



GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE ÁMBITO REGIONAL O LOCAL EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS.



Centro de Cartografía Ambiental y Territorial
<http://www.cartografia.princast.es>
E-mail: cartografia@princast.es

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE ÁMBITO REGIONAL O LOCAL

Este manual de recomendaciones técnicas pretende servir de ayuda y orientación en la ejecución de proyectos de índole geodésico así como en el empleo de los Sistema de Posicionamiento por Satélite (GNSS) para la ejecución de trabajos dentro del campo de la geodesia y la cartografía. Para poder utilizar de forma correcta y eficaz los sistemas de geodesia espacial, es necesario un conocimiento adecuado de la metodología e Instrumental a emplear, siendo recomendable poseer dichos conocimientos antes de leer este manual, que no pretende ser un libro de consulta sobre el tema, pretendiendo más bien marcar unas pautas comunes que garanticen la calidad en los trabajos ejecutados. Se ha incluido un glosario de términos más comunes referidos a los diversos aspectos técnicos en el diseño de redes geodésicas así como GNSS, nivelación, poligonación de precisión, etc., que podrá ser utilizado para unificar interpretaciones sobre los temas tratados.

La ejecución de redes geodésicas requiere el empleo de personal altamente especializado en el manejo y el conocimiento de las técnicas topográficas que garanticen las precisiones requeridas por este tipo de trabajos. El empleo de tecnología GNSS, supone igualmente una de las fases con más peso en este tipo de proyectos, en tanto que el resultado final de los mismos dependerá en gran medida de la utilización de una correcta metodología. Es por lo tanto necesario una correcta planificación y observación para poder obtener coordenadas precisas sobre el marco de referencia asturiano, que garanticen las precisiones exigidas. De igual modo y atendiendo a las específicas características de los trabajos, es de suma importancia contar con avanzadas aplicaciones informáticas de cálculo y ajuste de redes geodésicas, bien desarrolladas por los técnicos asignados a los trabajos, o mediante el empleo de software de las diferentes firmas comerciales existentes, permitiendo conseguir el máximo grado de adaptación a dichas especificaciones. Como conclusión y para obtener unos resultados globales satisfactorios, todo el personal implicado en un proyecto geodésico deberá cumplir rigurosamente los procedimientos de calidad establecidos recomendados en este documento.



Las recomendaciones siguientes están dirigidas hacia todos aquellos trabajos que se ejecuten bajo la dirección técnica del Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias, así como en aquellos trabajos de carácter geodésico que se desarrollen en cualquiera de las consejerías que componen el gobierno autonómico. Este documento, a su vez, servirá como base para todas aquellas administraciones locales que deseen homologar sus cartografías y redes geodésicas para su empleo administrativo con carácter regional (planificación y ordenación territorial, catastro, etc.), integrando esta información cartográfica en el sistema de información territorial del Principado de Asturias (SITPA). Podrán ser igualmente empleadas por cualquier persona o entidad que desee realizar la planificación, implantación o el estudio de los métodos necesarios para la ejecución de redes geodésicas en la comunidad autónoma del Principado de Asturias.



GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE ÁMBITO REGIONAL O LOCAL EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS.



Autor: Óscar Cuadrado Méndez. Ingeniero en Geodesia y Cartografía.
Área de fotogrametría y geodesia.
Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias.
<http://gis.princast.es/sitpacarto/>
C/ Coronel Aranda N° 2, planta baja. 33005 Oviedo.
Tf: 985 10 55 80. Fax: 985 10 54 73.
E-mail: oscarcm@princast.es

Versión: 1.2. Documento de trabajo en elaboración.

Fecha: 20/09/2006

Todas y cada una de las fotografías de este documento han sido obtenidas de los diferentes proyectos desarrollados bajo la dirección técnica del Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias, así como del material docente de diferentes compañeros profesionales.

Algunos gráficos han sido obtenidos desde las páginas Web de diferentes firmas de instrumentos así como de diferentes organismos cartográficos internacionales. En futuras versiones de este documento se incluirán todas y cada una de las referencias de estos gráficos, así como el autor de estos. En esta versión ha sido imposible debido a problemas de tiempo. En algunos de los casos se hace referencia a los autores en la bibliografía del documento.

Este documento ha podido ser desarrollado gracias a la colaboración de los diferentes profesionales del sector indicados en el apartado de revisiones, a los cuales se les agradece su colaboración de forma desinteresada con la intención de mejorar día a día estas recomendaciones.

Óscar Cuadrado Méndez.

Posada de Llanera. Asturias. ECEF sobre ETRS89
4614300.174
-473139.125
4363449.023

Septiembre de 2006.



1. ACERCA DEL PRESENTE DOCUMENTO.

Este manual de recomendaciones técnicas pretende servir de ayuda y orientación en la ejecución de proyectos de índole geodésica así como en el empleo de los Sistemas de Posicionamiento por Satélite (GNSS) para la ejecución de trabajos dentro del campo de la geodesia y la cartografía. Para poder utilizar de forma correcta y eficazmente los sistemas de geodesia espacial, es necesario un conocimiento adecuado de la metodología e instrumental a emplear, siendo recomendable poseer dichos conocimientos antes de leer este manual, que no pretende ser un libro de consulta sobre el tema, pretendiendo más bien marcar unas pautas comunes que garanticen una calidad en los trabajos ejecutados. Se ha incluido un glosario de términos más comunes referidos a los diversos aspectos técnicos en el diseño de redes geodésicas así como de GNSS, que podrá ser utilizado para unificar interpretaciones sobre los temas tratados.

Es indudable que el empleo de la tecnología GNSS nos permite alcanzar objetivos sumamente ambiciosos en apartados como la precisión, rapidez y economía, sin embargo, está claro que si no se utiliza la metodología apropiada, el instrumental adecuado, el análisis, y el ajuste correspondiente a cada proyecto, los resultados serán parcial o totalmente incorrectos.

