámica y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 8.00 mm. Los trabajos que se hagan dentro de esta clasificación deben integrarse a la red geodésica básica nacional y ajustarse junta con ella. Punto Geodésico Orden “C”

Este orden debe destinarse al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm. Punto de apoyo (PFCH).

Estos son puntos geodésicos característicos de los puntos geodésicos de orden “C”, no son monumentados y se destinarán a los puntos de foto control de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y desarrollo urbano – rural, el nivel de precisión de estos puntos no serán mayores a 10.00 mm.

El trabajo de campo para establecimientos de puntos geodésicos debe cumplir los siguientes requerimientos.



a. Puntos Geodésicos de Orden “0”

para la toma de datos de todo los puntos geodésicos de orden “0”, se utilizara el método relativo estático, apoyado con no menos de seis puntos geodésicos del mismo orden a nivel continental, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 4 000 km al punto geodésico que se quiere instalar, con un intervalo de registro no mayor a 15 segundos, considerando el tiempo continuo mínimo en el cambio de dos ciclos de la luna (14 días) con una elevación de la máscara no mayor a diez (10) grados sobre el horizonte (preferiblemente a cero grados) y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

b. Puntos Geodésicos de Orden “A”

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “A”, se utilizara el método relativo estático, apoyado con no menos de tres puntos geodésicos de orden “0” a nivel nacional, que existen separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 500 Km al punto geodésico que se quiere instalar, con un intervalo de registro no mayor a 15 segundos, considerando el tiempo continuo mínimo en el cambio de un ciclo de la luna (7 días), con una elevación de la máscara no mayor a diez (10) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

c. Puntos Geodésicos de Orden “B”

Para la toma de datos de todo los puntos geodésicos de orden “B”, se utilizara el método relativo estático, apoyado con no menos de tres puntos geodésicos de orden “0” o tres puntos geodésicos de orden “A” o tres puntos geodésicos de orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 250 Km al punto geodésico que se quiere instalar, con un intervalo de registro no mayor a 5 segundos, considerando el tiempo continuo mínimo en el cambio de dos séptimos de ciclo



de la luna (2 días), con una elevación de la máscara no mayor a diez (10) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

d. Puntos Geodésicos de Orden “C”

Para la toma de datos de todo los puntos geodésicos de orden “C”, se utilizara el método relativo estático, estos se obtendrán con apoyo de por lo menos un punto geodésico, ya sea de orden “0”, orden “A” u orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere establecer, considerando el tiempo continuo de observación no menor a 900 registros o épocas (de coincidencia con la base), con una elevación de la máscara no mayor a quince (15) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

e. Puntos de Apoyo “PFCH”

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de apoyo (PFCH), podrán obtener por técnicas diferenciales del sistema satelital de navegación Global anteriormente descritas, estos se obtendrán con apoyo mínimo de un (1) punto geodésico de orden “0”, ó un (1) punto geodésico de orden “A” ó un (1) punto geodésico de orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 km al punto geodésico que se quiere apoyar. Considerando el tiempo de observación igual que los puntos geodésicos de orden “C”. manera (Mendoza, 2017).

2.13 MÉTODO EN LAS OBSERVACIONES SATELITALES

a. Método con postproceso

Se instala uno o varios receptores (GPS) en puntos específicos para luego realizar las observaciones satelitales, una vez culminado el trabajo de campo, se lleva a cabo la

transferencia de información del receptor a la computadora obteniendo como resultado digital un archivo conteniendo la información, el cual deberá ser procesado por algún software específico para así obtener las coordenadas buscadas.

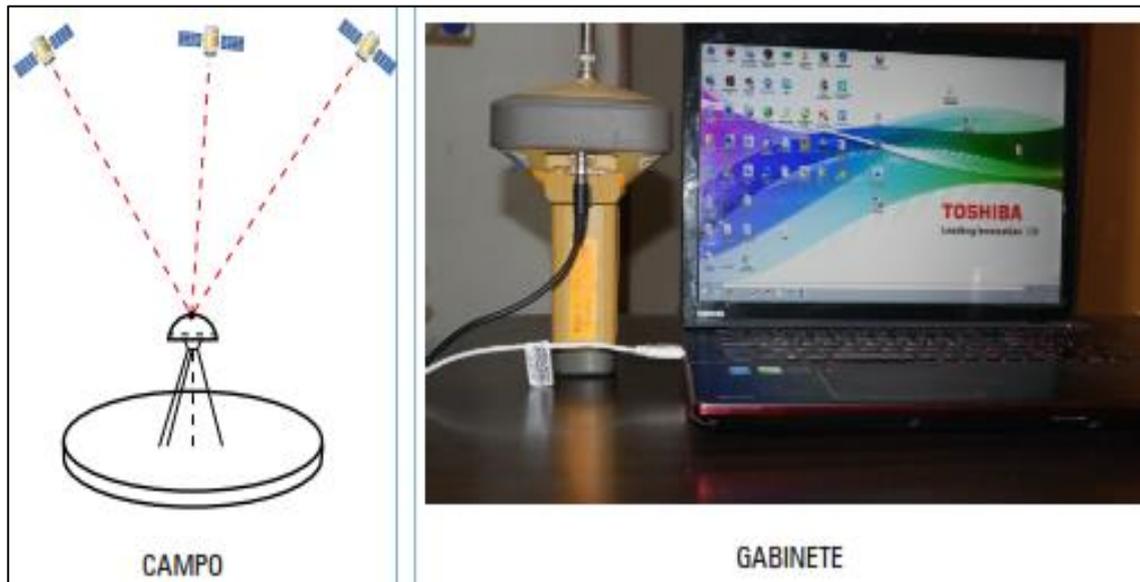


Figura 33. Método con Post proceso

Fuente: Mendoza (2019).

b. Método autónomo

Consiste en el uso de un solo receptor, este recibirá las señales de los diversos satélites y los almacenará en su memoria según el intervalo de tiempo configurado.

Finalmente, después del post proceso se obtendrá el promedio de todas las coordenadas obtenidas provenientes de las observaciones satelitales.

Al valor de las coordenadas obtenidas se les llama autónomas o navegadas, dado que estos se encuentran acompañados de los diversos errores analizados páginas atrás, tales como la falta de sincronización de los relojes, la acción de la ionosfera, las efemérides, la disponibilidad selectiva, por tanto, es de esperar que las coordenadas encontradas engloben un error de varios metros o incluso decenas de metros.



Figura 34. Método autónomo

Fuente: Mendoza (2017).

c. Método o modo diferencial – estático (DGPS)

Se basa en el empleo de dos receptores: el receptor BASE (A), ubicado en un punto de coordenadas conocidas, y el receptor ROVER (B), instalados en un punto cuyas coordenadas se requieren conocer.

Es importante que las observaciones se realicen simultáneamente.

El vector desplazamiento entre ambos receptores es conocido como línea base y es recomendable que no supere los 100km.

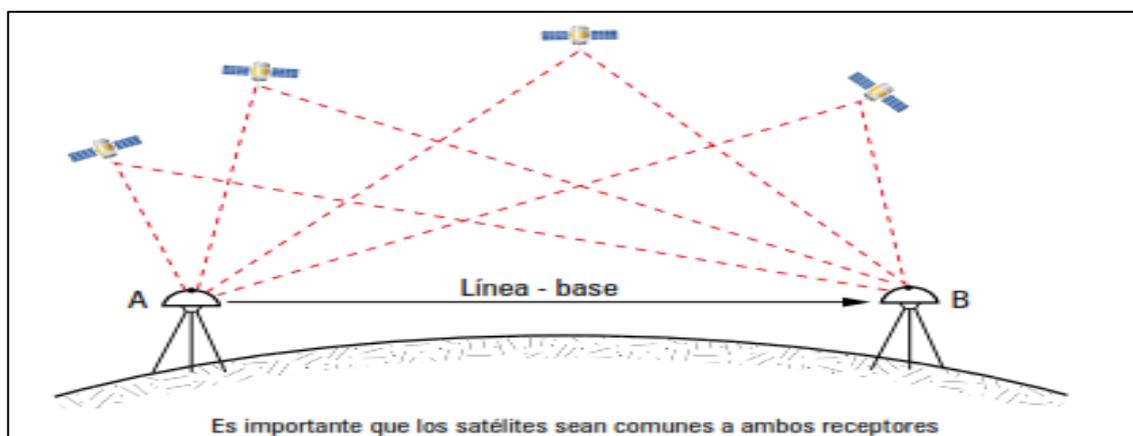


Figura 35. Método o modo diferencial

Fuente: Mendoza (2017).

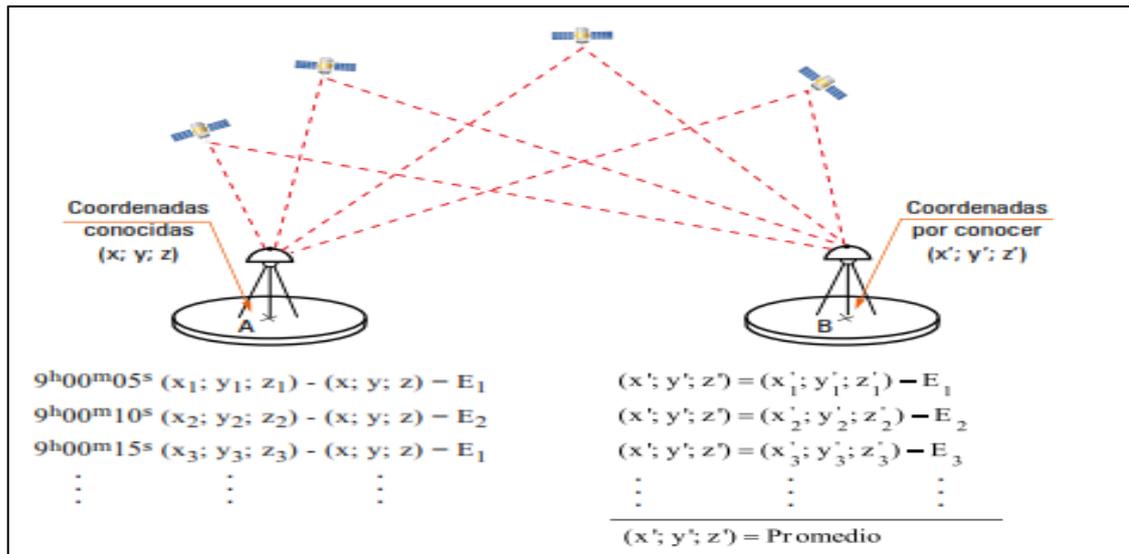


Figura 36. Coordenadas Navegadas Base-Rover

Fuente: Mendoza (2017).

2.14 TOPOGRAFÍA

Es una rama de la ingeniería que se propone determinar la posición relativa de los puntos, mediante la recopilación y procesamiento de las informaciones de las partes físicas del geoide, considerando hipotéticamente que la superficie terrestre de observación en una superficie plana horizontal. En términos simples: la topografía se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña (Mendoza, 2017).

La topografía (del griego “topos”, lugar y “graphein”, describir) es una ciencia aplicada que trata de la obtención de información física y su procesamiento numérico, para lograr la representación geométrica, ya sea en forma gráfica o analítica, del espacio físico que nos rodea. Las ciencias en las que se sustenta son la geometría, las matemáticas, la física y la astronomía, de ahí su carácter de ciencia aplicada (Zamarripa, 2013).

La topografía, que recientemente se ha denominado también geomática de manera alternativa se ha definido tradicionalmente como la ciencia, el arte y la tecnología para



encontrar o determinar las posiciones relativas de puntos situados por encima de la superficie de la tierra, sobre dicha superficie y debajo de ella. Sin embargo, en un sentido más general, la topografía (geomática) se puede considerar como la disciplina que comprende todo el método para medir y recopilar información física acerca de la tierra y nuestro medio ambiente, procesar esa información y difundir los diferentes productos resultantes a una amplia variedad de clientes (Wolf & Ghilani, 2016).

2.14.1 El punto de control en la topografía

Dice que el punto de control o punto topográfico, es aquel punto a partir del cual se realiza las mediciones lineales y/o angulares.

En ocasiones estos puntos sirven de referencia para definir la dirección de un alineamiento. Los puntos topográficos se dividen en dos: (Mendoza, 2017).

Puntos topográficos permanentes: son puntos de referencia fijos, creados antes y al margen del levantamiento topográfico, así tenemos, por ejemplo: los faros, las astas de las plazas, las antenas, los para rayos, hitos.

Puntos topográficos temporales: son puntos creados especialmente para la realización de un proyecto, generalmente estos puntos deben desaparecer finalizado el levantamiento. Estos puntos se marcan con estacas de madera o fierro y se recomienda pintarlas para poder ubicarlas fácilmente, así mismo estas deben estar referidas a una estructura cercana.

2.14.2 Importancia de los puntos topográficos

En topografía cada punto topográfico representa el origen de un subsistema de coordenadas y gracias a él se podrá determinar la posición de otros puntos (Mendoza, 2017).



a. Medición de distancias

Hace algunos años medir la distancia entre dos puntos, era labor de especialistas, dado su característica tediosa en cuanto al proceso de medición. Generalmente el topógrafo realizaba la medición tan solo de algunas distancias, dejando el saldo al cálculo trigonométrico.

Hoy en día la tecnología, nos ofrece equipos sofisticados y métodos muy simples que solo basta oprimir un botón, para medir la distancia requerida y en cuestión de segundos obtener digitalmente el resultado buscado.

En topografía, las distancias que se miden corresponden a líneas rectas, no obstante que la superficie terrestre no es plana.

Si consideramos el radio de la Tierra $R \approx 6370$ km:

Tabla 1. Esfericidad terrestre

Distancia AB (Km)	e (mm)
1	0.01
5	0.26
10	2.05
15	6.93
20	16.43
25	32.09
30	55.45

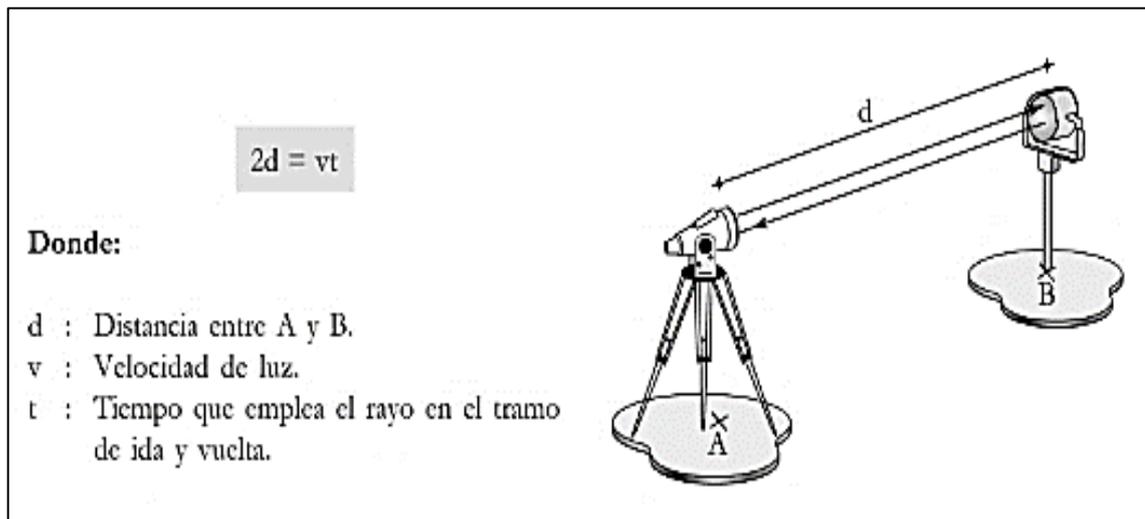
Fuente: Mendoza (2019).

Del cuadro se observa que el error “e”, crece lentamente hasta $d = 15$ Km., con lo cual la diferencia “e” es aproximadamente 7mm y por tanto el error relativo de $1/2\ 140\ 000$, considera de muy elevada precisión. No obstante, los equipos topográficos actuales

tienen un alcance mucho menor a 10 km lo cual induce a despreciar la influencia de la esfericidad terrestre en la medición de distancias (Mendoza, 2017).

b. Medición electrónica de distancia (MED)

Este método mide directamente la distancia que hay entre dos puntos, gracias a la propagación de la energía electromagnética (ida y vuelta) desde su punto de emisión hasta un receptor ubicado en otra posición. El principio inicial se basa en la ley correspondiente al movimiento rectilíneo uniforme.



En la actualidad los equipos que usan MED, emplean el mismo principio (ondas electromagnéticas) pero miden el desfase final o fracción de onda repitiéndose esta operación para ondas de diferentes frecuencias (menor o mayor); obteniendo como resultado la distancia buscada (Mendoza, 2017).

Tabla 2. Precisión en la medición de distancias

Método	Precisión relativa	Uso	Instrumento
A pasos	1/100 a 1/200	Levantamiento a escala pequeña, comprobación de mediciones de mayor precisión.	Podómetro
Estadía	1/300 a 1/1000	Levantamiento de detalles, comprobación de mediciones de mayor precisión.	Teodolito y mira
Medición Ordinaria Con cinta	1/3000 a 1/5000	Poligonales para levantamientos de terreno y levantamientos topográficos de control de rutas y construcción.	Cinta de acero, estacas y Plomadas.
Medición precisa con Cinta	1/1000 a 1/3000	Poligonales de levantamientos en ciudades, líneas de base para triangulación de baja precisión y levantamientos de construcción.	Cinta de acero calibrada, termómetro, dinamómetro.
Medición electrónica De distancia	±(10 mm + 10ppm) a ±(0.2 mm + 0.2 ppm)	Se emplea en todos tipos de levantamiento desde taquimetría, poligonales de precisión, medición de deformaciones, replanteos de precisión hasta en redes geodésicas básicas.	Distanciómetros o estación total y prisma
Sistema de posicionamiento Global	±(10 mm + 10ppm) a ±(3 mm + 0.01 ppm)	Redes de alta precisión, medición de control geodinámico, geodesia de alta precisión.	Receptores GPS diferencial.

Fuente: Mendoza (2017).

Errores en la medición electrónica de distancia

Partes por millón (ppm). Expresa la precisión o error relativo de una medición.

$\pm 1\text{ppm} = \pm \frac{1\text{mm}}{1\text{km}}$; significa que por cada kilómetro de distancia puede existir un

error de $\pm 1\text{mm}$.

Para $\pm 1\text{ppm}$; el error relativo será:

$$E_R = \frac{1\text{mm}}{1\text{km}} = \frac{1\text{mm}}{1000000\text{mm}} = \frac{1}{\left(\frac{1000000\text{mm}}{1\text{mm}}\right)} = \frac{1}{1000000}$$

Para $\pm 5\text{ppm}$; el error relativo será:

$$E_R = \frac{5\text{mm}}{1\text{km}} = \frac{5\text{mm}}{1000000\text{mm}} = \frac{1}{\left(\frac{1000000\text{mm}}{5\text{mm}}\right)} = \frac{1}{200000}$$



Deducimos que ± 1 ppm es más preciso respecto a ± 5 ppm. (Mendoza, 2017).

c. Análisis general

Según la clasificación de errores estas se dividen en: propios, sistemáticos y accidentales.

Si los valores medidos son almacenados en una libreta electrónica tal como sucede en una estación total, la probabilidad de la existencia de errores propios es casi nula; motivo por el cual tan solo se toma en cuenta los otros dos tipos de errores (Mendoza, 2017).

d. Análisis de los errores sistemáticos

Sabemos que estos generalmente aparecen debido a la influencia de agentes externos tales como la presión atmosférica, temperatura, humedad etc. En distanciómetros electrópticos y laser, los dos primeros tienen mayor incidencia; no obstante que estos afectan nuestros resultados, es posible su corrección mediante leyes matemáticas (Mendoza, 2017).

El valor de las correcciones atmosféricas es obtenido fácilmente con el siguiente Nomograma, para una humedad relativa de aire de 60%.

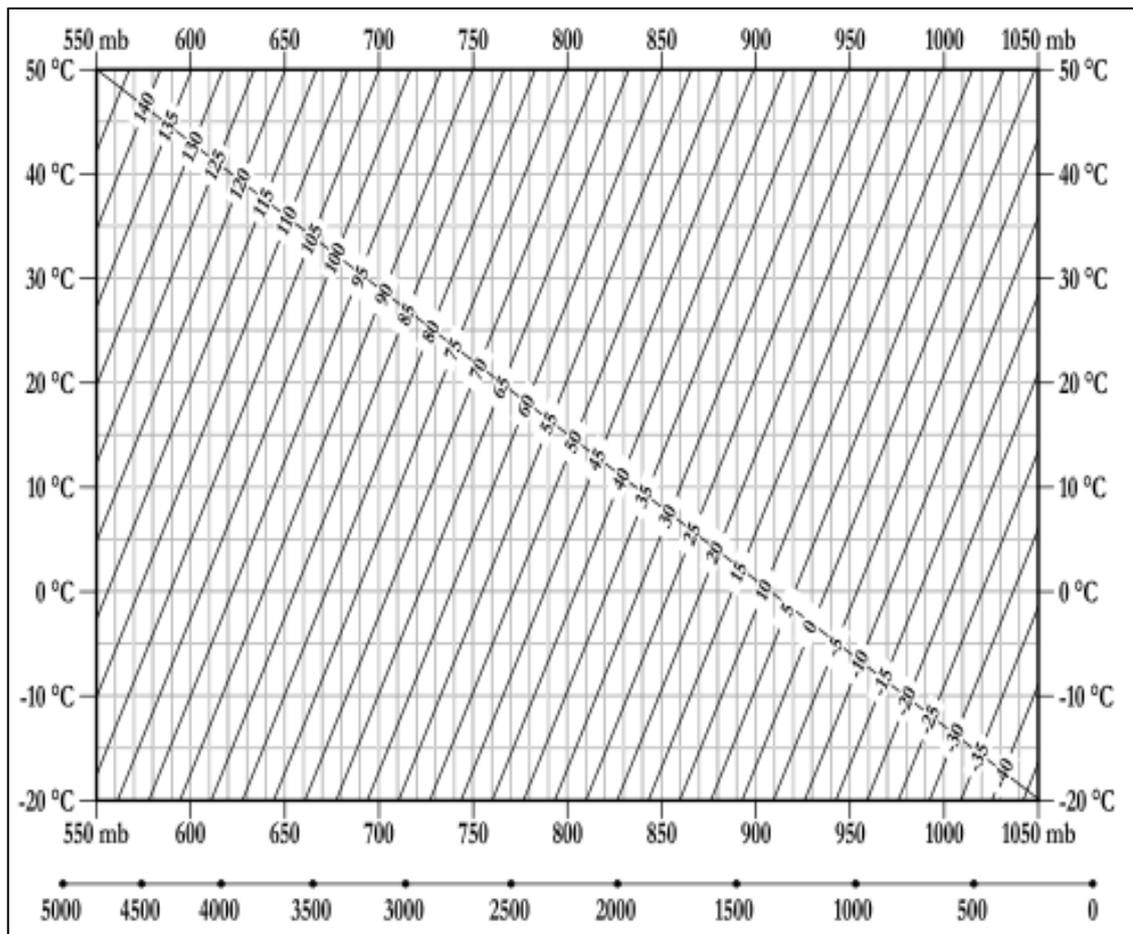


Figura 37. Nomograma Presión Atmosférica - ppm

Fuente: Mendoza (2019).

En la actualidad, la mayor parte de los distanciómetros se encuentran integradas en las estaciones totales; y en ellos se presentan dos opciones para definir la corrección atmosférica: una manera es medir en campo las lecturas de temperatura y presión para luego introducir los valores al equipo, este calcula la ppm; otra forma es digitar el valor de la corrección directamente al instrumento, para lo cual será necesario hacer uso del nomograma.

Después de haber sido ingresado la ppm correspondiente, las distancia medidas con posterioridad se autocorregirán automáticamente, dándonos distancias corregidas.

Tabla 3. Relación: Altitud – Presión Atmosférica

Altura sobre el nivel del mar en metros	Presión atmosférica		Altura sobre el nivel del mar en metros	Presión atmosférica	
	mmHg	mbar		mmHg	mbar
0	760	1 013.25	2 500	560	746.61
100	751	1 001.25	2 600	553	737.27
200	742	989.25	2 700	546	727.94
300	733	977.25	2 800	539	718.61
400	725	966.59	2 900	532	709.28
500	716	954.59	3 000	526	701.28
600	707	942.59	3 100	519	691.94
700	699	931.92	3 200	512	682.61
800	690	919.92	3 300	506	674.61
900	682	909.26	3 400	500	666.61
1 000	674	898.59	3 500	493	657.28
1 100	666	887.93	3 600	487	649.28
1 200	658	877.26	3 700	481	641.28
1 300	650	866.60	3 800	474	631.95
1 400	642	855.93	3 900	468	623.95
1 500	634	845.26	4 000	462	615.95
1 600	626	834.60	4 100	456	607.95
1 700	618	823.93	4 200	450	599.95
1800	611	814.60	4 300	444	591.95
1 900	604	805.27	4 400	439	585.29
2 000	596	794.60	4 500	433	577.29
2 100	589	785.27	4 600	427	569.29
2 200	581	774.60	4 700	422	562.62
2 300	574	765.27	4 800	416	554.62
2 400	567	755.94	4 900	410	546.62
2 500	560	746.61	5000	405	539.96

Fuente: Mendoza (2017).



e. Análisis de los errores accidentales

Los errores accidentales en estos equipos suelen expresarse con una desviación estándar mediante la siguiente expresión:

$$\bar{E} = \pm(a + b * D)$$

Dónde:

a: es un valor constante en mm.

b: es un valor proporcional a la distancia medida; se expresa en ppm (partes por millón).

f. Distancia medida en km.

Numéricamente se puede expresar un error como:

$$\bar{E} = \pm(3mm + 3ppm)$$

En este caso para 500 metros de distancia se tendrá:

$$\bar{E} = \pm(3mm + 3 \frac{mm}{km} * 0.5km) = \pm(3mm + 1.5mm)$$

$$E = \pm\sqrt{3^2 + (1.5)^2} = 3.4mm \text{ (Error más probable)}$$

Traducido a error relativo:

$$\text{Error relativo} = \frac{1}{\frac{500000}{3.4}} = \frac{1}{147000}$$

En distancias cortas, el error constante se hace importante; mientras que en distancias largas el error variable es considerable. La precisión de un distanciómetro está



definida por el error accidental; así un distanciómetro de $\pm (1\text{mm}+1\text{ppm})$, constituye un equipo de alta precisión.

