

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

“Oscar Lucero Moya”

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

**TRATAMIENTO METODOLÓGICO PARA EL CÁLCULO Y AJUSTE DE
POLIGONALES CON EL EMPLEO DEL AUTOCAD CIVIL 3D**

YUDISSET BRIZUELA CUTIÑO

HOLGUÍN

2015

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

“Oscar Lucero Moya”

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

**TRATAMIENTO METODOLÓGICO PARA EL CÁLCULO Y AJUSTE DE
POLIGONALES CON EL EMPLEO DEL AUTOCAD CIVIL 3D**

Autora: Yudiset Brizuela Cutiño

Tutores: MSc. Ing. Antonio Luis Calaña Azcuy

P.T. Dr. C. Miguel Alejandro Cruz Cabezas

HOLGUÍN

2015



A los revolucionarios más jóvenes, especialmente, recomiendo exigencia máxima y disciplina férrea, sin ambición de poder, autosuficiencia, ni vanaglorias. Cuidarse de métodos y mecanismos burocráticos. No creer en simples consignas. Ver en los procedimientos burocráticos el peor obstáculo. Usar la Ciencia y la Computación sin caer en lenguaje tecnicista e ininteligible de élites especializadas. Sed de saber, constancia, ejercicios físicos y también mentales.

Fidel Castro Ruz

14 de Enero del 2008

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer especialmente a:

- A la Revolución y a Fidel por permitir realizar mi sueño de estudiar la carrera de Ingeniería Civil.
- A mis tutores Tony y Miguel, por su ayuda y valiosas orientaciones en la realización de este trabajo.
- Al claustro de profesores del departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Holguín por guiarme en la conquista de un sueño.
- Al compañero Eduardo por sus consejos y colaboración en esta investigación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas que me han dado su apoyo incondicional en todo momento.

- A mi más preciado tesoro, que me ha enseñado a enfrentar la vida y me ha regalado todo su amor y comprensión, mi madre.
- A la persona que más admiro, que me ha guiado siempre por el camino correcto y que me ha dado todo su cariño, mi padre.
- A la persona más especial de mi vida, mi hermana.
- A quienes han sido mi sostén y me han llenado de mimos, mi familia.
- A quien ha colmado mi vida de felicidad, mi novio.
- A quienes han demostrado que la verdadera amistad existe, mis amigos.

RESUMEN

La preparación de los futuros ingenieros civiles en el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales constituye un aspecto importante debido a las demandas que realizan las empresas que se dedican a ejecutar trabajos topográficos en recibir egresados con conocimientos en el uso de esta tecnología. La necesidad de que los ingenieros civiles en formación aprendan a calcular y ajustar poligonales utilizando el software exige superar la inexistencia de acciones encaminadas a su implementación dentro de la asignatura Topografía I específicamente en ese contenido. La presente investigación se propuso resolver tal situación y obtuvo como resultado un tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales que permite que los estudiantes utilicen el software, y así lograr una mejor preparación para su futuro desempeño laboral. La solución del problema de la investigación y el cumplimiento del objetivo fue posible con la implementación de un sistema de métodos de la investigación científica de naturaleza teórica y empírica.

SUMMARY

The preparation of the future civil engineers in the use of the software AutoCAD Civil 3D for calculation and adjustment of polygonals constitutes an important aspect due to the requests that the companies that dedicate themselves to executing topographic works in receiving left with knowledge in the use of this technology. The need that civil engineers in formation learn to calculate and to adjust polygonal making use of the software demands to surpass the led non-existence of actions to his implementation within the subject of study Topography I specifically in that contents. This very investigation is intended to solve such situation and it brought to light a methodological treatment to the content calculation and adjust of polygonal which permit students to use the software, and that way achieving a better preparation for his future work performance. The solution of the problem of investigation and the fulfillment of the objective was possible with the implementation of a system of methods of the scientific investigation of theoretical and empirical nature.

ÍNDICE

Denominación	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO- I: CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D. SU CARACTERIZACIÓN	7
Introducción al capítulo.	8
1.1 Antecedentes históricos relacionados con el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales	8
1.2 Poligonales. Su conceptualización y significación para los trabajos de ingeniería	12
1.3 Pasos para calcular y ajustar poligonales utilizando el software AutoCAD Civil 3D	15
1.4 Diagnóstico del estado actual del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I	22
1.4.1 Acciones implementadas para el diagnóstico.	22
1.4.2 Resultados obtenidos	22
1.4.3 Análisis de los resultados	23
Conclusiones del capítulo	24

CAPÍTULO- II: CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D. SU TRATAMIENTO METODOLÓGICO	25
Introducción al capítulo	26
2.1 Concepciones teóricas entorno al proceso de tratamiento metodológico de los contenidos de un programa de disciplinas técnicas	26
2.1.1 Tratamiento metodológico. Su conceptualización y lógica didáctica.	26
2.2 Tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales perteneciente a la asignatura Topografía 1 para el empleo del software AutoCAD Civil 3D.	28
2.2.1 Derivación de los objetivos.	28
2.2.2 Dosificación de los contenidos del tema	29
2.2.3 Replanteo metodológico del tema.	30
2.2.4 Ejemplificación del uso del software AutoCAD Civil 3D	33
Conclusiones del capítulo	49
CONCLUSIONES GENERALES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	54

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las empresas cubanas que realizan trabajos topográficos hasta hace un tiempo empleaban una diversidad de software para efectuar los trabajos de gabinete. Esos programas no poseían herramientas apropiadas para la interacción con la incipiente tecnología digital empleada en los trabajos de campo, el procedimiento de entrada y edición de datos era laborioso, pues los resultados de las mediciones se introducían de forma manual y posteriormente era muy difícil editar algunos de estos valores en caso de ser necesario.

Todos estos problemas daban lugar a la fragmentación de la información al tener que usar diferentes programas para llegar a obtener el modelo del terreno, quedando obsoletos en comparación con los que generalmente se emplean en el resto del mundo.

En la actualidad debido al desarrollo tecnológico alcanzado por la sociedad la gran parte de estas empresas realizan los trabajos de gabinete incluido el cálculo y ajuste de poligonales utilizando el software AutoCAD Civil 3D.

Este software que fue creado por la compañía norteamericana Autodesk propicia un entorno integrado, con procesos de entrada y edición de datos flexibles y la representación final del terreno se concreta mediante un modelo digital del terreno, convirtiéndose en el software de mayor eficacia para los trabajos de gabinete en el entorno empresarial.

En el modelo del profesional de la carrera de Ingeniería Civil se plantea que el egresado debe resolver, entre otros, el siguiente problema:

- “Servicios de Ingeniería y Diseño de levantamiento, replanteo y control topográfico de la ejecución de vías de comunicación y edificaciones de poca complejidad, en condiciones topográficas favorables”⁹.

La disciplina de la carrera de Ingeniería Civil que interviene en la solución del problema profesional enunciado en el Plan de EstudioD es Topografía, la cual constituye una de las bases fundamentales para la formación del Ingeniero Civil, pues brinda los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para obtener la

información del terreno sobre la cual se proyectan las obras civiles, y para su replanteo.

La disciplina Topografía está conformada por dos asignaturas, Topografía I y Topografía II. Dentro de los contenidos que se imparten en la asignatura Topografía I se encuentra el de cálculo y ajuste de poligonales. La poligonometría es el método más empleado para la creación de la red planimétrica del levantamiento, por la gran facilidad que tiene para adaptarse a la forma del terreno.

Por lo que es de gran importancia que los ingenieros civiles en formación posean conocimientos en el uso del software AutoCAD Civil 3D para calcular y ajustar poligonales, para que una vez egresados de la carrera se puedan encontrar a la altura de los trabajos que hoy demanda la sociedad. Para ello se hace necesario introducir dentro del programa de la asignatura este software.

Las ventajas de que los egresados de la carrera de Ingeniería Civil conozcan el funcionamiento del software AutoCAD Civil 3D serían muchas, pues podrán aplicarlo en su desempeño laboral e incluso, implementar su uso en empresas en las que no se emplee y que represente un adelanto considerable para el logro eficaz de sus tareas.

Tras un análisis del diagnóstico inicial del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I se detectaron insuficiencias tales como:

- No se están aprovechando las potencialidades del software AutoCAD Civil 3D para el desarrollo del contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.
- Los docentes que imparten la asignatura no están del todo documentados sobre el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales
- Las actividades metodológicas que se realizan en el departamento no cubren las necesidades de capacitación sobre el uso del AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales

Con lo antes planteado se puede percibir que existe una contradicción entre la necesidad de que los ingenieros civiles en formación aprendan a utilizar el software AutoCAD Civil 3D para calcular y ajustar poligonales y la no realización de las acciones necesario para su implementación en la asignatura Topografía I, específicamente para ese contenido.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La ausencia del tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D no favorece la preparación profesional del Ingeniero Civil en cuanto a las exigencias en el ámbito empresarial.

OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

Tratamiento metodológico del contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.

CAMPO DE ACCIÓN

La implementación del AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los antecedentes históricos relacionados con el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales.
- Establecer los fundamentos teóricos y metodológicos que sustenten el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.

- Diagnosticar el estado actual del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.
- Realizar el tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.

HIPÓTESIS

Si se realiza un tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D se podrá favorecer la preparación profesional del Ingeniero Civil.

PREGUNTAS CIENTÍFICAS

- ¿Qué antecedentes históricos existen relacionados con el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales?
- ¿Qué fundamentos teóricos y metodológicos sustentan el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I?
- ¿Cuál es la situación actual del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I?
- ¿Qué características debe manifestar el tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D?

TAREAS DE LA INVESTIGACIÓN

- Determinación de los antecedentes históricos relacionados con el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales.
- Establecimiento de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.

- Diagnóstico del estado actual del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.
- Realización del tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Métodos teóricos:

- Análisis – síntesis: Se utilizó a todo lo largo del proceso investigativo para dar cumplimiento a las tareas de investigación.
- Histórico-Lógico: Resultó de utilidad para el análisis de los antecedentes históricos del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I y para sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el uso de este programa en dicho contenido.
- Hipotético deductivo: Se aplicó en la elaboración de la hipótesis de la investigación.
- Sistémico estructural funcional: Se tuvo en cuenta para concebir la estructura y componentes del tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.

Métodos empíricos:

- Observación científica: Se utilizó para observar las clases del contenido cálculo y ajuste de poligonales, con el objetivo de diagnosticar el estado actual del uso del software AutoCAD Civil 3D en las mismas.
- Entrevistas: Se utilizó para diagnosticar el estado actual del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.

- Análisis documental: Se tuvo en cuenta para analizar el plan de estudio de la carrera y otros documentos, con el objetivo de determinar los antecedentes históricos y de diagnosticar el estado actual del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I. Además se utilizó para realizar el tratamiento metodológico.

El aporte de la investigación consiste en realizar un tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.

La novedad científica radica en que el tratamiento metodológico que se propone al contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I para la utilización del software AutoCAD Civil 3D favorece la preparación profesional del Ingeniero Civil.

El tratamiento metodológico que se propone cumple con lo establecido en el Lineamiento 152 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución que plantea: “Actualizar los programas de formación e investigación de las universidades en función de las necesidades del desarrollo económico y social del país y de las nuevas tecnologías (...)”⁷. Además responde a la estrategia curricular de las tecnologías de la información y las comunicaciones en varias de las asignaturas de la carrera.

El informe de la investigación se estructura en dos capítulos. En el primer capítulo se muestran los resultados de la caracterización histórica, teórico-metodológica y empírica del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I. En el segundo capítulo se fundamenta teóricamente la concepción del tratamiento metodológico que se asume y se muestran las características del tratamiento metodológico elaborado.

CAPÍTULO – I

**CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DEL
SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D. SU CARACTERIZACIÓN**

CAPÍTULO – I: CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D. SU CARACTERIZACIÓN

Introducción al capítulo

En el presente capítulo se muestra un análisis de la evolución a través de los planes de estudio de la asignatura Topografía I y en particular el contenido relacionado con el cálculo y ajuste de poligonales. Se expone la definición, clasificación e importancia de las poligonales para los trabajos de ingeniería así como los pasos a seguir para calcular y ajustar las mismas utilizando el software AutoCAD Civil 3D. Se presentan las acciones realizadas para diagnosticar el estado actual del objeto de la investigación con énfasis en su campo de acción y se analizan los resultados de las mismas lo que permitió determinar las causas del problema.

1.1 Antecedentes históricos relacionados con el uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales

Según el Plan de Estudio D de la carrera de Ingeniería Civil, “a través de la disciplina Topografía el estudiante adquiere uno de los primeros oficios básicos de su profesión y logra habilidades prácticas que le permiten incorporarse activamente al proyecto de obras de ingeniería a través de una función técnica específica”⁹.

“El papel de esta disciplina en el plan de estudio consiste en brindar los conocimientos y habilidades necesarias para que un Ingeniero Civil pueda dirigir, organizar y controlar los trabajos de levantamiento y replanteo topográfico”⁹.

En los planes de estudio C y C' la disciplina Topografía se encontraba dividida en dos asignaturas: Topografía I y Topografía II, impartándose en el primer año de la carrera en el primer y segundo semestre respectivamente.

Dentro de esta disciplina, se hace referencia en la presente investigación a la asignatura Topografía I, específicamente, al contenido referido al cálculo y ajuste de poligonales.

En el plan C la asignatura se impartía en 82 horas (h) clase y 60 h de prácticas de laboratorio, con un total de 142 h. En el plan C' se amplían las horas totales de la

asignatura a 152, de ellas 38 h de conferencias, 18 h de clases prácticas, 14 h de prácticas de laboratorio y 4 h de taller, representando un total de 72 h clase, además se dedicaban 80 h a la realización de prácticas laborales.

La asignatura se programó en seis temas, entre los cuales se destacaba el de planimetría debido a su carga (22 horas clases) que representaba el 30% del total (72 horas clases). Específicamente, el contenido de poligonales ocupaba un espacio de 14 h, distribuido en 3 conferencias (6 h) y 4 clases prácticas (8 h).

El sistema evaluativo de la asignatura estaba integrado por un examen parcial y una prueba final, además de evaluaciones frecuentes durante las conferencias, clases prácticas y laboratorios. También se evaluaban las prácticas laborales con las que el estudiante adquiriría destreza en el manejo de los instrumentos topográficos.

Como expresión del perfeccionamiento continuo de los planes de estudio surge en el año 2007 el Plan de estudio D. En él, la disciplina Topografía, a diferencia del plan anterior, se programó para el segundo año de la carrera, manteniéndose dividida en dos asignaturas, evidenciándose una reducción considerable de su tiempo de desarrollo al descender de 152 a solo 64 horas en la asignatura Topografía I.

Esta vez, el programa de la asignatura se organizó mediante 20 h de conferencias, 20 h de clases prácticas, 18 h de laboratorios, 2 h de seminarios y 4h de evaluaciones, sin incluir prácticas laborales. La asignatura contiene ocho temas, uno de ellos es el de orientación, dentro del que se imparte el contenido de poligonales, empleándose para ello una conferencia (2h), un laboratorio (4h) y dos clases práctica (4h). Como se puede observar, con respecto al plan de estudios C', cambia el nombre del tema donde se imparte este contenido y se disminuye el tiempo dedicado a él de un 30% a un 18% del contenido de la asignatura.

La asignatura, en comparación con el Plan de estudios C', no posee examen final, evaluándose mediante dos exámenes parciales y una tarea extra-clase. En el segundo examen parcial y en la tarea extra-clase dentro de los contenidos que se evalúan se encuentra el de poligonales. Además se realizan evaluaciones frecuentes en clases prácticas, laboratorios y conferencias.

Los medios de enseñanza empleados para el desarrollo de la asignatura a través de los diferentes planes de estudio no han variado, siendo mayormente el pizarrón, los instrumentos topográficos en las actividades de prácticas de laboratorio y los libros de textos.

Una de las principales estrategias curriculares de la carrera en el Plan D es la referente a las tecnologías de la información y las comunicaciones, en la cual se plantea que es necesario que se utilicen software de aplicación específicos del perfil del graduado, ya sean paquetes profesionales o desarrollados por el claustro de profesores u otros especialistas del país, los que deberán ir cambiando en el desarrollo del plan de estudio en función de actualizarlos acorde al desarrollo de estas tecnologías⁹.