La ejecución de redes geodésicas requiere el empleo de personal altamente especializado en el manejo y el conocimiento de las técnicas topográficas que garanticen las precisiones requeridas por este tipo de trabajos. El empleo de tecnología GNSS, supone igualmente una de las fases con más peso en este tipo de proyectos, en tanto que el resultado final de los mismos dependerá en gran medida de la utilización de una correcta metodología. Es por lo tanto necesario una correcta planificación y observación para poder obtener coordenadas precisas sobre el marco de referencia que garanticen las precisiones exigidas. De igual modo y atendiendo a las específicas características de los trabajos, es de suma importancia contar con avanzadas aplicaciones informáticas de cálculo y ajuste de redes geodésicas, bien desarrolladas por los técnicos asignados a los trabajos, o software de las diferentes firmas comerciales existentes, permitiendo conseguir el máximo grado de adaptación, a dichas especificaciones. Como conclusión y para obtener unos resultados globales satisfactorios, todo el personal implicado en esta asistencia, deberá cumplir rigurosamente los procedimientos de calidad establecidos al efecto.

Las recomendaciones siguientes están dirigidas hacia todos aquellos trabajos que se ejecuten bajo la dirección técnica del Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias (de aquí en adelante denominado CCATPA), así como en aquellos trabajos de carácter geodésico que se desarrollen en cualquiera de las consejerías que componen el gobierno autonómico. Este documento, a su vez, servirá como base para todas aquellas administraciones locales que deseen homologar sus cartografías y redes geodésicas para su empleo administrativo con carácter regional (planificación y ordenación territorial, catastro, etc.), integrando esta información cartográfica en el sistema de información territorial del Principado de Asturias (SITPA). Podrán ser igualmente empleadas por cualquier persona o entidad que desee realizar la planificación, implantación o el estudio de los métodos necesarios para la ejecución de redes geodésicas en la comunidad autónoma del Principado de Asturias.

Las recomendaciones aquí descritas abarcan las redes planimétricas de 2º orden o inferiores, así como su enlace con la red de primer orden oficial (REGENTE) sobre el nuevo sistema de referencia europeo, con longitudes máximas entre vértices de 50 Km., ver la tabla correspondiente. Igualmente se contempla la ejecución de líneas de nivelación de diferentes órdenes.

Los usuarios de estas recomendaciones deberán respetar las leyes nacionales y autonómicas concernientes a las competencias profesionales en el ámbito geodésico y cartográfico.

Este documento deberá emplearse junto con el pliego de prescripciones técnicas específicas para cada contrato, desarrollado por la entidad correspondiente. En dicho pliego, se complementarán aquellos apartados que el técnico director de l proyecto considere oportuno.

A continuación se indican todos aquellos trabajos en los cuales sería necesario emplear este documento como base de los trabajos a realizar, en todas o cada una de sus fases:

- Densificación de redes geodésicas planimétricas o altimétricas autonómicas.
- Observación de puntos de apoyo fotogramétricos para proyectos de aerotriangulación.
- Observación de puntos de control cartográfico para proyectos de cartografía.
- Observación de redes geodésicas para la ejecución de obras de ingeniería.
- Observaciones geodésicas para cualquier tipo de trabajo con necesidad de soporte geodésico.

Con la intención de mejorar las futuras versiones, invitamos a los lectores de este documento a realizar todas aquellas sugerencias con el objeto de unificar objetivos y mejorar los trabajos geodésicos que se realicen en el territorio asturiano. Para cualquier consulta contactar con:

Óscar Cuadrado Méndez.
Ingeniero en Geodesia y Cartografía. Área de Fotogrametría y Geodesia.
Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias.
Tf: 985 10 55 00 Ext. 3796
E-Mail: oscarcm@princast.es





2. REVISIONES.

En este apartado se incluye un histórico con todas las modificaciones realizadas sobre cada una de las versiones del documento, así como el autor de dichas modificaciones y la institución a la que pertenece.

Revisado por: Organismo: Fecha Revisión:

■

Tabla 1. Revisiones del documento.





3. ÍNDICE.

1.	ACERCA DEL PRESENTE DOCUMENTO.....	1
2.	REVISIONES.....	3
3.	ÍNDICE.....	5
4.	LISTA DE FIGURAS.....	13
5.	LISTA DE TABLAS.....	19
6.	ANTECEDENTES GEODÉSICOS EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS.....	21
7.	ANÁLISIS DEL TERRITORIO.....	23
8.	MARCOS Y SISTEMAS DE REFERENCIA.....	25
8.1	SISTEMA DE REFERENCIA.....	27
8.2	SISTEMA DE REFERENCIA COORDENADOS (CRS).....	27
8.3	RELACIÓN ENTRE SISTEMAS DE REFERENCIA.....	30
8.4	EL PROBLEMA DE LA DETERMINACIÓN DE ALTITUDES.....	32
8.5	REDES EUROPEAS OFICIALES.....	36
8.5.1	<i>EPN EUREF PERMANENT NETWORK</i>	36
8.5.2	<i>EVRS EUROPEAN VERTICAL REFERENCE SYSTEM</i>	36
8.6	REDES NACIONALES OFICIALES EXISTENTES EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS.....	37
8.6.1	REDES NACIONALES CON ED50 COMO SISTEMA DE REFERENCIA.....	37
8.6.1.1	<i>ROI (IGN)</i>	37
8.6.1.2	<i>REDES DE LA GERENCIA TERRITORIAL DEL CATASTRO (MINHAC)</i>	38
8.6.2	REDES NACIONALES TRIDIMENSIONALES CON ETRS89 COMO SISTEMA DE REFERENCIA.....	38
8.6.2.1	ANTECEDENTES.....	38
8.6.2.2	<i>REGENTE (IGN)</i>	42
8.6.2.3	<i>RED DE ESTACIONES PERMANENTES GPS DE REFERENCIA DEL IGN (ERGPS)</i>	43
8.6.3	RED NACIONAL DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN (IGN).....	45
8.6.3.1	<i>ESTADO DE LAS LINEAS REDNAP EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ASTURIAS</i>	48
8.7	SISTEMAS DE REFERENCIA DE LAS REDES DE NUEVA IMPLANTACIÓN EN ASTURIAS.....	49
8.7.1	<i>ETRS89</i>	49
8.7.2	<i>ED50</i>	49
8.7.3	REFERENCIAS VERTICALES.....	49
9.	ESTRUCTURACIÓN DE LAS REDES GEODÉSICAS AUTONÓMICAS. CONCEPTOS.....	51
9.1	RED GEODÉSICA ACTIVA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (RGAPA).....	52
9.1.1	<i>INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE REDES GEODÉSICAS ACTIVAS</i>	53
9.1.2	<i>FLUJO DE DATOS DEL PROYECTO</i>	54
9.1.3	<i>UBICACIONES PREVISTAS PARA LAS ESTACIONES PERMANENTES GNSS</i>	56
9.1.4	<i>MONUMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS</i>	58
9.1.5	<i>ANTENAS EN FUNCIONAMIENTO DE PRUEBAS</i>	59