La mayor parte poseen un error de $\pm (3\text{mm}+3\text{ppm})$; no obstante, también se puede encontrar equipos de $\pm (5\text{mm}+5\text{ppm})$; los cuales siguen siendo de precisión respetable, muestra de ello es que para una distancia de 1km se obtiene un error relativo de 1/141000 (Mendoza, 2017).

Tolerancias para trabajos de levantamientos o replanteos topográficos.

El uso de la estación total es casi genérico, por tanto, las instituciones no aceptan en la actualidad redes de apoyo con error relativo mayor de 1/ 5 000 y es prácticamente común la siguiente clasificación: (Mendoza, 2017).

1/5 000: Levantamientos en zonas rurales.

1/7500: En zonas suburbanas.

1/10 000 o menor: En zonas urbanas.

2.15 OBRAS SUBTERRÁNEA

Las obras subterráneas se describen como la ejecución de trabajos exploratorios, constructivos y de penetración en el subsuelo por medio de equipos manuales, mecánicos o explosivos que permitan crear una infraestructura de sostenimiento dentro de la estructura geológica del subsuelo, para la conformación de instalaciones mineras o de comunicación entre dos puntos para el transporte o movilización de material natural, artificial o seres humanos.



a. Topografía Subterránea

La topografía subterránea se realiza en dos campos de la ingeniería, que son la minería y las obras civiles. Hay circunstancias en las que es necesaria la realización de un levantamiento topográfico subterráneo como ocurre en las explotaciones mineras, en las que es una obligación legal el mantener al día los planos de las labores, o en la obra civil, en el caso de ampliación o mejora de túneles, ya sean de carreteras, de ferrocarril, de canales, o de Metro y alcantarillado en las grandes ciudades. En principio los trabajos subterráneos siguen las mismas pautas que los realizados en el exterior, aunque con características especiales debidas a las condiciones mismas del trabajo bajo tierra. La falta de luz natural obliga a utilizar aparatos con iluminación interior, así como a identificar puntos a observar. En ocasiones las galerías son estrechas y los aparatos no se podrán estacionar sobre trípode para no obstaculizar el paso de maquinaria y personal. También suelen ser sinuosas, con lo que el trabajo será lento. Incluso se han ideado aparatos para facilitar este tipo de trabajos (Tapia, 1999).

b. Planificación de la mina

Una mina subterránea productiva requiere una red cuidadosamente planeada de pozos, galería, rampas y chimeneas o coladeros. El planeamiento de esta red es conocido como planificación.

Según su finalidad, el trabajo de perforación puede ser dividido en dos tipos diferentes. La preparación general, que comprende todas las labores de acceso al yacimiento. Y la preparación de cuarteles. Esta preparación va relacionada con la forma e inclinación del yacimiento y la disposición general de la mina. Esto incluye pozos, galerías de transporte, rampas, chimeneas, que pueden ser necesarios solamente para el

acceso, sino también para el transporte, ventilación, etc. A las diferentes zonas subterráneas (Tapia, 1999).

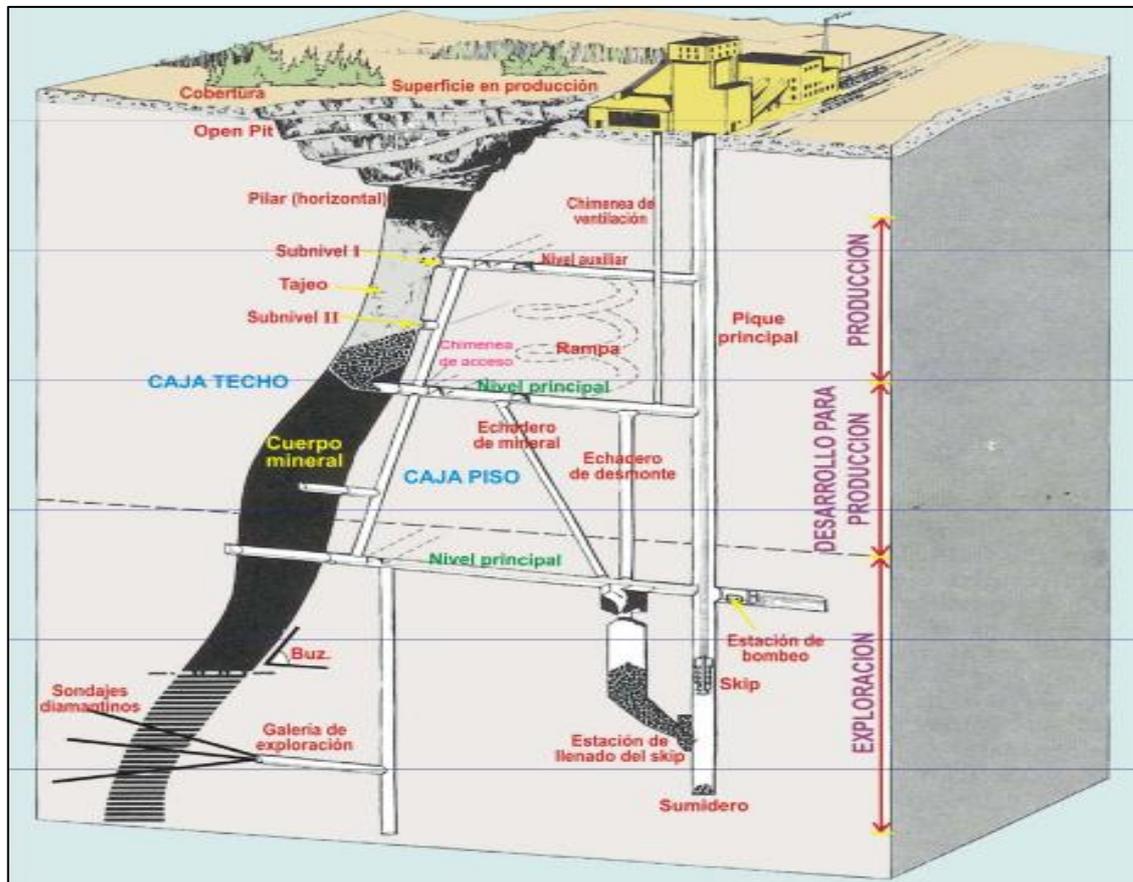


Figura 38. Planificación de la mina

Fuente: Mendoza (2019).

c. Distribución de la alanimetría y la Altimetría

Todo levantamiento subterráneo debe apoyarse en una red exterior cuya función es dar coordenadas a todos los puntos de comunicación con el interior, así como hacer el levantamiento de los detalles exteriores que se precisen. La red exterior planimétrica constará de una triangulación, o un itinerario de precisión, o ambas cosas a la vez, según sea la extensión de la zona, y se intentará que los puntos de comunicación con el interior coincidan con vértices de la triangulación o el itinerario; en la actualidad, también los sistemas de posicionamiento global (GPS) son perfectamente utilizables para estos



trabajos, siendo su mayor ventaja el menor número de puntos a determinar. La red altimétrica tendrá como objeto dar cota a estos puntos y a todos aquellos que se precisen. La transmisión del trabajo del exterior al interior será directa, como simple prolongación de las redes tanto planimetrías como altimétricas al interior, en el caso de que la comunicación sea a través de rampas o escaleras o incluso sea por las bocas del túnel. Sin embargo, en ocasiones la comunicación será a través de pozos, sobre todo en el caso de minas; entonces el enlace constará de las siguientes fases. Desde el punto de vista planimétrico habrá que transmitir coordenadas y acimut por los métodos que se estudiarán más adelante. Y desde el punto de vista altimétrico se transmitirá la cota midiendo la profundidad del pozo. Por último, los trabajos en el interior constarán de un itinerario principal que se apoyará en los puntos transmitidos desde el exterior, unos itinerarios secundarios, para concluir con el levantamiento de los detalles. La red altimétrica interior dará cota a los vértices de los itinerarios (Tapia, 1999).

d. Trabajos en el exterior

Como ya se ha dicho el objeto de estos trabajos es dar coordenadas (X, Y, Z) a todos los puntos de comunicación con el interior, y también el levantamiento topográfico de aquellas zonas de interés, como pueden ser en el campo de las explotaciones mineras, las edificaciones existentes en la concesión, las escombreras, las instalaciones de la propia explotación, etc.; en obra civil serán de interés las zonas que puedan verse afectadas por algún proyecto provisional como pueden ser el proyecto de caminos de acceso a la obra, el montaje de una planta de hormigonado, oficinas, almacenes, etc.; o por algún proyecto definitivo (nuevos enlaces, variantes de la antigua carretera o línea férrea o canal) (Tapia, 1999).



e. Trabajos de enlace con el interior

Cuando la comunicación con el interior sea por las bocas (extremos) de un túnel o bien por rampas en una explotación minera, la transmisión de los datos del exterior al interior será directa, como simple prolongación de los itinerarios exteriores, tanto planimétricos como altimétricos, al interior.

Pero cuando la comunicación sea a través de pozos, las dificultades serán mayores, debido a la escasa longitud de los tramos a transmitir, obligada por el diámetro de los pozos, y a la gran profundidad de éstos sobre todo en minería (varios centenares de metros) (Tapia, 1999).

f. Tecnología en equipos e instrumentos topográficos empleados en obras Subterráneas

Los equipos topográficos más empleados en la actualidad nos permiten realizar lecturas de distancias y ángulos simultáneamente, equipos como estaciones y escáner laser se pueden orientar fácilmente y permiten un trabajo continuo manejando una base de datos interna en el equipo.

Equipos como laser y elementos auxiliares reflectivos permiten una precisión más adecuada a cada trabajo, configurándolo desde antes de iniciar la lectura a las condiciones ambientales y técnicas que estará sometido este, los procesos de modelamiento y secciones en 2 y 3 dimensiones es más fácil y se procesa de manera más sencilla.



Figura 39. Escáner Laser de Amberg

Fuente: Amberg Technologies.



Figura 40. Consola Fija – Estación Total

Fuente: www.grupoacre.com.

g. Sostenimiento

El sostenimiento de las vías de penetración y comunicación con el interior de la mina y las obras posteriores que se realicen para la comunicación entre niveles, tendrán características geométricas que difieren en cada estructura debido a las condiciones del subsuelo.



h. Condiciones de trabajo

Al iniciar trabajos al interior de una mina subterránea se encuentran con diferentes factores ambientales y externos que pueden ser producidos por las actividades mineras. El uso de equipos topográficos de exterior en el interior es posible siempre y cuando las especificaciones técnicas del equipo lo permitan, en estas labores las condiciones de humedad, presión y temperatura pueden llegar a afectar de manera importante la vida útil de los equipos teniendo en cuenta que al aumentar estas tres características se pueden generar alteraciones en la captura de datos.

La ventilación es fundamental en todas las estructuras de la mina debido a la acumulación de gases tóxicos, la velocidad del aire y los polvos que son producidos por las actividades de explosión y extracción, que posteriormente puedan generar sedimentos que al ser mezclados bajo las condiciones ambientales internas perjudiquen el personal de labores, maquinaria e instrumentos de trabajo (Carrizo *et al.*, 2014).

i. Terminos y conceptos de labores mineras

Los siguientes conceptos son estándares aplicados en operaciones mina, CIA Minera MAXPALA Caylloma

j. Pique Inclinado

Es una labor subterránea que tiene una inclinación de 45°-30°, y que se usa para el transporte de personal y mineral.

k. Galería

Excavación realizada en el yacimiento, como exploración o desarrollo para obtener las reservas de minerales, en forma horizontal y siguiendo la estructura



mineralizada o paralelo a la misma, es también labor horizontal subterránea donde transita el personal, equipos en movimiento como locomotora.

l. Diagonal

Galería realizada en forma horizontal y en diagonal a la estructura mineralizada o siguiendo un ramal de la estructura principal.

m. Crucero/Estocada

Excavación realizada en el yacimiento como exploración o desarrollo de las reservas minerales, en forma horizontal cruzando la estructura mineralizada o en busca de la misma.

n. Refugio

Estocada lateral de la galería que sirve para la ubicación del personal durante el paso de la locomotora y su convoy.

o. Subnivel

Excavación horizontal realizada a partir de una chimenea – tolva, siguiendo la estructura mineralizada.

p. Gradiente

Inclinación que tiene la galería para drenar, para acarreo y extracción de locomotoras, la relación de la gradiente es 5/1000.

q. Chimenea

Es una labor vertical que sirve para la ventilación, para acceso del personal y/o echadero de mineral de los tajos, las dimensiones son de 3x1.5 o 1.5x1.5.



r. Tajo

Excavación realizada en el yacimiento para la extracción de reservas minerales cubicadas, se realiza por el método corte y relleno ascendente, ya sea en bresting o realce de la estructura mineralizada.

s. Rampa

Sirven para el acceso a las labores, sustituyendo o complementando a los pozos, y para comunicar entre si diferentes niveles. Su pendiente máxima es de 15% para permitir el movimiento de los equipos en minería, en este tipo de trabajos será dirigida y controlada por el área de topografía.

t. Veta

Relleno de mineral en fracturas de carácter continua y definida, se caracteriza por presentar una caja piso y caja techo, posee un rumbo, inclinación y varia la potencia o grosor.

2.16 DISEÑO DE LABORES SUBTERRÁNEAS

El propósito principal de cualquier diseño de excavación subterránea debe utilizar la roca misma como material estructural principal, provocando la menor perturbación posible durante el proceso de excavación (Hoek & Brown, 1980).



Figura 41. Minado subterráneo

a. Parámetros geomecánicas de diseño

El proyecto y construcción de una excavación subterránea requieren datos geológicos y geomecánicas para el diseño de los sostenimientos, selección del método de excavación y los tratamientos de los terrenos (Gonzales, 2002).

b. Información geológica

En esta parte se define posición, cantidad y calidad del yacimiento en la cual se tiene como datos: perforaciones diamantinas, desarrollos de exploración, registro de ensayos y datos geológicos, levantamiento topográfico del área de estudio.

Esta información debe incluir el tamaño, longitud, potencia de las áreas a ser minadas, buzamiento de la veta o cuerpo mineralizado, estrechamiento o ensanchamiento de la mineralización. Contribución de estimaciones (reservas) en el área mineralizada y la presencia de las zonas mineralización de la ley mínima de explotación y relación de desmonte (Patiño, 2002).



c. Consideraciones geomecánicas

Hay dos aspectos importantes que comentar respecto a la masa rocosa encajonante: su estructura y su calidad. Desde el punto de vista estructural, dos sistemas principales de discontinuidades: uno paralelo al rumbo y buzamiento de las vetas y otro perpendicular al rumbo de las mismas, con buzamiento moderado. Desde el punto de vista de la calidad de la masa rocosa. Para la ejecución de una labor minera es muy importante considerar los aspectos geomecánicas de la masa rocosa, para determinar el grado de seguridad de la estabilidad de las mismas, por el tiempo en que el área excavada permanecerá abierta (Grawford & Hustrulid, 1979).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1 Materiales

- Libreta de campo
- Carta Nacional 1:25 000 o 1:100 000
- Fichas Técnicas del IGN
- Materiales de escritorio

3.1.2 Herramientas

- Picota
- Cemento
- Varilla de fierro
- Pintura
- Martillo
- Badilejo
- Pico
- Lampa

3.1.3 Equipos e instrumentos

- GPS Diferencial
- Estación total
- Wincha de Lona de 50m
- Picota
- Flexómetro de 5m
- Bastón de Aluminio + Prisma 02



- Bipodes de Aluminio 02
- 01 laptop (Corel I7)
- 01 impresora A3 Y A4
- Calculadora hp

3.1.4 Programas informáticos para post proceso

- AutoCAD 2017
- AutoCAD civil 3D 2017
- Datamine Studio v 3.2
- Sistraut
- Gestor de Mediciones V 3.5
- Trimble Business v 3.1
- MicroSurvey Star Net V8

3.1.5 Confiabilidad y validación del software e instrumento

En esta investigación durante la observación en el método de sistema Estático Diferencial se estableció con mínimo de 5 satélites con un GPS diferencial Trimble 5800, cumpliendo con las especificaciones técnicas que menciona dicho equipo, el objetivo de este equipo es georreferenciar un punto o determinar las coordenadas de un punto, en ingeniería hacemos uso de 2 métodos, el método con post proceso y método de tiempo real, es procesado con post proceso con el software Trimble Business Center (TBC).

La determinación de coordenadas UTM a Topográficas o viceversa de los puntos Geodésicos se hizo la validación con el software MicroSurvey Star Net V8 Y Gestor de Mediciones 3.5.

En el post proceso de redes de control de poligonal de apoyo cerrado y abierto, el ajuste de errores se ha dado la confiabilidad y la validación con el software, las mismas

se ha verificado manualmente y también con los siguientes softwares, MicroSurvey Star Net V8 Y Gestor de Mediciones 3.5 que es un software desarrollado por docentes en Topografía y Geodesia en España, todo estos aportes de desarrollo tecnológico o conocimiento artificial hace que minimice enormemente el tiempo de trabajo y procesamiento.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Ubicación del área de estudio

El proyecto Cóndor de CIA Minera Max Pala SAC. Está ubicado en el paraje Coñecmayo a 14 Km al NE del distrito y provincia de Caylloma del departamento de Arequipa, cuya altura oscila entre los 4700 a 5050 m.s.n.m.

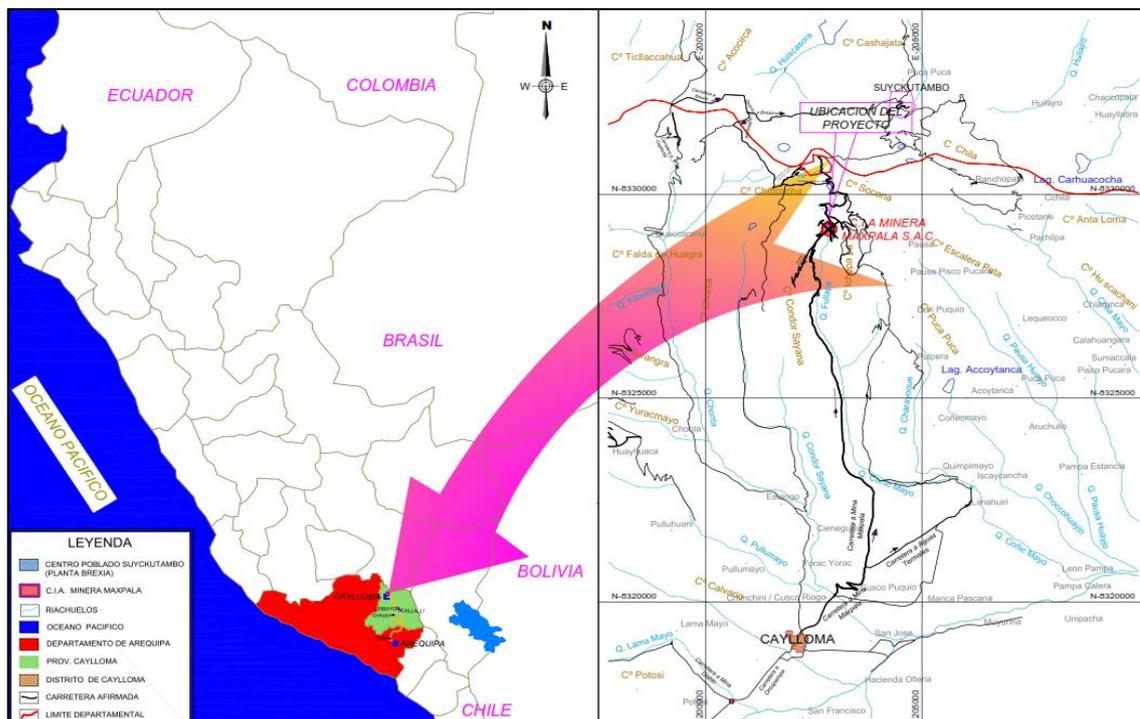


Figura 42. Ubicación del proyecto de investigación

La empresa CÍA. MINERA MAXPALA, cuenta con 06 concesiones en el área del proyecto con una extensión total de 1988.53 hectáreas, como se detalla.

Tabla 4. Concesiones cóndor

Concesiones del proyecto cóndor		
ITEM	CONCESIÓN	ÁREA (has)
1	CÓNDOR II	400
2	CÓNDOR III	488.53
3	CÓNDOR IV	200
4	CÓNDOR V	700
5	CÓNDOR VI	100
6	PALACIO DE SHILA I	100
TOTAL		1988.53

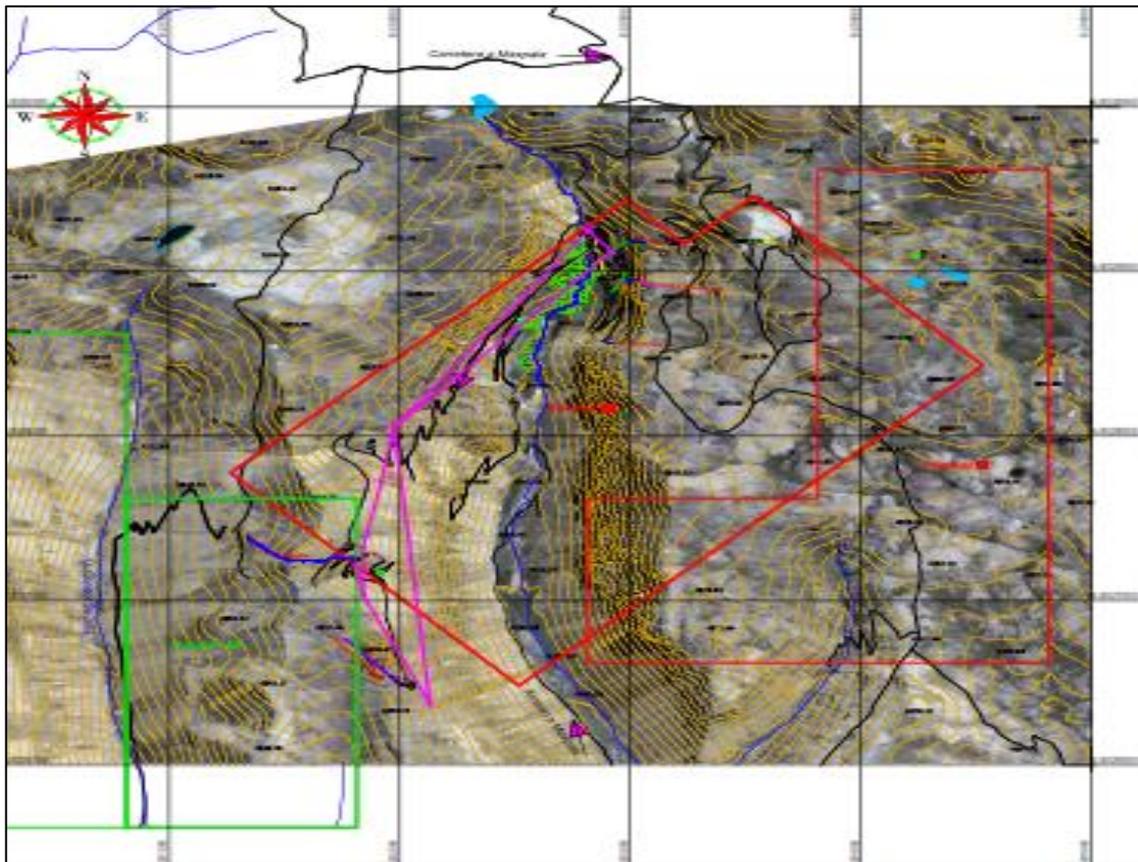


Figura 43. Concesión U.E.A Córcondor y Córcondor IV

3.2.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la recolección de datos de campo se hizo con equipos topográficos y geodésicos según los objetivos planteados en mi investigación, la cual se realizó de acorde al esquema que se muestra a continuación.

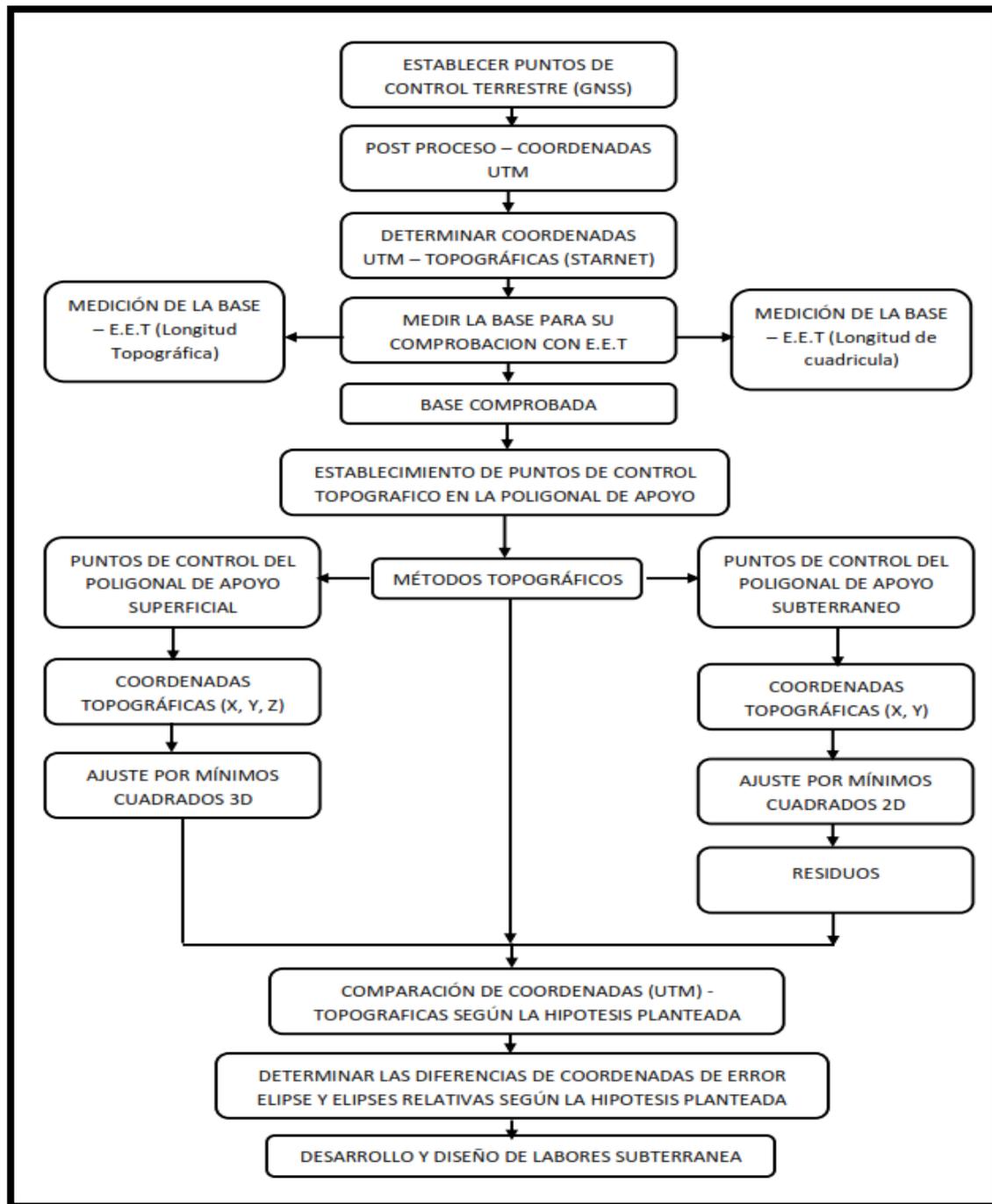


Figura 44. Etapas de desarrollo de la investigación

3.3 PRIMER OBJETIVO

Determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV.

a) Establecimiento de puntos de control terrestre (GPSD)

El establecimiento de punto de control Horizontal y Vertical se hizo por el método post proceso de Sistema Estático Diferencial de doble frecuencia, el mismo que consiste en colocar un receptor GPS (BASE), en el punto de red geodésico con coordenadas conocidas, para esta investigación se utilizó la estación Permanente “AQ01” de Orden “0”, del Instituto Geográfico Nacional, ubicado en la ciudad de Arequipa.