En el desarrollo de varias asignaturas de la carrera se da cumplimiento a esta estrategia curricular mediante la incorporación de software especializado, pero en el caso de Topografía I, hasta el momento, no se ha implementado ningún software relacionado con los temas impartidos.

La disciplina Topografía tiene dentro de su currículo optativo la asignatura Modelación Digital de Terrenos (MDT), que se imparte en el segundo semestre del segundo año. Desde el curso 2010-2011 se utiliza el software AutoCAD Land (versión 2009) en esta asignatura.

Este software fue desarrollado para profesionales del área de la ingeniería civil y de otras ramas. Además de permitir la obtención del MDT, realiza cálculos y ajuste de poligonales, genera planos de plantas topográficas y contiene otras herramientas de aplicación en diferentes áreas.

Como cierre del segundo año de la carrera se lleva a cabo el Proyecto Integrador 2, en el cual se integran los conocimientos de las asignaturas del segundo año y fundamentalmente Topografía y Modelación Mecánica de las Estructuras. En el curso 2013-2014 se aprovechan nuevamente las potencialidades del software AutoCAD Land (versión 2009) para la solución de las tareas del proyecto referentes al cálculo y ajuste de poligonales.

La utilidad de los software especializados en temas topográficos y en especial para el cálculo y ajuste de poligonales ha sido demostrada mediante su empleo en diversas tesis de grado y maestría y artículos, desarrollados por estudiantes y profesores en años precedentes, resultando ejemplo de ello los trabajos mencionados a continuación:

Calaña (2010) llevó a cabo una investigación donde se plantea una metodología de trabajo para perfeccionar la realización de las tareas de gabinete basada en el uso del sistema profesional AutoCAD Land Development Desktop (versión 2005).

Como parte de su investigación, propone la introducción del AutoCAD Land Development Desktop dentro de los programas de las asignaturas de la carrera, esta propuesta incluye la aplicación del software en la asignatura Topografía I para el tema del cálculo y ajuste de poligonales³.

Santiesteban (2010) desarrolló una investigación en la que se realizan las tareas de gabinete (incluido el cálculo y ajuste de poligonales) empleando como herramienta informática el sistema profesional AutoCAD Civil 3D¹³.

Calaña, Casanella, Arenas y Cabrera (2012) en su artículo, a partir de un análisis detallado del plan de estudio de la carrera de Ingeniería Civil, proponen las asignaturas en las que puede ser aplicado el software AutoCAD Land Development Desktop, resultando una de ellas la Topografía I y entre los contenidos tratados se encuentra el cálculo y ajuste de poligonales⁴.

Pavón (2013) desarrolló una investigación donde se propone el procedimiento para la implementación del AutoCAD Land Civil 3D 2009 en levantamientos topográfico detallado. Incluye una explicación de cómo realizar el cálculo y ajuste de poligonales basada en ejemplos prácticos de la empresa de Ingeniería y Diseño de Holguín VÉRTICE¹¹.

1.2 Poligonales. Su conceptualización y significación para los trabajos de ingeniería

Benítez (1977) al referirse a las poligonales considera que es un método que tiene por objeto distribuir punto sobre el área a levantar con el fin de densificar la zona y permite realizar figuras que adoptan variables formas.

Para Jiménez y León (2012) las poligonales consisten en una sucesión de líneas rectas unidas dos a dos, que tienen un punto de intersección denominado vértice. En las cuales se miden las longitudes de todos los lados y los ángulos entre sus vértices con el fin de determinar sus coordenadas(x; y). Son el cumplimiento de la tarea topográfica directa de forma consecutiva y constituyen la base del levantamiento.

Por su parte, Belete (2014) considera que las poligonales consisten en una serie de lados unidos unos a otros en forma tal que el punto extremo final de cada lado coincide con el punto extremo inicial del lado siguiente. El punto común recibe la denominación de vértice y en ellos se mide sucesivamente el ángulo de dirección a partir del punto precedente hacia el punto siguiente. La forma de la poligonal está determinada por las longitudes de los lados y por los ángulos de dirección. El objetivo de este método es determinar la posición de los puntos en la superficie terrestre.

En esta investigación se asume la definición dada por Jiménez y León (2012) por ser –a criterio de la autora– la más pertinente.

Según Jiménez y León (2012) que coincide con Benítez (1977) las poligonales se clasifican de acuerdo al control de las mediciones en abiertas y cerradas. A su vez, las poligonales cerradas pueden ser clasificadas como de ida y vuelta, de rodeo o circuito cerrado y de enlace.

Benítez (1977) al referirse a las poligonales abiertas declara que son aquellas que parten de un punto determinado y llegan a otro a través de un itinerario, sin que exista comprobación de la medición efectuada al final de la poligonal.

Jiménez y León (2012) consideran que las poligonales cerradas son aquellas en que se pueden comprobar las mediciones lineales y angulares, mediante la determinación de los errores correspondientes.

Teniendo en cuenta que solo las poligonales que tienen control se pueden ajustar se tratarán en este trabajo únicamente las poligonales cerradas y dentro de ellas las de enlace y rodeo que son las más utilizadas.

Las poligonales de enlace son aquellas que poseen puntos con coordenadas y acimut conocidos en los extremos, lo que permite el control de las mediciones. Se emplean en áreas extensas en una dirección, tales como, las fajas de emplazamiento de las obras lineales (carreteras, ferrocarriles, canales, acueductos, y otros)⁶.

Las poligonales de rodeo parten de un punto con coordenadas y acimut conocidos y regresan a ese mismo punto haciendo un rodeo, de ahí su nombre; se pueden medir los ángulos interiores o los exteriores. Se emplea en áreas extensas en las dos direcciones en las cuales se conoce un solo punto de control y su marca de acimut, por ejemplo instalaciones industriales, urbanización, etc.⁶.

Según Belete (2014) que coincide con Benítez (1977) las poligonales se clasifican de acuerdo a la precisión en principales, secundarias y corrientes. Las poligonales principales pueden ser de primer, segundo, tercer y cuarto orden, las secundarias incluyen las de primera y segunda categoría y dentro de las corrientes se encuentran las de primera y segunda clase y las taquimétricas.

Las poligonales principales de primer a tercer orden no son objeto de estudio de la Topografía, pues estas exigen tal precisión que solo es posible lograr con instrumentos y métodos de cálculos propios de la Geodesia.

Para el resto de las poligonales, las Instrucciones técnicas para levantamientos topográficos a escalas 1:5000, 1:2000, 1:1000 y 1:500 establecen las precisiones exigidas en cada caso tal como se muestra en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Precisiones exigidas para las distintas categorías de las poligonales.

Clasificación de las poligonales		Precisión lineal exigida	Precisión angular exigida
Principales	4to Orden	1:25000	5''
Secundarias	1ra Categoría	1:10000	$10'' \cdot \sqrt{n}$
	2da Categoría	1:5000	$20'' \cdot \sqrt{n}$
Corrientes	1ra Clase	1:2000	$1'' \cdot \sqrt{n}$
	2da Clase	1:1000	$1'' \cdot \sqrt{n}$
	Taquimétricas	1:500	$1'' \cdot \sqrt{n}$

Fuente: Instrucciones técnicas para levantamientos topográficos a escalas 1:5000, 1:2000, 1:1000 y 1:500. Ministerio de la construcción.

En Cuba existe una red geodésica nacional que está conformada por miles de puntos de coordenadas conocidas, pero la densidad de los mismos no es suficiente como para cubrir las necesidades de los levantamientos topográficos, pues muchas veces la magnitud del levantamiento, las características del terreno y de los instrumentos de medición no permiten realizar la toma de puntos de detalles planimétricos desde los puntos de control existente en la zona, y en otros casos, no hay ninguna chapa en toda el área objeto de estudio.

Para llevar a cabo los trabajos topográficos se necesita, primeramente, densificar la red nacional de manera que se disponga de los suficientes puntos con coordenadas conocidas en el campo. De ahí la significación de las poligonales para los trabajos de ingeniería, pues ellas sirven para distribuir puntos en el terreno que sirven como apoyo a la red geodésica para la ejecución de los levantamientos, los cuales, a su vez, constituyen el punto de partida de los proyectos de las obras de ingeniería y, además, estos vértices son utilizados como puntos de apoyo para el replanteo de los objetos de obras concebidos en dichos proyectos.

1.3 Pasos para calcular y ajustar poligonales utilizando el software AutoCAD Civil 3D.

El AutoCAD Civil 3D es un sistema que está preparado para procesar datos de levantamientos topográficos. La entrada de estos datos puede realizarse de diversas maneras, entre ellas se encuentran, la entrada de datos de levantamientos directamente al software utilizando la ficha Topografía, la descarga directa desde instrumentos de medición de tecnología digital y la importación de ficheros con información de puntos COGO en diversos formatos¹³.

Una vez introducidos los datos, el programa es capaz de realizar ajustes de poligonales por diferentes métodos. Además, permite obtener los reportes del ajuste y cálculo de las coordenadas de los vértices en un fichero de texto, lo que facilita la redacción de informes para proyectos de este tipo.

En el caso del proceso enseñanza-aprendizaje del tema de poligonales, en la actualidad, todas las universidades de Cuba utilizan como medios de enseñanza en los trabajos de campo los instrumentos tradicionales, por lo que las mediciones deben ser introducidas al programa manualmente utilizando la ficha de Topografía y para calcular y ajustar las poligonales se deben seguir los pasos que a continuación se enumeran:

1. Configuración de los puntos COGO

Los puntos que se crean utilizando los comandos que dispone el AutoCAD Civil 3D y que contienen información paramétrica asociada se denominan puntos COGO (Coordenadas Geométricas)³. Para el cálculo y ajuste de poligonales los componentes del punto que se deben configurar son el nodo, el número y la descripción para que aparezcan en el dibujo. Para configurarlos se siguen los pasos siguientes:

- Activar la ficha *Configuración del Espacio de herramientas*: En la pestaña de *Inicio*, dentro del panel *Paletas* se hace clic en el icono de Configuración y aparece en el espacio de herramienta la ficha *Configuración*. (Ver Anexo

1).Esta ficha administra los estilos de los objetos del AutoCAD Civil 3D lo que incluye el punto⁸.

- Configurar el estilo de punto: Dentro de la ficha *Configuración* se hace clic en el signo de más de la colección *Punto* para desplegarla y dentro de esta se despliega la colección *Estilos de punto*. Se hace clic derecho en *Básico* y se selecciona *editar* y aparece la ventana *Estilo de punto-Básico*. (Ver Anexo 2). En la pestaña *Marca* se configura la apariencia del nodo que indica la posición de los vértices de la poligonal.
- Configurar el estilo de etiqueta: En la colección *Punto* de la ficha *Configuración* se hace clic en el signo de más para desplegarla y dentro de esta se despliega la colección *Estilo de etiqueta* se hace clic derecho sobre *Point # -Elevation -Description* y se selecciona *Editar* y aparece la ventana *Creador de estilo de etiqueta-Point # - Elevation- Description* (Ver anexo 3). En la pestaña *Composición* se configura la apariencia del número y de la descripción de los vértices de la poligonal.

2. Apertura del espacio de trabajo:

- Activar la ficha *Topografía del espacio de herramienta*: En la pestaña de *Inicio*, dentro del panel *Paletas* se hace clic en el *icono de topografía* y aparece en el *Espacio de herramientas* la ficha *Topografía*. (Ver anexo 4). La ficha *Topografía* administra los datos topográficos⁸.
- Crear una nueva base de datos de levantamientos: Dentro de la ficha *Topografía*, se hace clic derecho en *Bases de datos de levantamiento* y se selecciona *Nueva base de datos de levantamiento local* y a continuación se muestra una ventana que pide un nombre para esta base de datos, en este caso se le dará el nombre de levantamiento 1 y luego se le da aceptar. (Ver anexo 5). A continuación se crea una base de datos dentro de *Bases de datos de levantamiento*.
- Configuración de bases de datos: Se hace clic derecho en la base de datos *Levantamiento 1* y aparece la opción *Editar configuración de base de datos de levantamientos*, que permite acceder a la ventana *Configuración de*

base de datos de levantamientos. (Ver anexo 6). A continuación se muestran los elementos a configurar en esta ventana:

En *Unidades* se especifican las unidades de medida en que se expresan los ángulos y distancias que se introducen al software. Además se escoge el huso de coordenadas.

En *Precisión* se definen las precisiones (cifras decimales) con las que se muestran los ángulo, distancia, elevación, coordenadas y latitud y longitud.

- Crear una red de topografía: Para crear una red, dentro de la base de datos de levantamiento¹ localizamos el comando *redes*, se hace clic derecho y luego se selecciona la opción *Nuevo* y a continuación se muestra la ventana *nueva red* donde se introduce el nombre y la descripción de esta. (Ver anexo 7) Completada esta operación, se desplegarán los componentes de la red.

3. Introducir los puntos de control:

Se hace clic derecho en la opción *Puntos de control* y se elige la opción *Nuevo* y aparece la ventana *Nuevo punto de control*. (Ver anexo 8). En ella se suministran los datos del punto de control tal y como se indica a continuación:

- Número: Se introduce el número del punto de control a crear.
- Abscisa: Se introduce la coordenada X del punto de control.
- Ordenada: Se introduce la coordenada Y del punto de control.
- Elevación: Se introduce la coordenada Z o cota del punto de control.
- Descripción: Se introduce la descripción del punto de control.

4. Introducción de las orientaciones:

Se hace clic derecho en *Orientación* y se elige la opción *Nuevo* y aparece la ventana *Nueva orientación*. (Ver anexo 9). En esta ventana se introducen los datos de la orientación como se indica a continuación:

- Desde el punto: Se introduce el número del punto de control.
- Hasta el punto: Se introduce el número del punto de destino para la orientación.

- Orientación: Se introduce el valor de orientación.
- Tipo de orientación: Se escoge el tipo de orientación puede ser orientación o acimut.

Este paso solamente es necesario realizarlo cuando estamos en presencia de una poligonal de enlace donde es necesario introducir el valor de acimut de la alineación final pues la introducción del acimut de la alineación inicial en las poligonales de enlace y de rodeo se hace al crear el estacionado en el punto de control inicial.



5. Introducir las mediciones de campo

Se hace clic derecho sobre Estaciones y se elige la opción Nuevo y aparece la ventana Nueva estación. (Ver anexo 10). En esta ventana es necesario introducir los siguientes parámetros:



- Punto de P.K.: Se introduce el número del vértice donde se coloca el instrumento para realizar la medición.
- Punto de fijación de orientación hacia atrás: Se introduce el número del primer vértice a observar para efectuar la medición.
- Orientación de fijación de orientación hacia atrás: Se introduce el azimut inverso del azimut inicial. Solamente es necesario introducirlo al programa cuando se crea el primer estacionado, el software lo calcula automáticamente para el resto de los estacionados.
- El resto de los parámetros se actualizan automáticamente.

Después de haber introducido los datos se presiona *Aceptar*, apareciendo los datos en la ventana *Toolspace*. En esta ventana se hace clic derecho sobre la fila con los valores suministrados y se elige *Editar Observación* del menú emergente para crear una nueva observación. Seguidamente aparecerá la ventana *Panorama* en la cual en la parte superior izquierda aparece el vértice en el cual se encuentra estacionado el instrumento y el primer vértice observado. En el cuadro de diálogo hacer clic derecho en la primera fila y elegir *Nuevo* y a continuación se activará una nueva línea donde se introducen los datos para crear el próximo vértice del recorrido de la poligonal (Ver anexo 11). En esta ventana se introducen los siguientes datos:

- *Número*: Se introduce el número del vértice del recorrido de la poligonal a crear.
- *Ángulo*: Se introduce el valor del ángulo.
- *Tipo de ángulo*: Se define el tipo de ángulo horizontal que será introducido para crear el próximo vértice. En este caso se debe escoger la opción *Ángulo* que permite crear el próximo vértice introduciendo el valor del ángulo entre el primer vértice observado y el vértice a crear.
- *Distancia*: Se introduce el valor de distancia desde el punto de estación hasta el vértice a crear.
- *Tipo de distancia*: se selecciona el tipo de distancia a introducir. Se debe escoger la opción *Horizontal* que mide la distancia entre dos puntos en el plano XY.
- *Tipo vertical*: se configura la entrada de las mediciones verticales. Se seleccionará la opción ninguno pues la altimetría no es objeto de esta investigación.
- *Tipo de objeto*: se seleccionan los dispositivos a usar en las mediciones altimétricas. Se seleccionará la opción ninguno.
- *Descripción*: se asigna la descripción del nuevo vértice.