9.2	RED GEODÉSICA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (RGPA)	61
9.2.1	REDES TRIDIMENSIONALES DE 2 ORDEN.....	61
9.2.2	REDES TRIDIMENSIONALES DE 3 ORDEN.....	61
9.2.3	REDES TRIDIMENSIONALES DE 4 ORDEN.....	62
9.2.4	REDES TRIDIMENSIONALES DE 5 ORDEN.....	62
9.3	RED DE NIVELACIÓN DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (RNPA)	64
9.3.1	RED DE NIVELACIÓN DE 2 ORDEN.....	68
9.3.2	RED DE NIVELACIÓN DE 3 ORDEN.....	68
9.3.3	RED DE NIVELACIÓN DE 4 ORDEN.....	68
9.3.4	RED DE NIVELACIÓN DE 5 ORDEN.....	69
9.3.5	RED DE NIVELACIÓN DE 6 ORDEN.....	69
10.	PRECISIONES	71
10.1	EXIGENCIAS DE PRECISIÓN PARA REDES DE NUEVA IMPLANTACIÓN.....	71
10.2	EXIGENCIAS DE FIABILIDAD.....	71
11.	CRITERIOS GENERALES ACERCA DE LA IMPLANTACIÓN DE NUEVAS REDES GEODÉSICAS	73
11.1	AUTORÍA DE LOS TRABAJOS.....	73
11.2	FASES CONTEMPLADAS EN EL PROYECTO.....	73
11.2.1	PLANIFICACIÓN Y SIMULACIÓN DE LA RED. LOCALIZACIÓN DE VÉRTICES. PROYECTO DE OBSERVACIONES. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTAL A EMPLEAR. CÁLCULO DE LA SIMULACIÓN.....	73
11.2.2	EJECUCIÓN DE OBSERVACIONES Y CÁLCULO.....	74
11.2.3	CONTROL DE CALIDAD. RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	75
11.3	EMPRESAS LICITADORAS.....	75
11.3.1	PERSONAL RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS.....	75
11.3.2	OFICINA DE TRABAJO DE LA EMPRESA LICITADORA.....	75
11.3.3	MEMORIA TÉCNICA DE LA OFERTA.....	75
11.3.4	RESTRICCIONES TÉCNICAS PARA CONCURSAR EN PROYECTOS GEODÉSICOS.....	76
11.3.4.1	PROYECTOS DE OBSERVACION DE LINEAS DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN.....	76
11.4	PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICO PARA LOS TRABAJOS A REALIZAR.....	76
11.4.1	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE EJECUCIÓN POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN CONTRATANTE.....	77
11.4.2	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE LA EMPRESA ADJUDICATARIA.....	77
12.	CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE UBICACIONES PARA VÉRTICES EN REDES DE NUEVA IMPLANTACIÓN	79
12.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	79
12.2	REDES FUNDAMENTALES NACIONALES.....	79
12.3	VERTICES PERTENECIENTES A REDES TRIDIMENSIONALES AUTONÓMICAS O LOCALES SOBRE ETRS89.....	80
12.3.1	REDES TRIDIMENSIONALES DE 2 ORDEN.....	80
12.3.2	REDES TRIDIMENSIONALES DE 3 ORDEN.....	80
12.3.3	REDES TRIDIMENSIONALES DE 4 ORDEN.....	80
12.3.4	REDES TRIDIMENSIONALES DE 5 ORDEN.....	80





12.3.5	REDES DE PUNTOS DE APOYO PARA AEROTRIANGULACIÓN FOTOGRAMÉTRICA.....	81
12.3.5.1	PLANIFICACIÓN DEL APOYO FOTOGRAMÉTRICO.....	81
12.3.5.2	METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LA PRESELECCIÓN DE PUNTOS DE APOYO.....	82
12.3.5.3	DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE APOYO, EN EL CASO DE QUE LOS CENTROS PROYECTIVOS SE HAYAN MEDIDO CORRECTAMENTE DURANTE EL VUELO.....	83
12.3.5.4	DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE APOYO, EN EL CASO DE QUE LOS CENTROS PROYECTIVOS NO SE HAYAN MEDIDO CORRECTAMENTE DURANTE EL VUELO.....	83
12.3.5.5	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA PARA CADA UNO DE LOS BLOQUES DE OBSERVACIÓN.....	83
12.3.5.6	TIPO DE ELEMENTOS DEL TERRENO A EMPLEAR COMO PUNTOS DE APOYO.....	84
12.3.5.6.1	PUNTOS VALIDOS PARA SU EMPLEO COMO APOYO FOTOGRAMÉTRICO EN EL PROYECTO.....	84
12.3.5.6.2	PUNTOS NO VÁLIDOS PARA SU EMPLEO COMO APOYO FOTOGRAMÉTRICO EN EL PROYECTO.....	86
12.3.6	REDES PARA EL CONTROL DE CALIDAD.....	99
12.3.7	REDES PARA LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y OBRAS DE INGENIERÍA.....	100
12.4	REDES DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.....	100
12.4.1	ESTUDIO PRELIMINAR DE LA UBICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN GEODÉSICA.....	101
12.4.2	REDES ALTIMÉTRICAS DE 2 ORDEN.....	101
12.4.3	REDES ALTIMÉTRICAS DE 3 ORDEN.....	103
12.4.4	REDES ALTIMÉTRICAS DE 4 ORDEN.....	103
12.4.5	REDES ALTIMÉTRICAS DE 5 ORDEN.....	103
12.4.6	REDES ALTIMÉTRICAS DE 6 ORDEN.....	103
12.4.7	REDES PARA LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y OBRAS DE INGENIERÍA.....	103
13.	INSTRUMENTAL A EMPLEAR.....	105
13.1	ASPECTOS GENERALES.....	105
13.2	NORMAS ISO.....	105
13.3	INSTRUMENTAL GNSS.....	107
13.3.1	RECEPTORES.....	107
13.3.1.1	MONOFRECUENCIA.....	107
13.3.1.2	BIFRECUENCIA.....	107
13.3.2	ANTENAS.....	107
13.3.3	TRIPODES Y BASTONES.....	108
13.4	INSTRUMENTACIÓN GEODÉSICA TERRESTRE.....	109
13.5	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.....	109
13.5.1	SOMBRILLAS.....	110
13.5.2	TRIPODES.....	110
13.5.3	MIRAS.....	111
13.5.4	PLANCHAS DE NIVELACIÓN.....	111
13.5.5	TERMÓMETROS, BARÓMETROS E HIGRÓMETROS.....	111
13.5.6	NIVEL ESFÉRICO.....	112
13.5.7	HORIZONTALIDAD DE LA VISUAL.....	112
14.	PLANIFICACIÓN INICIAL DE LA RED.....	113
14.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	113
14.2	CRONOGRAMA.....	115