Los parámetros del posicionamiento GPS fue con toma de datos cada 5”, máscara de elevación de 10° utilizando receptores GPS Trimble de doble frecuencia Modelo 5800 II que tienen una precisión de 5mm+0.5ppm.

Los valores de las coordenadas de estación permanente, son proporcionadas por IGN, en el Datum WGS84 como se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 5. Base de referencia coordenadas geodésicas punto “AQ01”

PUNTO	COORDENADAS GEODÉSICAS - WGS84		
	Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal
AQ01	16°25'17.383732"	71°30'26.96797"	2455.05880

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Tabla 6. Base de referencia coordenadas UTM punto “AQ01”

PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 19S-WGS84		
	Este	Norte	Elevación Geoidal
AQ01	232216.9160	8182782.9370	2415.1660

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

b) Puntos de control geodésico establecidos U.E.A Cónдор

Se dieron posición satelital a 03 puntos de Control Geodésico de Orcen C y que están ubicados en la zona de Proyecto Minero U.E.A. CONDOR; puntos denominados “E-1”, “E-2” y “E-3”.

El esquema de posicionamiento GPS consistió en instalar un receptor GPS en el Punto Base “E-1”, ubicado en el echadero de basura; “E-2” ubicado en una Loma cerca a la antena satelital y “E-3” ubicado en la casa máquina compresoras, enlazados mediante GPS estático a la estación permanente “AQ01” de orden “0”.



Figura 45. Posicionamiento GPS estático punto base E-1

c) **Procesamiento de línea base**

La información grabada en los receptores GPS fue transferida a la laptop mediante el Data Transfer y fueron procesadas mediante el Software Trimble Business Center versión 2.6 considerando el modelo Geoidal EGM 2008.

El procesador del Trimble Business Center (TBC) obtiene a través del Post proceso una serie de soluciones para una ocupación, basadas en el tipo de observación (código y fase) y en la configuración del procesador (RMS, Varianza de referencia, Razón de varianza, Precisión horizontal, Precisión vertical, Efemérides utilizada, tiempo de posición, etc.) como se muestra en la siguiente figura.

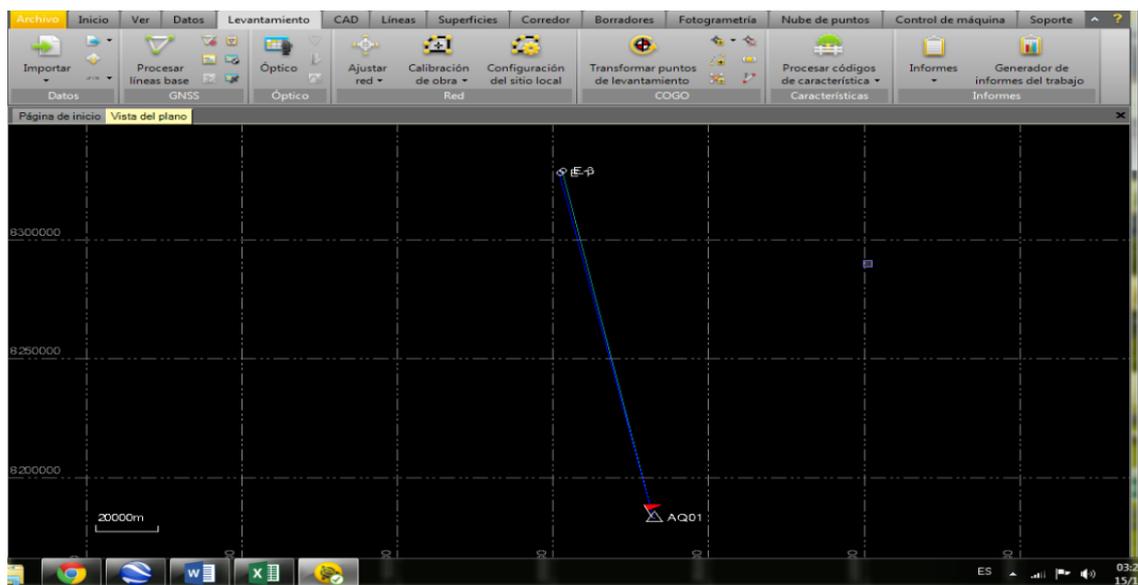


Figura 46. Procesamiento de línea base Trimble Business Center

d) **Reporte de línea base**

Los reportes de líneas base nos proporciona un resumen detallado del post proceso de las sesiones GPS, nos proporciona las coordenadas geodésicas y UTM de cada uno de los puntos posicionados, en este caso “E-1”, “E-2”, y “E-3”. El reporte se muestra en el

anexo C, todos los parámetros de medición como el RMS, Varianza de Referencia, Razón de Varianza, el tipo de solución etc.

Realizado el post proceso de las líneas base se ha obtenido las coordenadas geodésicas y UTM de los puntos “E-1”, “E-2”, y “E-3” en el sistema WGS84, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 7. Resumen de Coordenadas Geodésicas y UTM de los Puntos “E-1”, “E-2”, y “E-3”

PUNTO	COORDENADAS GEODÉSICAS - WGS84			COORDENADAS UTM 19S-WGS84		
	Latitud	Longitud	Altura	Este	Norte	Elevación
E-1	15°06'22.19797"	71°46'21.20121"	4915.7150	201975.9080	8328051.267	4873.0530
E-2	15°05'43.64162"	71°45'52.56323"	4763.2360	202816.6570	8329247.847	4720.5290
E-3	15°05'47.74730"	71°45'49.17326"	4765.7530	202919.5370	8329122.851	4723.0480

e) **Determinación de coordenadas UTM a topográficas**

Para este proceso se tuvo que tomar una decisión en el área de proyecto, trabajar en coordenadas UTM o coordenadas Topográficas, como bien se sabe la información que obtengo con equipo estación total en obra son distancias topográficas o planas, lo que yo tengo como información de 03 puntos de control terrestre son coordenadas UTM, por lo cual esto significa que estos 03 puntos de control terrestre en coordenadas UTM hay que determinar a coordenadas topográficas. Eso es lo primero que se realizó con el apoyo del software MicroSurvey StarNet Versión 8.00.00

El post proceso para determinar los 03 puntos de control terrestre de coordenadas UTM a Topográfica, la configuración del software MicroSurvey StarNet.

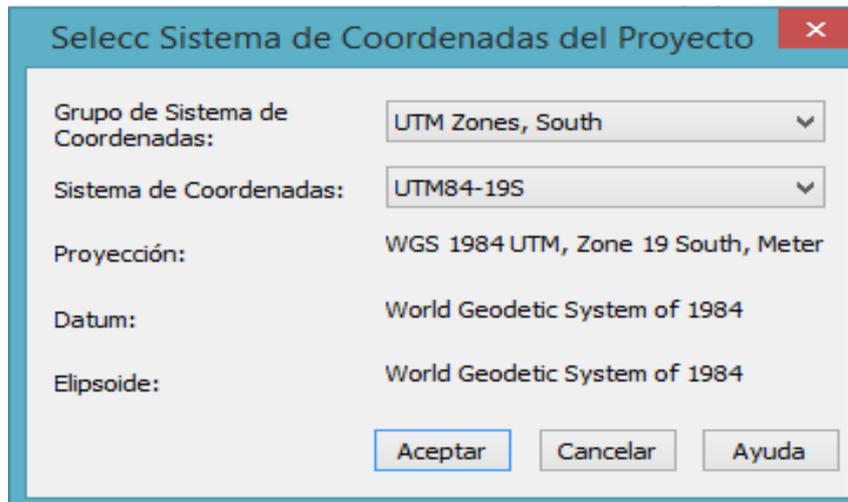


Figura 47. Configuración de hemisferio, Datum y Convergencia de Meridiano

Fuente: Micro Survey StarNet (2018).

Una vez realizado la configuración hacemos clic en generar, en el cual nos muestra un cuadro de coordenadas Topográficas, si bien es cierto se tiene 3 puntos de control por lo tanto una va ser base, eso no necesita determinar lo que se va determinar es 2 puntos de control terrestre, al software hay que ingresarlo 1 menos.

De los 3 puntos de control terrestre se tiene que elegir que un punto sea UTM y Topográfico a la vez y con eso determino todos los puntos UTM y Topográficos, hay que tener en cuenta que las distancias no deben sobrepasar los 5 Km, entonces podemos decir que solamente podemos determinar de coordenadas UTM a Topográficas siempre en cuando las distancias no superen los 3 Km. Excepcionalmente 5 Km. En seguida ingresamos las coordenadas UTM de los 3 puntos de control terrestre E-1, E-2 y E-3 y calculamos las coordenadas Topográficas de los 3 puntos de control, por lo tanto, como se observa en la figura el punto de control E-1 es UTM y Topográfico.

Tabla 8. Generación de coordenadas UTM y topográficas

PUNTO	COORDENADAS UTM 19S-WGS84			COORDENADAS TOPOGRÁFICAS		
	Este	Norte	Elevación	Este	Norte	Elevación
E-1	201975.908	8328051.27	4873.053	201975.908	8328051.267	4873.053
E-2	202816.657	8329247.85	4720.529	202816.704	8329247.914	4720.529
E-3	202919.537	8329122.85	4723.048	202919.590	8329122.911	4723.048

Fuente: MicroSurvey StarNet (2018).

f) Estación y configuración del equipo estación total

Se realizó a estacionar el equipo Estación Total en los puntos de control terrestre (GPSD), en donde para su configuración se consideró los siguientes parámetros:

- Factor de Corrección. - cuando se trabaja con coordenadas topográficas se ingresa al equipo estación total un factor de escala 1.00, lo cual facilita los levantamientos topográficos de detalles de terreno y realizar poligonales de apoyo con mayor rapidez, para el caso de trabajar mediante estación total con coordenadas UTM es necesario ingresar al equipo el factor combinado del punto de estacionamiento.
- Corrección Atmosférica. - la velocidad de la luz a través del aire no es constante y depende de la temperatura y presión atmosférica. Todas las estaciones totales tienen la posibilidad de introducir estas correcciones y solamente de esa manera se garantiza la precisión en la medición de distancias topográficas.

La definición de la corrección atmosférica del proyecto de la concesión U.E.A Córdor e Córdor IV, la temperatura promedio del lugar es 10° C y se midió con un termómetro SMART SENSOR.

La presión atmosférica se obtuvo de acuerdo a la relación: Altitud y Presión atmosférica, la altura promedio del proyecto de investigación es sobre los 4800 m.s.n.m

y presión atmosférica según la relación sería de 416 mmHg. lo cual se tuvo que redondear a 420 mmHg para ingresar al E.E.T.

Una vez obtenido las lecturas de Temperatura igual a 10°C y Presión igual a 420 mmHg, estos valores fueron introducidos al equipo estación total, este nos calcula 122.40 ppm. Como resultado.

g) Comprobación de la base de control terrestre GPSD con E.E.T

Se hizo la comprobación para realizar la validación de los resultados tomados con equipo estación total en cuanto a longitudes topográficas y el ajuste local de coordenadas UTM a topográficas o planas.

Se midió la base “E-1 - E-2”, “E-1 - E-3” y “E-2 - E-3” con equipo estación total obteniendo longitudes topográficas, tomando en consideración la medición con equipo estación total sin configurar los parámetros y con configurar los parámetros del equipo.



Figura 48. Medición de base con equipo estación total

Los resultados obtenidos de la medición de base con equipo estación total se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 9. Datos de medición longitud topográfica con E.E.T. sin configurar

T° =	26°C	PPM =	10.3
Pres. Atm =	760 mmHg	Kescala =	1.00
TRAMO	Medición	Deter. UTM- Topográfica	Discrepancia
	E.E.T sin Conf.	L. Topográfica	
E1-E2	1462.336	1462.505	0.169
E1-E3	1427.752	1427.927	0.175
E2-E3	161.890	161.900	0.010

Tabla 10. Datos de medición longitud topográfica con E.E.T. con configurar

T° =	10°C	PPM =	122.4
Pres. Atm =	420 mmHg	FEC =	1.00
TRAMO	Medición	Deter. UTM – Topográficas	Discrepancia
	E.E.T con Conf.	L. Topográfica	
E1-E2	1462.508	1462.505	-0.003
E1-E3	1427.912	1427.927	0.015
E2-E3	161.908	161.900	-0.008

Se desarrolló la comprobación de longitud de cuadrícula con equipo estación total introduciendo el factor escala combinado promedio de la base “E-1 - E-2”, “E-1 - E-3” y “E-2 - E-3” con equipo estación total obteniendo longitud de cuadrícula, tomando en consideración la medición con equipo estación total sin configurar los parámetros y con configurar los parámetros del equipo.

Los resultados obtenidos de la medición de base con equipo estación total se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 11. Datos de medición longitud de cuadrícula con E.E.T. sin configurar

T° =	26°C	PPM =	10.3	
Pres.Atm	760 mmHg	K(combinao)		
TRAMO	Promedio	Medición	Medición con GPSD	Discrepancia
	FEC	E.E.T sin Conf.	L. De Cuadrícula	
E1-E2	0.999939015	1462.322	1462.416	0.094
E1-E3	0.999938439	1427.753	1427.840	0.087
E2-E3	0.999947365	161.908	161.890	-0.018

Tabla 12. Datos de medición longitud de cuadrícula con E.E.T. con configurar

T° =	10°C	PPM =	122.4	
Pres.Atm	420 mmHg	K(combinao)		
TRAMO	Promedio	Medición	Medición con GPSD	Discrepancia
	K(combinao)	E.E.T con Conf.	L. De Cuadrícula	
E1-E2	0.999939015	1462.484	1462.416	-0.068
E1-E3	0.999938439	1427.911	1427.840	-0.071
E2-E3	0.999947365	161.900	161.890	-0.010

Para el cálculo de estadístico de hizo lecturas sucesivas de 6 repeticiones de la estación fijo en E-1 visualizando a las estaciones E-2 y E-3, 16 lecturas en cada estación.

Tabla 13. Datos de lecturas de E-1 A E-2 Con E.E.T. coordenadas topográficas

Nº	Este	Norte	Este	Norte
1	202816.6620	8329247.8600	0.005100	0.008100
2	202816.6610	8329247.8500	0.003500	0.002100
3	202816.6600	8329247.8500	0.003400	0.002100
4	202816.6590	8329247.8500	0.002100	0.003500
5	202816.6590	8329247.8500	0.001500	0.003400
6	202816.6600	8329247.8500	0.003000	0.003240
7	202816.6610	8329247.8500	0.004340	0.003200
8	202816.6610	8329247.8500	0.003870	0.002150
9	202816.6590	8329247.8500	0.001800	0.003210
10	202816.6610	8329247.8500	0.003800	0.003400
11	202816.6600	8329247.8500	0.003100	0.001580
12	202816.6580	8329247.8500	0.001000	0.002450
13	202816.6590	8329247.8500	0.002000	0.001250
14	202816.6600	8329247.8500	0.003000	0.003120
15	202816.6580	8329247.8500	0.001200	0.002150
16	202816.6590	8329247.8500	0.002400	0.003280
Promedio	202816.6598	8329247.8506	0.002819	0.003014

Tabla 14. Datos de lecturas de E-1 A E-3 Con E.E.T. coordenadas topográficas

Nº	Este	Norte	Este	Norte
1	202919.5410	8329122.8500	0.003810	0.003610
2	202919.5400	8329122.8500	0.003120	0.003410
3	202919.5410	8329122.8500	0.003940	0.002310
4	202919.5390	8329122.8500	0.002100	0.003250
5	202919.5390	8329122.8500	0.001500	0.003240
6	202919.5400	8329122.8600	0.003150	0.004240
7	202919.5400	8329122.8500	0.003240	0.003520
8	202919.5410	8329122.8500	0.003700	0.002350
9	202919.5390	8329122.8500	0.001800	0.003210
10	202919.5400	8329122.8500	0.002800	0.003540
11	202919.5400	8329122.8500	0.003100	0.001260
12	202919.5380	8329122.8500	0.001230	0.002450
13	202919.5390	8329122.8500	0.002250	0.001250
14	202919.5400	8329122.8500	0.003110	0.002320
15	202919.5380	8329122.8500	0.001210	0.002450
16	202919.5390	8329122.8500	0.002430	0.003380
Promedio	202919.5396	8329122.8506	0.002656	0.002862

h) Punto de control poligonal de apoyo superficial

En el área de estudio concesión cóndor IV del proyecto veta Juana se estableció una poligonal cerrada de apoyo colocando y monumentados los puntos de control, luego se procede a la recolección de datos con equipo estación total, obteniendo medidas topográficas ángulos horizontales, verticales y distancias geométricas aplicando la regla de Bessel (anteojo directo e invertido).



Figura 49. Ubicación punto poligonal de apoyo J1 Cóndor IV

a) Estación y corrección atmosférica

Se procedió a estacionar el equipo Estación Total en los puntos nuevos de la poligonal cerrada de apoyo, en donde para su corrección atmosférica se consideró los siguientes datos:

- Temperatura 10°C
- Presión Atmosférica 420 mmHg
- PPM 122.40 ppm

Introduciendo los datos mostrados se puede garantizar la precisión en la medición de distancias topográficas y tener presente los controles de cierre angular y lineal, obtener

un error relativo menor que lo permitido para que nuestra poligonal cerrada de apoyo sea de calidad según los parámetros permitidos. para la poligonal cerrada se configuro el equipo con parámetros están estableciendo para las lecturas estacas monumentadas de fierro de 3/8” de diámetro, donde de adjunta en el anexo 4.

b) **Ajuste del poligonal de apoyo superficial por mínimos cuadrados**

El ajuste por mínimos cuadrados es una técnica de análisis numéricos encuadrada dentro de la optimización matemática, en la que, dados un conjunto de pares (x e y), se intenta encontrar la función que mejor se ajuste a los datos de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

Supongamos que un grupo de m mediciones de igual peso, sus residuos son: $v_1, v_2, v_3, \dots, v_m$. entonces la condición fundamental de los mínimos cuadrados es:

$$\sum_{i=1}^m v_i^2 = v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_m^2 \rightarrow \text{mínimo}$$

Para cualquier grupo de valores medidos, pueden asignarse (w) a observaciones individuales según estimaciones antes del ajuste de sus valores relativos, o bien pueden estimarse de las desviaciones estándar de las mediciones, en caso que se disponga de ellas. La ecuación que muestra la relación entre las desviaciones estándar y peso es:

$$w_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

En dicha ecuación, w_i es el peso de la i-ésima cantidad observada y σ_i^2 es la varianza de esa observación.

Si los valores medidos van a ponderarse en el ajuste por mínimos cuadrados, entonces la suma de los pesos multiplicados por sus residuos correspondientes elevados al cuadrado debe minimizarse. Tenemos en este caso:



$$\sum_{i=1}^m w_i v_i^2 = w_1 v_1^2 + w_2 v_2^2 + w_3 v_3^2 + \dots + w_m v_m^2 \rightarrow \text{mínimo}$$

c) Ajuste de datos de poligonal 3D

El tipo de datos de poligonal con StarNet permite hacer rápidamente de punto a punto de una manera tradicional, como son el Angulo horizontal, distancia inclinada, Angulo cenital, altura instrumento y altura prisma.

➤ **Parámetros de opción de proyecto 3D**

Modo de Ejecución STAR*NET	: Ajuste con Propagación de Error
Tipo de Ajuste	: 3D
Unidades de Proyecto	: Metros; DMS
Sistema de Coordenadas	: LOCAL
Aplicar Factor de Escala Promedio	: 1.0000000000
Orden de Coordenadas Entrada/Salida	: Este-Norte
Orden de Dato Angular en Estación	: En-Desde-A
Tipo de Datos Distancia/Vertical	: Inclinada/Cenit
Límite de Conv; Iteraciones Máx	: 0.010000; 10
Coef de Refracción Predeterminado	: 0.070000
Radio Terrestre	: 6372000.00 Metros
Archivo de Coordenadas	: Si
Archivo de Coordenadas Escala Terreno	: No
Archivo de Volcado	: No

➤ **Configuración de error estándar de instrumento**

Instrumento Predeterminado de Proyecto	
Distancias (Constante)	: 0.002000 Metros



Distancias (PPM)	:	2.000000
Angulos	:	2.828427 Segundos
Direcciones	:	2.000000 Segundos
Azimuts & Rumbos	:	4.000000 Segundos
Cenits	:	10.000000 Segundos
Diferencias de Elevación (Const)	:	0.001524 Metros
Diferencias de Elevación (PPM)	:	0.000000
Niveles Diferenciales	:	0.004000 Metros / Km
Error de Centrado de Instrumento	:	0.001500 Metros
Error de Centrado de Prisma	:	0.000000 Metros
Error de Centrado Vertical	:	0.001500 Metros

➤ **Resumen de observaciones de entrada no ajustada**

Tabla 15. Número de Estaciones Ingresadas (Metros) = 2

Fijo Estaciones	E	N	Elev
E1	201975.908000	8328051.267000	4873.053000
E2	202816.704140	8329247.914100	4720.529000

Tabla 16. Número de ángulo observaciones (DMS) = 5

En	De	A	Angulo	ErrStd
E1	E2	PCT1	140°19'45.00"	2.85
PCT1	E1	J1	341°33'33.70"	2.84
J1	PCT1	PCT2	202°59'59.50"	3.19
PCT2	J1	PCT3	192°05'04.80"	3.35
PCT3	PCT2	E1	178°17'13.00"	3.29



Tabla 17. Número de distancia observaciones (Metros) = 5

De	A	Distancia	ErrStd	AI	AP	Tipo
E1	PCT1	1684.933000	0.005576	1.3740	1.6000	S
PCT1	J1	719.202000	0.003754	1.4000	1.6000	S
J1	PCT2	293.305000	0.002992	1.3200	1.6000	S
PCT2	PCT3	409.784000	0.003194	1.3990	1.6000	S
PCT3	E1	335.647000	0.003069	1.2880	1.6000	S

Tabla 18. Número de Cenit Observaciones (DMS) = 5

De	A	Cenit	ErrStd	AI	AP
E1	PCT1	91°07'40.00"	10.00	1.3740	1.6000
PCT1	J1	84°11'22.00"	10.02	1.4000	1.6000
J1	PCT2	86°09'01.00"	10.11	1.3200	1.6000
PCT2	PCT3	92°22'44.00"	10.06	1.3990	1.6000
PCT3	E1	97°02'57.00"	10.08	1.2880	1.6000

➤ **Resumen Estadístico del Ajuste**

Iteraciones	=	2
Número de Estaciones	=	6
Número de Observaciones	=	15
Número de Incógnitas	=	12
Número de Obs Redundante	=	3

Tabla 19. Análisis de varianza

Observación	Conteo de ResStd	Suma Cuadrados de ResStd	Error Factor
Ángulos	5	1.396	1.181
Distancias	5	2.625	1.620
Cenits	5	3.879	1.970
Total	15	7.900	1.623

La Prueba Chi-Cuadrado en Nivel 5.00% Pasó

Límites Bajo/Alto (0.268/1.765)

➤ **Información de estación ajustada****Tabla 20.** Cambios de coordenadas de las provisionales ingresadas (Metros)

Estación	dE	dN	dZ
E1	-0.000000	-0.000000	-0.000000
E2	-0.000000	-0.000000	-0.000000

Tabla 21. Ajustadas coordenadas (Metros)

Estación	E	N	Elev
E1	201975.908000	8328051.267000	4873.053000
E2	202816.704140	8329247.914100	4720.529000
PCT1	202110.365461	8326372.028166	4839.719595
J1	201830.572556	8327030.555730	4912.356863
PCT2	201830.471718	8327323.196840	4931.772699
PCT3	201916.050755	8327723.581745	4914.561108

➤ **Observaciones ajustadas y residuales****Tabla 22.** Ajustadas ángulo observaciones (DMS)

En	De	A	Angulo	Residual	ErrStd	ResStd
E1	E2	PCT1	140°19'45.00"	-0°00'00.00"	2.85	0.0
PCT1	E1	J1	341°33'30.36"	-0°00'03.34"	2.84	1.2
J1	PCT1	PCT2	202°59'59.12"	-0°00'00.38"	3.19	0.1
PCT2	J1	PCT3	192°05'04.95"	0°00'00.15"	3.35	0.0
PCT3	PCT2	E1	178°17'13.01"	0°00'00.01"	3.29	0.0

Tabla 23. Ajustadas distancia observaciones (Metros)

De	A	Distancia	Residual	ErrStd	ResStd
E1	PCT1	1684.938959	0.005959	0.005576	1.1
PCT1	J1	719.199646	-0.002354	0.003754	0.6
J1	PCT2	293.303247	-0.001753	0.002992	0.6
PCT2	PCT3	409.781994	-0.002006	0.003194	0.6
PCT3	E1	335.645178	-0.001822	0.003069	0.6

Tabla 24. Ajustadas cenit observaciones (DMS)

De	A	Cenit	Residual	ErrStd	ResStd
E1	PCT1	91°07'56.59"	0°00'16.59"	10.00	1.7
PCT1	J1	84°11'24.51"	0°00'02.51"	10.02	0.3
J1	PCT2	86°09'02.59"	0°00'01.59"	10.11	0.2
PCT2	PCT3	92°22'50.48"	0°00'06.48"	10.06	0.6
PCT3	E1	97°03'04.97"	0°00'07.97"	10.08	0.8

(Confianza Relativa de Rumbo está en Segundos)

Tabla 25. Ajustados rumbos (DMS) y distancias horizontales (Metros)

De	A	Rumbo	Distancia	95% Confianza Rel		
				Rbo	Dist	PPM
E1	E2	N35°05'34.44"E	1462.498694	0.00	0.000000	0.0002
E1	PCT1	S04°34'40.56"E	1684.613271	6.98	0.011554	6.8585
E1	PCT3	S10°21'06.88"W	333.107364	9.99	0.008203	24.6256
J1	PCT1	S23°01'10.20"E	715.501658	8.17	0.010979	15.3445
J1	PCT2	N00°01'11.07"W	292.641128	8.57	0.007300	24.9466
PCT2	PCT3	N12°03'53.87"E	409.428680	8.49	0.007578	18.5085



Cierres de poligonal de observaciones no ajustadas

(Inicio y Final sobre Estaciones Ajustadas)

POLIGONAL 1

Error Lineal = 0.0141 N, 0.0288 E, 0.1724 Vert

Precisión Horiz = 0.0321 Error en 3435.2978, 1:107151, 9.33 PPM

Tabla 26. Observaciones no ajustadas de la poligonal 1

De	A	No Ajus Rumbo	Dist No Ajus	Dif Elev No Ajus
E1	E2	N35°05'34.43"E	AT	
E1	PCT1	S04°34'40.57"E	1684.609971	-33.197765
PCT1	J1	N23°01'06.87"W	715.503112	72.646231
J1	PCT2	N00°01'07.37"W	292.642725	19.418209
PCT2	PCT3	N12°03'57.43"E	409.431218	-17.198812
PCT3	E1	N10°21'10.43"E	333.110764	-41.495461

Error propagación

Tabla 27. Coordenada de estación desviaciones estándar (Metros)

Estación	E	N	Elev
E1	0.000000	0.000000	0.000000
E2	0.000000	0.000000	0.000000
PCT1	0.023228	0.005059	0.039686
J1	0.015361	0.005002	0.027441
PCT2	0.012051	0.004640	0.023941
PCT3	0.006537	0.003450	0.015585

Tabla 28. Coordenada de estación error elipses (Metros)

Región de Confianza = 95%

Estación	Semi-Mayor	Semi-Menor	Acimut de	Elev
	Eje	Eje	Mayor Eje	
E1	0.000000	0.000000	0°00'	0.000000
E2	0.000000	0.000000	0°00'	0.000000
PCT1	0.057031	0.011554	85°25'	0.077784
J1	0.037923	0.011202	97°50'	0.053783
PCT2	0.029902	0.010241	100°04'	0.046924
PCT3	0.016132	0.008191	98°30'	0.030545

Tabla 29. Relativa error elipses (Metros)

Región de Confianza = 95%

Estaciones		Semi-Mayor	Semi-Menor	Acimut de	Vertical
De	A	Eje	Eje	Mayor Eje	
E1	E2	0.000000	0.000000	0°00'	0.000000
E1	PCT1	0.057031	0.011554	85°25'	0.077784
E1	PCT3	0.016132	0.008191	98°30'	0.030545
J1	PCT1	0.028334	0.010953	68°39'	0.061084
J1	PCT2	0.012159	0.007298	91°01'	0.027735
PCT2	PCT3	0.016857	0.007577	101°32'	0.037896

3.4 SEGUNDO OBJETIVO

- Determinar el ajuste poligonal subterráneo con puntos de control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, en residuos de error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterráneo en la cortada e galería de la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV.

a. Método topográfico subterráneo

Para este proceso una vez obtenido los puntos de control terrestre, coordenadas topográficas (X, Y, Z) en el área de estudio de la concesión cóndor IV del proyecto veta Juana, se realiza el enlace a labor subterránea de exploración en toda su longitud con poligonal abierta con equipo estación total.