Luego de suministrados estos datos aparecen automáticamente las coordenadas (X; Y) del vértice creado. Se presiona  (Guardar), que se encuentra en la parte superior derecha de la ventana para que estos sean guardados y suministrados al dibujo y posteriormente se oprime  para cerrar la ventana.

Se regresa a la ventana *Toolspace*. Se hace clic derecho en *Estación* y se elige la opción *Nuevo* del menú emergente. En la ventana *Nueva estación* se suministran los datos del próximo vértice de la poligonal, el procedimiento es el mismo que el que se explicó anteriormente con el resto de los vértices de la poligonal hasta el penúltimo vértice, el cual presenta una diferencia con respecto a los anteriores, que al editar la observación se pone como el próximo vértice el número del punto de control final en caso de ser una poligonal cerrada de enlace, y en el caso de una poligonal cerrada de rodeo se pone el número del punto de control de partida.

Es necesario establecer también el ángulo de cierre de la poligonal, estacionados ya en el último punto de control de la poligonal, solo se especifica en la ventana Panorama el ángulo de cierre de la poligonal, se presiona  y posteriormente se oprime 

6. Definir y analizar poligonales

Cuando se realizan los trabajos de campo resulta inevitable cometer errores en las mediciones, por lo tanto, al introducir estos datos al AutoCAD Civil 3D, el programa sitúa los puntos en el dibujo acarreado dichos errores que se reflejan posteriormente en las coordenadas de los vértices configurados. Al cálculo y corrección de estos errores en las posiciones de los puntos se le llama ajustes topográficos³.

El programa para el ajuste angular aplica el método de distribución equitativa del error y para el ajuste horizontal permite aplicar los métodos regla de la brújula, regla de tránsito, regla de Crandall y mínimos cuadrados⁸.

Para corregir las coordenadas de los vértices es necesario definir la poligonal a ajustar, para ello se hace clic derecho en *poligonal* y se elige la opción *Nuevo* y aparecerá el cuadro de diálogo *Nueva poligonal*. (Ver anexo 12). En él se introducen los siguientes parámetros:

- *Nombre*: Se introduce el nombre de la poligonal.
- *Descripción*: Se introduce la descripción de la poligonal (opcional).
- *P.K. inicial*: Se introduce el punto de estacionado inicial.
- *Fijación de orientación hacia atrás inicial*: Se introduce el monumento de la alineación inicial que sirve como referencia para comenzar a ubicar los vértices de la poligonal.
- *P.K.*: Se introducen los vértices ocupados por el instrumento durante la conformación de la red de apoyo para el levantamiento topográfico.
- *Fijación final de punto hacia delante*: Se introduce el vértice que sirve de referencia para finalizar o cerrar la poligonal.

Después de haber introducido los datos se presiona *Aceptar*, apareciendo la poligonal definida en la ventana *Toolspace*.

Una vez definida la red, es necesario configurar los métodos mediante los cuales se realizarán los ajustes, para esto en la ventana *Toolspace* se hace clic derecho sobre la fila donde aparece el nombre de la poligonal definida y se elige la opción *Análisis de la poligonal* y aparecerá la ventana de diálogo *Análisis de poligonal* (Ver anexo 13). Los elementos a configurar en esta ventana son:

- *Realizar el análisis de la poligonal*: Se selecciona la opción *sí* para realizar el análisis matemático de la poligonal en dependencia del método de ajuste que se seleccione en la sección *Método de compensación horizontal*.
- *Realizar balance de ángulo*: Se selecciona la opción *sí* para que el error angular esté uniformemente distribuido en toda la poligonal.
- *Método de compensación horizontal*: Se selecciona el método a emplear para los ajustes horizontales.
- *Método de compensación vertical*: Se selecciona el método a emplear para los ajustes verticales.
- *Límite de error de cierre horizontal 1: X*: Se establece la precisión exigida para el cierre horizontal de la poligonal.
- *Límite de error de cierre vertical 1: Y*: Se establece la precisión exigida para el cierre vertical de la poligonal.
- *Error de ángulo por conjunto*: se establece el error de cierre angular permisible de la poligonal (expresado en segundos).
- *Actualizar base de datos de levantamientos*: Se debe seleccionar para actualizar la base de datos.

Se presiona aceptar y a continuación el programa mostrará un grupo de reportes en forma de ficheros de texto (.txt) que contienen los resultados del cálculo y ajuste de la poligonal. Si no se alcanzan los valores de precisión exigidos el programa desplegará un mensaje de error.

1.4 Diagnóstico del estado actual del uso del software civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I

En este epígrafe se muestran las acciones implementadas para el diagnóstico del estado actual del uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I, así como, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos lo que permitió determinar las causas que inciden en el problema de la investigación.

1.4.1 Acciones implementadas para el diagnóstico

Para llevar a cabo el diagnóstico se realizaron las siguientes acciones:

- Análisis de documentos, tales como, el Plan de Estudio de la carrera de Ingeniería Civil, el programa analítico de la asignatura Topografía I y el plan de clases del profesor.
- Entrevista al profesor que imparte la asignatura Topografía I. (Ver anexo 14).
- Observaciones a las clases de cálculo y ajuste de poligonales. (Ver anexo 15).

1.4.2 Resultados obtenidos

Del análisis de documentos se obtuvieron los siguientes resultados:

- En la asignatura de Topografía I durante los planes de estudio C y C' no se utilizaron software especializados en temas topográficos.
- En el Plan de Estudio D se hace insistencia en utilizar en diferentes asignaturas de la carrera las TIC lo que incluye software de aplicación específico del perfil del graduado con el objetivo de mejorar la preparación de los ingenieros civiles.
- En el programa de la asignatura Topografía I y en el plan de clase del profesor no se encuentran clases planificadas en la que se empleen software especializado, incluido el AutoCAD Civil 3D.

De la entrevista al profesor que imparte la asignatura Topografía I se obtuvieron los siguientes resultados:

- El profesor declara que no se siente preparado para enfrentar el trabajo con los software especializados en temas topográfico y que no recibe en el departamento preparación para la utilización de los mismos.
- Considera importante para la preparación de los futuros profesionales la utilización del software AutoCAD Civil 3D y expresa que le resulta interesante el empleo de este en la asignatura Topografía I y en particular para el cálculo y ajuste de poligonales y que se encuentra motivado por el tema.
- Considera la disponibilidad y calidad de los ordenadores como buena al declarar que en este curso el laboratorio de computación cuenta con ordenadores totalmente nuevos y que poseen características que permiten instalar sin dificultad el software AutoCAD Civil 3D.

Por otra parte, en las observaciones realizadas a las clases cálculo y ajuste de poligonales se pudieron comprobar los siguientes aspectos:

- El profesor comunica el objetivo con claridad a los estudiantes, revisa el trabajo independiente y este permite el enlace con la nueva materia y las actividades de aprendizaje se corresponde con el objetivo propuesto.
- Se pudo comprobar que no se utilizan software y en particular el AutoCAD Civil 3D durante el desarrollo de la clase y que no se le orienta al estudiante para el estudio independiente la utilización de este software.
- Se brinda atención a la formación de hábitos de conductas y formación de valores sociales y se utilizan diferentes formas de control durante la clase.

1.4.3 Análisis de los resultados

Del análisis de los resultados obtenidos de las acciones efectuadas la autora infiere que las causas que provocan el problema son las siguientes:

- El programa analítico de la asignatura Topografía I no concibe un espacio para la implementación del software AutoCAD Civil 3D en función del cálculo y ajuste de poligonales.

- El docente que imparten la asignatura Topografía I no tienen un dominio pleno en cuanto al uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales.
- El no desarrollo de actividades metodológicas por parte del departamento en cuanto al uso del software AutoCAD Civil 3D para el cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía I.

Conclusiones del capítulo

En este capítulo se arribó a las siguientes conclusiones:

1. A través del análisis de los antecedentes históricos relacionados con el uso del software AutoCAD Civil 3D en el cálculo y ajuste de poligonales se concluyó que durante los planes de estudio de la carrera no se ha concebido un espacio para su implementación.
2. El análisis de los fundamentos teóricos y metodológicos referidos al objeto de la investigación permitieron precisar el concepto, las clasificaciones de las poligonales, así como su importancia en los trabajos de ingeniería y los pasos a seguir para calcular y ajustar las poligonales utilizando el software AutoCAD Civil 3D.
3. El diagnóstico realizado al tratamiento metodológico del contenido cálculo y ajuste de poligonales en la asignatura Topografía 1, con énfasis en la utilización del software AutoCAD Civil 3D, permitió obtener las causas del problema planteado para la presente investigación.

CAPÍTULO- II

**CÁLCULO DE POLIGONALES A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE
AUTOCAD CIVIL 3D. SU TRATAMIENTO METODOLÓGICO**

CAPÍTULO- II: CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D. SU TRATAMIENTO METODOLÓGICO

Introducción al capítulo

En este capítulo se exponen las concepciones teóricas entorno al proceso de tratamiento metodológico de los contenidos de un programa de disciplinas técnicas y se muestra el tratamiento metodológico realizado al contenido cálculo y ajuste de poligonales para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.

2.1 Concepciones teóricas entorno al proceso de tratamiento metodológico de los contenidos de un programa de disciplinas técnicas

En el presente epígrafe se muestra el concepto y la lógica didáctica del tratamiento metodológico a los contenidos de un programa de disciplinas técnicas.

2.1.1 Tratamiento metodológico. Su conceptualización y lógica didáctica

La calidad del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Topografía I y específicamente el que se relaciona con el cálculo de las poligonales encuentra un sustento esencial en la profundidad y rigor con que se lleva a cabo el tratamiento metodológico del programa de la asignatura.

La consulta de la resolución ministerial 210.07 le permitió a la autora de la investigación comprender que el tratamiento metodológico del contenido de un tema de una asignatura atraviesa una lógica didáctica que tiene en cuenta los momentos siguientes:

- Estudio del plan de estudio.
- Estudio del programa de la asignatura.
- Derivación gradual de los objetivos desde el nivel de carrera al nivel de clases.
- Dosificación del sistema de clases que componen al tema.
- Replanteo metodológico del sistema de clases que componen al tema.

El replanteo metodológico como momento del tratamiento de determinada temática concibe a su vez la precisión de los siguientes aspectos didácticos:

- Número de clase.
- Tipo de clase.
- Objetivo de la clase.
- Contenido de la clase.
- Métodos de enseñanza.
- Medios de enseñanza.
- Formas de organización de la clase.
- Indicadores para la evaluación.

En el actual contexto histórico en que se forma los ingenieros civiles una de las exigencias formativas que no se puede dejar por alto resultan ser las estrategias curriculares, lo cual hace necesario que en el momento que se concibe el replanteo metodológico de un tema se piense en las potencialidades educativas que el mismo presenta a la diversidad de estrategia curriculares que se han concebido para ser trabajada en la carrera.

La razón de ser del estudio del modelo del profesional radica esencialmente en que el docente puede precisar cuáles son los objetivos del año al que debe prestar atención. Estos objetivos constituyen el punto de partida de la derivación gradual que deben experimentar hasta el nivel de clase.

En la derivación gradual de los objetivos al análisis de los objetivos del año se integran los objetivos de la disciplina, los del programa y aquel sistema de objetivo que sugieren concretamente el sistema de clase que componen los temas de un programa.

La profundización del estudio del plan del proceso docente permite precisar las relaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias que deben establecerse al desarrollar un tema de un programa de asignaturas técnicas.

El programa de la disciplina y los programas de asignatura además del conocimiento de los objetivos de la enseñanza le permiten al docente conocer los contenidos y las

principales orientaciones metodológicas que deben considerarse para el desarrollo de los temas.

Por lo expresado con anterioridad la autora de la investigación asume la definición dada por Cruz (2003) sobre el tratamiento metodológico.

Este autor concibe al tratamiento metodológico como un sistema de acciones que posibilitan concebir con un enfoque sistémico la preparación e impartición del sistema de clases pertenecientes a un tema de asignatura con un enfoque proyectivo y asegurador de la calidad del aprendizaje⁵.

2.2 Tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales perteneciente a la asignatura Topografía I para el empleo del software AutoCAD Civil 3D

En este epígrafe se muestra la derivación gradual de los objetivos desde el nivel de carrera al nivel de clases, se presenta la dosificación del tema así como el replanteo metodológico del mismo. Además se muestra una ejemplificación del uso del software para calcular y ajustar poligonales.

2.2.1 Derivación de los objetivos

En el modelo del profesional del Plan de Estudio D se plantea que el egresado de la carrera de Ingeniería Civil debe tener una preparación que le permita desarrollar la "dirección y control técnico de levantamientos, replanteos, mediciones y cubicaciones de obras, así como movimientos de tierra para la construcción de explanaciones y cimentaciones"⁹.

Por su parte el segundo año de la carrera tiene previsto entre sus objetivos:

Realizar los trabajos de campo y de gabinete para un levantamiento topográfico en formato analógico o digital de aplicación en Ingeniería Civil, empleando la computación, en terrenos con condiciones topográficas favorables, e interpretar planos topográficos en formato analógico o digital para la realización de trabajos de Ingeniería Civil y actividades de la defensa del país⁹.

La disciplina de Topografía cuyas asignaturas se imparten en el segundo año de la carrera reconoce como uno de sus objetivos "realizar los trabajos de campo y de gabinete de un levantamiento topográfico de aplicación en Ingeniería Civil, aplicando las normas e instrucciones vigentes en el país"⁹.

Específicamente la asignatura de Topografía I tiene como uno de sus objetivos "medir y calcular redes altimétricas y planimétricas de enlace y/o rodeo para el levantamiento con la calidad y precisión requerida, mediante el uso de la computación y aplicando las normas e instrucciones técnicas vigente en nuestro país"¹².

La asignatura se desarrolla en siete temas, uno de ellos es el de orientación (tema V) que tiene por objetivo "definir los conceptos de acimut y rumbo así como la forma de obtener sus valores para el cálculo de la orientación de alineaciones contiguas"¹².

Objetivos de las clases:

Caracterizar las potencialidades del software AutoCAD Civil 3D en relación al cálculo de poligonales como una herramienta para la automatización y humanización de los trabajos de gabinete topográficos.

Calcular poligonales de rodeo a partir del uso del software AutoCAD Civil 3D para familiarizarse con la tecnología empleada en la práctica profesional.

Calcular poligonales de enlace a partir de la utilización del software AutoCAD Civil 3D para familiarizarse con la tecnología empleada en la práctica profesional.

2.2.2 Dosificación de los contenidos del tema (Ver tabla 2.1)

Tabla 2.1 Dosificación de los contenidos del tema

N° Clase	Tipo de clase	Cantidad de horas
1	<p>Conferencia</p> <p>Contenido:</p> <p>1.1 Introducción al software.</p> <p>1.2 Configuración de los puntos cogo.</p> <p>1.3 Apertura del espacio de trabajo.</p> <p>1.4 Introducción de los puntos de control.</p> <p>1.5 Introducción de las orientaciones.</p> <p>1.6 Introducción de las mediciones de campo.</p> <p>1.6 Definición y análisis de la poligonal.</p>	2h
2	<p>Clase práctica</p> <p>Contenido:</p> <p>Solución de ejercicios sobre el cálculo y ajuste de poligonales de rodeo utilizando el software AutoCAD Civil 3D.</p>	2h
3	<p>Clase práctica</p> <p>Contenido:</p> <p>Solución de ejercicios sobre el cálculo y ajuste de poligonales de enlace utilizando el software AutoCAD Civil 3D.</p> <p>.</p>	2h

2.2.3 Replanteo metodológico del tema (ver tabla 2.2)

Tabla 2.2 Replanteo metodológico del tema.