14.2.1	<i>CRONOGRAMA CONVENCIONAL</i>	115
14.2.2	<i>PREVISIÓN DE INCLEMENCIAS METEOROLÓGICAS</i>	115
14.3	PLANIFICACIÓN DE REDES PLANIMÉTRICAS	115
14.3.1	<i>ANÁLISIS DE LOS VÉRTICES DE REDES EXISTENTES EN EL ÁREA DE TRABAJO</i>	115
14.3.1.1	<i>ROI</i>	115
14.3.1.2	<i>REDES DE LA GERENCIA TERRITORIAL DEL CATASTRO</i>	116
14.3.1.3	<i>REDES LOCALES EXISTENTES</i>	116
14.3.2	<i>DISPOSICIÓN INICIAL DE LOS PUNTOS EN FUNCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL CONTRATO (Nº DE VÉRTICES NUEVOS, DENSIDAD, ETC)</i>	116
14.3.3	<i>DISEÑO DE LA RED EN FUNCIÓN DE LAS OBSERVACIONES PREVISTAS A PRIORI Y DEL TIPO DE INSTRUMENTAL A EMPLEAR</i>	116
14.3.3.1	<i>DURACIÓN DE LAS OBSERVACIONES GPS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE RED Y LA LONGITUD DE LOS VECTORES</i>	116
14.3.3.2	<i>ESTUDIO DE LOS VECTORES GPS A REOBSERVAR</i>	116
14.4	PLANIFICACIÓN DE REDES ALTIMÉTRICAS	116
14.4.1	<i>ANÁLISIS DE LOS VÉRTICES DE LA RED TRIDIMENSIONALCERCANA SOBRE LOS CUALES SE VA A ENLAZAR LAS REDES DE NIVELACIÓN</i>	116
14.4.2	<i>ANALISIS DE LAS REDES DE NIVELACIÓN EXISTENTES ASÍ COMO DE LAS REDES ALTIMÉTRICAS DE ORDEN SUPERIOR</i>	117
14.4.3	<i>ANALISIS ZONAL. RECORRIDO DE CADA UNO DE LOS TRAMOS</i>	118
14.4.4	<i>SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RED GEODÉSICA RGPA QUE SERÁN EMPLEADAS COMO ESTACIONES GPS FIJAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS</i>	124
14.5	CRITERIOS DE ASIGNACIÓN DE IDENTIFICADOR EN SEÑALES DE NUEVA IMPLANTACIÓN	124
14.5.1	<i>REDES TRIDIMENSIONALES</i>	124
14.5.1.1	<i>RED NACIONAL SOBRE ETRS89. RED REGENTE</i>	124
14.5.1.2	<i>RED DE 2º ORDEN TRIDIMENSIONAL</i>	126
14.5.1.3	<i>RED DE 3º ORDEN TRIDIMENSIONAL</i>	126
14.5.1.4	<i>REDES DE 4º ORDEN TRIDIMENSIONAL</i>	127
14.5.1.5	<i>REDES DE 5º ORDEN TRIDIMENSIONAL</i>	127
14.5.1.6	<i>RED DE PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO</i>	127
14.5.2	<i>REDES DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA</i>	128
14.5.2.1	<i>RED DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN. REDNAP</i>	128
14.5.2.2	<i>RED DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN AUTONÓMICA. 2º, 3º y 5º ORDEN ALTIMÉTRICO</i>	128
14.5.2.3	<i>RED DE NIVELACIÓN DE PRECISIÓN LOCAL. 4º y 6º ORDEN ALTIMÉTRICO</i>	129
14.6	RECONOCIMIENTO SOBRE EL TERRENO DE LAS UBICACIONES PLANIFICADAS EN GABINETE	129
14.6.1	<i>VÉRTICES DE REDES EXISTENTES EMPLEADOS PARA LIGAR LA RED EN EJECUCIÓN</i>	130
14.6.2	<i>VÉRTICES DE NUEVA IMPLANTACIÓN</i>	130
14.7	EDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES PLANIFICADAS	132
14.8	SIMULACIÓN DE LA RED PLANIFICADA	132
14.9	INFORME DEFINITIVO DE LA PLANIFICACIÓN	132
14.10	APROBACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN POR PARTE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO	133
14.11	PARTICULARIDADES ACERCA DE LOS DESPLAZAMIENTOS O NUEVOS EMPLAZAMIENTOS	133