La transmisión de la planimetría y altimetría fue realizada por el método de la comunicación directa, se realiza cuando la vía de comunicación con el exterior es por medio de galerías, cruceros y rampas.

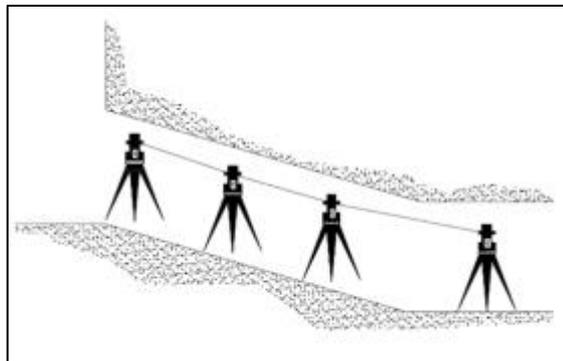


Figura 50. Comunicación con el interior

b. Ubicación de puntos de control en el interior

Los puntos de control subterráneo se instalaron en el techo o parte superior de la galería, debido al paso continuo de personal, maquinarias y equipos de transporte ya que es una mina de explotación.

En caso de túneles u obras subterráneas, según sus dimensiones la instalación se realiza en partes laterales o anexas a una dovela, las cuales se le adicionan una estructura de soporte.

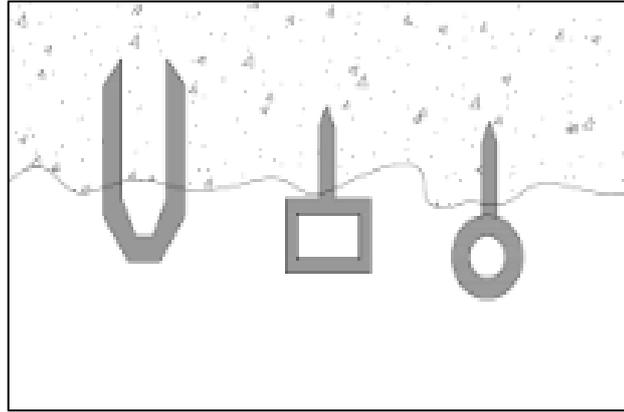


Figura 51. Modelos puntos de control

c. Estación y corrección atmosférica en el interior

Se estaciona el equipo Estación Total en los puntos de control en la labor subterránea del Nv. 4890, cortada 252 NW, en donde para su configuración se consideró los siguientes datos para garantizar la precisión en la medición de distancias topográficas.

Tabla 30. Datos de configuración subterránea de E.E.T.

T° =	8°C	PPM =	121.3
Pres. Atm =	420 mmHg	FEC =	1.00

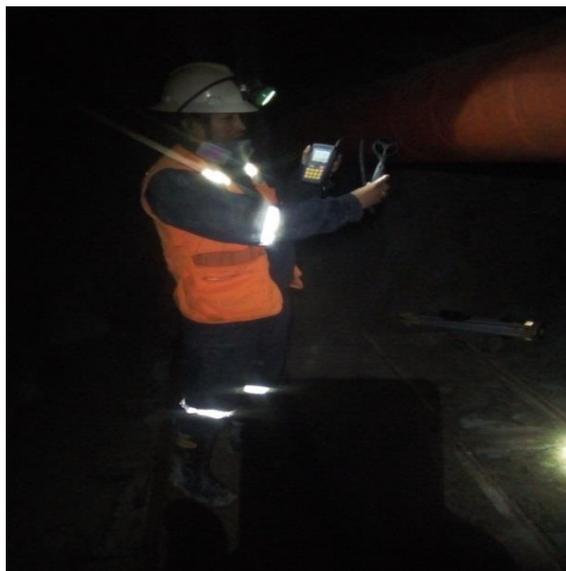


Figura 52. Monitoreo de temperatura con equipo SMART SENSOR



Figura 53. Configuración equipo estación total

d. Poligonal principal

Una vez realizada la estación y configuración se realiza el procedimiento planímetro que consiste en el registro de ángulos y distancias, también se realizó por método de coordenadas (X, Y, Z) donde el cálculo y almacenamiento de información es automatizado y en tiempo real, los puntos de enlace están ubicados en las bocaminas principales, los puntos de control topográfico se colocan en labores principales y los puntos de control topográficos tienen que ser entre ellas que sean visibles.



Figura 54. Estación de equipo estación total sobre punto de control en el interior



Figura 55. Estacionamiento de bípode en el interior

En cuanto a altitud, la nivelación trigonométrica se realizó simultáneamente al levantamiento planímetro, aprovechando el posicionamiento del equipo en los vértices del control topográfico interno. Se emplea para obtener la altura de los puntos de control y detalles. Las referencias o vértices señalados del punto de estación y punto visado se localizan en el techo de la estructura.

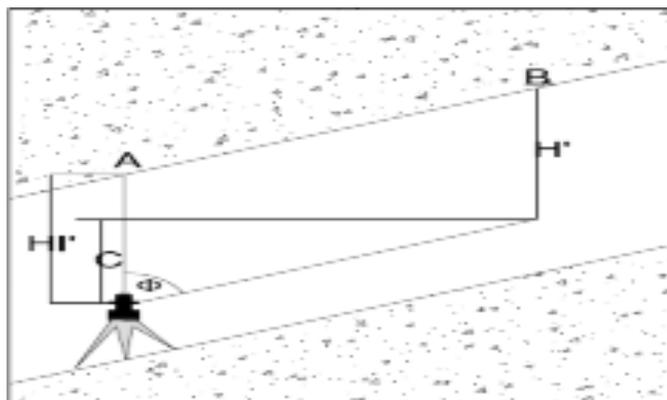


Figura 56. Nivelación trigonométrica punto visado y estación en el techo

e. Toma de detalles

La toma de detalles se realizó con el empleo del equipo óptico estación total por método de trisección o estación libre conociendo dos puntos de control y método de abscisas y ordenadas. El registro de estos datos usualmente se adjuntó para el modelamiento y complementación de planos.

f. Perfiles y secciones

Los perfiles se realizaron de manera longitudinal o transversal de acuerdo al tipo y dirección de la estructura que se desarrolló, en la figura se muestra la labor subterránea de exploración del Nv. 4890, Cortada 252/ Galería 240 NW, en toda su longitud

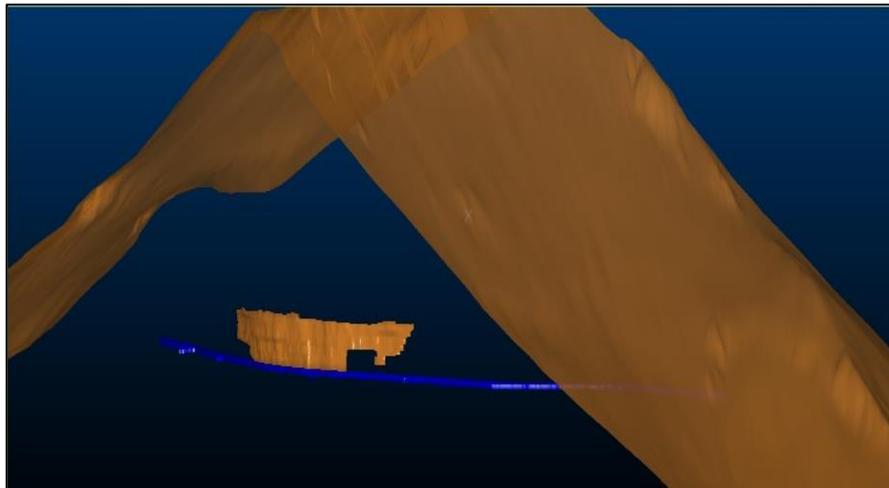


Figura 57. Perfil longitudinal Nv. 4890 Veta Juana con datamine

g. Ajuste de poligonal de enlace subterráneo por mínimos cuadrados

En presente objetivo se ajustó de acuerdo a los parámetros establecidos en topografía se efectuó las medidas necesarias, obteniendo un resultado único y conocer su nivel de precisión, además, si en alguna de las mediciones se ha producido un gran error no se pudo detectar. Por otro lado, si se miden excedentes, esto mejora la precisión y se podrá tener un control fiable de las mediciones en general. En las observaciones



excedentes conocidas como redundancias o grados de libertad. Se hizo diversas soluciones a la cuestión planteada, pero se buscó aquella que satisfaga el conjunto de relaciones matemáticas entre las magnitudes medidas y además haga mínima la suma de los cuadrados de los residuos, esto es, la solución de mínimos cuadrados.

Sabemos que los mínimos cuadrados están formados por cuatro elementos como hipótesis de partida: un modelo matemático, un modelo estadístico, el condicionamiento de mínimo y unas hipótesis estadísticas. En esta presentación se explicó en cada uno de estos componentes.

En la investigación se utilizó la metodología de mínimos cuadrados a un polígono ya mencionado y se desarrollan los dos métodos, ecuaciones de condición (método obsoleto, aunque didáctico) y observaciones indirectas o variación de coordenadas, que es el método que se maneja en la actualidad debido a la facilidad de su planteamiento y al hecho de que ofrece precisiones de las variables directamente.

Se trató de estimar las varianzas de observación de peso unidad de acuerdo a las especificaciones del equipo en uso, cuyo análisis resulta fundamental a la hora de valorar la bondad de un ajuste. Y por último se utilizó como análisis estadístico el concepto de elipse de error y el error relativo en la formulación necesaria para su cálculo para la cual se tiene los cálculos de la siguiente manera:

Parámetros de opción de proyecto 2D

Modo de Ejecución STAR*NET	: Ajuste con Propagación de Error
Tipo de Ajuste	: 2D
Unidades de Proyecto	: Metros; DMS
Sistema de Coordenadas	: LOCAL
Elevación de Proyecto Predeterminada	: 0.0000 Metros



Aplicar Factor de Escala Promedio	: 1.0000000000
Orden de Coordenadas Entrada/Salida	: Este-Norte
Orden de Dato Angular en Estación	: En-Desde-A
Tipo de Datos Distancia/Vertical	: Dist Hor/DE
Límite de Conv; Iteraciones Máx	: 0.010000; 10
Coef de Refracción Predeterminado	: 0.070000
Radio Terrestre	: 6372000.00 Metros
Archivo de Coordenadas	: Si
Archivo de Coordenadas Escala Terreno	: No
Archivo de Volcado	: No

Configuración de error estándar de instrumento

Instrumento Predeterminado de Proyecto

Distancias (Constante)	: 0.002000 Metros
Distancias (PPM)	: 2.000000
Ángulos	: 2.828427 Segundos
Direcciones	: 2.000000 Segundos
Azimuts & Rumbos	: 4.000000 Segundos
Error de Centrado de Instrumento	: 0.001500 Metros
Error de Centrado de Prisma	: 0.001500 Metros
Iteraciones de Solución de Ajuste	



Iteración # 1

Cambios desde la Ultima Iteración (Metros)

ESTACIÓN	DE	DN
J1	-0.000000	0.000000
PCT2	0.000000	0.000000
B1	0.000013	-0.000089
B2	0.000042	-0.000501
B3	-0.000107	-0.001935
B4	-0.000473	-0.004412
B5	0.000022	-0.006752
B6	0.002478	-0.012175
B7	0.005806	-0.019625
B8	0.008212	-0.025753
B9	0.007607	-0.033236
B10	0.007125	-0.042517
B11	0.005622	-0.050785
B12	0.005283	-0.057161
C1	0.005641	-0.062669
B13	0.005599	-0.071113
B14	0.004792	-0.080612
B15	0.004834	-0.096124
B16	0.003347	-0.102349
B17	0.001452	-0.113585
1A	0.002458	-0.109696
2A	0.004291	-0.109482
3A	0.005971	-0.110251
4A	0.007366	-0.110011
5A	0.008694	-0.110225
6A	0.009143	-0.110512
J2	0.011512	-0.109118

Sigma Anterior : 382.812155

Sigma Actual : 0.882102

Prueba de Convergencia : 381.930053



Iteración # 2

Cambios desde la Ultima Iteración (Metros)

ESTACIÓN	DE	DN
J1	-0.000000	0.000000
PCT2	0.000000	0.000000
B1	-0.000000	0.000000
B2	-0.000000	0.000000
B3	0.000000	0.000001
B4	0.000000	0.000001
B5	0.000000	0.000002
B6	0.000001	0.000004
B7	0.000001	0.000006
B8	0.000002	0.000008
B9	0.000003	0.000009
B10	0.000005	0.000011
B11	0.000008	0.000012
B12	0.000009	0.000012
C1	0.000011	0.000013
B13	0.000013	0.000014
B14	0.000016	0.000015
B15	0.000022	0.000016
B16	0.000024	0.000016
B17	0.000028	0.000017
1A	0.000026	0.000017
2A	0.000026	0.000018
3A	0.000026	0.000018
4A	0.000025	0.000019
5A	0.000025	0.000019
6A	0.000025	0.000019
J2	0.000024	0.000019

Sigma Anterior : 0.882102

Sigma Actual : 0.882083

Prueba de Convergencia : 0.000019



Resumen de Observaciones de Entrada No Ajustadas

Número de Estaciones Ingresadas (Metros) = 2

FIJO ESTACIONES	E	N
J1	201830.572556	8327030.555730
PCT2	201830.471718	8327323.196840

Número de Angulo Observaciones (DMS) = 26

EN	DE	A	ANGULO	ERRSTD
J1	PCT2	B1	352°01'57.00"	2.68
B1	J1	B2	108°07'05.00"	17.77
B2	B1	B3	179°51'11.00"	30.93
B3	B2	B4	180°44'57.00"	31.90
B4	B3	B5	159°13'20.00"	47.82
B5	B4	B6	166°14'33.00"	50.75
B6	B5	B7	180°08'42.00"	34.73
B7	B6	B8	182°46'17.00"	37.52
B8	B7	B9	206°14'57.00"	41.94
B9	B8	B10	178°11'57.00"	39.30
B10	B9	B11	187°25'59.00"	39.63
B11	B10	B12	172°53'56.00"	52.11
B12	B11	C1	173°17'47.00"	70.36
C1	B12	B13	183°43'06.00"	68.33
B13	C1	B14	184°31'37.00"	54.46
B14	B13	B15	174°45'01.00"	42.90
B15	B14	B16	194°10'20.00"	58.13
B16	B15	B17	175°43'17.00"	63.99
B17	B16	1A	2°57'56.00"	65.99
1A	B17	2A	247°57'16.00"	197.75
2A	1A	3A	213°00'00.00"	286.30
3A	2A	4A	143°00'00.00"	312.12
4A	3A	5A	200°00'00.00"	323.03
5A	4A	6A	205°15'00.00"	360.84
6A	5A	J2	115°08'51.00"	253.02
J2	6A	J1	154°33'26.00"	24.77



Número de Distancia Observaciones (Metros) = 26

DE	A	DISTANCIA	ERRSTD
J1	B1	223.852300	0.003239
B1	B2	25.368500	0.002951
B2	B3	23.794400	0.002948
B3	B4	23.816000	0.002948
B4	B5	12.038200	0.002932
B5	B6	20.009600	0.002943
B6	B7	24.166300	0.002949
B7	B8	17.517600	0.002940
B8	B9	18.048400	0.002940
B9	B10	20.788000	0.002944
B10	B11	17.739600	0.002940
B11	B12	12.419400	0.002933
B12	C1	9.545000	0.002929
C1	B13	13.388100	0.002934
B13	B14	14.499300	0.002935
B14	B15	23.145200	0.002947
B15	B16	9.405000	0.002928
B16	B17	16.544300	0.002938
B17	1A	5.829800	0.002923
1A	2A	2.583000	0.002919
2A	3A	2.567000	0.002919
3A	4A	2.165000	0.002918
4A	5A	2.510000	0.002919
5A	6A	1.773000	0.002918
6A	J2	18.136300	0.002940
J2	J1	367.614600	0.003461

Resumen Estadístico del Ajuste

Iteraciones	=	2
Número de Estaciones	=	27
Número de Observaciones	=	52
Número de Incógnitas	=	50
Número de Obs Redundante	=	2

OBSERVACIÓN	CONTEO	SUMA CUADRADOS DE RESSTD	ERROR FACTOR
ÁNGULOS	26	0.859	0.927
DISTANCIAS	26	0.023	0.152
TOTAL	52	0.882	0.664

La Prueba Chi-Cuadrado en Nivel 5.00% Pasó

Límites Bajo/Alto (0.159/1.921)



Información de estación ajustada

Cambios de Coordenadas de las Provisionales Ingresadas (Metros)

ESTACIÓN	DE	DN
J1	-0.000000	-0.000000
PCT2	-0.000000	-0.000000

Ajustadas coordenadas (Metros)

ESTACIÓN	E	N
J1	201830.572556	8327030.555730
PCT2	201830.471718	8327323.196840
B1	201799.467707	8327252.236356
B2	201774.494764	8327256.698167
B3	201751.060542	8327260.821989
B4	201727.660824	8327265.254842
B5	201715.807642	8327263.152833
B6	201697.502438	8327255.071915
B7	201675.370347	8327245.367393
B8	201659.006191	8327239.116113
B9	201641.036203	8327240.795631
B10	201620.287893	8327242.078054
B11	201602.872455	8327245.453305
B12	201590.481395	8327246.290433
C1	201580.948225	8327245.817126
B13	201567.561771	8327246.021111
B14	201553.126878	8327247.385209
B15	201529.981847	8327247.444984
B16	201520.869150	8327249.771104
B17	201504.578330	8327252.655496
1A	201510.258673	8327251.343451
2A	201510.664576	8327248.792467
3A	201509.622164	8327246.446627
4A	201510.110579	8327244.337356
5A	201509.806015	8327241.845853
6A	201508.860366	8327240.346089
J2	201518.634716	8327225.068944



Observaciones ajustadas y residuales

Ajustadas Angulo Observaciones (DMS)

EN	DE	A	ANGULO	RESIDUAL	ERRSTD	RESSTD
J1	PCT2	B1	352°01'57.00"	-0°00'00.00"	2.68	0.0
B1	J1	B2	108°07'01.75"	-0°00'03.25"	17.77	0.2
B2	B1	B3	179°51'01.78"	-0°00'09.22"	30.93	0.3
B3	B2	B4	180°44'47.81"	-0°00'09.19"	31.90	0.3
B4	B3	B5	159°13'00.70"	-0°00'19.30"	47.82	0.4
B5	B4	B6	166°14'12.61"	-0°00'20.39"	50.75	0.4
B6	B5	B7	180°08'33.72"	-0°00'08.28"	34.73	0.2
B7	B6	B8	182°46'09.13"	-0°00'07.87"	37.52	0.2
B8	B7	B9	206°14'48.73"	-0°00'08.27"	41.94	0.2
B9	B8	B10	178°11'50.57"	-0°00'06.43"	39.30	0.2
B10	B9	B11	187°25'53.50"	-0°00'05.50"	39.63	0.1
B11	B10	B12	172°53'47.68"	-0°00'08.32"	52.11	0.2
B12	B11	C1	173°17'33.76"	-0°00'13.24"	70.36	0.2
C1	B12	B13	183°42'55.18"	-0°00'10.82"	68.33	0.2
B13	C1	B14	184°31'31.48"	-0°00'05.52"	54.46	0.1
B14	B13	B15	174°44'58.38"	-0°00'02.62"	42.90	0.1
B15	B14	B16	194°10'17.90"	-0°00'02.10"	58.13	0.0
B16	B15	B17	175°43'15.27"	-0°00'01.73"	63.99	0.0
B17	B16	1A	2°57'56.00"	-0°00'00.00"	65.99	0.0
1A	B17	2A	247°57'10.85"	-0°00'05.15"	197.75	0.0
2A	1A	3A	212°59'58.76"	-0°00'01.24"	286.30	0.0
3A	2A	4A	143°00'13.80"	0°00'13.80"	312.12	0.0
4A	3A	5A	200°00'24.28"	0°00'24.28"	323.03	0.1
5A	4A	6A	205°15'48.32"	0°00'48.32"	360.84	0.1
6A	5A	J2	115°09'21.80"	0°00'30.80"	253.02	0.1
J2	6A	J1	154°33'26.57"	0°00'00.57"	24.77	0.0



Ajustadas Distancia Observaciones (Metros)

DE	A	DISTANCIA	RESIDUAL	ERRSTD	RESSTD
J1	B1	223.852210	-0.000090	0.003239	0.0
B1	B2	25.368398	-0.000102	0.002951	0.0
B2	B3	23.794299	-0.000101	0.002948	0.0
B3	B4	23.815898	-0.000102	0.002948	0.0
B4	B5	12.038121	-0.000079	0.002932	0.0
B5	B6	20.009541	-0.000059	0.002943	0.0
B6	B7	24.166241	-0.000059	0.002949	0.0
B7	B8	17.517537	-0.000063	0.002940	0.0
B8	B9	18.048303	-0.000097	0.002940	0.0
B9	B10	20.787905	-0.000095	0.002944	0.0
B10	B11	17.739498	-0.000102	0.002940	0.0
B11	B12	12.419305	-0.000095	0.002933	0.0
B12	C1	9.544912	-0.000088	0.002929	0.0
C1	B13	13.388008	-0.000092	0.002934	0.0
B13	B14	14.499203	-0.000097	0.002935	0.0
B14	B15	23.145108	-0.000092	0.002947	0.0
B15	B16	9.404897	-0.000103	0.002928	0.0
B16	B17	16.544199	-0.000101	0.002938	0.0
B17	1A	5.829902	0.000102	0.002923	0.0
1A	2A	2.583075	0.000075	0.002919	0.0
2A	3A	2.567020	0.000020	0.002919	0.0
3A	4A	2.165080	0.000080	0.002918	0.0
4A	5A	2.510050	0.000050	0.002919	0.0
5A	6A	1.773004	0.000004	0.002918	0.0
6A	J2	18.136402	0.000102	0.002940	0.0
J2	J1	367.614753	0.000153	0.003461	0.0



Ajustadas Rumbos (DMS) y Distancias Horizontales (Metros)

(Confianza Relativa de Rumbo está en Segundos)