Nº clase	Tipo de clase	Cant. h	Objetivo	Contenido	Métodos	Medios	Eval.	Estrateg Curric.
1	Conferencia	2h	Caracterizar las potencialidades del software AutoCAD Civil 3D en relación al cálculo de poligonales como una herramienta para la automatización y humanización de los trabajos de gabinete topográficos.	1.1 - 1.6	Explicativo- Ilustrativo Elaboración conjunta	<ul style="list-style-type: none"> • El software AutoCAD Civil 3D. • Presentación Power Points 	Se realizarán preguntas de control al finalizar la clase.	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de las TIC • Idioma inglés • Formación Jurídica
2	Clase práctica	2h	Calcular poligonales de rodeo a partir del uso del software AutoCAD Civil 3D para familiarizarse con la tecnología empleada en la práctica profesional.	Solución de ejercicios sobre el cálculo y ajuste de poligonales de rodeo utilizando el software AutoCAD Civil 3D.	Trabajo independiente Elaboración conjunta	<ul style="list-style-type: none"> • El software AutoCAD Civil 3D • Presentación Power Points 	Revisión por puestos de trabajo de los resultados obtenidos por los estudiantes. Preguntas orales.	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de las TIC • Idioma inglés • Formación Jurídica
3	Clase práctica	2h	Calcular poligonales de enlace a partir de la utilización del software AutoCAD Civil 3D para familiarizarse con la tecnología	Solución de ejercicios sobre el cálculo y ajuste de poligonales de	Trabajo independiente Elaboración	<ul style="list-style-type: none"> • El software AutoCAD Civil 3D. 	Revisión por puestos de trabajo de los resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de las TIC • Idioma

			empleada en la práctica profesional.	enlace utilizando el software AutoCAD Civil 3D.	conjunta	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación Power Points 	obtenidos por los estudiantes. Preguntas orales.	inglés <ul style="list-style-type: none"> • Formación Jurídica
--	--	--	--------------------------------------	---	----------	---	--	---

2.2.4 Ejemplificación del uso del software AutoCAD Civil 3D

1. Calcule y ajuste la poligonal corriente de primera clase que se muestra en la figura 2.1.

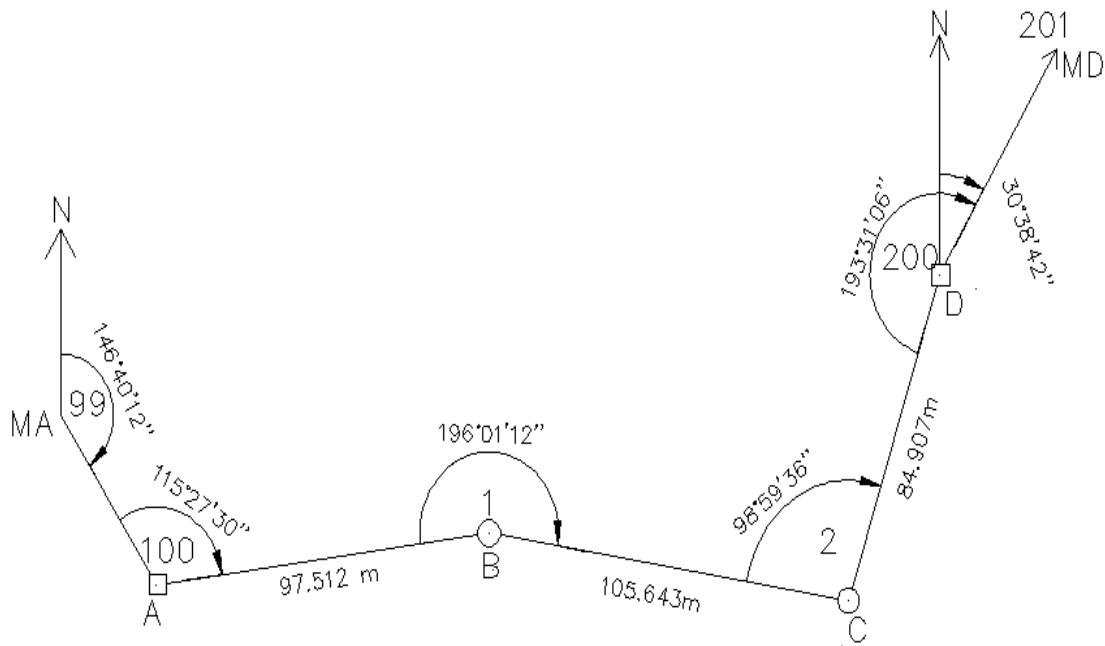


Figura 2.1 Croquis de la poligonal de enlace.(Jiménez y León, 2014)

Datos iniciales:

$$X_A = 336412.109\text{m}$$

$$Y_A = 502112.941\text{m}$$

$$X_D = 336638.417\text{m}$$

$$Y_D = 502192.424\text{m}$$

Conociendo que la poligonal es corriente de primera clase de las instrucciones técnica se obtiene:

$$P_{\text{requerida}} \quad 1:2000$$

$$ep = \pm 1\sqrt{n} = \pm 1'\sqrt{4} = \pm 2'$$

Pasos para calcular y ajustar la poligonal utilizando el software AutoCAD Civil 3D:

- 1) Configuración de los puntos COGO. (Ver anexo 1, 2 y 3)
- 2) Apertura del espacio de trabajo.
 - Activación de la ficha de Topografía del espacio de herramienta. (Ver anexo 4)
 - Creación de una nueva base de datos de levantamiento. (Ver figura 2.2)

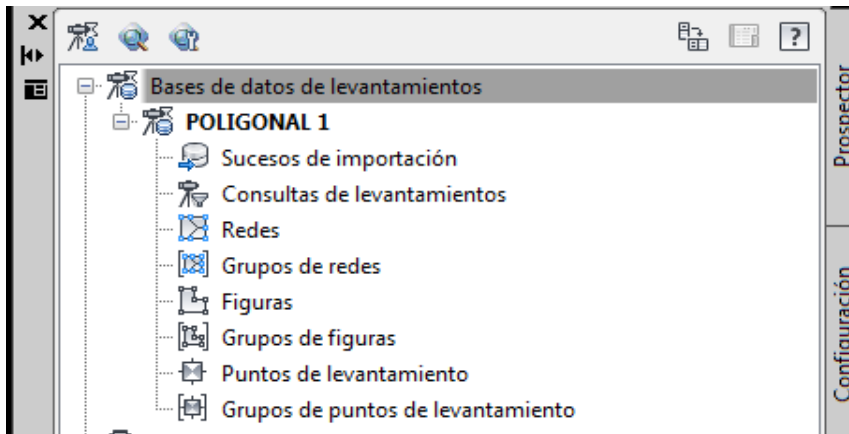


Figura 2.2 Creación de la base de datos de levantamiento POLIGONAL 1

- Configuración de la base de datos POLIGONAL 1. (Ver Figura 2.3)

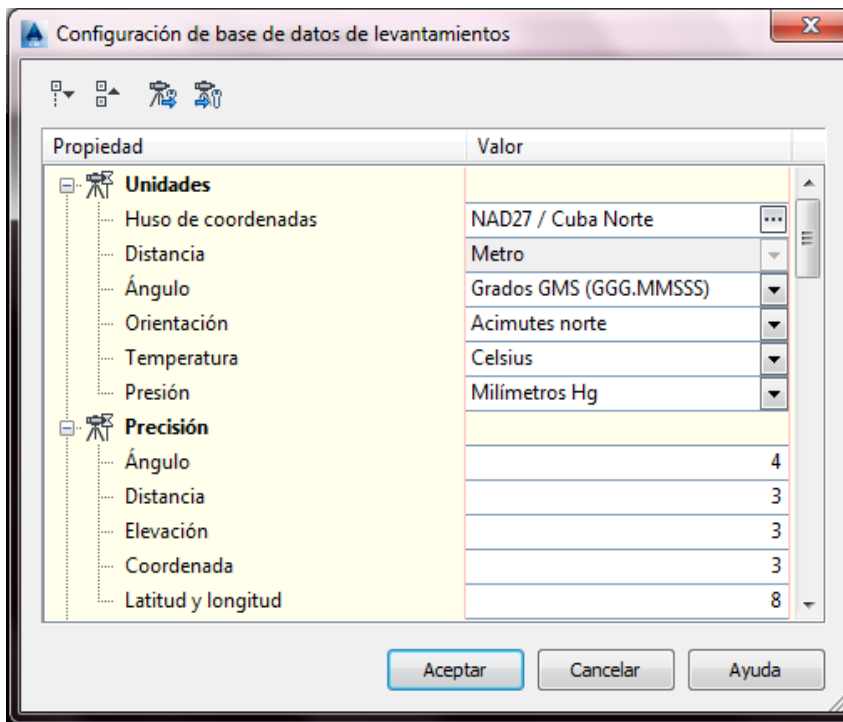


Figura 2.3 Configuración de la base de datos POLIGONAL 1.

- Creación de una red de Topografía. (Ver figura 2.4)

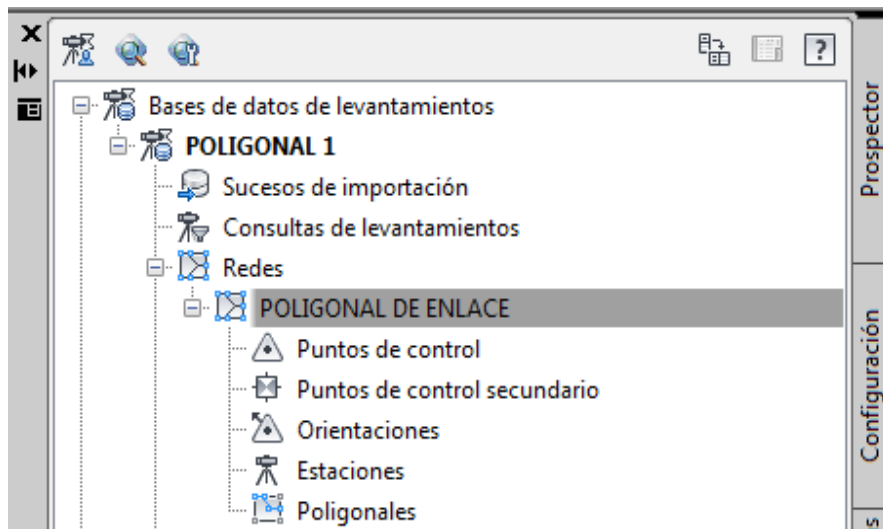


Figura 2.4 Creación de la red de Topografía POLIGONAL DE ENLACE.

3. Introducción de los puntos de control. (Ver figura 2.5)

Propiedad	Valor
Punto de control	
Número	100
Nombre	
Abscisa	336412.109
Ordenada	502112.941
Elevación	
Descripción	A
Longitud	-82.36402121
Latitud	24.20412828
Red	POLIGONAL DE ENLACE
Suceso de importación	
Número original	
Nombre original	
Semieje mayor	
Semieje menor	
Acimut de eje mayor	

Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

Propiedad	Valor
Punto de control	
Número	200
Nombre	
Abscisa	336638.417
Ordenada	502192.424
Elevación	
Descripción	D
Longitud	-82.36322188
Latitud	24.20439433
Red	POLIGONAL DE ENLACE
Suceso de importación	
Número original	
Nombre original	
Semieje mayor	
Semieje menor	
Acimut de eje mayor	

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2.5 Introducción de los puntos de control 100; 200.

4. Introducción de las orientaciones. (Ver figura 2.6)

Propiedad	Valor
Desde el punto	200
Hasta el punto	201
Orientación	30.3842
Tipo de orientación	Acimut

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2.6 Introducción de la orientación.

5 Introducción de las mediciones de campo. (Ver figura 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10)

The 'Nueva estación' dialog box shows the following properties and values:

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	100
Punto de fijación de orientación	99
Orientación de fijación de orient	326.4012
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	336412.109
Ordenada	502112.941
Elevación	
Longitud	-82.36402121
Latitud	24.20412828
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

The observation table below shows the data for observation 1:

Número	Nombre	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
1		115.2730	Ángulo	97.512	Horizontal	B	336508.702	502126.296

Figura 2.7: Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-100 para crear V-1.

The 'Nueva estación' dialog box shows the following properties and values:

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	1
Punto de fijación de orientación	100
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	336508.702
Ordenada	502126.296
Elevación	
Longitud	-82.36367926
Latitud	24.20417501
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

The observation table below shows the data for observation 2:

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
2	196.0112	Ángulo	105.643	Horizontal	C	336613.279	502111.322

Figura 2.8: Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-1 para crear V-2.

Nueva estación

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	2
Punto de fijación de orientación	1
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	336613.279
Ordenada	502111.322
Elevación	
Longitud	-82.36330793
Latitud	24.20413000
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Aceptar Cancelar Ayuda

P.K.:2, Fijación de orientación hacia atrás:1

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
200	98.5936	Ángulo	84.907	Horizontal	D	336638.304	502192.458

Figura 2.9: Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-2 para cerrar la poligonal sobre el V-200.

Nueva estación

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	200
Punto de fijación de orientación	2
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	336638.304
Ordenada	502192.458
Elevación	
Longitud	-82.36322228
Latitud	24.20439443
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Aceptar Cancelar Ayuda

P.K.:200, Fijación de orientación hacia atrás:2

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
201	193.3106	Ángulo		Horizontal	MD		

Figura 2.10: Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-200 para crear V-201.

6. Definición y análisis de la poligonal. (Ver figura 2.11 y 2.12)

Propiedad	Valor
Nombre	POLIGONAL DE ENLACE
Descripción	
P.K. inicial	100
Fijación de orientación hacia atr.	99
P.K.	1,2,200
Fijación final de punto hacia ade	201

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2.11 Definición de la poligonal

Propiedad	Valor
Realizar análisis de poligonal	<input checked="" type="checkbox"/> Sí
Realizar balance de ángulo	<input checked="" type="checkbox"/> Sí
Método de compensación horizontal	Regla de brújula
Método de compensación vertical	Ninguno
Límite de error de cierre horizontal 1:X	2000
Límite de error de cierre vertical 1:X	0
Error de ángulo por conjunto	0.02000000
Actualizar base de datos de levantamientos	<input checked="" type="checkbox"/> Sí

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2.12 Análisis de la poligonal.

Los reportes de cálculo y ajuste de la poligonal obtenidos por el programa se pueden ver en el anexo- 16 y en la tabla 2.3 se muestra un resumen de los mismos.