15. MATERIALIZACIÓN SOBRE EL TERRENO.....	135
15.1.1 TIPOS DE SEÑALES.....	135
15.1.1.1 CLAVO DE LATÓN TIPO RGPA.....	135
15.1.1.2 CLAVO DE ACERO INOXIDABLE.....	135
15.1.1.3 SEÑALIZACIÓN DE REDES DE APOYO FOTOGAMÉTRICO, CONTROL DE CALIDAD O INFRAESTRUCTURAS.....	137
15.1.2 SEÑALIZACIÓN.....	137
15.1.2.1 TALADRO.....	137
15.1.2.2 RESINA EPOXI.....	138
15.1.2.3 CABEZA CON ASIENTO DE RESINA.....	138
16. OBSERVACIÓN INSTRUMENTAL DEL PROYECTO PLANIFICADO.....	139
16.1 FICHA DEL PERSONAL ENCARGADO DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE CAMPO.....	139
16.2 CONFIGURACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....	139
16.3 OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.....	139
16.3.1 INSTRUMENTACIÓN.....	139
16.3.2 OBSERVACIÓN.....	139
16.4 OBSERVACIONES GNSS.....	140
16.4.1 PLANIFICACIÓN DE LAS HORAS ÓPTIMAS DE OBSERVACIÓN.....	140
16.4.2 PUESTA EN ESTACIÓN DE LAS ANTENAS.....	141
16.4.2.1.1 SOBRE PILAR.....	141
16.4.2.1.2 SOBRE TRÍPODE.....	141
16.4.2.1.3 SOBRE BASTÓN CENTRADOR.....	142
16.4.2.1.4 LECTURA DE LA ALTURA DE LA ANTENA.....	143
16.4.2.1.5 ESTACIONAMIENTOS REDUNDANTE SOBRE LAS ESTACIONES FIJAS.....	144
16.4.3 MÉTODOS DE OBSERVACIÓN MEDIANTE EL EMPLEO DE INSTRUMENTAL GNSS.....	144
16.4.3.1 ESTÁTICO.....	144
16.4.3.2 ESTÁTICO RÁPIDO.....	144
16.4.3.3 CINEMÁTICO.....	144
16.4.3.4 RTK.....	144
16.4.4 PUNTOS DE CHEQUEO EN EL INSTRUMENTAL.....	146
16.4.5 METODOS PARA EL ARCHIVO Y ENTREGA DE OBSERVACIONES NATIVAS.....	147
16.5 OBSERVACIONES GEODÉSICAS TERRESTRES.....	147
16.5.1 CONDICIONES GENERALES.....	147
16.5.2 PUESTA EN ESTACIÓN DEL INSTRUMENTAL.....	147
16.5.3 MEDICIÓN DE DISTANCIAS.....	147
16.5.4 MEDICIÓN DE ÁNGULOS.....	147
16.5.5 MEDICIÓN DE ALTURA DE LOS INSTRUMENTOS.....	147
16.5.6 MEDICIÓN DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.....	147
16.5.7 METODOS PARA EL ARCHIVO Y ENTREGA DE OBSERVACIONES NATIVAS.....	147
16.6 NIVELACIONES GEOMÉTRICAS.....	148
16.6.1 CONDICIONES GENERALES.....	150
16.6.2 CONTROL POR SESIÓN DE OBSERVACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	150

16.6.3	SEÑALIZACIÓN DEL ITINERARIO	151
16.6.4	MÉTODOLÓGIA A EMPLEAR EN FUNCIÓN DEL ORDEN DE LA RED	152
16.6.4.1	REDES ALTIMÉTRICAS DE 2º, 3º ORDEN	152
16.6.4.1.1	RECOMENDACIONES GENERALES DURANTE LA OBSERVACIÓN.....	152
16.6.4.1.2	ESTACIONAMIENTO DEL NIVEL.....	152
16.6.4.1.3	ESTACIONAMIENTO DE LAS MIRAS.....	152
16.6.4.2	REDES ALTIMÉTRICAS DE 4º ORDEN	153
16.6.4.3	REDES ALTIMÉTRICAS DE 5º ORDEN	153
16.6.4.4	REDES ALTIMÉTRICAS DE 6º ORDEN	153
16.6.5	CONTROL POR PARTE DEL CONTRATISTA.....	153
16.6.6	MÉTODOS PARA EL ARCHIVO Y ENTREGA DE OBSERVACIONES NATIVAS.....	153
17.	RESEÑAS Y DOCUMENTACION DE LAS SEÑALES IMPLANTADAS.....	155
17.1	FOTOGRAFÍAS.....	155
17.2	CROQUIS DIGITALIZADOS.....	157
17.3	RESEÑAS DE LOS VERTICES.....	159
18.	CÁLCULOS Y AJUSTE.....	163
18.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	163
18.2	CÁLCULOS PREPARATORIOS SOBRE LOS OBSERVABLES.....	163
18.2.1	TÉCNICAS GPS.....	163
18.2.1.1	GENERACIÓN DE FICHEROS RINEX A PARTIR DE LOS OBSERVABLES.....	163
18.2.1.2	EMPLEO DE ANTENAS GPS OFICIALES IGS.....	164
18.2.1.3	NOMBRE DE RECEPTORES OFICIALES GPS.....	164
18.2.1.4	CHEQUEO DE LOS FICHEROS RINEX MEDIANTE EL SOFTWARE TEQC DE UNAVCO.....	164
18.2.1.5	ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN POR SESIONES DE OBSERVACIÓN.....	164
18.2.1.6	PROCESAMIENTO DE BASELINEAS GPS.....	165
18.2.1.6.1	EMPLEO DE EFEMÉRIDES PRECISAS.....	166
18.2.1.6.2	SOLUCIONES REQUERIDAS PARA EL POSTERIOR AJUSTE.....	166
18.2.1.6.3	CIERRES DE TRIÁNGULOS.....	166
18.2.1.6.3.1	VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS CIERRES ABSOLUTA.....	166
18.2.1.6.3.2	COMPROBACIÓN A PARTIR DE COORDENADAS CONOCIDAS.....	166
18.2.1.7	FICHEROS CON LOS RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO GPS.....	166
18.2.2	MÉTODOS GEODÉSICOS TERRESTRES.....	167
18.2.2.1.1	CORRECCIONES DE LOS DATOS BRUTOS.....	167
18.2.2.1.2	ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN RESULTANTE.....	167
18.2.2.1.3	FICHEROS CON LOS RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO GPS.....	167
18.2.3	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.....	167
18.2.3.1.1	CORRECCIONES DE LOS DATOS BRUTOS.....	167
18.2.3.1.2	ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN RESULTANTE.....	167
18.2.3.2	CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE NIVELACIÓN.....	167
18.3	AJUSTE DE LAS OBSERVACIONES.....	167
18.3.1	AJUSTE DE RED LIBRE. FIABILIDAD INTERNA.....	167
18.3.2	AJUSTE DE RED LIGADA. FIABILIDAD EXTERNA.....	168
18.3.3	CÁLCULO DEL GEOIDE ÓPTIMO EN FUNCIÓN DE LOS OBSERVABLES DISPONIBLES.....	168