DE	A	RUMBO	DISTANCIA	95% CONFIANZA REL		
				Rbo	Dist	PPM
1A	2A	S09°02'27.27" E	2.583075	532.00	0.007142	2765.0630
1A	B17	N76°59'38.12"W	5.829902	329.64	0.007151	1226.6094
2A	3A	S23°57'31.49"W	2.567020	747.02	0.007145	2783.2977
3A	4A	S13°02'14.72"E	2.165080	850.55	0.007141	3298.0616
4A	5A	S06°58'09.57"W	2.510050	828.58	0.007144	2845.9933
5A	6A	S32°13'57.89"W	1.773004	568.55	0.007142	4028.3508
6A	J2	S32°36'40.32"E	18.136402	68.25	0.007193	396.5867
B1	B2	N79°52'12.32"W	25.368398	43.16	0.007217	284.4970
B1	J1	S07°59'14.07"E	223.852210	6.55	0.007925	35.4020
B10	B11	N79°01'53.76"W	17.739498	147.23	0.007191	405.3844
B10	B9	S86°27'47.27"E	20.787905	140.15	0.007202	346.4630
B11	B12	N86°08'06.09"W	12.419305	160.71	0.007174	577.6421
B12	C1	S87°09'27.66"W	9.544912	183.79	0.007165	750.6446
B13	B14	N84°36'05.67"W	14.499203	219.35	0.007181	495.2550
B13	C1	S89°07'37.15"E	13.388008	204.10	0.007177	536.1105
B14	B15	N89°51'07.30"W	23.145108	230.89	0.007211	311.5364
B15	B16	N75°40'49.39"W	9.404897	260.00	0.007163	761.6199
B16	B17	N79°57'34.12"W	16.544199	293.33	0.007187	434.4328
B2	B3	N80°01'10.54"W	23.794299	81.27	0.007212	303.0937
B3	B4	N79°16'22.73"W	23.815898	102.74	0.007212	302.8195
B4	B5	S79°56'37.97"W	12.038121	126.37	0.007174	595.9363
B5	B6	S66°10'50.58"W	20.009541	130.63	0.007202	359.9413
B6	B7	S66°19'24.30"W	24.166241	129.69	0.007216	298.6131
B7	B8	S69°05'33.43"W	17.517537	131.30	0.007194	410.6482
B8	B9	N84°39'37.84"W	18.048303	135.61	0.007193	398.5309
J1	J2	N58°03'13.75"W	367.614753	40.15	0.008463	23.0221
J1	PCT2	N00°01'11.07"W	292.641127	0.00	0.000000	0.0012

Cierres de Poligonal de Observaciones No Ajustadas
(Inicio y Final sobre Estaciones Ajustadas)



POLIGONAL 1

Error Lineal = 0.0628 N, 0.0406 W

Precisión Horiz = 0.0748 Error en 929.2639, 1:12428, 80.46 PPM

DE	A	NO AJUS RUMBO	DIST NO AJUS
J1	PCT2	N 00°01'11.07" W	AT
J1	B1	N 07°59'14.07" W	223.852300
B1	B2	N 79°52'09.07" W	25.368500
B2	B3	N 80°00'58.07" W	23.794400
B3	B4	N 79°16'01.07" W	23.816000
B4	B5	S 79°57'18.93" W	12.038200
B5	B6	S 66°11'51.93" W	20.009600
B6	B7	S 66°20'33.93" W	24.166300
B7	B8	S 69°06'50.93" W	17.517600
B8	B9	N 84°38'12.07" W	18.048400
B9	B10	N 86°26'15.07" W	20.788000
B10	B11	N 79°00'16.07" W	17.739600
B11	B12	N 86°06'20.07" W	12.419400
B12	C1	S 87°11'26.93" W	9.545000
C1	B13	N 89°05'27.07" W	13.388100
B13	B14	N 84°33'50.07" W	14.499300
B14	B15	N 89°48'49.07" W	23.145200
B15	B16	N 75°38'29.07" W	9.405000
B16	B17	N 79°55'12.07" W	16.544300
B17	1A	S 76°57'16.07" E	5.829800
1A	2A	S 09-00'00.07" E	2.583000
2A	3A	S 23°59'59.93" W	2.567000
3A	4A	S 13°00'00.07" E	2.165000
4A	5A	S 06°59'59.93" W	2.510000
5A	6A	S 32°14'59.93" W	1.773000
6A	J2	S 32°36'09.07" E	18.136300
J2	J1	S 58°02'43.07" E	367.614600



Error Propagación

Coordenada de Estación Desviaciones Estándar (Metros)

ESTACIÓN	E	N
J1	0.000000	0.000000
PCT2	0.000000	0.000000
B1	0.002911	0.003231
B2	0.004171	0.003928
B3	0.005188	0.006113
B4	0.006153	0.009561
B5	0.006715	0.011325
B6	0.007275	0.013952
B7	0.008334	0.017604
B8	0.009246	0.020243
B9	0.009523	0.022733
B10	0.009878	0.025505
B11	0.010355	0.027723
B12	0.010777	0.028756
C1	0.011058	0.028525
B13	0.011421	0.027099
B14	0.011991	0.025512
B15	0.012318	0.025176
B16	0.013130	0.025713
B17	0.014220	0.028219
1A	0.014113	0.027061
2A	0.013681	0.026948
3A	0.013924	0.026397
4A	0.014671	0.026558
5A	0.015930	0.026257
6A	0.016333	0.026092
J2	0.015317	0.025143



Coordenada de Estación Error Elipses (Metros)

Región de Confianza = 95%

ESTACIÓN	SEMI-MAYOR	SEMI-MENOR	ACIMUT DE
	Eje	Eje	Mayor Eje
J1	0.000000	0.000000	0°00'
PCT2	0.000000	0.000000	0°00'
B1	0.007925	0.007109	172°01'
B2	0.010209	0.009615	88°59'
B3	0.015192	0.012422	17°32'
B4	0.023844	0.014350	13°53'
B5	0.028042	0.015883	10°33'
B6	0.034165	0.017781	1°54'
B7	0.043300	0.019952	173°39'
B8	0.050074	0.021448	170°49'
B9	0.056022	0.022390	172°45'
B10	0.062632	0.023650	175°02'
B11	0.067904	0.025226	177°46'
B12	0.070390	0.026370	179°25'
C1	0.069832	0.027043	1°03'
B13	0.066468	0.027630	4°02'
B14	0.063006	0.028129	8°33'
B15	0.063529	0.025899	15°26'
B16	0.065807	0.025762	18°30'
B17	0.073443	0.024262	2°106'
1A	0.070578	0.024486	21°36'
2A	0.070621	0.022023	22°05'
3A	0.070783	0.018067	24°59'
4A	0.072770	0.014832	27°20'
5A	0.074293	0.011475	30°31'
6A	0.074583	0.010705	31°27'
J2	0.071577	0.008371	30°56'



Relativa Error Elipses (Metros)

Región de Confianza = 95%

ESTACIONES		SEMI-MAYOR	SEMI-MENOR	ACIMUT DE
DE	A	Eje	Eje	Mayor Eje
1A	2A	0.007151	0.006653	178°41'
1A	B17	0.009329	0.007135	8°31'
2A	3A	0.009297	0.007145	113°42'
3A	4A	0.008929	0.007139	75°32'
4A	5A	0.010083	0.007143	96°38'
5A	6A	0.007142	0.004887	31°50'
6A	J2	0.007208	0.005982	154°-08'
B1	B2	0.007217	0.005308	99°28'
B1	J1	0.007925	0.007109	172°01'
B10	B11	0.012675	0.007170	14°-02'
B10	B9	0.014134	0.007185	5°53'
B11	B12	0.009697	0.007146	9°26'
B12	C1	0.008535	0.007129	5°56'
B13	B14	0.015426	0.007166	7°21'
B13	C1	0.013256	0.007161	3°20'
B14	B15	0.025911	0.007200	1°03'
B15	B16	0.011865	0.007147	17°13'
B16	B17	0.023530	0.007179	10°57'
B2	B3	0.009377	0.007210	11°34'
B3	B4	0.011864	0.007210	11°51'
B4	B5	0.007408	0.007140	10°37'
B5	B6	0.012674	0.007199	157°27'
B6	B7	0.015197	0.007212	157°23'
B7	B8	0.011156	0.007186	161°20'
B8	B9	0.011877	0.007174	8°31'
J1	J2	0.071577	0.008371	30°56'
J1	PCT2	0.000000	0.000000	0°00'



3.5 TERCER OBJETIVO

Desarrollar el diseño de labores subterráneas en las etapas de exploración, preparación y en el proceso de construcción de las labores subterráneas de la veta Juana niveles, 4950, 4890, 4850.

Para cumplir esta metodología de control y diseño de labores subterráneos de exploración, desarrollo y preparación es que encaje en conjunto la proyección de la estructura mineralizada en los diferentes niveles 4950,4890,4850. Teniendo como patrón los puntos de control y plano subterráneo del Nv.4890.

a) Diseño metodológico

Inicialmente en la estructura mineralizada veta Juana se realizó el levantamiento Topográfico, colocación de puntos topográficos en la estructura mineralizada veta Juana, mapeos geológico y muestreo geológico superficial donde se obtuvo resultados interesantes, teniendo todo estos datos, se realizó los accesos y servicios para el Nv. 4890, en donde en este Nivel se realizó exploración subterránea mediante una cortada 252 NW realizando una longitud de 143.70 para interceptar la veta, luego se continuó con una galería 240 NW realizando una longitud 379.50 sobre veta comunicando hasta las labores informales, de tal manera obtener información Geológico, Geomecánica insitu para obtener base de datos reales de la labor subterránea.

b) Información geológica

La información geológica es muy importante para poder identificar el tipo de yacimiento que se tiene, en la veta Juana.

La mineralización económica está representada por la acantita, pirargirita esfalerita, tetraedrita con plata, argentita-tetraedrita, calcopirita-pirita-acantita, galena

argentífera, galena, oro libre en óxidos de hierro, electrum (Ag,Au), pirita-electrum, acantita-electrum y esfalerita con oro y plata.

Sistema estructural del sector (sistemas de discontinuidades y fallas geológicas a partir de logueos geotécnicos y mapeos geotécnicos de las paredes expuestas)

Estructuralmente las vetas son un conjunto de fracturas tensionales de dirección Este-Oeste producidas a partir de fallas sinextrales de rumbo Noroeste-Sureste, estas fallas son las responsables de generar aberturas para las etapas del emplazamiento de la mineralización.

Localmente las vetas se encuentran encajadas en lavas andesitas, en diques brechado -silíceos y tobas lapillítico-silíceos, las ocurrencias de mineral se presentan en relleno de fracturas de sistemas de fallas tensionales, de rumbo E-W (90° - 115° N) con buzamientos sub-verticales (60° - 75° SW y NE), potencias angostas entre 0.20 a 0.80 m, el yacimiento es de origen hidrotermal con fuerte dominio a epitermal de baja sulfuración.

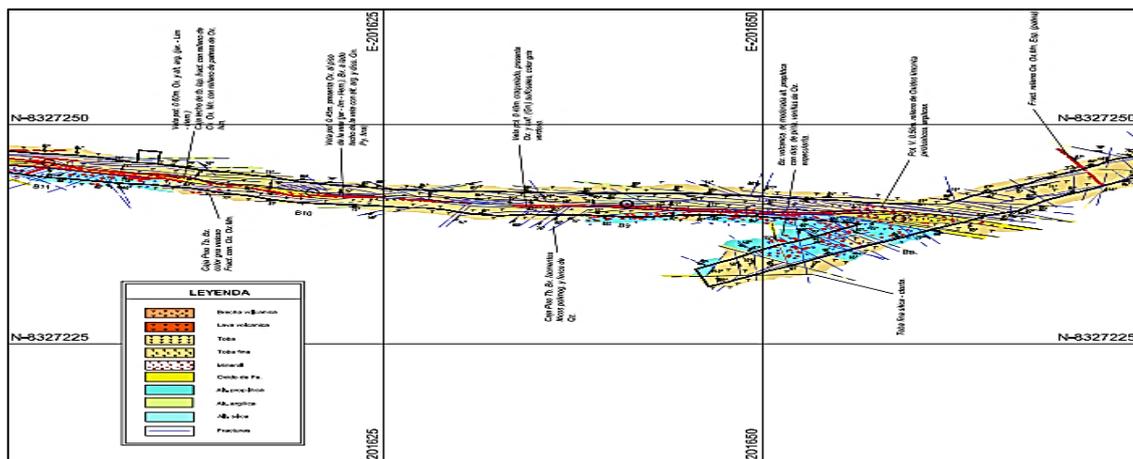


Figura 58. Plano geológico vista en planta

c) **Información geomecánica para el Proyecto Veta Juana**

La evaluación geomecánica de la masa rocosa de la veta Juana, se realizó con el fin de definir y dimensionar las alternativas de minado subterráneo que podrían aplicarse



en este yacimiento, de tal manera de lograr las condiciones seguras en las excavaciones subterráneas.

d) Caracterización del Macizo Rocoso

Nv. 4890 Cortada 252 NW

Esta Labor de exploración e desarrollo será una labor permanente, se usará como camino de tránsito diario de personal y equipo para los trabajos, esta labor avanza sobre caja, teniendo roca de calidad regular (III A-B) en todo el tramo de avance con un sostenimiento de malla y split set para tipos de roca II B, en la zona donde interceptamos la estructura (Veta Juana) del punto B7 a 12 m. aprox. donde presenta roca de tipo IV B y IV A, a lado piso teniendo en esta parte un sostenimiento con cuadro completo.

Nv. 4890 Galería 240 NW

En esta labor también se avanza sobre veta en toda su longitud, muestra una roca del tipo IV B, muestra presencia de agua la cual lo hace inestable, las cajas se encuentran muy fracturadas para lo cual se indicó cuadros completos espaciados 1.20 metros luz, y en tramos estrangulados de la veta recomendamos reforzar con Split set con malla.

En resumen, las investigaciones en campo se realizaron en la galería y cortada en toda su longitud, del nivel 4890 donde la litología consta netamente de tobas lapilli, tanto en la caja piso como en la caja techo.

e) Clasificación del Macizo Rocosos

Las clasificaciones geomecánicas más utilizadas en el mundo son el RMR (Rock Mass Rating) de Bieniawski 1989, el sistema Q de Barton 1974, sistema GSI (Geological strength Index) de Hoek y Marinos 2000.

Para el caso de nuestro proyecto mina MAXPALA se utilizan dos métodos, el método RMR para nuestras labores permanentes y el sistema GSI para nuestras labores temporales en este caso Tajeos. El criterio utilizado para clasificar el macizo rocoso se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 31. Clases de Macizo Rocoso

TIPO DE ROCA	TIPO I	TIPO II	TIPO III A	TIPO III B	TIPO IV A	TIPO IV B	TIPO V
RMR	100 - 86	85 - 66	65 - 46	45 - 36	35 - 26	25 - 16	15 - 0
GSI	LF/MB	LF/B	F/R	MF/R	MF/M	IF/MM	T/MM
DESCRIPCIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR A	REGULAR B	MALA A	MALA B	MUY MALA
CÓDIGO							

Fuente: Elaboración área de geomecánica (2018).

f) Zonificación Geomecánica de la Masa Rocosa

Para determinar los dominios estructurales de la masa los cuales son extensiones de la masa rocosa con características homogéneas es necesario tomar en consideración la información detallada procedente del mapeo geomecánica tales como aspectos litológicos, arreglos estructurales calidad de la masa rocosa.

La zonificación geomecánica debe ser realizada en tres dimensiones ya sea manualmente o mediante la ayuda de programas computacionales.

Los resultados de la zonificación geomecánica deben ser presentados en planos de planta y sección tanto transversales como longitudinales, para ello se deben adoptar

códigos para nombrar cada zona geomecánica o dominio estructural, estos códigos pueden involucrar el uso de colores o alfanuméricos.

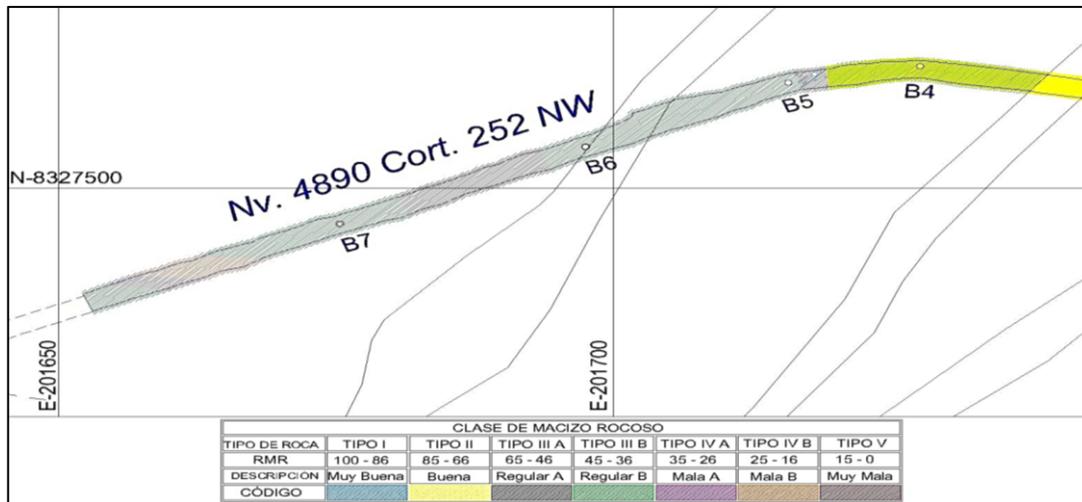


Figura 59. Zonificación geomecánica

g) **Diseño de labores subterráneas en la Veta Juana**

De acuerdo a los estudios Topográfico, geológicos, geomecánica e hidrogeológico del Nv. 4890 se realiza el diseño de labores subterráneo, bajo los siguientes criterios se realizar la proyección de la estructura mineralizada en los niveles Nv.4950 y 4850, se logra ubicar mineral en el Nv. 4890 en tramos y luego realizamos las preparaciones para la explotación de mineral, se realizan chimeneas cada 25 metros y las chimeneas que están a cada 50 metros comunicaran al otro nivel para obtener ventilación y abastecimiento de relleno.

h) **Proyecto de diseño y configuración de labor subterránea**

Para realizar el proyecto de diseño y ejecución de labor subterráneo se tiene que cumplir el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, del Decreto Supremo 023-2017-EM , para efectuar el diseño se tuvo que obtener plano topográfico, plano geológico estructural con sus respectivos rumbo, buzamiento y dirección de buzamiento y plano

geomecánica del Nv. 4890, en base a los planos obtenidos, en la reunión del planeamiento se toma la decisión y se realiza el proyecto e configuración final de diseño de las labores para los niveles Nv. 4950 y 4850

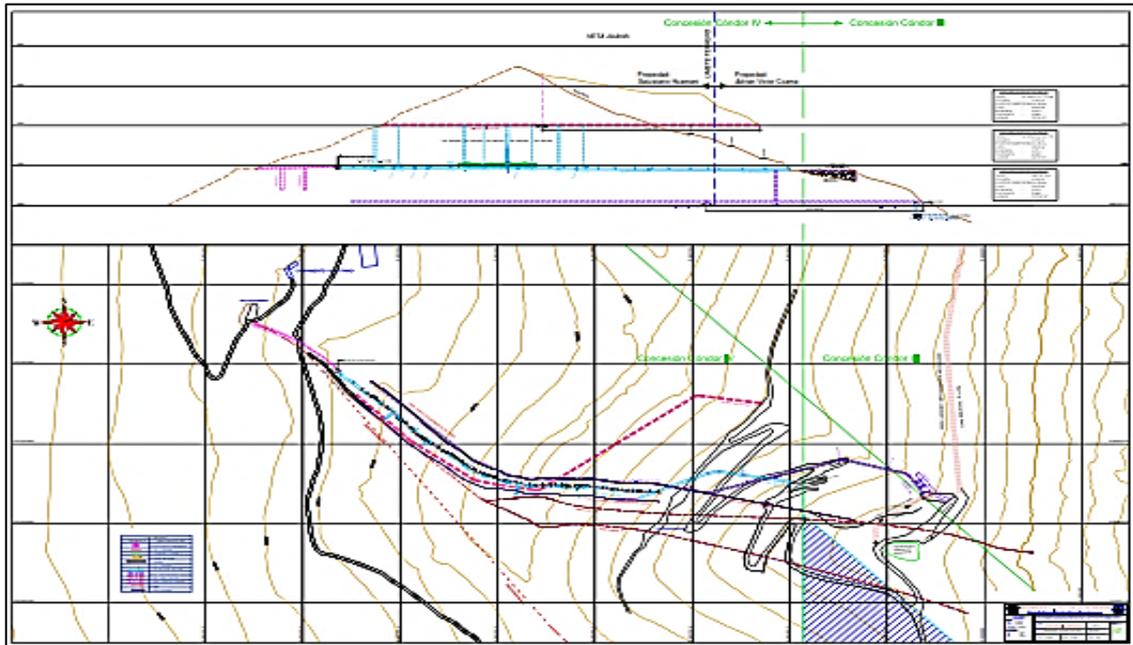


Figura 60. Configuración de diseño de labor subterránea

i) Proyección de Veta de una labor subterránea

Se realizó la proyección de la veta para el Nv.4950 y 4850 teniendo como patrón el Nv. 4890, la proyección se obtiene en base a cálculo matemático o también utilizando software geológico.

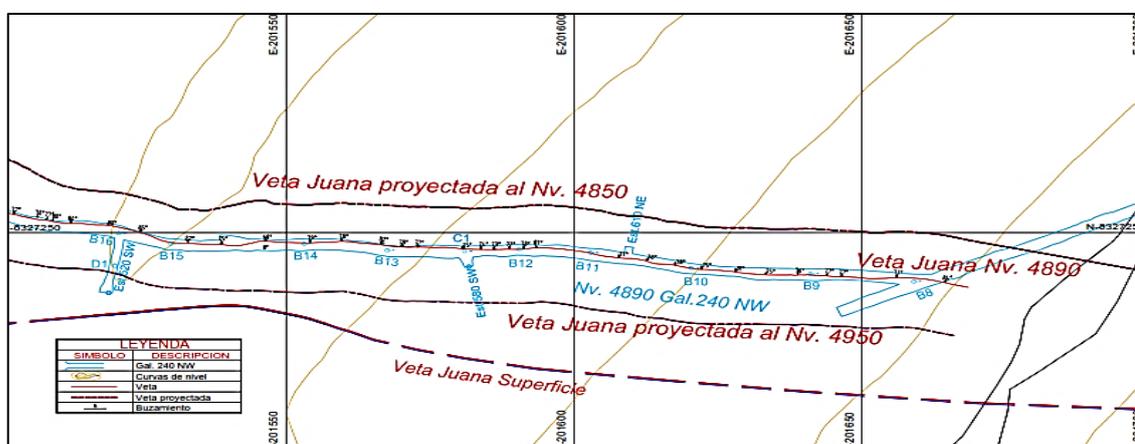


Figura 61. Vista en planta proyección veta Juana

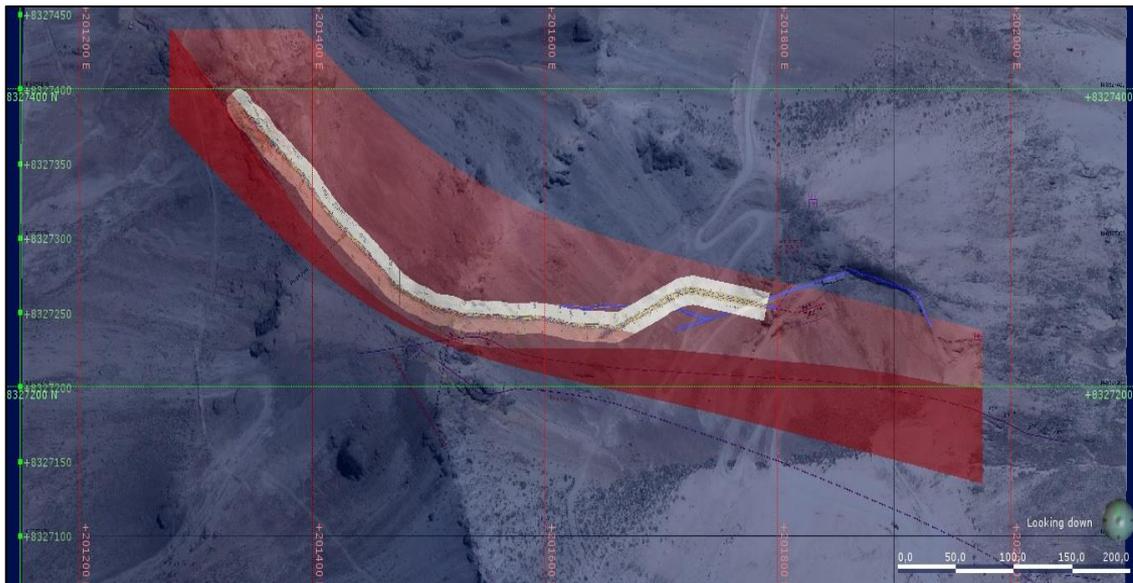


Figura 62. Vista en planta proyección veta Juana con Software Leapfrog

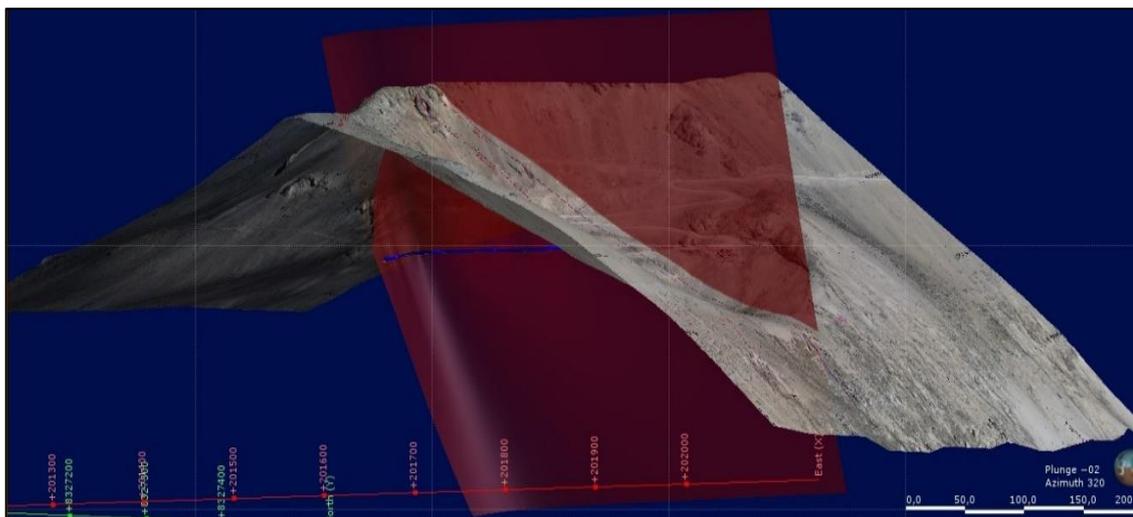


Figura 63. Vista perfil longitudinal veta Juana con Software Leapfrog

j) Estándar del diseño del proyecto Veta Juana

Para la explotación del proyecto veta Juana, CIA MINERA MAXPALA en los niveles 4850, 4890, 4950, se deberán diseñar y construir una serie de labores mineras de desarrollo y preparación ya sea sobre veta o fuera de ella para luego entrar a la explotación de tajos y para poder acceder a la misma. El estándar de labores tiene las siguientes dimensiones.