Tabla 2.3 Resumen de los reportes de cálculo y ajuste de poligonal

Punto	Coordenadas sin ajuste lineal y angular		Coordenadas con ajuste angular y sin ajuste lineal	
	X	y	x	y
100	336412.1090	502112.9410	336412.1090	502112.9410
1	336508.7022	502126.2957	336508.7013	502126.3021
2	336613.2786	502111.3223	336613.2797	502111.3423
200	336638.3037	502192.4576	336638.2889	502192.4825

Punto	Coordenadas con ajuste angular y lineal	
	x	y
100	336412.1090	502112.9410
1	336508.7447	502126.2822
2	336613.3701	502111.3010
200	336638.4170	502192.4240

2. Calcule y ajuste la poligonal corriente de segunda clase que se muestra a en la figura 2.13.

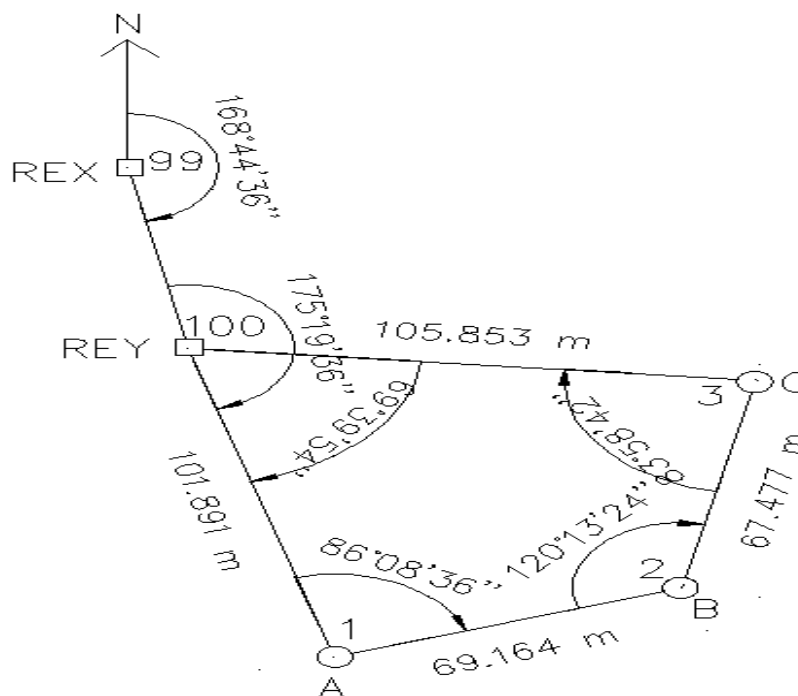


Figura 2.13 Croquis de la poligonal de rodeo.(Jiménez y León, 2014)

Datos iniciales:

$$X_{REX} = 345276.323\text{m}$$

$$Y_{REX} = 478600.126\text{m}$$

$$X_{REY} = 345334.619\text{m}$$

$$Y_{REY} = 478307.228\text{m}$$

Conociendo que la poligonal es corriente de segunda clase de las instrucciones técnica se obtiene:

$P_{requerida}$ 1:1000

$$ep = \pm 1\sqrt{n} = \pm 1'\sqrt{4} = \pm 2'$$

Pasos para calcular y ajustar la poligonal utilizando el software AutoCAD Civil 3D:

- 1) Configuración de los puntos COGO. (Ver anexo 1,2 y 3)
- 2) Apertura del espacio de trabajo.
 - Activación de la ficha de Topografía del espacio de herramienta. (Ver anexo 4)
 - Creación de una nueva base de datos de levantamiento. (Ver figura 2.14)

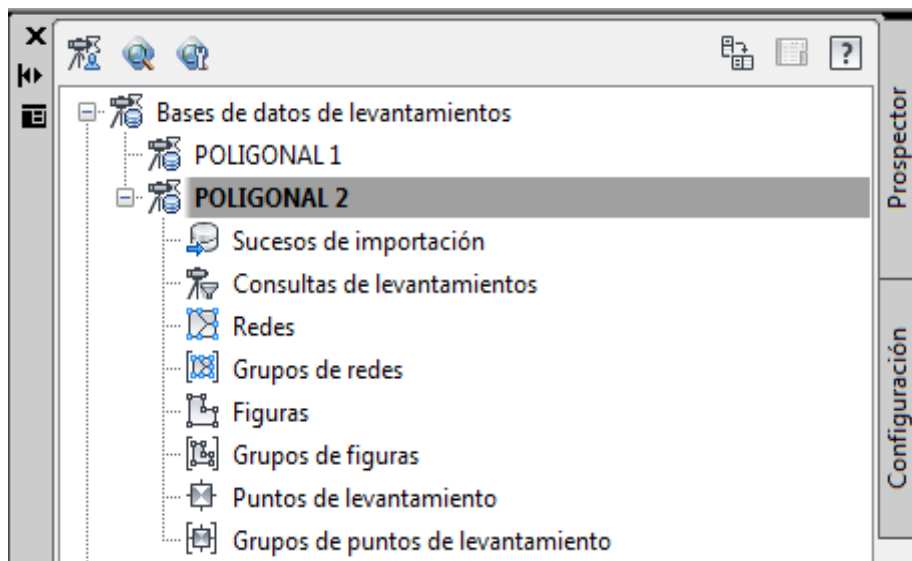


Figura 2.14 Creación de la base de datos de levantamiento POLIGONAL 2

- Configuración de la base de datos POLIGONAL 2. (Ver Figura 2.15)

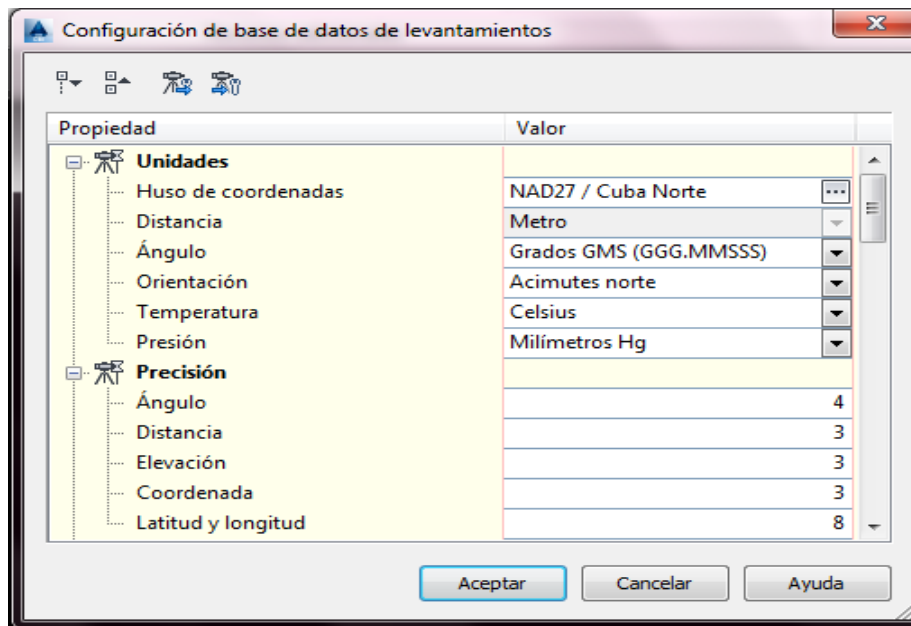


Figura 2.15 Configuración de la base de datos POLIGONAL 2.

- Creación de una red de Topografía. (Ver figura 2.16)

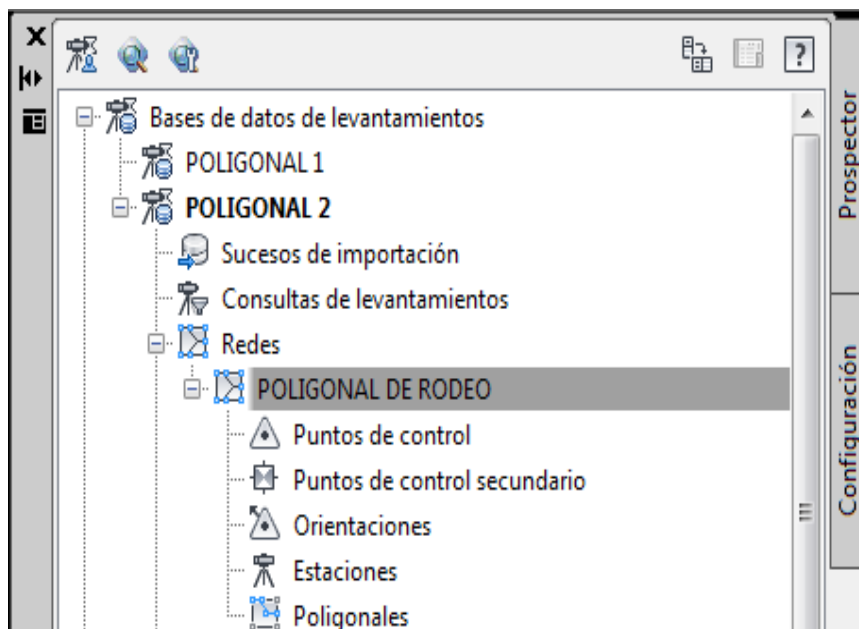


Figura 2.16 Creación de la red de Topografía POLIGONAL DE RODEO.

3) Introducción de los puntos de control. (Ver figura 2.17)

Propiedad	Valor
Punto de control	
Número	99
Nombre	
Abscisa	345276.323
Ordenada	478600.126
Elevación	
Descripción	REX
Longitud	-82.31175239
Latitud	24.08004310
Red	POLIGONAL DE RODEO
Suceso de importación	
Número original	
Nombre original	
Semieje mayor	
Semieje menor	
Acimut de eje mayor	

Aceptar Cancelar Ayuda

Propiedad	Valor
Punto de control	
Número	100
Nombre	
Abscisa	345334.619
Ordenada	478307.228
Elevación	
Descripción	REY
Longitud	-82.31153556
Latitud	24.07509342
Red	POLIGONAL DE RODEO
Suceso de importación	
Número original	
Nombre original	
Semieje mayor	
Semieje menor	
Acimut de eje mayor	

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2.17 Introducción de los puntos de control 99 y 100.

5. Introducción de las mediciones de campo. (Ver figura 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22)

The 'Nueva estación' dialog box is shown with the following data:

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	100
Punto de fijación de orientación	99
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	345334.619
Ordenada	478307.228
Elevación	
Longitud	-82.31153556
Latitud	24.07509342
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

The observation table below shows the configuration for station V-100:

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
1	175.1936	Ángulo	101.891	Horizontal	A	345362.584	478209.250

Figura 2.18 Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-100 para crear V-1.

The 'Nueva estación' dialog box is shown with the following data:

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	1
Punto de fijación de orientación	100
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	345362.584
Ordenada	478209.250
Elevación	
Longitud	-82.31143306
Latitud	24.07477602
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

The observation table below shows the configuration for station V-1:

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
2	86.0836	Ángulo	69.164	Horizontal	B	345427.665	478232.663

Figura 2.19 Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-1 para crear V-2.

Nueva estación

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	2
Punto de fijación de orientación	1
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	345427.665
Ordenada	478232.663
Elevación	
Longitud	-82.31120352
Latitud	24.07485422
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Aceptar Cancelar Ayuda

P.K.:2, Fijación de orientación hacia atrás:1

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
3	120.1324	Ángulo	67.477	Horizontal	C	345439.888	478299.024

Figura 2.20 Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-2 para crear V-3.

Nueva estación

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	3
Punto de fijación de orientación	2
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	345439.888
Ordenada	478299.024
Elevación	
Longitud	-82.31116262
Latitud	24.07507022
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo

Aceptar Cancelar Ayuda

P.K.:3, Fijación de orientación hacia atrás:2

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
100	83.5842	Ángulo	105.853	Horizontal	REY	345334.349	478307.172

Figura 2.21 Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-3 para cerrar la poligonal sobre el V-100.

Propiedad	Valor
Punto de P.K.	100
Punto de fijación de orientación	3
Orientación de fijación de orient	
Orientación de fijación de orient	
Altura de instrumento	0.000
Elevación de instrumento	
Abscisa	345334.349
Ordenada	478307.172
Elevación	
Longitud	-82.31153651
Latitud	24.07509323
Propiedades de equipo de estac	Ejemplo ...

Aceptar Cancelar Ayuda

Número	Ángulo	Tipo de ángulo	Distancia	Tipo de distancia	Descripción	Abscisa	Ordenada
1	69.3954	Ángulo		Horizontal	A		

Figura 2.22 Configuración del estacionado y edición de las observaciones sobre el vértice V-100 para crear V-1.

6. Definición y análisis de la poligonal. (Ver figura 2.23 y 2.24)

Propiedad	Valor
Nombre	POLIGONAL DE RODEO
Descripción	
P.K. inicial	100
Fijación de orientación hacia atr	99
P.K.	1-3, 100
Fijación final de punto hacia ade	1

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2.23 Definición de la poligonal

Análisis de poligonal

Propiedad	Valor
Realizar análisis de poligonal	<input checked="" type="checkbox"/> Sí
Realizar balance de ángulo	<input checked="" type="checkbox"/> Sí
Método de compensación horizontal	Regla de brújula
Método de compensación vertical	Ninguno
Límite de error de cierre horizontal 1:X	1000
Límite de error de cierre vertical 1:X	0.00000000
Error de ángulo por conjunto	0.02000000
Actualizar base de datos de levantamientos	<input checked="" type="checkbox"/> Sí

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2.24 Análisis de la poligonal.

Los reportes de cálculo y ajuste de la poligonal obtenidos por el programa se pueden ver en el anexo-17 y en la tabla 2.4 se muestra un resumen de los mismo.

Tabla 2.4 Resumen de los reportes de cálculo y ajuste de poligonal

Punto	Coordenadas sin ajuste lineal y angular		Coordenadas con ajuste angular y sin ajuste lineal	
	x	y	x	y
100	345334.6190	478307.2280	345334.6190	478307.2280
1	345362.5843	478209.2498	345362.5843	478209.2498
2	345427.6648	478232.6631	345427.6638	478232.6660
3	345439.8882	478299.0237	345439.8814	478299.0277
100	345334.3493	478307.1723	345334.3414	478307.1625

Punto	Coordenadas con ajuste angular y lineal	
	x	y
100	345334.6190	478307.2280
1	345362.6664	478209.2692
2	345427.8017	478232.6986
3	345440.0737	478299.0731
100	345334.6190	478307.2280

Conclusiones del capítulo

En este capítulo se arribó a la siguiente conclusión:

1. El tratamiento metodológico elaborado se caracteriza por considerar acciones importantes como la derivación gradual de los objetivos, la dosificación del contenido, el replanteo metodológico del tema así como una ejemplificación del uso del software AutoCAD Civil 3D para calcular y ajustar poligonales lo que le permite al profesor que imparte la asignatura preparar e impartir un sistema de clase donde se aprovechen las potencialidades del software.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El reconocimiento a la importancia social de que los egresados conozcan el funcionamiento del software AutoCAD Civil 3D para calcular y ajuste poligonales y su contraste con los resultados del diagnóstico fáctico del objeto y campo de la investigación permitieron identificar que la no realización de un tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales para la utilización de dicho software constituye un problema cuya solución requiere de la implementación de métodos especiales de obtención del conocimiento.
2. Los fundamentos teóricos y metodológicos sistematizados y asumidos como sustento epistemológico del objeto y campo de acción de la investigación resultaron de una alta pertinencia para su estudio, caracterización y transformación y posibilitaron concebir un tratamiento metodológico para la utilización del software AutoCAD Civil 3D en el cálculo y ajuste de poligonales.
3. La triangulación de las informaciones derivadas de los procesos de análisis histórico, caracterización teórico – metodológica y caracterización empírica del objeto de la investigación con énfasis en su campo de acción posibilitó trascender los resultados del diagnóstico fáctico e identificar las causas que han estado incidiendo en la no realización de un tratamiento metodológico al contenido cálculo y ajuste de poligonales para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.
4. El tratamiento metodológico elaborado le permite al profesor que imparte la asignatura Topografía I preparar e impartir un sistema de clases donde se aprovechen las potencialidades que posee el software AutoCAD Civil 3D para calcular y ajustar poligonales, lo que posibilita que el egresado de la carrera de Ingeniería Civil se encuentre preparado para desempeñarse eficientemente en el uso de esta tecnología.