18.3.4	INFORME DEL AJUSTE DEFINITIVO.....	168
18.3.5	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR.....	168
18.3.5.1	COORDENADAS EN ETRS89.....	168
18.3.5.2	TRANSFORMACIÓN ENTRE SISTEMAS DE COORDENADAS.....	169
18.3.5.3	COORDENADAS EN ED50 APLICANDO LOS PARAMETROS DE TRANSFORMACIÓN OFICIALES.....	169
18.3.5.4	DATOS DEL GEOIDE.....	169
18.3.5.5	CONCLUSIONES.....	169
19.	DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS DE ENTREGA.....	171
19.1	AL INICIO DE LOS TRABAJOS.....	171
19.2	SEMANALMENTE.....	171
19.3	FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBSERVACIÓN.....	171
19.4	FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE AJUSTE.....	172
20.	CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	173
20.1	ASPECTOS GENERALES.....	173
20.2	MEDIDAS DE CONTROL.....	173
20.2.1	GEODESIA ESPACIAL Y TERRESTRE.....	173
20.2.1.1	COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS EN EQUIPOS GPS.....	173
20.2.1.2	COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS EN EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA CLÁSICA.....	173
20.2.1.3	COMPROBACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS GPS.....	174
20.2.1.4	CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBSERVACIONES.....	174
20.2.2	NIVELACIÓN DE PRECISIÓN.....	174
20.2.2.1	REOBSERVACIÓN DEL PORCENTAJE DE LOS TRAMOS DE NIVELACIÓN.....	174
20.2.2.2	REOBSERVACIÓN DE x TRAMOS DEL IGN PARA VERIFICAR RESULTADOS.....	174
20.2.2.3	VERIFICACIÓN DEL ERROR DE COLIMACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EMPLEADOS CADA SEMANA SOBRE BASE DE CONTRASTACIÓN.....	175
20.3	RECOMENDACIONES TÉCNICAS EXPUESTAS EN EL PRESENTE DOCUMENTO.....	175
21.	RECEPCIÓN DE LA RED GEODÉSICA EJECUTADA.....	177
22.	REFERENCIAS.....	179
22.1	ARTÍCULOS.....	179
22.2	BLIBLIOGRAFÍA.....	180
22.3	8.1.4 REFERENCIAS WEB.....	181
23.	GLOSARIO.....	187
23.1	ABREVIACIONES.....	187
23.2	TÉRMINOS.....	189
24.	ANEXOS.....	197
24.1	FICHAS DE OBSERVACIÓN.....	197
24.1.1	FICHAS PARA OBSERVACIÓN GPS.....	198
24.1.2	FICHA PARA OBSERVACIONES CLÁSICAS.....	200
24.1.3	FICHA PARA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.....	200
24.1.4	FICHA PARA LA REVISIÓN DE CAMPO DE VÉRTICES EXISTENTES.....	200
24.2	TIPOS DE FORMATOS DE ENTREGA EN SOPORTE DIGITAL.....	201

24.2.1 ESTRUCTURA DE DIRECTORIOS DE LAS ENTREGAS.....	201
24.2.2 RECEIVER INDEPENDENT EXCHANGE FORMAT. RINEX 2.10.....	201
24.2.3 SOLUTION INDEPENDENT EXCHANGE FORMAT. SINEX 2.01.....	201
24.2.4 LANDXML 1.1.....	202
24.2.5 ANÁLISIS DE LOS FICHEROS RINEX OBSERVADOS.....	206





4. LISTA DE FIGURAS.

Fig. 1 Vista tridimensional de Asturias.	23
Fig. 2 Muestra de la orografía del terreno.	24
Fig. 3 Vías de acceso malas.	24
Fig. 4 Relación entre coordenadas cartesianas tridimensionales y coordenadas elipsoidales.	25
Fig. 5 Relación bidireccional entre sistemas de coordenadas.	25
Fig. 6 Diferentes iniciativas europeas.	26
Fig. 7 Relación entre coordenadas cartesianas tridimensionales y coordenadas elipsoidales.	27
Fig. 8 Sistemas de referencia geodésicos locales frente a sistemas globales.	27
Fig. 9 Sistema de referencia vertical.	28
Fig. 10 Esquema de un sistema de referencia.	28
Fig. 11 Definición del EUVEN Europeo.	28
Fig. 12 Página principal de la base de datos EPSG 6.11.	29
Fig. 13 Modelo entidad-Relación.	29
Fig. 14. Diferentes tablas de la base de datos EPSG 6.11.	30
Fig. 15 Portada del documento resultante de la reunión del grupo de trabajo para unificar criterios. 2001.	30
Fig. 16 Abstracción del modelo de transformación entre sistemas de referencia.	31
Fig. 17 Transformación entre sistemas geográficos mediante transformación de Helmert.	31
Fig. 18 Transformación entre sistemas geográficos mediante transformación polinomial de rejilla.	31
Fig. 19 Esquema desarrollado para transformación entre CRS.	32
Fig. 20 Transformación indirecta entre sistemas de referencia.	32
Fig. 21 Diferencias entre geoide y elipsoide.	33
Fig. 22 Representación isométrica del geoide.	34
Fig. 23 Ejemplo de modelo de geoide global EGM96.	34
Fig. 24 Diferentes superficies de referencia.	35
Fig. 25 Modelo de geoide peninsular. Intervalo de curvas. 0.5 metros.	35
Fig. 26 Red de estaciones permanentes GPS EUREF.	36
Fig. 27 Red europea de nivelación.	36
Fig. 28 Red Geodésica Nacional sobre ED50.	37
Fig. 29 Distribución de los vértices de la ROI en el Principado de Asturias.	38
Fig. 30 Campaña de observación del año 1989.	39
Fig. 31 Configuración de IBERIA 95.	40
Fig. 32 IBERIA95.	41
Fig. 33 Red REGENTE en la península.	42
Fig. 34 Distribución de los vértices de la Red REGENTE empleados por el CCATPA.	43
Fig. 35 Ejemplo de estaciones de referencia GPS permanentes del Instituto Geográfico Nacional.	44
Fig. 36. Red de Estaciones IGN.	45
Fig. 37 Red Peninsular de Nivelación RNAP98 y Red de Nivelación Canaria.	46
Fig. 38. Proyecto REDNAP 2001-2007.	47