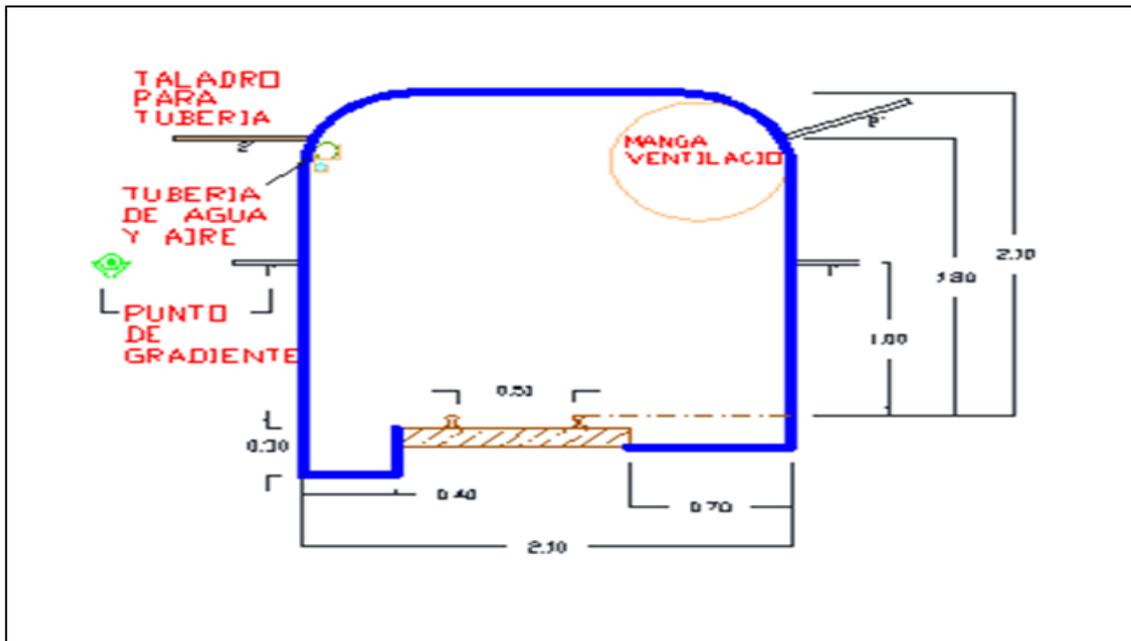


Figura 64. Estándar de un frente de avance de 2.10 *02.10

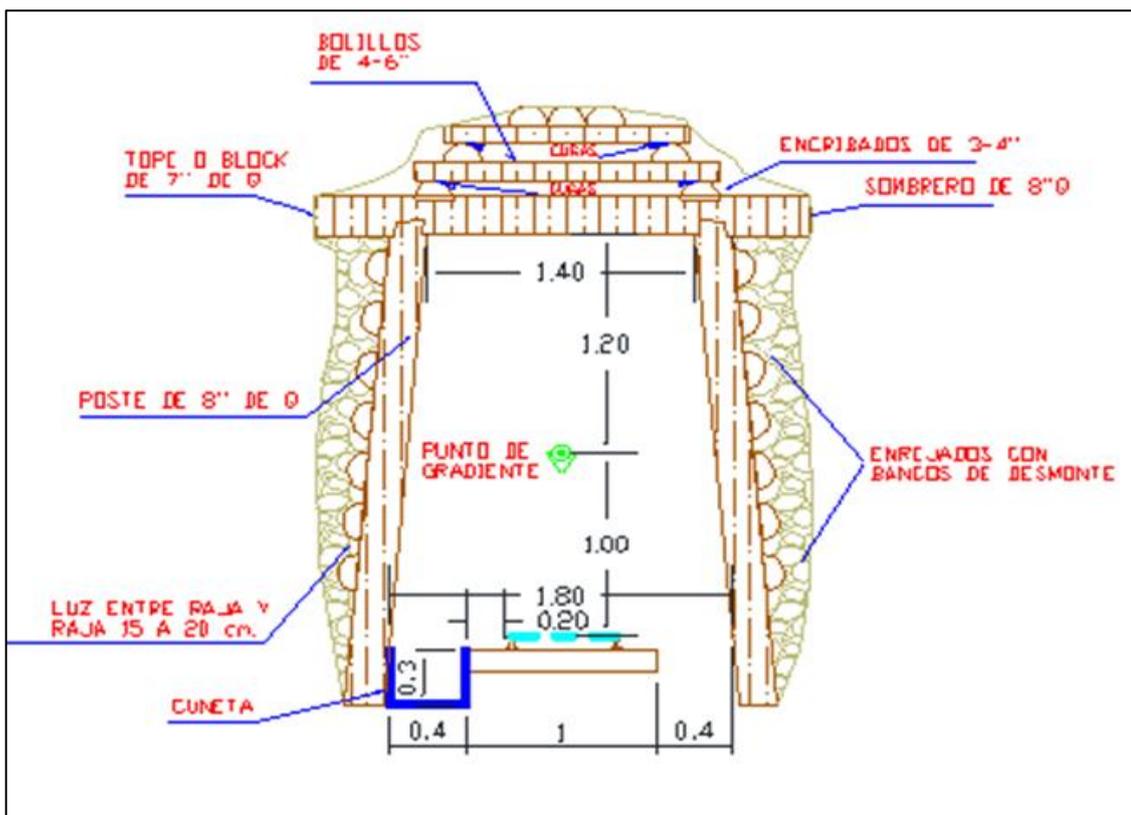


Figura 65. Estándar cuadro de 3 elementos

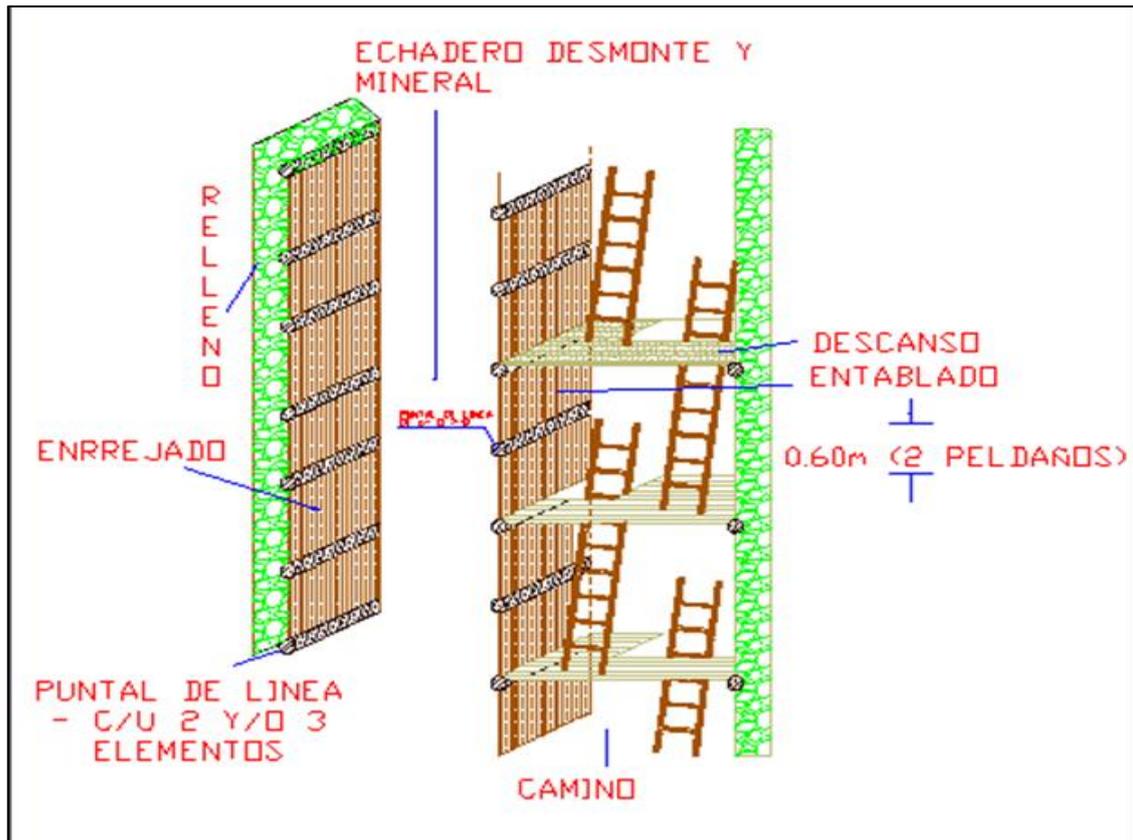


Figura 66. Estándar chimenea de doble compartimiento

k) Control topográfico y proceso constructivo

El control topográfico y proceso constructivo de labores subterráneas es el análisis de los datos de acuerdo al proyecto de diseño, lo cual permite la actualización de la información constante y el análisis de esta en campo.



Figura 67. Laser escáner terrestre especial para labor subterránea



l) Replanteo subterráneo

En este proceso de acuerdo al plano de diseño se ubicarán los puntos proyectados en la información sobre el terreno perteneciente al eje de la poligonal principal, por lo tanto, se debe llevar un registro o libreta de campo organizada que contenga la información relevante como coordenadas, azimut o rumbo, distancia, gradiente y esquema de la zona.

m) Control topográfico

Son procesos donde se deberá mantener un registro continuo de las actividades realizadas en la construcción o explotación minera, con el objetivo de tener una base de datos actualizados y un registro grafico de los mismos.

n) Control de excavación

En esta sección el área de topografía debe mantener permanentemente la información correspondiente al área técnica, la producción y extracción de material de avance, para estos controles se podrá ejecutar la ubicación de los equipos de mediciones topográficas en los vértices pertenecientes a la red topográfica interna principal o secundaria, desde los cuales se verifica que las operaciones de excavación se encuentren dentro de los límites establecidos en el diseño.

o) Procesos del control topográfico

Verificación de las dimensiones de la sección de la labor subterránea según el estándar:

- Actualización y levantamiento topográfico de la labor subterránea
- Control de todo el perímetro de la sección según estándar mina



- Control punto de dirección cuando se avanza en cortadas, cruceros y bypass de acuerdo al diseño
- Control de la línea gradiente según el estándar: 5/1000
- Controlar los puntos de control planímetros y altimétrico
- Toma de avances lineales
- Obtención de planos y mapas según estándar mina

p) Estándar de planos y mapas CIA Minera Maxpala

Según D.S. 023-2017-EM, del artículo 341 nos indica que toda mina subterránea debe tener un juego de planos en coordenadas UTM WGS 84, que comprenda:

- Plano general de superficie, ubicación de instalaciones, bocaminas, campamentos y vías de acceso a escala 1/2000
- Plano general de labores mineras a escala 1/1000
- Plano compósito general vista en planta y perfil longitudinal a escala 1/1000
- Plano de secciones transversales a escala 1/500
- Plano proyectos de ejecución a escala 1/500 – 1/250
- Plano de diseños de instalaciones subterráneas 1/100-1/50
- Plano de mapeo geológico a escala 1/250
- Plano geomecánica a escala 1/250
- Plano de muestreo a escala 1/250

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ESTADÍSTICA

En el tipo de investigación que se emplea es la investigación es transversal con pruebas paramétricas, con significancia de 95% de probabilidad, en la Determinación de coordenadas UTM y Topográficas para el diseño de labores subterráneas del proyecto veta Juana - cia minera Maxpala Caylloma – Arequipa, con análisis de medias T de Student Muestras Independientes.

4.1.1 Hipótesis estadística

$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$, cuando en la diferencia de lecturas, los residuos, errores elipsoidales normales y relativas son iguales a 0 la hipótesis en nula.

$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$, cuando en la diferencia de lecturas, los residuos, errores elipsoidales normales y relativas son iguales a 1 la hipótesis es alterna.

4.1.2 Análisis estadístico

Para la verificación de los objetivos propuestos se ha establecido una comparación de medias de dos poblaciones normales independientes de varianzas desconocidas con contraste bilateral o de dos colas.

El estadígrafo de prueba corresponde a la siguiente fórmula:

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}; \text{ con } n_1 + n_2 - 2 \text{ GL}$$



Donde :

\bar{X}_1 y \bar{X}_2 : medias de las muestras 1 y 2

s_1^2 y s_2^2 : varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2

n_1 y n_2 : tamaño de las muestras 1 y 2

T de distribuy como una T de student con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad

4.1.3 Análisis de muestras

\bar{X}_1 y \bar{X}_2 : se hizo analisis de medias de diferencia de lecturas de estacion E-1 a E-2 y E-3, error elipzoidal, error elipzodai relativa, en la Determinación de coordenadas UTM y Topográficas y ajuste de poligona en interior mina para el diseño de labores subterráneas del proyecto veta Juana - cia minera Maxpala Caylloma – Arequipa.

4.1.4 Variables independientes

Las variables independientes son las diferencias de lecturas de E-2 y E-3 y errores elipsoidales ($X_1, Y_1; X_2, Y_2; \dots; X_n, Y_n$), en los ajustes de coordenadas y la comprobación de coordenadas planas topográficas.

4.1.5 Variables dependientes

Las variables dependientes son las coordenadas planas de UTM a topográficas (serie de lecturas en E-2 y E-3) y ajustes de polígonos de control en interior mina.

4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.2.1 Para el primer objetivo

Determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas

topográficas, en la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV, en el cual se utilizó como herramienta de ayuda IBM SPSS Statistics 21 en modo educativo de la siguiente forma:

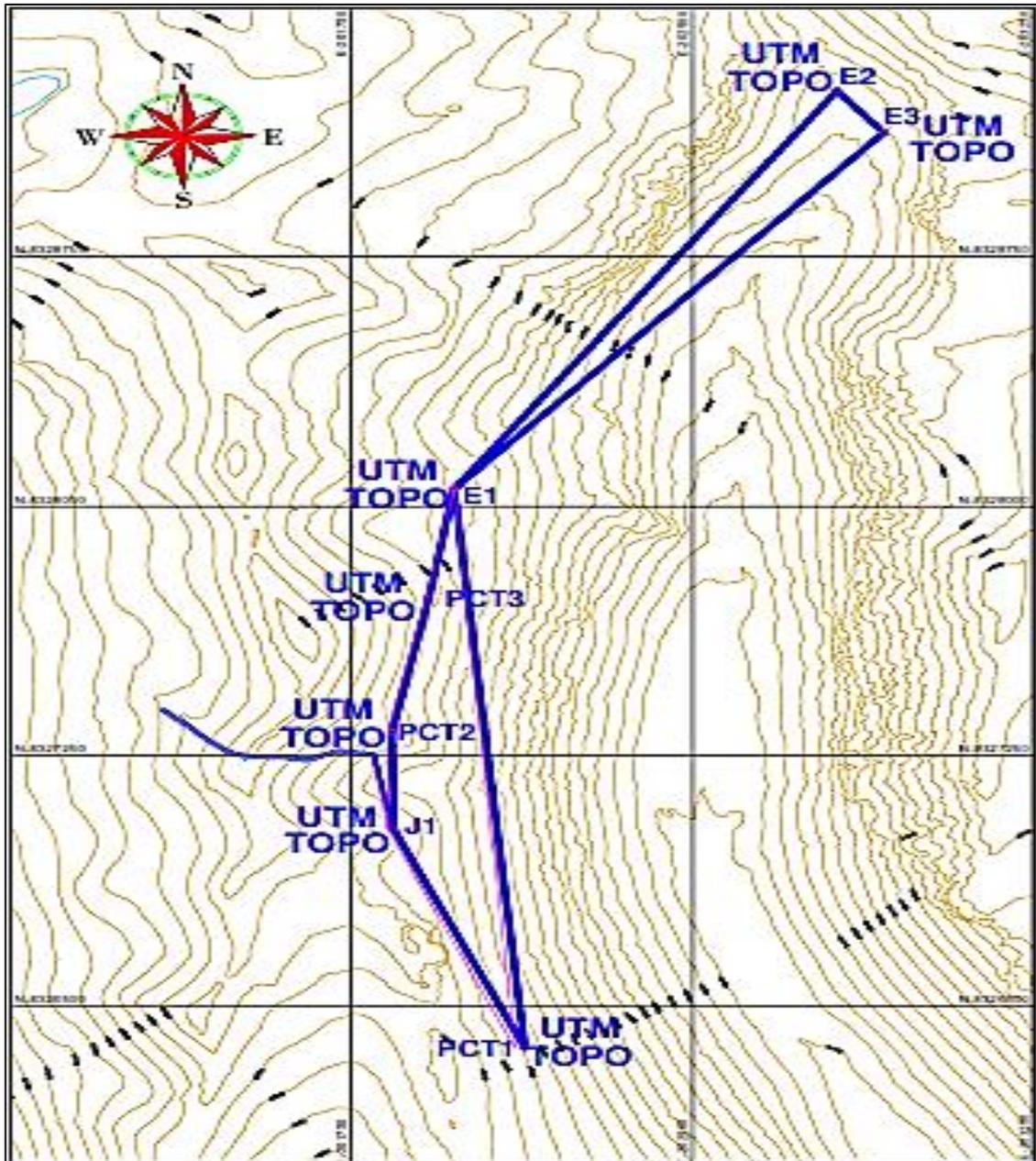


Figura 68. Determinación coordenadas UTM - Topográfica



Hipótesis

H_0 = **No Existe** una diferencia significativa entre la media al Determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Córdor e Córdor IV.

H_1 = **Existe** una diferencia significativa entre la media al Determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Córdor e Córdor IV.

Normalidad

Para el análisis de datos de áreas al comprar las diferencias en la comprobación de coordenadas Este y Norte (E-2 y E-3) de la siguiente manera.

P-valor $\Rightarrow \alpha$ aceptar H_0 = los datos provienen de una distribución normal

P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = los datos No provienen de una distribución normal

RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS

COORDENADA ESTE Y NORTE		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DIFERENCIA EN (MM)	ESTE	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
	NORTE	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%



DESCRIPTIVOS				Estadístico	Error típ.
COORDENADA ESTE Y NORTE					
DIFERENCIA EN (MM)	ESTE	Media		.273750	.0181915
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.236648	
			Límite superior	.310852	
		Media recortada al 5%		.271444	
		Mediana		.300000	
		Varianza		.011	
		Desv. típ.		.1029065	
		Mínimo		.1000	
		Máximo		.5100	
		Rango		.4100	
	Amplitud intercuartil		.1625		
	Asimetría		.081	.414	
	Curtosis		-.594	.809	
	NORTE	Media		.293813	.0215673
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.249826	
			Límite superior	.337799	
		Media recortada al 5%		.282556	
		Mediana		.320500	
		Varianza		.015	
		Desv. típ.		.1220033	
Mínimo			.1250		
Máximo			.8100		
Rango			.6850		
Amplitud intercuartil		.1210			
Asimetría		2.296	.414		
Curtosis		9.826	.809		

PRUEBAS DE NORMALIDAD

COORDENADA ESTE Y NORTE		Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA EN (MM)	ESTE	.132	32	.169	.967	32	.433
	NORTE	.228	32	.000	.767	32	.000

A. CORRECCIÓN DE LA SIGNIFICACIÓN DE LILLIEFORS



Tabla 32. Normalidad de calificación

NORMALIDAD DE CALIFICACIÓN			
P - ESTE =	0.169	>	$\alpha = 0.05$
P - NORTE =	0.000	<	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Al comprar las diferencias de comprobación de lecturas de (E-2 y E-3) (mm), de las coordenadas UTM a planas topográficas en las lecturas sucesivas, la prueba de normalidad Kolmogorov- smirnov Proviene de una distribución normal. (estadístico: 0.169 en Este se acepta la hipótesis Ho, en Norte 0.000 No proviene de una distribución normal: gl: 32; $p < 0.05$).

Igualdad de varianza: (Prueba de Levene)

Al corroborar la igualdad de varianza entre los grupos en diferencia de áreas entre los dos grupos debe ser:

P-valor $\Rightarrow \alpha$ aceptar Ho = Las varianzas son iguales.

P-valor $< \alpha$ Acepta H₁ = Existe diferencias significativas entre las varianzas.

Tabla 33. Estadísticas de grupo

ESTADÍSTICOS DE GRUPO					
COORDENADA ESTE Y NORTE		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
DIFERENCIA EN (MM)	ESTE	32	.273750	.1029065	.0181915
	NORTE	32	.293813	.1220033	.0215673

Tabla 34. Prueba de Levene de igualdad de varianzas

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
DIFERENCIA EN (MM)	Se han asumido varianzas iguales	.080	.778
	No se han asumido varianzas iguales		
IGUALDAD DE VARIANZA			
P-VALOR= 0.778		>	0.05

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Con respecto al supuesto de homogeneidad de varianza la prueba de Levene indica que se cumple en estas poblaciones ($f = 0.080$; $p > 0.05$), aceptar H_0 = Las varianzas son iguales.

P-valor de la prueba T student de pruebas independientes.

P-valor $\leq \alpha$, se rechaza H_0 , (se acepta H_1).

P-valor $> \alpha$, no se rechaza H_1 , (se acepta H_0).

PRUEBA T PARA LA IGUALDAD DE MEDIAS							
T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error de diferencia	típ. la diferencia	95% confianza para la diferencia	Intervalo para la diferencia
						Inferior	Superior
-.711	62	.480	-.0200625	.0282149		-.0764632	.0363382
-.711	60.286	.480	-.0200625	.0282149		-.0764952	.0363702

PRUEBA T DE STUDENT		
P-VALOR= 0.480		>
		0.05

La prueba t para muestras independientes indica que se acepta la hipótesis nula, es decir que no hay diferencias en lecturas de serie en las coordenadas E-2 y E-3 en coordenadas planas topográficas en Este y Norte ($t = 0.711$; $gl:62$; $p > 0.05$), no se rechaza H_0 , (se acepta H_0).

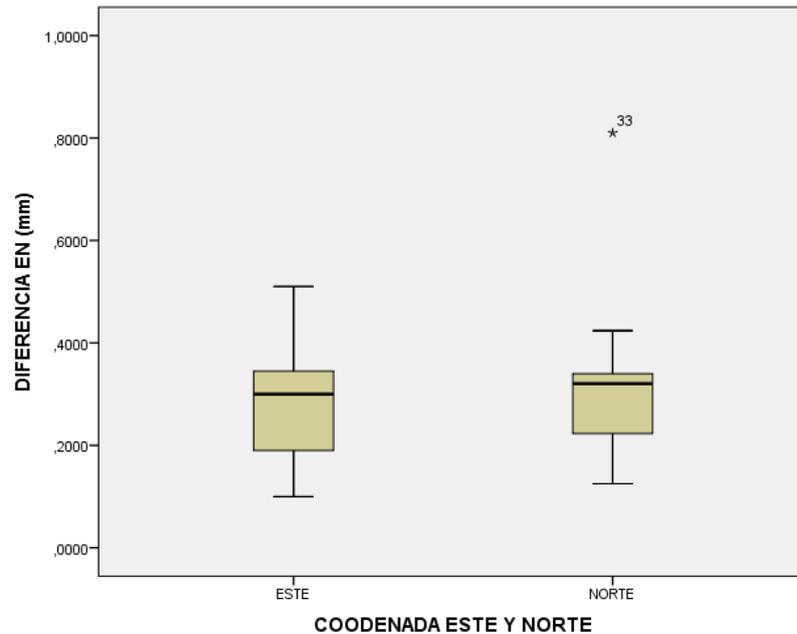


Figura 69. Diagrama donde se aprecia la diferencia de los residuos

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

En este caso la H_1 no se rechaza se **acepta la hipótesis nula** por lo tanto **no** Existe diferencia significativa entre la media al determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV, que el lado Este significativamente es igual ($M = -0.0200625$, $SE = .0282149$), que el lado Norte significativamente igual ($M = -0.0200625$; $SE = 0.0282149$, $t(62) = 0.711$, $p < 0.05$, $r = 0.08993$).



4.2.2 Para el Segundo Objetivo

Determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterráneo en la galería de la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV.

En el cual se utilizó como herramienta de ayuda IBM SPSS Statistics 21 en modo educativo de la siguiente forma:

Hipótesis

$H_0 = \text{No Existe}$ una diferencia significativa entre la media al Determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterráneo en la cortada e galería de la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV.

$H_1 = \text{Existe}$ una diferencia significativa entre la media al Determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterráneo en la galería de la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV.

Normalidad

Para el análisis de datos de perímetros al comprar las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterráneo en la galería de la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV.



P-valor $\Rightarrow \alpha$ aceptar H_0 = los datos provienen de una distribución normal

P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = los datos No provienen de una distribución normal

Tabla 35. Pruebas de normalidad para el caso de error en coordenadas del punto de polígono

RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS							
EJE MAYOR Y EJE MENOR		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DIFERENCIA EN (MM)	EJE MAYOR	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
	EJE MENOR	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 36. Normalidad de calificación

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
EJE MAYOR Y EJE MENOR		Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA EN (MM)	EJE MAYOR	.274	25	.000	.793	25	.000
	EJE MENOR	.141	25	.200*	.920	25	.052

*. este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. corrección de la significación de lilliefors

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Normalidad de calificación

P-EJE MAYOR =	.000	<	A = 0.05
P- EJE MENOR =	,200*	<	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo

Al comprar las diferencias de coordenadas de elipse en el eje mayor y en el eje menor (mm) el desplazamiento del error en el punto de coordenadas, la prueba de normalidad Kolmogorov- smirnov los datos No proviene de una distribución normal. (estadístico: 0.000 en Eje mayor, 0.200* en el eje Menor: gl: 25; $p < 0.05$).

Tabla 37. Pruebas de normalidad error relativa de elipse de coordenadas

RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS							
EJE MAYOR Y EJE MENOR		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DIFERENCIA EN (M)	EJE MAYOR	26	100.0%	0	0.0%	26	100.0%
	EJE MENOR	26	100.0%	0	0.0%	26	100.0%

Tabla 38. Normalidad de calificación

PRUEBAS DE NORMALIDAD								
EJE MAYOR Y EJE MENOR		Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
DIFERENCIA EN (M)	EJE MAYOR	.335	26	.000	.483	26	.000	
	EJE MENOR	.419	26	.000	.611	26	.000	

a. corrección de la significación de lilliefors

NORMALIDAD DE CALIFICACIÓN

P-EJE MAYOR =	.000	<	A = 0.05
P-EJE MENOR =	.000	<	$\alpha = 0.05$



Al comprar las diferencias de error relativa de elipse en el eje mayor y en el eje menor (mm) el desplazamiento del error en el punto de coordenadas, la prueba de normalidad Kolmogorov- smirnov los datos No proviene de una distribución normal. (estadístico: 0.000 en Eje mayor, 0.000 en el eje Menor: gl: 26; $p < 0.05$).

Igualdad de varianza: (Prueba de Levene)

Al corroborar la igualdad de varianza entre los grupos en diferencia de áreas entre los dos grupos debe ser:

P-valor $\Rightarrow \alpha$ aceptar H_0 = Las varianzas son iguales.