RECOMENDACIONES

1. Incluir como parte del programa analítico de la asignatura Topografía I el tratamiento metodológico realizado al contenido cálculo y ajuste de poligonales para la utilización del software AutoCAD Civil 3D.
2. Continuar trabajando en la presente investigación para su validación y desplegar nuevos procesos investigativos que permitan incorporar el software AutoCAD Civil 3D en otras asignaturas de la carrera donde el mismo posea potencialidades.
3. Realizar un intercambio de experiencias con las empresas que se dedican a realizar trabajos topográficos, para valorar el impacto del software AutoCAD Civil 3D en aquellas que lo aplican y promocionarlo a partir de sus potencialidades en las que no lo usan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Belete, O. (2014) *Topografía*. La Habana: Félix Varela.
2. Benítez, R. (1977) *Topografía para ingenieros civiles*. La Habana: Pueblo y Educación.
3. Calaña, A. (2009) *Propuesta para la realización de tareas de gabinete de trabajos topográficos en un entorno CAD avanzado*. Tesis presentada en opción al grado de Master en carreteras y puentes. Universidad de Oriente.
4. Calaña, A., Casanella, F., Arenas, L., y Cabrera, A. (2012) *Introducción del AutoCAD Land Development Desktop en la enseñanza de la Ingeniería Civil*. Artículo publicado en la biblioteca Benito Juárez. Universidad de Holguín.
5. Cruz, M. (2003) *Metodología para mejorar el nivel de formación de las habilidades profesionales del técnico medio en la especialidad construcción civil con un enfoque de competencia*. Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero", Holguín.
6. Jiménez, G. y León, J. (2012) *Topografía para ingenieros civiles*. La Habana: Félix Varela.
7. Lineamiento de La Política Económica y Social del Partido y la Revolución (2011).
8. Manual de usuario AutoCAD Civil 3D 2014. Disponible: En http://robalexo.files.wordpress.com/2014/04/Manual-de-usuario-autocad-civil-3d-2014_bc_3a_1sico-v.pdf. [Consulta: 06/02/2015].
9. MES (2007) Plan de Estudio D Ingeniería Civil.
10. Ministerio de la Construcción (1973) *Instrucciones técnicas para levantamientos topográficos a escalas: 1:5000, 1:2000, 1:1000 y 1:500*. Moscú: Nedra.
11. Pavón, L. (2013) *Procedimiento para la implementación del AutoCAD Land Civil 3D 2009 en levantamientos topográficos detallados*. Tesis en opción al título de Ingeniera Civil. Universidad de Holguín.

12. Programa analítico de la asignatura Topografía I (2012) Universidad de Holguín.
13. Santiesteban, A (2010). *Proyecto topográfico de la finca de autoconsumo “La Anguila” sobre el software AutoCAD Civil 3D*. Tesis en opción al título de Ingeniero Civil. Universidad de Holguín.

ANEXOS

Anexo-1

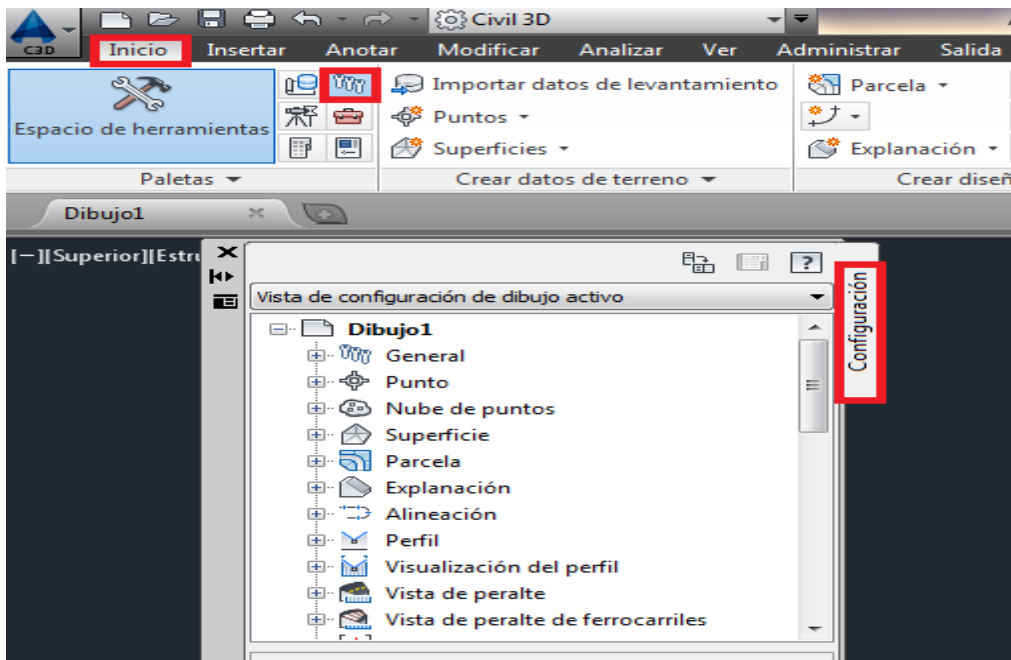


Figura 1 Ficha configuración

Anexo-2

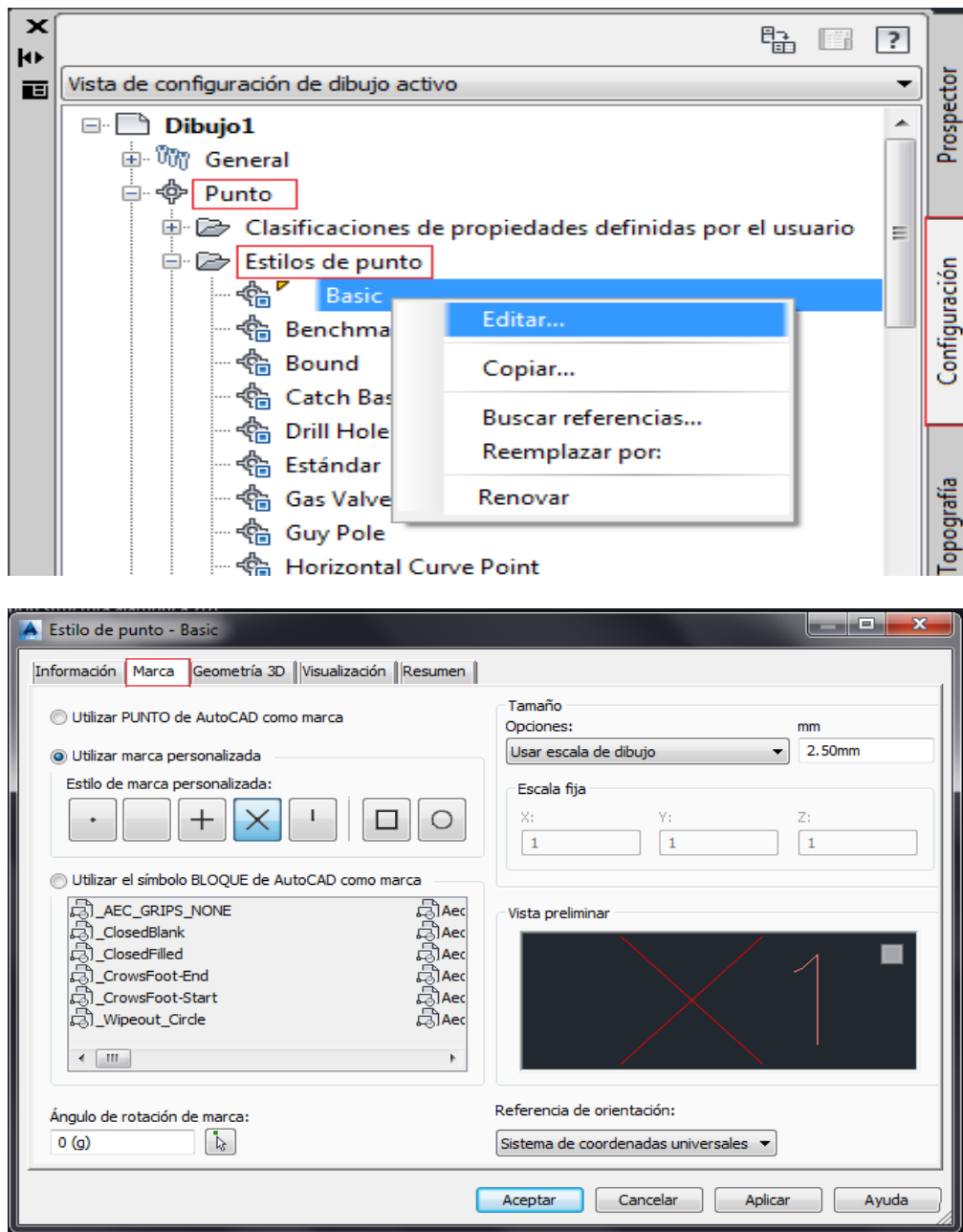


Figura 2 Configuración del estilo de punto.

Anexo-3

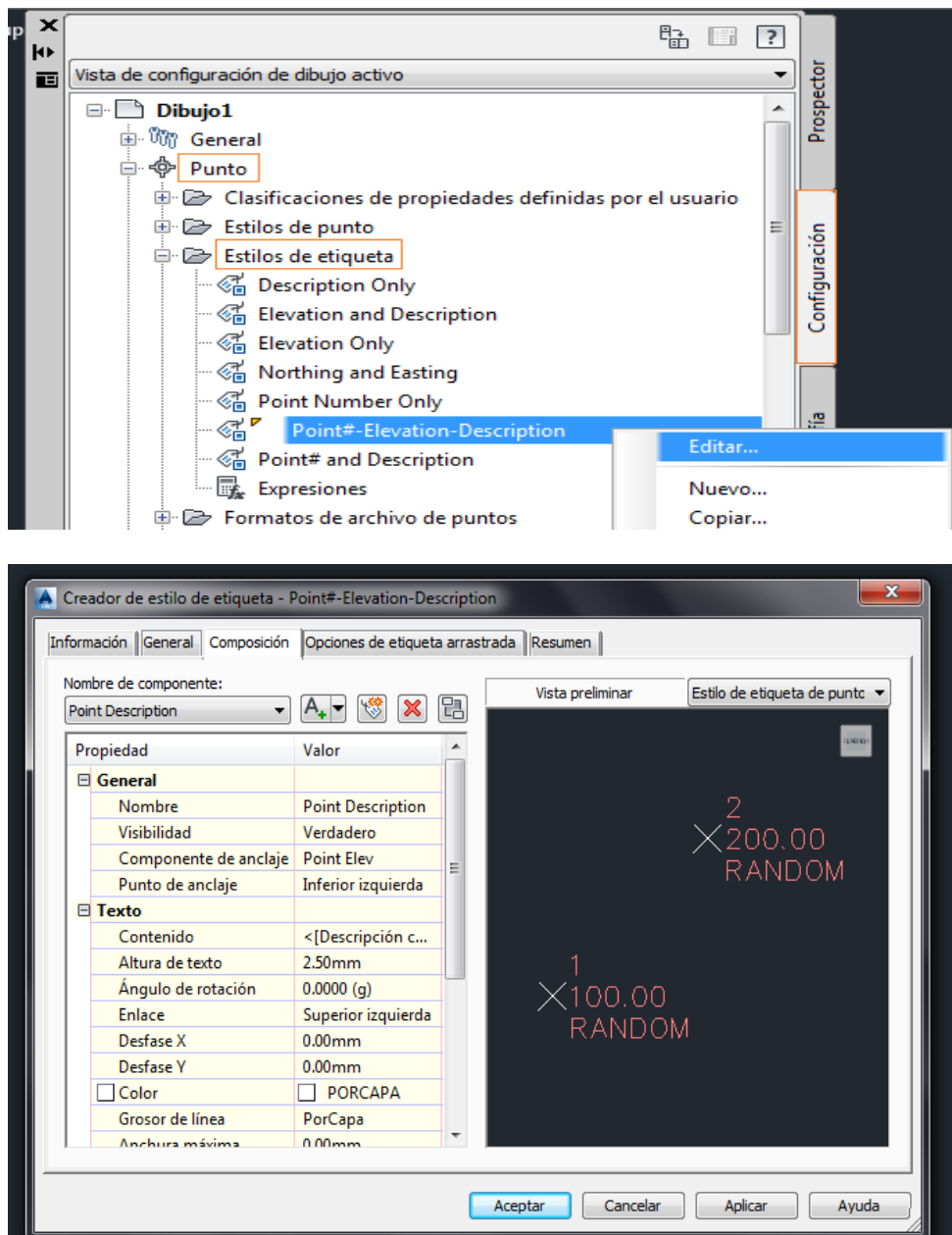


Figura 3 Configuración del estilo de etiqueta.

Anexo-4

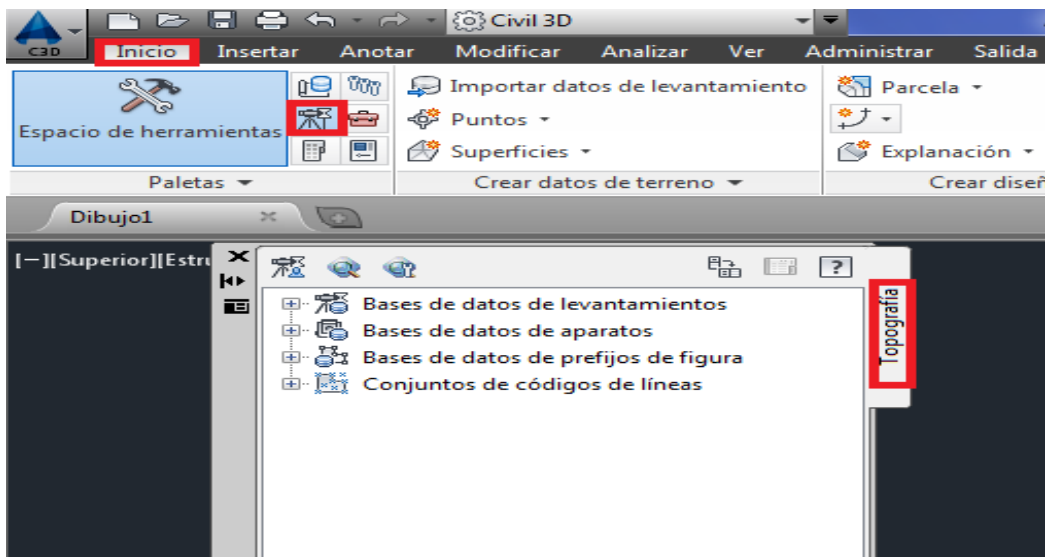


Figura 4 Ficha Topografía del Espacio de herramientas.