Fig. 39 Señalización de la nueva REDNAP.....	47
Fig. 40 Red de Nivelación de Alta Precisión. IGN.....	48
Fig. 41 Estructura de las redes tridimensionales a implantar en el Principado de Asturias.....	51
Fig. 42 Estructura de las redes de nivelación a implantar en el Principado de Asturias.....	51
Fig. 43 Logotipo de la RGAPA.....	53
Fig. 44 Esquema de funcionamiento VRS.....	54
Fig. 45 Esquema de funcionamiento VRS.....	55
Fig. 46 Esquema de funcionamiento VRS.....	55
Fig. 47 Esquema de funcionamiento VRS.....	55
Fig. 48 Comunicación entre los receptores y el centro de cálculo, así como entre los servidores de cálculo y publicación.....	56
Fig. 49 Comunicación entre los usuarios externos y el servicio de publicación. Este servicio a su vez comunica con el centro de cálculo para solicitar información y transmitirla al usuario.....	56
Fig. 50 Ubicaciones previstas para la Red Geodésica Activa del Principado de Asturias.....	57
Fig. 51 Posibles estaciones secundarias de la RGAPA.....	58
Fig. 52 Anclaje de las antenas sobre los paramentos verticales en las ubicaciones definitivas.....	58
Fig. 53 RGAPA en fase de pruebas: VEGA.....	59
Fig. 54 RGAPA en fase de pruebas: CNAR.....	59
Fig. 55 RGAPA en fase de pruebas: PANE.....	60
Fig. 56 Instalaciones interiores.....	60
Fig. 57. Ejemplo de densificación de la red REGENTE mediante la red de segundo orden.....	61
Fig. 58. Ejemplo de densificación de la red geodésica del municipio de Avilés, municipio piloto de estas recomendaciones.....	62
Fig. 59. Observación de puntos de la red de 4 orden mediante GPS por el método estático rápido.....	62
Fig. 60. Densificación mediante poligonación de precisión a través del casco urbano.....	63
Fig. 61. Densificación de las redes de orden superior a través del casco urbano.....	63
Fig. 62. Empleo de nivel analógico convencional.....	68
Fig. 63. Método de nivelación trigonométrica "Leap-Frog".....	69
Fig. 64. Ejemplos de trípodes para los jalones a emplear en la poligonal.....	70
Fig. 65. Empleo de centrado forzoso para mejorar la calidad de las observaciones en nivelaciones trigonométricas.....	70
Fig. 66 Ejemplo de señalización para la seguridad en nivelación de precisión por carreteras.....	77
Fig. 67. Vértice REGENTE o de primer orden autónomo. Es necesario informar de su mal estado.....	79
Fig. 68. Ubicación de vértice de segundo orden sobre macizo rocoso.....	80
Fig. 69. Representación hipsométrica de la orografía asturiana.....	81
Fig. 70. Ejemplo de las posibles ubicaciones para el punto de apoyo diseñadas en gabinete. El operador de campo selecciona la opción más correcta para su observación con GPS. Posteriormente mediante las notas de la salida impresa realizadas por el operador de campo, el operador de gabinete modificará la captura de pantalla para reseñar cual ha sido la opción levantada en campo (círculo rojo).....	82
Fig. 71. Señalización tipo empleada en la materialización de la Red Geodésica del Principado de Asturias.....	84
Fig. 72. Punto válido siempre que se indique con claridad en el croquis digitalizado todas las acotaciones necesarias para para su empleo de forma correcta.....	85
Fig. 73. Punto válido siempre que se indique con claridad en el croquis digitalizado todas las acotaciones necesarias para para su empleo de forma correcta.....	85
Fig. 74. Punto valido con pocas posibilidades de error.....	86





Fig. 75. Punto válido como punto fotogramétrico sobre roca anclada al terreno de forma que se garantice su permanencia en el tiempo. En el caso de emplear este tipo de elementos se deberá pintar sobre dicha roca una señal que permita su identificación posterior para una posible reobservación.....	86
Fig. 76. Ejemplo de una mala observación que está introduciendo rebotes en la recepción de la señal GPS. Las antenas GPS deberán estar siempre por encima del elemento. No se permitirán observaciones similares a la de la fotografía. Por otro lado dada la altura del elemento se hace muy difícil la acotación de este con los medios normalmente disponibles (flexómetro).	87
Fig. 77. Punto no válido dado que es posible su desplazamiento en función del tránsito de vehículos o estado de crecimiento de la vegetación.....	87
Fig. 78. En la fotografía se puede apreciar un punto no muy recomendable por estar cercano a zonas de crecimiento vegetativo que podrían inutilizar el punto para futuros proyectos.	88
Fig. 79. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	88
Fig. 80. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	89
Fig. 81. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	89
Fig. 82. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	90
Fig. 83. Punto que no garantiza su permanencia temporal o una identificación adecuada a las precisiones exigidas.	90
Fig. 84. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	91
Fig. 85. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	91
Fig. 86. El elemento puede verse afectado por desplazamiento en alguna de las imágenes motivado por la proyección cónica de la fotografía. No garantiza correcta fotointerpretación.	92
Fig. 87. No es un elemento físico acorde a las necesidades de un punto de control.....	92
Fig. 88. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	93
Fig. 89. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	93
Fig. 90. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	94
Fig. 91. Elemento mal definido.	94
Fig. 92. Los muros de piedra no se pueden identificar garantizando las precisiones del proyecto.	95
Fig. 93. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	95
Fig. 94. No garantiza una correcta identificación.	96
Fig. 95. Punto con mala definición.	96
Fig. 96. Las marcas viales no se emplearán como puntos de apoyo, dado que no garantizan una permanencia temporal. Ocurre lo mismo con los puntos sobre aglomerado asfáltico.	97
Fig. 97. Solamente se pueden emplear rocas nativas, siempre que tengan un fondo que provoque alto contraste en la imagen, facilitando la identificación fotográfica. Se emplearán únicamente rocas nativas ancladas al terreno, nunca piedras móviles.....	97
Fig. 98. Punto mal definido.....	98
Fig. 99. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	98
Fig. 100. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.	99
Fig. 101. Punto cubierto por vegetación. Mala definición.	99