P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = Existe diferencias significativas entre las varianzas.

Tabla 39. Estadísticas de grupo error coordenadas de elipse del punto

ESTADÍSTICOS DE GRUPO					
EJE MAYOR Y EJE MENOR		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
DIFERENCIA EN (MM)	EJE MAYOR	25	.055080	.0219749	.0043950
	EJE MENOR	25	.019395	.0066900	.0013380

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo

Tabla 40. Prueba de Levene de igualdad de varianzas error coordenadas de elipse del punto

PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
DIFERENCIA EN (MM)	Se han asumido varianzas iguales	26.349	.000
	No se han asumido varianzas iguales		

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo

IGUALDAD DE VARIANZA		
P-VALOR= 0.000	<	0.05

Con respecto al supuesto de homogeneidad de varianza la prueba de Levene indica que se cumple en estas poblaciones ($f = 26.349$; $p < 0.05$), Acepta $H_1 =$ Existe diferencias significativas entre las varianzas.

Tabla 41. Estadísticas de grupo error relativo de elipse de coordenadas

ESTADÍSTICOS DE GRUPO					
EJE MAYOR Y EJE MENOR		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
DIFERENCIA EN (M)	EJE MAYOR	26	.013863	.0126456	.0024800
	EJE MENOR	26	.006988	.0006620	.0001298

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo

Tabla 42. Prueba de Levene de igualdad de varianzas error relativa de elipse de coordenadas

PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES			
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
DIFERENCIA EN (M)	Se han asumido varianzas iguales	7.812	.007
	No se han asumido varianzas iguales		

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo

IGUALDAD DE VARIANZA		
P-VALOR= 0.007	<	0.05

Con respecto al supuesto de homogeneidad de varianza la prueba de Levene indica que se cumple en estas poblaciones ($f = 7.812$; $p < 0.05$), Acepta $H_1 =$ Existe diferencias significativas entre las varianzas.

P-valor de la prueba T student de pruebas independientes para el caso de error elipse de coordenadas.

P-valor $\leq \alpha$, se rechaza H_0 , (se acepta H_1).

P-valor $> \alpha$, no se rechaza H_0 , (se acepta H_0).

PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES						
PRUEBA T PARA LA IGUALDAD DE MEDIAS						
T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
7.767	48	.000	.0356844	.0045941	.0264472	.0449215
7.767	28.411	.000	.0356844	.0045941	.0262798	.0450889

P-VALOR= 0.000	<	0.05
----------------	---	-------------

La prueba t para muestras independientes indica que se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alterna, es decir que hay diferencias mínimas en el desplazamiento de error elipse en las coordenadas en eje Mayor con respecto al Eje Menor en los puntos de coordenadas en el ajuste del polígono subterráneo ($t = 7.767$; $gl:28.411$; $p < 0.05$), se rechaza H_0 , (se acepta H_1).

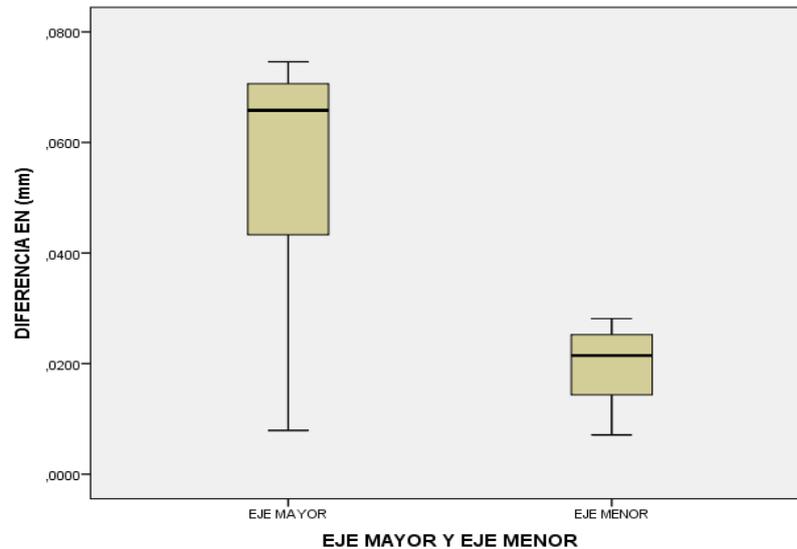


Figura 70. Diagrama donde se aprecia la diferencia de los residuos

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

P-valor de la prueba T student de pruebas independientes para el caso de error relativo de elipse de coordenadas.

P-valor $\leq \alpha$, se rechaza H_0 , (se acepta H_1).

P-valor $> \alpha$, no se rechaza H_0 , (se acepta H_0).

PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES

PRUEBA T PARA LA IGUALDAD DE MEDIAS

T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
2.768	50	.008	.0068752	.0024834	.0018871	.0118632
2.768	25.137	.010	.0068752	.0024834	.0017619	.0119884

PRUEBA T DE STUDENT

P-VALOR= 0.010 < 0.05

La prueba t para muestras independientes indica que se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alterna, es decir que hay diferencias mínimas en el desplazamiento de error elipse en las coordenadas en eje Mayor con respecto al Eje Menor en los puntos de coordenadas en el ajuste del polígono subterráneo ($t = 7.767$; $gl:25.137$; $p < 0.05$), se rechaza H_0 , (se acepta H_1).

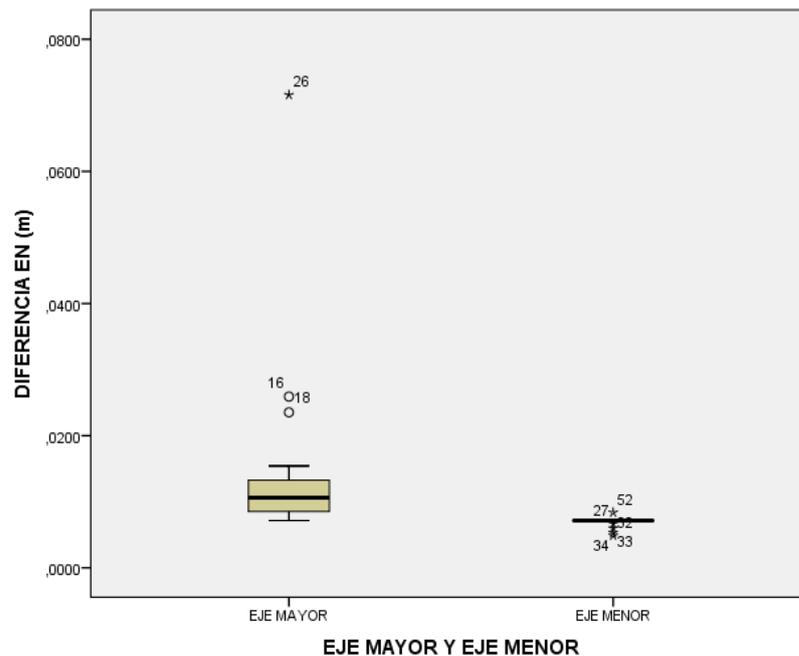


Figura 71. Diagrama donde se aprecia la diferencia de los residuos

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Según análisis estadístico en ambos casos, la **H₀** se rechaza se **acepta la hipótesis alterna** por lo tanto existe una diferencia significativa entre la media al determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2), de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterránea en la galería de la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV, que el error elipse de coordenadas mayor ($M = .0356844$, $SE = 0045941$), $t(28.411) = 7.767$, $p < 0.05$, $r = 0.824518$). Que el error relativo de las coordenadas del punto es menor ($M = 0068752$; $SE = 0.0024834$), $t(25.137) = 2.786$, $p < 0.05$, $r = 0.485726$).

4.3 DISCUSIONES

El resultado obtenido respecto a la hipótesis 1. En el objetivo planteado en la presente investigación, se llega a la conclusión de que **no existe diferencia** significativa entre la media al determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV, que el lado **Este** significativamente es igual que el lado **Norte**. al demostrar analíticamente hay una diferencia en milímetros lo cual significa una precisión alta, Lo cual concuerda con el estudio realizado por Flores (2016) concluye que al determinar la diferencia de los cinco métodos en el ajuste de la poligonal abierta, que nos da la advertencia: La Prueba Chi Cuadrado en Nivel 5.00% Excedió el Límite Inferior, Límites Bajo/Alto 0.454/1.552) quiere decir que los errores de ajuste son muy pequeños al ser muy pequeña no existe diferencias significativas. Además, que Choque & Suni (2011) en la Determinación y uso del Factor Escala existen diferencias entre la distancia de terreno horizontales (distancia



medida con Estación Total) y la distancia de cuadrícula (distancia GPS) de 24cm. a 28cm. Aproximadamente, está en lo cierto para que no exista diferencias se debe convertir a coordenadas topográficas o planas.

El resultado obtenido respecto a la hipótesis 2. En ajuste por mínimos cuadrados de los resultados del objetivo, se llega a una conclusión que la hipótesis según el análisis estadístico en ambos casos, la H_0 se rechaza se acepta la hipótesis alterna por lo tanto **existe** una diferencia significativa entre la media al Determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterránea en la cortada e galería de la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV, que el error elipse de coordenadas es mayor que el error relativo de las coordenadas del punto es menor. Lo cual concuerda con el estudio realizado por Choque & Suni (2011) en la Determinación y uso del Factor Escala existen diferencias entre la distancia de terreno horizontales (distancia medida con Estación Total) y la distancia de cuadrícula (distancia GPS) de 24cm. a 28cm. Aproximadamente y con el estudio de Garzón (2016) llega a la conclusión de a través de la ejecución de la metodología planteada se definieron los valores de incertidumbre posicional planimétrica de las estaciones topográficas mediante las elipses de error que constituyen un medio para analizar la fuerza geométrica del sistema, bajo este énfasis y de acuerdo con quienes sostienen que una elipse alargada demuestra la **existencia de una mayor incertidumbre en una de las coordenadas**, uno de los resultados de este trabajo es consecuente con tal afirmación, verificable a través de las estaciones y sus correspondientes desviaciones estándar fijadas.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: En la presente investigación se concluye que en la determinación de coordenadas UTM y topográficos para el diseño de labores subterráneas del proyecto veta Juana – CIA. minera maxpala caylloma – Arequipa, se llega a la conclusión que estadísticamente **no hay** diferencia en el ajuste de coordenadas UTM a topográficas, de acuerdo a resumen estadístico de ajuste un total de suma de cuadrados se llega un residuo estándar de 7.9 y su error factor 1.623 con la prueba de Chi Cuadrado en un nivel de confianza de 95% de probabilidad pasó limite Bajo/ Alto (0.268/1.765), que el error lineal es de 0.0321 en 3435.2978, que está dentro los valores permitidos de 1/1000 con 9.33 PPM. Con región de confianza de 95%, que en el semi eje mayor de 0.02 a 0.05 m. y en el semi eje menor 0.008 a 0.01m. que, debo indicar que en las distancias ay un error de 0.001m a 0.006 m. lo cual indica la precisión es mejor.

SEGUNDA: Al determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV, se llega a una conclusión que en este caso la hipótesis alterna no se rechaza se acepta la hipótesis nula por lo tanto No Existe diferencia significativa entre la media al Determinar puntos de control planimétrica con GPSD para coordenadas (Universal Transversal de Mercator) UTM con el Datum WGS84 y coordenadas planas topográficas, en la concesión U.E.A Cónдор e Cónдор IV, que el lado Este significativamente es igual ($M = -0.0200625$, $SE = .0282149$), que el lado Norte significativamente igual ($M = -0.0200625$; $SE = 0.0282149$, $t(62) = 0.711$, $p < 0.05$, $r = 0.08993$). al demostrar analíticamente hay una diferencia en milímetros lo cual significa una precisión alta.



TERCERA: En segundo objetivo al Determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterránea en la galería de la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV, se llega a una conclusión que la hipótesis según el análisis estadístico en ambos casos, la hipótesis nula se rechaza se acepta la hipótesis alterna por lo tanto Existe una diferencia significativa entre la media al Determinar el ajuste poligonal subterráneo a partir del punto control (J1 y PCT2) de coordenadas planas o topográficas en el Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, de las diferencias de coordenadas error elipse y elipses relativas al ajustar en el polígono subterránea en la cortada e galería de la concesión U.E.A Cóndor e Cóndor IV, que, el error elipse de coordenadas mayor ($M = .0356844$, $SE = 0045941$), $t(28.411) = 7.767$, $p < 0.05$, $r = 0.824518$). Que el error relativo de las coordenadas del punto es menor ($M = 0068752$; $SE = 0.0024834$), $t(25.137) = 2.786$, $p < 0.05$, $r = 0.485726$).

CUARTA: En el tercer objetivo al determinar el polígono de control subterráneo y obtener un plano topográfico preciso y sobre esta obtener el estudio geológico, geomecánica/geotecnia e hidrogeológico del Nv. 4890 Cortada 252 NW/Galería 240 NW, en base a este Nivel de exploración e desarrollo subterráneo como patrón se realizó de manera óptima la proyección de la estructura mineralizada, configuración e diseño de labores subterráneas en los niveles Nv. 4950 y Nv. 4850, en el Nv. 4890 como patrón y labor de exploración subterránea se logró ubicar mineral para realizar las preparaciones de chimeneas, subniveles de explotación y chimeneas de ventilación y abastecimiento de relleno. En el proceso constructivo de las labores subterráneas de exploración y desarrollo se desarrolla de acuerdo al proyecto y diseño realizado en la reunión del planeamiento,



cumpliendo todo el Estándar de Labores Mineras Subterráneas Permanentes y
Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería Según D.S.N° 023-2017-EM.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda tener conocimiento de Geodesia, Cartografía y Topografía para determinar puntos de control con GPSD y manejo de diferentes softwares existentes.

SEGUNDA: Se recomienda para mejorar la precisión de obtención de datos con GPSD en el post proceso, tomar en cuenta el error medio cuadrático, deseleccionar satélite GPS, aumentar mascara de elevación, incluir las efemérides precisa CLONASS y comparar los resultados con por lo menos 03 softwares comerciales para mayor confiabilidad.

TERCERA: Se recomienda a la nueva generación de la Escuela profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura seguir investigando más sobre la determinación de coordenadas UTM a Topográficas y viceversa, ya que la transformación de posiciones es un proceso ampliamente usado en topografía, como la transformación 2D conforme (4P) Y transformación 3D conforme de (7P) por método de mínimos cuadrados.

CUARTA: Se recomienda establecer puntos de control con estación total menores a 1 Km, ya que a mayor distancia se tiene la dificultad para visualizar el prisma y esto genera errores en la medición.

QUINTA: Obtener un plano topográfico preciso para realizar proyectos de cualquier obra de ingeniería, si el plano topográfico elaborado no se acerca a la realidad el proyecto tendrá errores esto conlleva a tener problemas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreto, P. D. (2003). *Aplicacion de la Tecnologia avanzada en la Optimizada de los levantamientos Topograficos y Geodesia*. Puno: Tesis EPITA.
- Carrizo, D. R., Savio, M. E. & Angelini, W. M. (2014). *Mensura Subterranea en el complejo Minero DAL*. Argentina.
- Choque, J. A. & Suni, D. J. (2011). *Determinacion y uso Factor Escala para Estacion Total en levantamientos Topograficos*. Puno: EPITA.
- Flores, S. L. (2016). *Evaluación de cinco métodos de ajuste en poligonales abierta en la carretera Ayaviri – Purina*. Puno: Tesis EPITA.
- Garafulic, P. (27 de Febrero de 2016). *Geodesia Teórica y Practica - Cartografía*. Obtenido de www.cartografia.cl/download/geodesiateorica.pdf
- Garzón, J., Jiménez, G. & Cifuentes, X. (2016). Poligonacao topográfica de alta precisión no campus da Universidad. *Entre Ciencia e Ingeniería*, ISSN 1909-8367, 12 (50).
- Gonzales, L. E. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson.
- Grawford, J. & Hustrulid, W. (1979). *Open Pit Mine Planing and Design*. New York. New York: AIME. American Institute of Mining, Metalúrgical, and Petroleum Enginners.
- Hoek, E. & Brown, E. T. (1980). *Excavaciones subterraneas en roca*. Londres: McGRAW-HILL.
- IGN, P. (2015). *Red geodésica Horizontal*. Lima: Instituto Geografico Nacional.
- Mendoza, J. (2017). *Topografía : Técnicas modernas*. Lima: Lima Maraucano.



Patiño, E. (2002). *Sistema de Informacion para planeamiento de Produccion Minera*.

Puno: U.N.A.

Tapia, A. (1999). *Topografía subterránea*. España: UPC.

Wolf, P. R. & Ghilani, C. D. (2016). *Topografía*. Mexico: S.A. MARCOMBO.

Zamarripa, M. (2013). *Apuntes de Topografía*. Mexico.



ANEXOS

Anexo 1: Punto geodésico “AQ01”

Anexo 2: Red geodésica

Anexo 3: Reporte de post proceso de línea base

Anexo 4: Recolección de datos para la poligonal cerrada

Anexo 5: Monitoreo de temperatura ambiental superficie concesión U.E.A. – CONDOR

IV

Anexo 6: Libreta de campo de medición de ángulos y distancias para el ajuste del polígono cerrado

Anexo 7: Recolección de datos para la poligonal abierta en el interior

Anexo 8: Equipos de trabajo usados en campo

Anexo 9: Planos

Anexo 1. Punto geodésico “AQ01”

	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL DIRECCION DE GEODESIA	
FORMULARIO DE INFORMACION DE LA ESTACION GPS PERMANENTE		
0. FORMULARIO		
Preparado por	<i>Instituto Geográfico Nacional – Dirección de Geodesia</i>	
Creado	<i>12 de Octubre del 2010</i>	
Actualizado		
1. INFORMACION DE LA ESTACION GPS		
Nombre de la Estación	<i>Arequipa</i>	
Código de Identificación	<i>Aq01</i>	
Código Internacional		
Inscripción del monumento	<i>Sin inscripción</i>	
Institución a cargo del mantenimiento	<i>Instituto Geográfico Nacional</i>	
Responsable del mantenimiento	<i>Dirección de Geodesia</i>	
e-mail	<i>geodesia@ign.gob.pe</i>	
Institución propietaria del instrumento	<i>Instituto Geográfico Nacional</i>	
Orden de la Estación	<i>0</i>	
Información adicional	<i>Esta estación forma parte de la Red Geocéntrica Nacional, a cargo del Instituto Geográfico Nacional, Dirección de Geodesia</i>	
2. INFORMACION SOBRE LA LOCALIZACION		
Localidad	<i>Arequipa</i>	
Provincia	<i>Arequipa</i>	
Departamento	<i>Arequipa</i>	
Información sobre el monumento	<i>La antena del receptor está instalada en un monumento de concreto de 2.50 m de alto y 30 cm x 30 cm de ancho, de color blanco. Se encuentra dentro de la Sede del Gobierno Regional de Arequipa.</i>	
Información del receptor	<i>El receptor se encuentra en la Oficina de Informática de la mencionada institución, dentro de una caja metálica de color blanco lujoso empotrada en la pared.</i>	



3. COORDENADAS DE LA ESTACION

A. Coordenadas Geodésicas

A.1. Marco de referencia utilizado:

ITRF 2000

A.2. Latitud (S)

°	min	s
16	25	17.383732

A.3. Longitud (O)

°	min	s
71	30	26.96797

A.4. Altura Elipsoidal

Altura (m)
2455.0588

A.5. Factor de escala planimétrico

Factor
1.000486216938

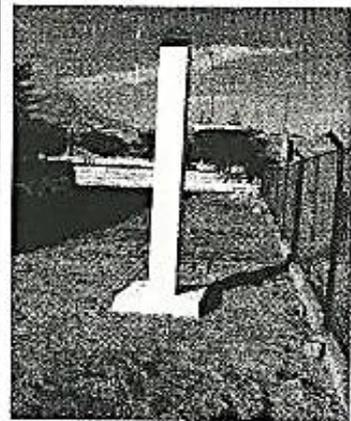
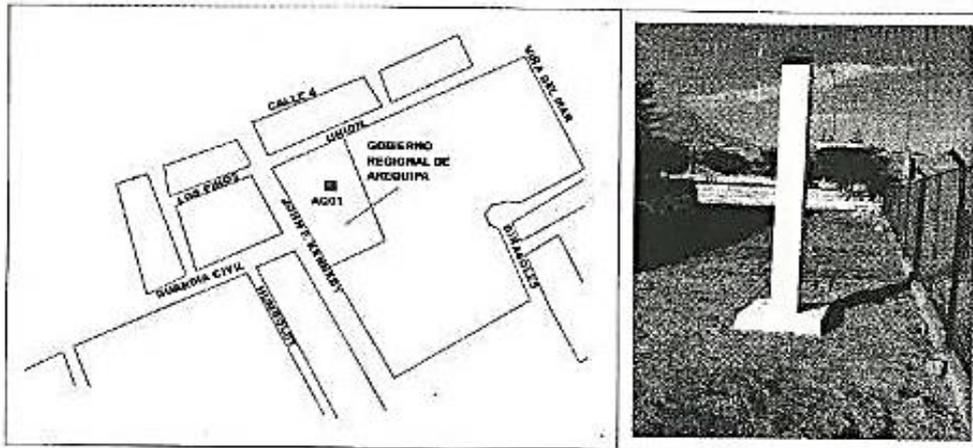
B. Coordenadas Cartesianas

X (m)	Y (m)	Z (m)
1721860.672501	-5919470.438471	-1642758.708876

C. Coordenadas UTM

Norte (m)	Este (m)	Zona
8182782.9374839	232216.9158099	19 Sur

4. CROQUIS DE LA ESTACION



5. INFORMACION SOBRE EL EQUIPAMIENTO GPS

A. Receptor

Tipo	Trimble Net RS
Nº de serie	4906K34390
Versión del Firmware	3.80

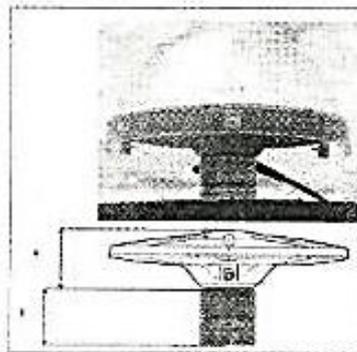
Fecha de Instalación	Noviembre del 2009
----------------------	--------------------

B. Antena

Tipo	Antena Zephyr Geodetic 2
Nº de serie	1440925378
Altura (m)	0.1204
Medición de la Antena	Base de soporte de la antena
Fecha de la instalación	Noviembre del 2009

6. ESQUEMA DE LA ANTENA

A. Esquema de altura de antena

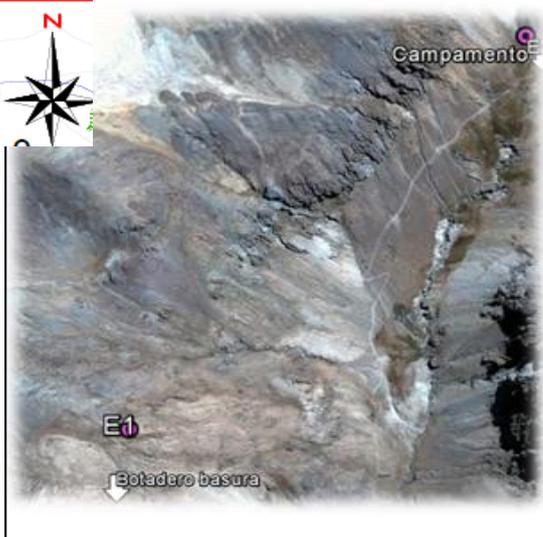


a	Distancia de compensación de centro de fase (Phase center Offset). a = 8.54 cm
b	Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del monumento. b = 3.5 cm

B. Esquema de antena en uso



Anexo 2. Red geodésica

		DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA			
NOMBRE: E-1	LOCALIDAD: CAYLLOMA	ESTABLECIDA POR: GEOSURVEY S.A.			
UBICACIÓN: Botadero de basura		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: HITO DE CONCRETO			
LATITUD (S) WGS-84: 15°06'22.19797"S		LONGITUD (W) WGS-84: 71°46'21.20121"O			
NORTE (Y) WGS-84: 8328051.267 m		ESTE (X) WGS-84: 201975.908 m			
ALTURA ELIPSOIDAL: 4915.715 m	ELEVACIÓN EGM2008: 4873.053 m	ZONA UTM: 19	FACTOR ESCALA COMBINADO: 0.9999283161	ORDEN:	
					
<p>DESCRIPCIÓN: El punto "E-1", se encuentra ubicado al SO del Campamento de Maxpala y en la parte alta del botadero de basura provisional. Se llega a través de una trocha carrozable de unos 1400 m desde el campamento de Maxpala y continuar a pie hacia la derecha, el punto esta a unos 50 m. del botadero.</p>					
<p>MARCA DE ESTACIÓN: Hito de concreto circular de 0.25 m de diametro x 0.30 m de profundidad y sobresale 0.15 m del nivel del suelo. En el centro lleva empotrado un fierro corrugado de 1/2". En la superficie de concreto lleva grabado la siguiente inscripción: E-1.</p>					
<p>Referencia: Hoja 31-s - Caylloma 1/100 000</p>					
DESCRITA POR: Ing. Jose Trinidad Moran		REVISADO: Ing. Victor Ramirez Ponce		JEFE DE PROYECTO: Ing. Jose Trinidad Moran	
				FECHA: Dic. - 2014	

		DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA			
NOMBRE: E-2	LOCALIDAD: CAYLLOMA	ESTABLECIDA POR: GEOSURVEY S.A.			
UBICACIÓN: NOR OESTE DEL CAMPAMENTO		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: HITO DE CONCRETO			
LATITUD (S) WGS-84: 15°05'43.64162"S		LONGITUD (W) WGS-84: 71°45'52.56323"O			
NORTE (Y) WGS-84: 8329247.847 m		ESTE (X) WGS-84: 202816.657 m			
ALTURA ELIPSOIDAL: 4763.236 m	ELEVACIÓN EGM2008: 4720.529 m	ZONA UTM: 19	FACTOR ESCALA COMBINADO: 0.9999460104	ORDEN:	
					
<p>DESCRIPCIÓN: El punto "E-2", se encuentra ubicado en la ruta a la antena satelital a unos 70 m del campamento del Proyecto al NO.</p>					
<p>MARCA DE ESTACIÓN:</p> <p>Hito de concreto rectangular de 0.30 x 0.30 m , sobre una roca. En el centro lleva empotrado un fierro corrugado de 1/2". En la superficie de concreto lleva grabado la siguiente inscripción: E-2.</p>					
<p>Referencia: Hoja 31-s - Caylloma 1/100 000</p>					
DESCRITA POR: Ing. Jose Trinidad Moran		REVISADO: Ing. Victor Ramirez Ponce		JEFE DE PROYECTO: Ing. Jose Trinidad Moran	
				FECHA: Dic. - 2014	



DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

NOMBRE: E-3		LOCALIDAD: CAYLLOMA		ESTABLECIDA POR: GEOSURVEY S.A.	
UBICACIÓN: SUR ESTE DEL CAMPAMENTO			CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: HITO DE CONCRETO		
LATITUD (S) WGS-84: 15°05'47.74730"S			LONGITUD (W) WGS-84: 71°45'49.17326"O		
NORTE (Y) WGS-84: 8329122.851 m			ESTE (X) WGS-84: 202919.537 m		
ALTURA ELIPSOIDAL: 4765.753 m	ELEVACIÓN EGM2008: 4723.048 m	ZONA UTM: 19	FACTOR ESCALA COMBINADO: 0.9999448601	ORDEN:	
 					
<p>DESCRIPCIÓN: El punto "E-3", se encuentra ubicado proximo a la casa de maquina compresora en la parte alta del campamento de Maxpala.</p>					
<p>MARCA DE ESTACIÓN: Hito de concreto rectangular de 0.30 x 0.30 m sobre una roca, a 0.10 m altura sobre el nivel de la roca. En el centro lleva empotrado un fierro corrugado de 1/2". En la superficie de concreto lleva grabado la siguiente inscripción: E-3.</p>					
<p>Referencia: Hoja 31-s - Caylloma 1/100 000</p>					
DESCRITA POR: Ing. Jose Trinidad Moran		REVISADO: Ing. Victor Ramirez Ponce		JEFE DE PROYECTO: Ing. Jose Trinidad Moran	
FECHA: Dic. - 2014					



Anexo 3. Reporte de post proceso de línea base

AQ01 – E-1 (04:43:39 a.m.-11:30:29 a.m.) (S5)

Observación de línea base:	AQ01 --- E1 (B5)
Procesados:	15/12/2014 05:31:48 p.m.
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.011 m
Precisión vertical:	0.029 m
RMS:	0.000 m
PDOP máximo:	3.391
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	12/12/2014 04:43:54 a.m. (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	12/12/2014 11:30:29 a.m. (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	06:46:35
Intervalo de procesamiento:	5 Segundos



Componentes de vector (Marca a marca)

De:	AQ01				
Cuadrícula		Local		Global	
Este	232216.916 m	Latitud	S16°25'17.38373"	Latitud	S16°25'17.38373"
Norte	8182782.937	Longitud	O71°30'26.96797"	Longitud	O71°30'26.96797"
Elevación	2415.166 m	Altura	2455.059 m	Altura	2455.059 m

Hasta:	E-1				
Cuadrícula		Local		Global	
Este	201975.908 m	Latitud	S15°06'22.19797"	Latitud	S15°06'22.19797"
Norte	8328051.267	Longitud	O71°46'21.20121"	Longitud	O71°46'21.20121"
Elevación	4873.053 m	Altura	4915.715 m	Altura	4915.715 m

Vector					
Δ Este	-30241.008 m	Acimut Adelante	348°55'16"	Δ X	-13764.109 m
Δ Norte	145268.330 m	Dist. elip	148295.009	Δ Y	-48748.828 m
Δ Elevación	2457.887 m	Δ Altura	2460.656 m	Δ Z	139485.230 m

Errores estándar

Errores de vector:					
σ Δ Este	0.004	σ Acimut NS	0°00'00"	σ	0.006 m
σ Δ Norte	0.004	σ Dist.	0.004 m	σ	0.014 m
σ	0.015	σ Δ Altura	0.015 m	σ	0.006 m



Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000329840		
Y	-0.0000502230	0.0001849625	
Z	-0.0000186887	0.0000515640	0.0000311207

Ocupaciones

	De	A
ID de punto:	AQ0 1	E-1
Archivo de datos:	C:\U se rs\jo se\D esktop\G P S	C:\U se rs\jo se\D esktop\G P S
Tipo de receptor:	NetR8	5800 II
Número de serie del	4906K34390	4824154250
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 W/Dome	R8/5800/SPS78x
Número de serie de la	40925378	0
Altura de la antena	0.035 m	1.399 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Centro del tope protector



E-1 – E-2 (05:22:29 p.m.-08:01:19 p.m.) (S1)

Observación de línea base:	E-1 --- E-2 (B1)
Procesados:	15/12/2014 05:48:36 p.m.
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.010 m
Precisión vertical:	0.014 m
RMS:	0.000 m
PDOP máximo:	16.044
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	11/12/2014 05:22:29 p.m. (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	11/12/2014 08:01:14 p.m. (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	02:38:45
Intervalo de procesamiento:	5 Segundos
Componentes de Vector (Marca a marca)	



De:	E-1				
Cuadrícula		Local		Global	
Este	201975.908	Latitud	S15°06'22.19797"	Latitud	S15°06'22.19797"
Norte	8328051.267	Longitud	O71°46'21.20121"	Longitud	O71°46'21.20121"
Elevación	4873.053 m	Altura	4915.715 m	Altura	4915.715 m

Hasta:	E-2				
Cuadrícula		Local		Global	
Este	202816.657	Latitud	S15°05'43.64162"	Latitud	S15°05'43.64162"
Norte	8329247.847	Longitud	O71°45'52.56323"	Longitud	O71°45'52.56323"
Elevación	4720.529 m	Altura	4763.236 m	Altura	4763.236 m

Vector					
ΔEste	840.749 m	Acimut Adelante NS	35°48'57"	ΔX	863.455 m
ΔNorte	1196.579 m	Dist. elip	1461.400 m	ΔY	114.111 m
ΔElevación	-152.525 m	ΔAltura	-152.479 m	ΔZ	1184.744 m

Errores Estándar

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.004	σ Acimut NS	0°00'01"	σ ΔX	0.004 m
σ	0.003	σ Dist. elipsoide	0.003 m	σ ΔY	0.007 m
σ	0.007	σ ΔAltura	0.007 m	σ ΔZ	0.004 m

Matriz de Covarianzas a Posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000147971		
Y	-0.0000054509	0.0000467296	
Z	-0.0000051565	0.0000122982	0.0000149289



Ocupaciones

	De	A
ID de punto:	E-1	E-2
Archivo de datos:	C:\U se rs\jo se\D esktop\GPS CAYLLOMA 11\42503450.	C:\U se rs\jo se\D esktop\GPS
Tipo de receptor:	5800 II	5800 II
Número de serie del	4824154250	4824154227
Tipo de antena:	R8/5800/SPS78x Internal	R8/5800/SPS78x
Número de serie de la	0	0
Altura de la antena (medida):	1.399 m	1.382 m
Método de antena:	Centro del tope protector	Centro del tope protector



E-1 – E-3 (06:13:39 a.m.-10:45:54 a.m.) (S2)

Observación de línea base:	E-1 --- E-3 (B2)
Procesados:	15/12/2014 06:04:18 p.m.
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.003 m
Precisión vertical:	0.004 m
RMS:	0.000 m
PDOP máximo:	4.576
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	12/12/2014 06:13:54 a.m. (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	12/12/2014 10:45:54 a.m. (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	04:32:00
Intervalo de procesamiento:	5 Segundos



Componentes de Vector (Marca a marca)

De:		E-1			
Cuadrícula		Local		Global	
Este	201975.908 m	Latitud	S15°06'22.19797"	Latitud	S15°06'22.19797"
Norte	8328051.267	Longitud	O71°46'21.20121"	Longitud	O71°46'21.20121"
Elevación	4873.053 m	Altura	4915.715 m	Altura	4915.715 m

Hasta:		E-3			
Cuadrícula		Local		Global	
Este	202919.537	Latitud	S15°05'47.74730"	Latitud	S15°05'47.74730"
Norte	8329122.851	Longitud	O71°45'49.17326"	Longitud	O71°45'49.17326"
Elevación	4723.048 m	Altura	4765.753 m	Altura	4765.753 m

Vector					
Δ Este	943.629 m	Acimut	42°05'23"	Δ X	951.141 m
Δ Norte	1071.583 m	Dist. elip	1426.848 m	Δ Y	174.743 m
Δ Elevación	-150.005 m	Δ Altura	-149.962 m	Δ Z	1062.160 m

Errores Estándar

Errores de vector:					
σ Δ Este	0.001 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ Δ X	0.001 m
σ Δ Norte	0.001 m	σ Dist. elipsoide	0.001 m	σ Δ Y	0.002 m
σ Δ Elevación	0.002 m	σ Δ Altura	0.002 m	σ Δ Z	0.001 m

Matriz de Covarianzas a Posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000013660		
Y	-0.0000004172	0.0000050324	
Z	-0.0000003527	0.0000008242	0.0000010046



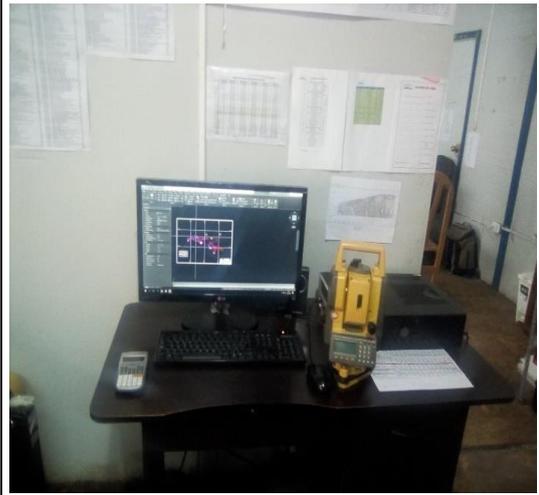
Ocupaciones

	De	A
ID de punto:	E-1	E-3
Archivo de datos:	C:\U se rs\jo se\D	C:\U se rs\jo se\D esktop\GPS
Tipo de receptor:	5800 II	5800 II
Número de serie del receptor:	4824154250	4824154227
Tipo de antena:	R8/5800/SPS78x	R8/5800/SPS78x Internal
Número de serie de la antena:	0	0
Altura de la antena (medida):	1.399 m	1.438 m
Método de antena:	Centro del tope	Centro del tope protector

Anexo 4. Recolección de datos para la poligonal cerrada

Descripción	Vista Fotográfica
<ul style="list-style-type: none">• Reconocimiento de campo y ubicación de puntos control en partes estratégicos en el área del proyecto de estudio.	
<ul style="list-style-type: none">• Puntos de control monumentado para la lectura de ángulos y distancias con estación total y prisma.	
<ul style="list-style-type: none">• Inicio del levantamiento de la poligonal de apoyo cerrada en el punto de control E-1, para posteriormente dar lectura a las distancias y ángulos.	
<ul style="list-style-type: none">• Estacionamiento en el punto de control E-2, con el bipode y su respectivo prisma para la medición de ángulos y distancias de la poligonal cerrada de apoyo.	

- Obtención datos de campo y procesamiento de datos en gabinete por método de mínimos Cuadrados.





Anexo 5. Monitoreo de temperatura ambiental superficie concesión U.E.A. – CONDOR

IV

FECHA	HORA	Nv.	UBICACIÓN	T° AMBIENTAL	PROMEDIO T°
28/09/2018	8:30 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	11	11°C
28/09/2018	8:30 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	11	
28/09/2018	8:40 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	10	9°C
28/09/2018	8:40 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	9	
28/09/2018	8:40 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	8	11°C
28/09/2018	10:00 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	12	
28/09/2018	10:00 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	11	11°C
28/09/2018	10:00 a. m.	4800	Sup. Vta Celia	10	
28/09/2018	1:35 p. m.	4700	Sup. E2	11	12°C
28/09/2018	1:35 p. m.	4700	Sup. E2	12	
28/09/2018	1:35 p. m.	4700	Sup. E2	13	11.3°C
28/09/2018	2:00 p. m.	4700	Campamento	12	
28/09/2018	3:40 p. m.	4700	Campamento	12	11°C
28/09/2018	4:00 p. m.	4700	Campamento	10	
29/09/2018	8:30 a. m.	4700	Campamento	11	12°C
29/09/2018	12:40 p. m.	4700	Campamento	12	
8/03/2019	3:15 p. m.	4700	Sup. E2	11	11°C
8/03/2019	3:15 p. m.	4700	Sup. E2	11	
8/03/2019	3:30 p. m.	4700	Sup. E3	11	11°C
8/03/2019	3:30 p. m.	4700	Sup. E3	11	
1/10/2018	8:00 a. m.	4900	Chim. 934 Com	8	8.5°C
1/10/2018	8:00 a. m.	4900	Chim. 934 Com	9	
1/10/2018	12:20 p. m.	4700	Campamento Sup	11	11°C
1/10/2018	1:10 p. m.	4700	Campamento Sup	11	
2/10/2018	8:00 a. m.	4950	Chim. 934 Com	10	9.5°C
2/10/2018	8:00 a. m.	4950	Chim. 934 Com	9	
2/10/2018	9:50 a. m.	4900	Comunicación Gal.724 NW	8	8°C
10/03/2019	2:30 p. m.	4850	Sup. E1	10	
10/03/2019	2:30 p. m.	4850	Sup. E1	10	10°C
10/03/2019	2:30 p. m.	4850	Sup. E1	9	
3/10/2018	8:00 a. m.	4800	Infra Superficie	9	9.7°C
3/10/2018	8:00 a. m.	4800	Infra Superficie	10	
3/10/2018	8:00 a. m.	4800	Infra Superficie	10	11°C
3/10/2018	9:00 a. m.	4750	Comunicación Gal.185 Sup	11	
3/10/2018	9:00 a. m.	4750	Comunicación Gal.185 Sup	11	11°C
3/10/2018	9:00 a. m.	4750	Comunicación Gal.185 Sup	11	
PROMEDIO TOTAL					10°C



Anexo 6. Libreta de campo de medición de ángulos y distancias para el ajuste de la polígono cerrada

FECHA	PUNTOS			DISTAN.	ANGULO	DIST.	DIST.	ANGULO			OBS.	
TRAB.	AT	EST	AD	MEDIDA	VERTICAL	VERT.	HOR.	HORIZONTAL				
21/03/2019	E2	E1	PCT1	1684.935	91 ° 7 ' 40 "	-33.163	1684.609	140 ° 19 ' 48 "				Directa
21/03/2019	E2	E1	PCT1	1684.934	91 ° 7 ' 41 "	-33.171	1684.607	140 ° 19 ' 49 "				Directa
21/03/2019	E2	E1	PCT1	1684.933	91 ° 7 ' 40 "	-33.163	1684.607	140 ° 19 ' 50 "				Directa
Promedio				1684.934	91 ° 7 ' 40 "	-33.166	1684.608	140 ° 19 ' 49 "				
21/03/2019	E2	E1	PCT1	1684.932	91 ° 7 ' 40 "	-33.163	1684.606	140 ° 19 ' 42 "				Inversa
21/03/2019	E2	E1	PCT1	1684.931	91 ° 7 ' 41 "	-33.171	1684.604	140 ° 19 ' 41 "				Inversa
21/03/2019	E2	E1	PCT1	1684.933	91 ° 7 ' 40 "	-33.163	1684.607	140 ° 19 ' 40 "				Inversa
Promedio				1684.932	91 ° 7 ' 40 "	-33.166	1684.606	140 ° 19 ' 41 "				
Prom.total				1684.933	91 ° 7 ' 40 "	-33.166	1684.607	140 ° 19 ' 45 "				

FECHA	PUNTOS			DISTAN.	ANGULO	DIST.	DIST.	ANGULO			OBS.	
TRAB.	AT	EST	AD	MEDIDA	VERTICAL	VERT.	HOR.	HORIZONTAL				
21/03/2019	E1	PCT1	J1	719.202	84 ° 11 ' 22 "	72.812	715.507	341 ° 33 ' 37 "				Directa
21/03/2019	E1	PCT1	J1	719.202	84 ° 11 ' 23 "	72.808	715.507	341 ° 33 ' 36 "				Directa
21/03/2019	E1	PCT1	J1	719.202	84 ° 11 ' 24 "	72.805	715.507	341 ° 33 ' 37 "				Directa
Promedio				719.202	84 ° 11 ' 23 "	72.808	715.507	341 ° 33 ' 36.7 "				
21/03/2019	E1	PCT1	J1	719.201	84 ° 11 ' 21 "	72.815	715.505	341 ° 33 ' 30 "				Inversa
21/03/2019	E1	PCT1	J1	719.202	84 ° 11 ' 22 "	72.812	715.507	341 ° 33 ' 31 "				Inversa
21/03/2019	E1	PCT1	J1	719.202	84 ° 11 ' 22 "	72.812	715.507	341 ° 33 ' 31 "				Inversa
Promedio				719.202	84 ° 11 ' 22 "	72.813	715.506	341 ° 33 ' 30.7 "				
Prom.total				719.202	84 ° 11 ' 22 "	72.811	715.507	341 ° 33 ' 33.7 "				

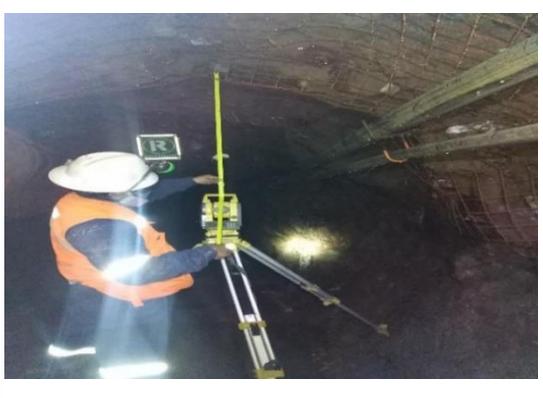
FECHA	PUNTOS			DISTAN.	ANGULO	DIST.	DIST.	ANGULO			OBS.	
TRAB.	AT	EST	AD	MEDIDA	VERTICAL	VERT.	HOR.	HORIZONTAL				
21/03/2019	PCT1	J1	PCT2	293.305	86 ° 9 ' 1 "	19.692	292.643	202 ° 59 ' 57 "				Directa
21/03/2019	PCT1	J1	PCT2	293.305	86 ° 9 ' 1 "	19.692	292.643	202 ° 59 ' 57 "				Directa
21/03/2019	PCT1	J1	PCT2	293.304	86 ° 9 ' 1 "	19.692	292.642	202 ° 59 ' 56 "				Directa
Promedio				293.305	86 ° 9 ' 1 "	19.692	292.643	202 ° 59 ' 56.67 "				
21/03/2019	PCT1	J1	PCT2	293.305	86 ° 9 ' 1 "	19.692	292.643	203 ° 0 ' 2 "				Inversa
21/03/2019	PCT1	J1	PCT2	293.305	86 ° 9 ' 2 "	19.691	292.643	203 ° 0 ' 2 "				Inversa
21/03/2019	PCT1	J1	PCT2	293.304	86 ° 9 ' 1 "	19.692	292.642	203 ° 0 ' 3 "				Inversa
Promedio				293.305	86 ° 9 ' 1.3 "	19.692	292.643	203 ° 0 ' 2.33 "				
Prom.total				293.305	86 ° 9 ' 1.2 "	19.692	292.643	202 ° 59 ' 59.5 "				

FECHA	PUNTOS			DISTAN.	ANGULO	DIST.	DIST.	ANGULO			OBS.	
TRAB.	AT	EST	AD	MEDIDA	VERTICAL	VERT.	HOR.	HORIZONTAL				
21/03/2019	J1	PCT2	PCT3	409.784	92 ° 22 ' 46 "	-17.013	409.431	192 ° 5 ' 10 "				Directa
21/03/2019	J1	PCT2	PCT3	409.785	92 ° 22 ' 43 "	-17.007	409.432	192 ° 5 ' 10 "				Directa
21/03/2019	J1	PCT2	PCT3	409.784	92 ° 22 ' 44 "	-17.009	409.431	192 ° 5 ' 10 "				Directa
Promedio				409.784	92 ° 22 ' 44 "	-17.010	409.431	192 ° 5 ' 10 "				
21/03/2019	J1	PCT2	PCT3	409.784	92 ° 22 ' 43 "	-17.007	409.431	192 ° 5 ' 0 "				Inversa
21/03/2019	J1	PCT2	PCT3	409.785	92 ° 22 ' 44 "	-17.009	409.432	192 ° 5 ' 0 "				Inversa
21/03/2019	J1	PCT2	PCT3	409.784	92 ° 22 ' 46 "	-17.013	409.431	192 ° 5 ' 0 "				Inversa
Promedio				409.784	92 ° 22 ' 44 "	-17.010	409.431	192 ° 5 ' 0 "				
Prom.total				409.784	92 ° 22 ' 44 "	-17.010	409.431	192 ° 5 ' 5.0 "				



FECHA	PUNTOS			DISTAN.	ANGULO			DIST.	DIST.	ANGULO			OBS.
TRAB.	AT	EST	AD	MEDIDA	VERTICAL			VERT.	HOR.	HORIZONTAL			
21/03/2019	PCT2	PCT3	E1	335.647	97 °	2 ' 58 "		-41.193	333.110	178 °	17 ' 9 "		Directa
21/03/2019	PCT2	PCT3	E1	335.647	97 °	2 ' 56 "		-41.189	333.110	178 °	17 ' 8 "		Directa
21/03/2019	PCT2	PCT3	E1	335.647	97 °	2 ' 57 "		-41.191	333.110	178 °	17 ' 9 "		Directa
Promedio				335.647	97 °	2 ' 57 "		-41.191	333.110	178 °	17 ' 8.67 "		
21/03/2019	PCT2	PCT3	E1	335.646	97 °	2 ' 58 "		-41.192	333.109	178 °	17 ' 17 "		Inversa
21/03/2019	PCT2	PCT3	E1	335.647	97 °	2 ' 57 "		-41.191	333.110	178 °	17 ' 17 "		Inversa
21/03/2019	PCT2	PCT3	E1	335.647	97 °	2 ' 56 "		-41.189	333.110	178 °	17 ' 17 "		Inversa
Promedio				335.647	97 °	2 ' 57 "		-41.191	333.110	178 °	17 ' 17 "		
Prom.total				335.647	97 °	2 ' 57 "		-41.191	333.110	178 °	17 ' 12.8 "		

Anexo 7. Recolección de datos para la poligonal abierta en el interior

<ul style="list-style-type: none">Ubicación del punto de control donde se pueda armar el equipo y desde el cual se observen todo los puntos de interés.	
<ul style="list-style-type: none">Verificación de nivelación, estacionamiento de equipo y configuración del equipo.	
<ul style="list-style-type: none">Inicio del levantamiento de la poligonal abierta en el interior en el punto de control conocido, para posteriormente dar lectura a distancias y ángulos, en seguida realizar el post proceso de datos obtenidos en gabinete.	
<ul style="list-style-type: none">Medida de la altura instrumento del techo de la infraestructura al eje principal de colimación con flexómetro.	

<ul style="list-style-type: none">• Ubicación con equipo estación total al punto de control vista adelante a la plomada colgada.	
<ul style="list-style-type: none">• Medida de la altura señal del techo de la infraestructura al eje principal del prisma con flexómetro.	
<ul style="list-style-type: none">• Estacionamiento del prisma en el punto de control vista adelante, donde se observa la plomada colgada coincide con el eje principal del prisma.	
<ul style="list-style-type: none">• Labor subterránea en tipo de roca IVA y IVB con sostenimiento de cuadros completos o 3 elementos.	

Anexo 8. Equipos de trabajo usados en campo

Para la etapa de trabajo en campo se utilizaron equipos: receptor geodésico GPSD y estación total.

- 02 receptores GPS Trimble Modelo 5800 II
- 01 estación total marca Topcon modelo GTS-102N

RECEPTOR GEODESICO MARCA TRIMBLE MODELO 5800 II

	<p>ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO</p> <p>Mediciones</p> <ul style="list-style-type: none">• Tecnología Trimble R-Track para soporte GLONASS• Chip GNSS topográfico personalizado Trimble Maxwell™ avanzado• Correlador múltiple de alta precisión para medidas de pseudodistancia de GNSS• Sin filtrado, datos de medidas de pseudodistancia sin suavizado, para lograr un bajo ruido, bajo índice de error multipath, un bajo tiempo de correlación y una alta respuesta dinámica• Medidas de fase portadora de L1, L2 y L5 de muy bajo ruido con una precisión <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz• Las razones de señal-ruido de L1, L2 y L5 se señalan en dB-Hz• Probada tecnología de rastreo de baja elevación de Trimble• 72 Canales:<ul style="list-style-type: none">– Código GPS L1 C/A, Portadora de Ciclo Completo L1/L2– Código GLONASS L1 C/A , Código L1 P, Código L2P, Portadora de Ciclo Completo L1/L2– Soporte SBAS WAAS/EGNOS <p>Posicionamiento GPS de código diferencial¹</p> <p>Horizontal ±0,25 m + 1 ppm RMS Vertical ±0,50 m + 1 ppm RMS Precisión de posicionamiento WAAS diferencial² Por lo general <5 m 3DRMS</p> <p>Levantamientos GPS estáticos y FastStatic (estáticos rápidos)¹</p> <p>Horizontal ±5 mm + 0,5 ppm RMS Vertical ±5 mm + 1 ppm RMS</p>
--	---

Receptor GPS Trimble 5800

ESTACIÓN TOTAL MARCA TOPCON GTS-102N



Especificaciones técnicas:

Longitud	150 mm.
Diámetro del objetivo	45 mm.
Aumento óptico	30X
Imagen	Directa
Distancia Mínima de Enfoque	1.30 m.
Medición con un Prisma	2.000 mts.
Medición con tres Prisma	2.700 mts.
Precisión de medición	$\pm (2\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$ m.s.e. D: Medición de distancia (mm)
Precisión Angular	2" (0.6 mgon)
Tiempo de medición	Menos de 0.3 seg
Diámetro del círculo	71mm
Medición Fina	1 mm : 1.2 seg.(inicial 4 seg.)
Medición Gruesa	0.7 seg.(inicial 3 seg.)
Protección contra el agua y polvo	IP54 (con BT-G1)
Rango de Temperatura	-20° C a +50° C (‘4° F a +122° F)



Anexo 9. Planos

- PLANO DE UBICACIÓN MAXPALA S.A.C
- PLANO TOPOGRÁFICO CONCESIÓN U.E.A. – CÓNDOR IV
- PLANO POLIGONAL_UTM
- PLANO POLIGONAL_TOPOGRÁFICO
- PLANO TOPOGRÁFICO VISTA PLANTA – PERFIL LONGITUDINAL_VJ-4890
- PLANO PROY. CONFIGURACIÓN E DISEÑO_VJ-4850-4890-4950
- PLANO PROY. CORTADA 937 NW_VJ-4850
- PLANO COMPOSITO VISTA PLANTA – PERFIL LONGITUDINAL_VJ-4850-4890