Anexo-5

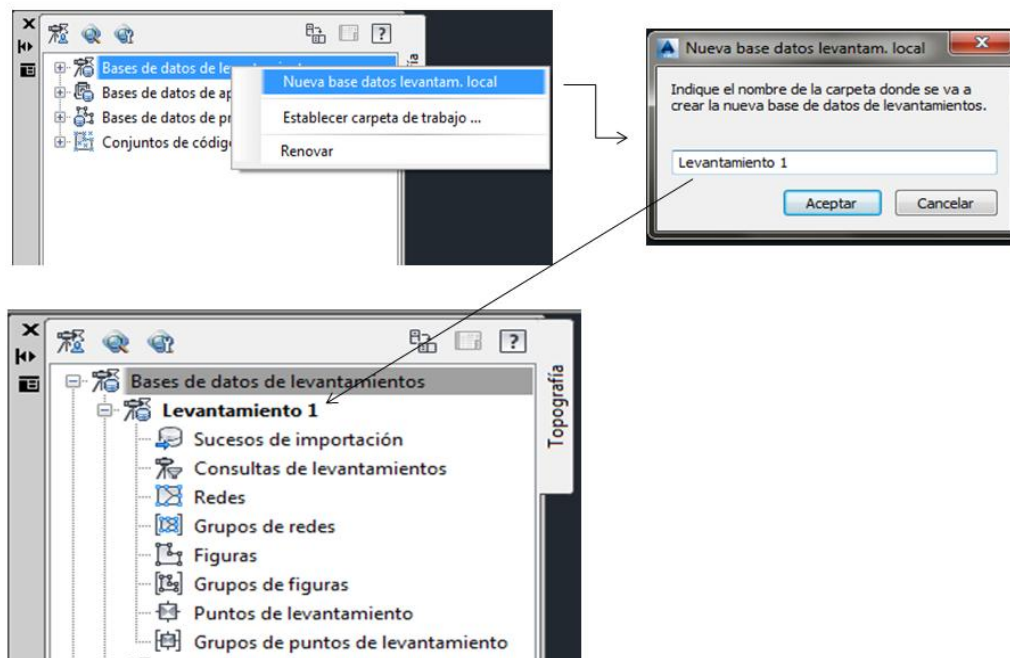


Figura 5 Creación de una base de datos de levantamientos

Anexo-6

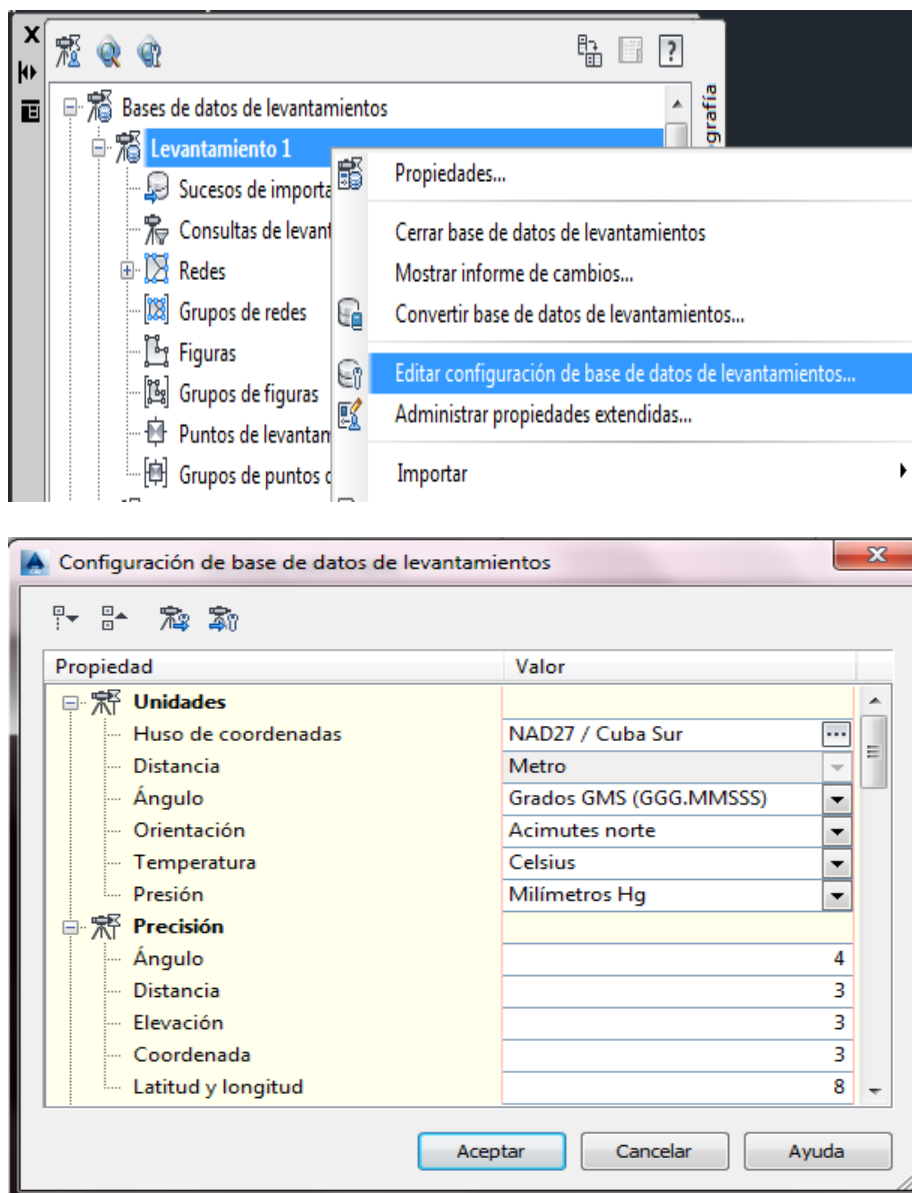


Figura 6 Configuración de bases de datos

Anexo-7

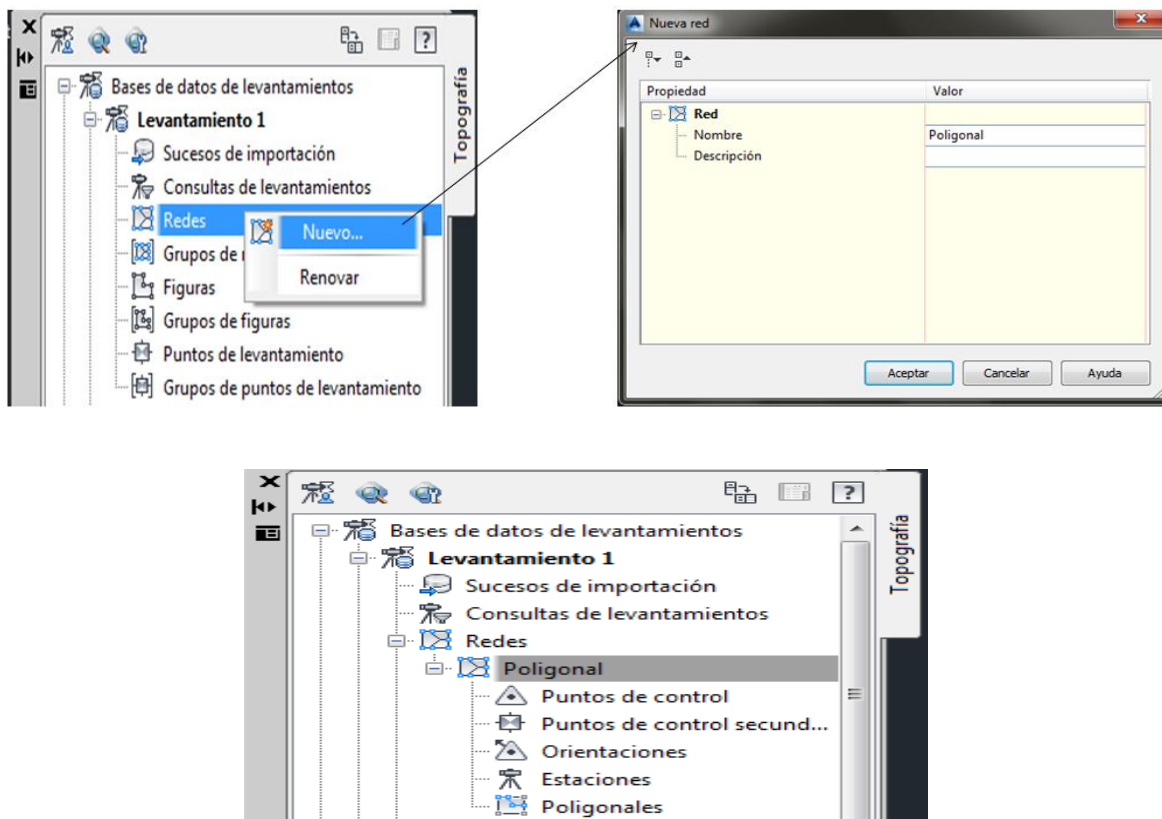


Figura 7 Creación de una red de topografía

Anexo-8

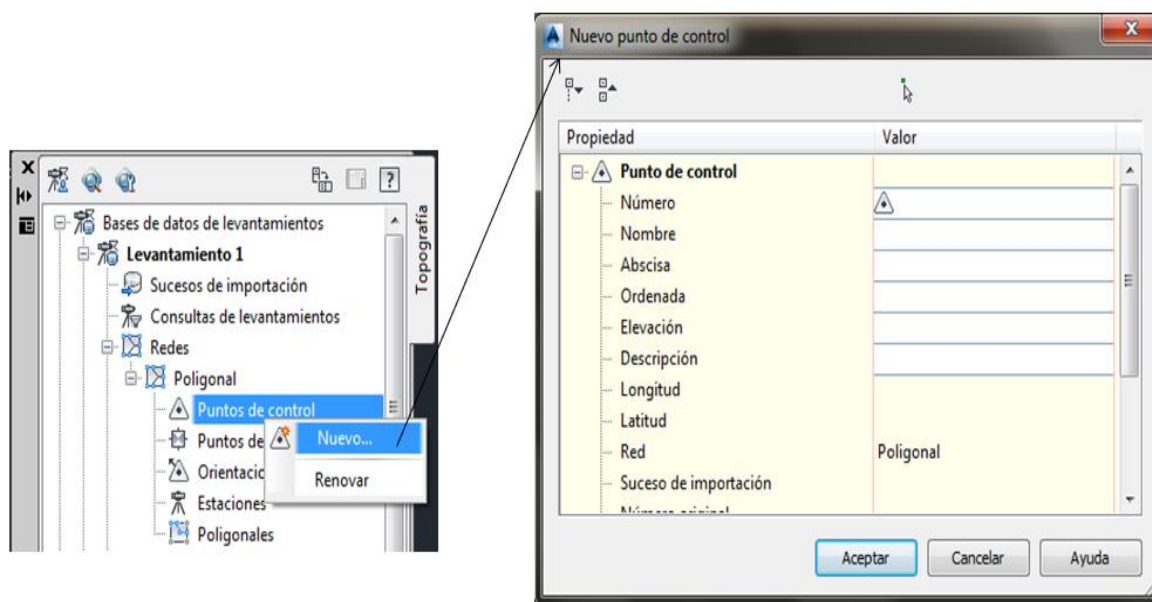


Figura 8 Introducción de puntos de control

Anexo- 9

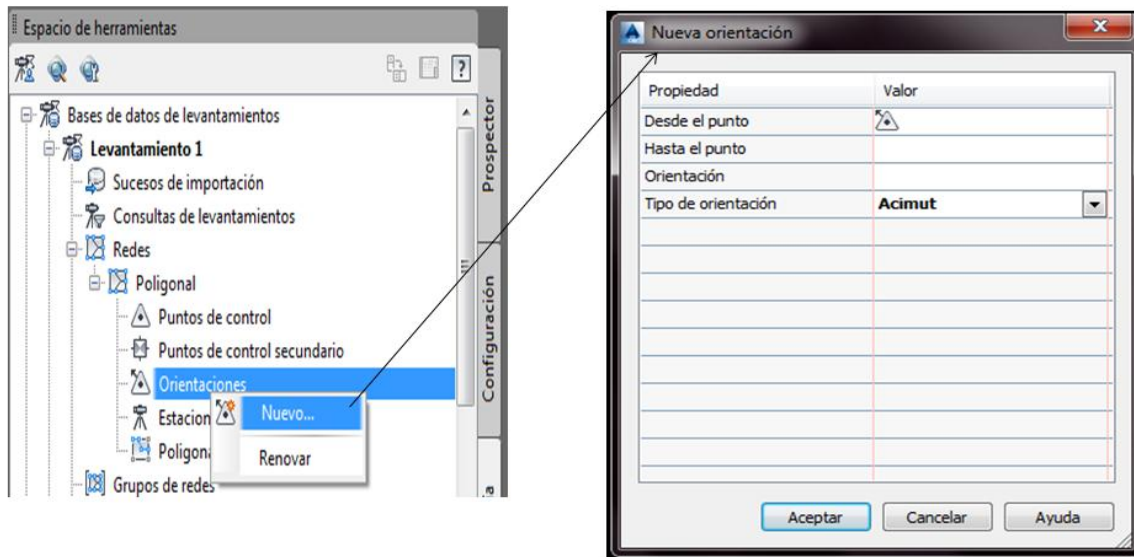


Figura 9 Introducción de las orientaciones.

Anexo-10

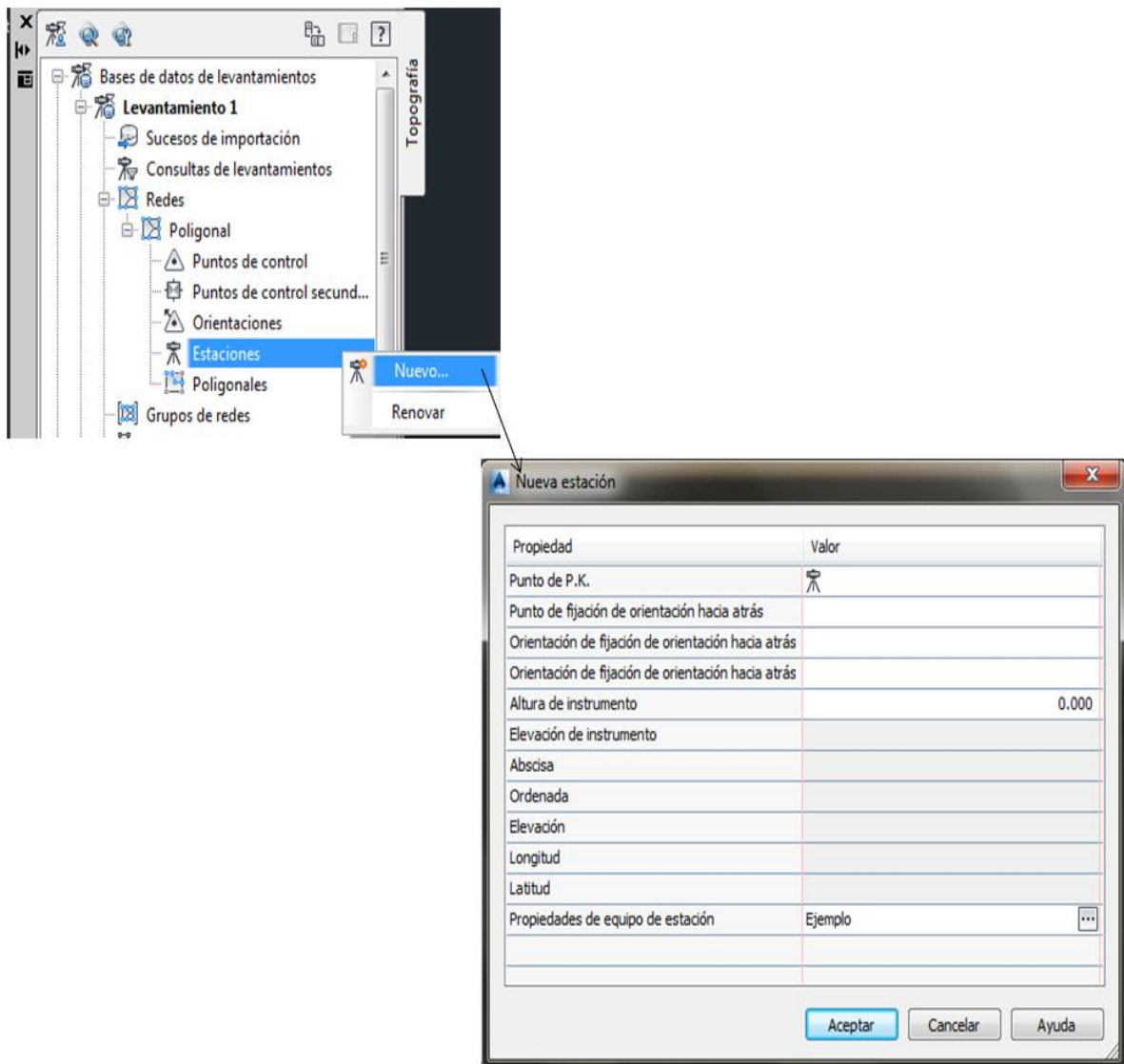


Figura 10 Introducción de las estaciones

Anexo-11

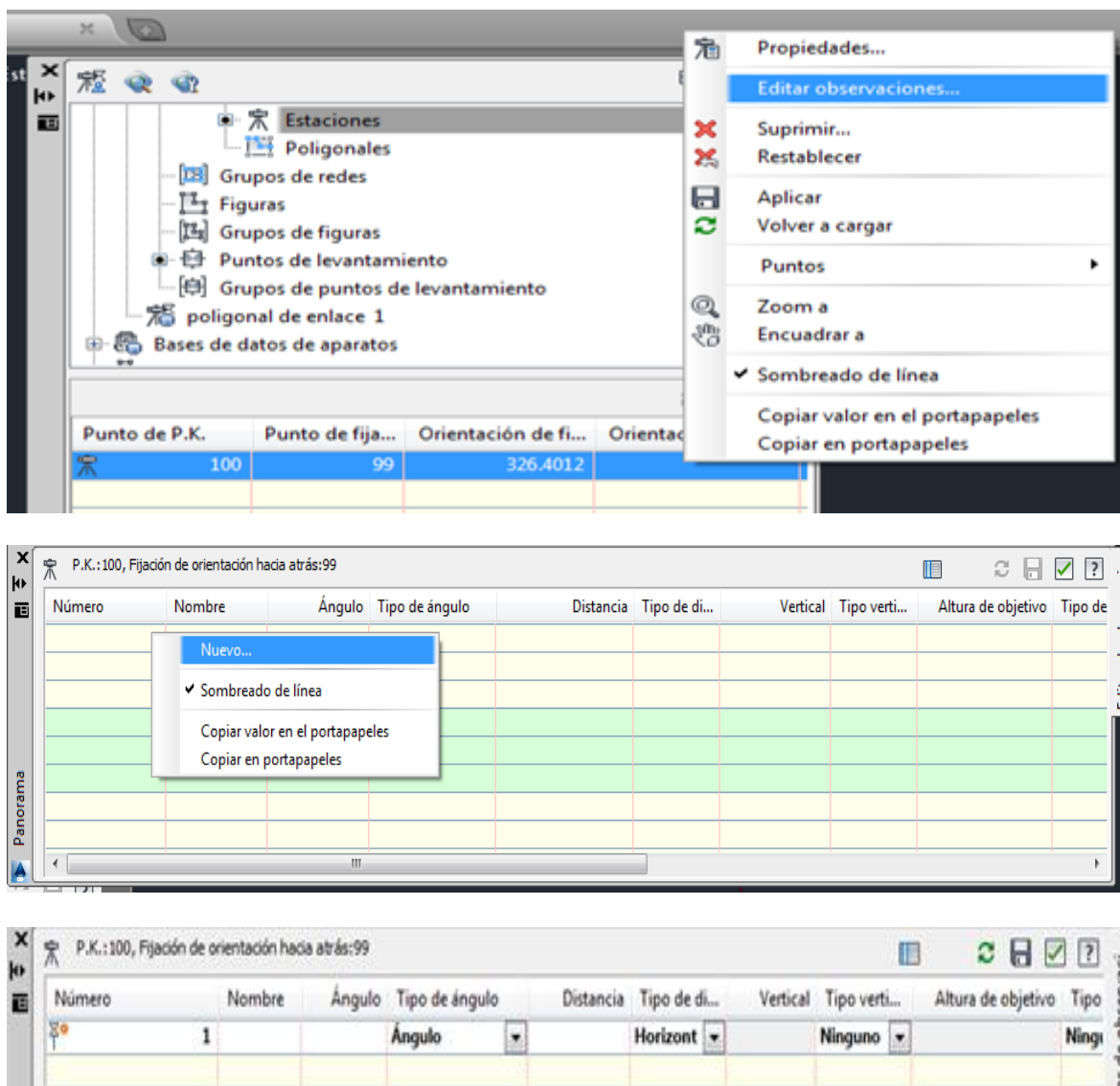


Figura 11 Configuración de una nueva observación.

Anexo-12

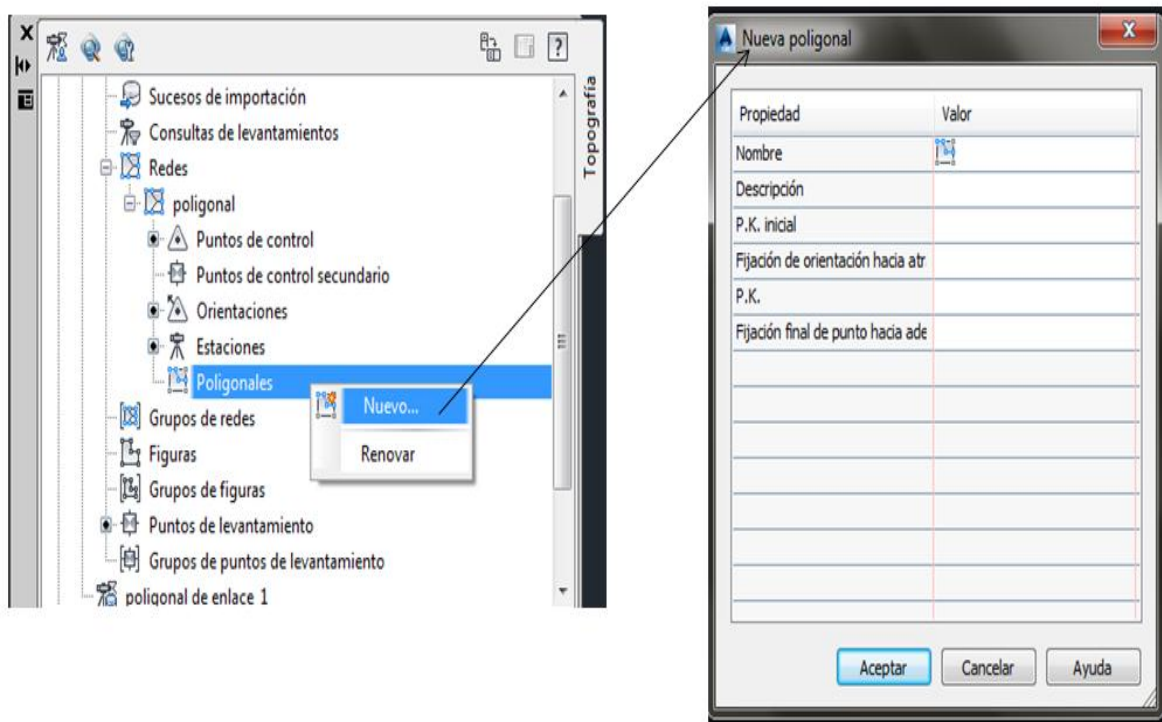


Figura 12 Definición de la poligonal

Anexo-13

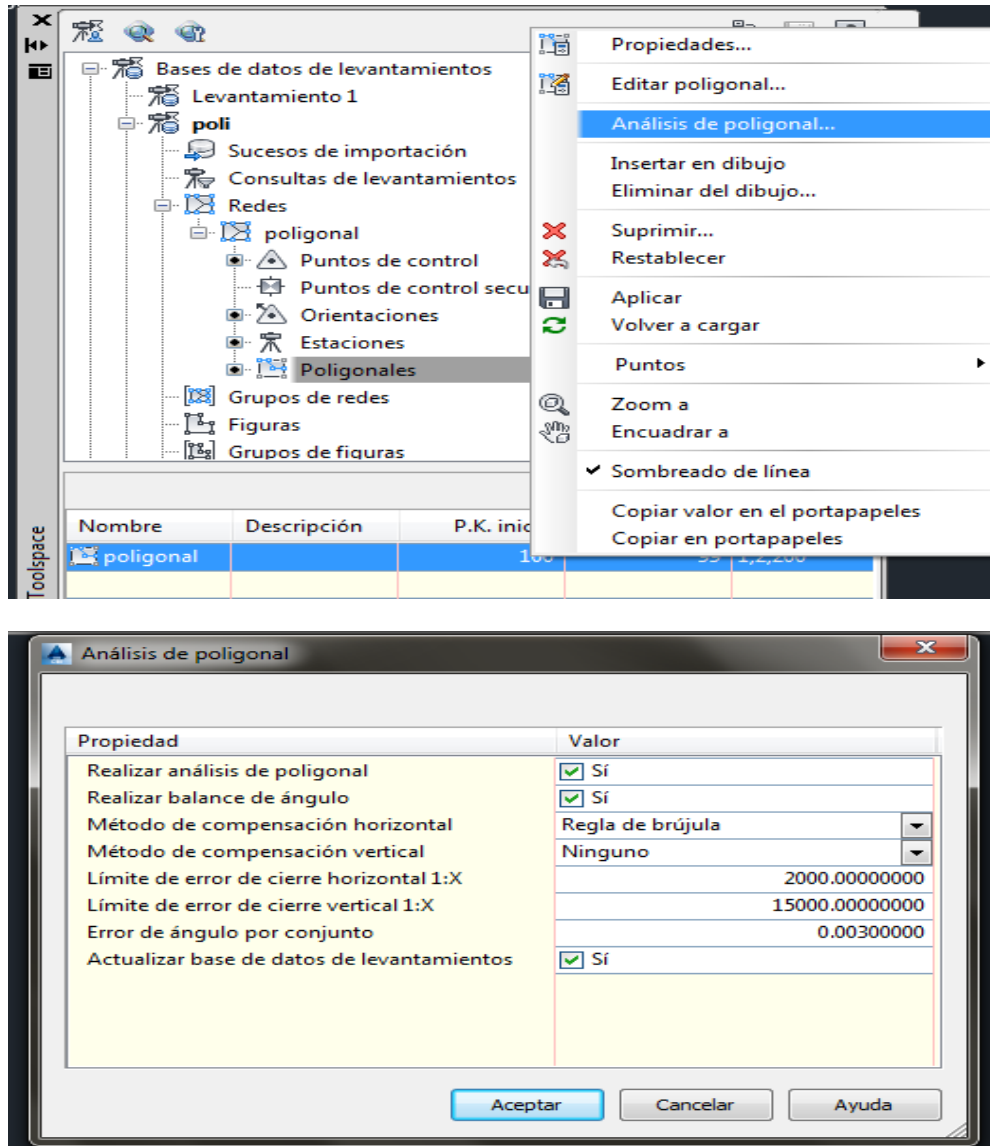


Figura 13 Análisis de poligonal

Anexo-14: Entrevista al profesor de la asignatura Topografía I

Objetivo: Valorar la preparación que posee el profesor para el uso del software AutoCAD Civil 3D en el cálculo y ajuste de poligonales.

I – Datos Generales:

- Centro en el que labora:_____
- Carrera o familia de especialidades en la que presta servicios:
_____ Economía _____ Construcción
- Título de nivel superior alcanzado:
_____ Licenciado
_____ Ingeniero
_____ Arquitecto
- Grado Académico o Científico alcanzado:
_____ Especialista
_____ Máster
_____ Doctor

II – Contenido de la Entrevista

- a. ¿Se considera preparado para enfrentar el trabajo con los software especializados en temas topográfico?
- b. ¿Ha recibido en el departamento preparación para la utilización de software especializados en temas topográficos?
- c. ¿Considera importante para la preparación de los futuros profesionales la utilización del software AutoCAD Civil 3D?
- d. ¿Le resulta interesante el empleo de este software en la asignatura de Topografía I y en particular en el cálculo y ajuste de poligonales?
- e. ¿Cómo considera la disponibilidad y calidad de los ordenadores que se utilizan en apoyo a la docencia?

Anexo-15: Guía de observación a las clases de cálculo de poligonales.

Objetivo: Comprobar el uso del software AutoCAD Civil 3D en el desarrollo de las clases cálculo y ajuste de poligonales.

- Centro al que pertenece el docente _____
- Asignatura _____
- Año _____

II – Indicadores y escalas:

Indicadores	Escalas		
	M	R	B
• Se realiza la motivación de la clase.			
• Comunica el objetivo con claridad a los estudiantes.			
• Se revisa el trabajo independiente y este permite el enlace con la nueva materia.			
• Las actividades de aprendizaje se corresponde con el objetivo propuesto.			
• Se utilizan software y en particular el AutoCAD Civil 3D durante el desarrollo de la clase.			
• Se orienta para el trabajo independiente el uso de software y en particular el AutoCAD Civil 3D para calcular y ajustar poligonales.			
• Brinda atención a la formación de hábitos de conductas y formación de valores sociales.			
• Se utilizan diferentes formas de control durante la clase.			

Anexo-16

POLIGONAL DE ENLACE Cierre original.trv.txt	
1	Error angular = 0-00-54
2	Angular error/set = 0-00-14 Exceso
3	Error de norte : -0.0336
4	Abscisa de error : 0.1133
5	Error absoluto: 0.1181
6	Orientación de error: 106-31-53
7	Perímetro : 288.0620
8	Precisión : 1 en 2438.2799
9	Número de lados : 3

POLIGONAL DE ENLACE Ángulos equilibrados.trv.txt	
1	ORIGINAL POLIGONAL No REGLA - Ángulos equilibrados
2	Punto Coordenadas Coordenadas Incremento
3	100 N 502112.9410 N 502112.9410 0.0000
4	E 336412.1090 E 336412.1090
5	82-07-28 Dist:97.5120
6	1 N 502126.2957 N 502126.3021 0.0064
7	E 336508.7022 E 336508.7013
8	98-08-27 Dist:105.6430
9	2 N 502111.3223 N 502111.3423 0.0200
10	E 336613.2786 E 336613.2797
11	17-07-49 Dist:84.9070
12	200 N 502192.4576 N 502192.4825 0.0290
13	E 336638.3037 E 336638.2889
14	Error angular = 0-00-00
15	Angular error/set = 0-00-00 Menor que
16	Error de norte : -0.0585
17	Abscisa de error : 0.1281
18	Error absoluto: 0.1409
19	Orientación de error: 114-33-38
20	Perímetro : 288.0620
21	Precisión : 1 en 2045.1260
22	Número de lados : 3

POLIGONAL DE ENLACE Iso.txt							
1			ORIGINAL	POLIGONAL	BRÚJULA REGLA - Ángulos equilibrados		
2	Punto		Coordenadas		Coordenadas		Incremento
3	100	N	502112.9410	N	502112.9410		0.0000
4		E	336412.1090	E	336412.1090		
5	82-07-28	Dist:97.5522					
6	1	N	502126.2957	N	502126.2822		0.0446
7		E	336508.7022	E	336508.7447		
8	98-08-27	Dist:105.6926					
9	2	N	502111.3223	N	502111.3010		0.0939
10		E	336613.2786	E	336613.3701		
11	17-07-49	Dist:84.9016					
12	200	N	502192.4576	N	502192.4240		0.1181
13		E	336638.3037	E	336638.4170		

Figura 16 Reportes del cálculo y ajuste de la poligonal de enlace.

Anexo-17

POLIGONAL DE RODEO Cierre original.trv.txt	
1	Error angular = 0-00-36
2	Angular error/set = 0-00-09 Exceso
3	Error de norte : 0.0557
4	Abscisa de error : 0.2697
5	Error absoluto: 0.2754
6	Orientación de error: 78-24-07
7	Perímetro : 344.3850
8	Precisión : 1 en 1250.5037
9	Número de lados : 4
10	Área : 7054.6 metros cuadrados, 0.7055 hectáreas

POLIGONAL DE RODEO Ángulos equilibrados.trv.txt	
1	ORIGINAL POLIGONAL No REGLA - Ángulos equilibrados
2	Punto Coordenadas Coordenadas Incremento
3	100 N 478307.2280 N 478307.2280 0.0000
4	E 345334.6190 E 345334.6190
5	164-04-12 Dist:101.8910
6	1 N 478209.2498 N 478209.2498 0.0000
7	E 345362.5843 E 345362.5843
8	70-12-39 Dist:69.1640
9	2 N 478232.6631 N 478232.6660 0.0031
10	E 345427.6648 E 345427.6638
11	10-25-54 Dist:67.4770
12	3 N 478299.0237 N 478299.0277 0.0079
13	E 345439.8882 E 345439.8814
14	274-24-27 Dist:105.8530
15	100 N 478307.1723 N 478307.1625 0.0126
16	E 345334.3493 E 345334.3414
17	Error angular = 0-00-00
18	Angular error/set = 0-00-00 Menor que
19	Error de norte : 0.0655
20	Abscisa de error : 0.2776
21	Error absoluto: 0.2853
22	Orientación de error: 76-46-07
23	Perímetro : 344.3850
24	Precisión : 1 en 1207.3072
25	Número de lados : 4
26	Área : 7053.8 metros cuadrados, 0.7054 hectáreas

POLIGONAL DE RODEO.iso.txt							
1				ORIGINAL	POLIGONAL	BRÚJULA REGLA - Ángulos equilibrados	
2		Punto		Coordenadas		Coordenadas	Incremento
3		100	N	478307.2280	N	478307.2280	0.0000
4			E	345334.6190	E	345334.6190	
5	164-04-12	Dist:101.8950					
6		1	N	478209.2498	N	478209.2692	0.0844
7			E	345362.5843	E	345362.6664	
8	70-12-39	Dist:69.2210					
9		2	N	478232.6631	N	478232.6986	0.1414
10			E	345427.6648	E	345427.8017	
11	10-25-54	Dist:67.4995					
12		3	N	478299.0237	N	478299.0731	0.1920
13			E	345439.8882	E	345440.0737	
14	274-24-27	Dist:105.7695					
15		100	N	478307.1723	N	478307.2280	0.2754
16			E	345334.3493	E	345334.6190	
17	Área : 7068.6 metros cuadrados, 0.7069 hectáreas						

Figura 17 Reportes del cálculo y ajuste de la poligonal de rodeo.