Fig. 102. Recuperación de señal de nivelación de las líneas RNAP98.....	100
Fig. 103. Tipos de señalización a emplear.....	101
Fig. 104 Señalización tipo A.....	102
Fig. 105 Señalización tipo B.....	102
Fig. 106 Esquema de un tramo dentro de un itinerario de nivelación de alta precisión.....	103
Fig. 107 Basada para estacionamiento sobre vértices REGENTE.....	108
Fig. 108. Bastón centrador con altura fija y trípode incluido.....	108
Fig. 109. Sombrialla a emplear en las redes de nivelación de alta precisión de 2º orden.....	110
Fig. 110. Trípode de longitud fija específico para nivelaciones de precisión.....	110
Fig. 111. Miras a emplear en nivelaciones geométricas.....	111
Fig. 112. Ejemplos de planchas de nivelación. Cortesía del ICC y catálogo publicitario.....	111
Fig. 113. Inclemencias meteorológicas.....	114
Fig. 114. Inclemencias meteorológicas.....	114
Fig. 115. Inclemencias meteorológicas.....	114
Fig. 116. Inclemencias meteorológicas.....	115
Fig. 117 Planificación del enlace de la red de nivelación a la red tridimensional.....	117
Fig. 118. Gráfico con la ubicación de los itinerarios existentes y los planificados.....	117
Fig. 119. Tabla con la denominación de los itinerarios de nivelación previstos.....	118
Fig. 120. Estudio particular de los itinerarios.....	118
Fig. 121. Estudio particular de los itinerarios. Derrumbamiento provocado por las lluvias.....	119
Fig. 122. Estudio particular de los itinerarios.....	119
Fig. 123. Estudio particular de los itinerarios.....	120
Fig. 124. Estudio particular de los itinerarios.....	120
Fig. 125. Estudio particular de los itinerarios.....	121
Fig. 126. Estudio particular de los itinerarios.....	121
Fig. 127. Estudio particular de los itinerarios.....	122
Fig. 128. Estudio particular de los itinerarios.....	122
Fig. 129. Estudio particular de los itinerarios. Clavo RGPA existente en el itinerario.....	123
Fig. 130. Estudio particular de los itinerarios.....	123
Fig. 131. Ubicación de una estación GPS de referencia.....	124
Fig. 132 Vértice REGENTE 01043.....	125
Fig. 133 ID de vértice REGENTE correcto.....	125
Fig. 134 ID de vértice REGENTE incorrecto.....	126
Fig. 135 Ejemplo de tabla de asignación de identificadores para redes de nivelación.....	128
Fig. 136 Definición de elementos entre itinerarios.....	128
Fig. 137 Elementos que forman un tramo de nivelación dentro de un itinerario.....	129
Fig. 138 Mal ejemplo de vértice pintado.....	130
Fig. 139 Vértice en mala ubicación.....	131
Fig. 140 Ejemplo de antenas con sus dimensiones físicas y desplazamientos del centro de fase.....	132
Fig. 141 Esquema de distribución de estaciones auxiliares para desplazamiento de un vértice.....	134
Fig. 142. Señal tipo para la materialización de las redes tridimensionales de 2º y 3º orden.....	135
Fig. 143. Señal tipo empleada en las señales principales de las líneas de nivelación de la RNPA.....	136





Fig. 144. Clavo de acero inoxidable empleado como señal principal en una línea de nivelación RNPA.....	136
Fig. 145. Clavo de acero inoxidable empleado como señal secundaria en una línea de nivelación RNPA.....	137
Fig. 146. Señal tipo empleada en la identificación de puntos de control o de redes de obra.....	137
Fig. 147 Ejemplo de implantación de señal mediante resina epoxi.....	138
Fig. 148 Gráficos con toda la información necesaria para la planificación de los intervalos de observación.....	140
Fig. 149 Estacionamiento sobre pilar.....	141
Fig. 150 Detalle de altura de instrumento mediante el empleo de sistema de medición de alturas específico.....	142
Fig. 151 Se emplearán trípodes de pinzas y bastón de altura fija.....	143
Fig. 152 Ejemplo del empleo de punto de control RTK.....	145
Fig. 153 Ejemplo de rotación de antena para trabajos en tiempo real.....	146
Fig. 154 Ejemplo de líneas de nivelación formando anillos cerrados de compensación.....	148
Fig. 155 Esquema de nivelada.....	149
Fig. 156 Compensación por punto medio.....	149
Fig. 157 Nivelada individual.....	151
Fig. 158. Ejemplo de una correcta documentación fotográfica de un vértice punto de control, independientemente de la calidad del punto.....	155
Fig. 159 Ejemplos de fotografías no válidas para ser consideradas como reseña. Estas fotografías se han de entregar dentro de la carpeta de observaciones.....	156
Fig. 160 Ejemplo de fotografía para vértice de nueva implantación.....	156
Fig. 161. Ejemplo de fotografía para punto de apoyo fotogramétrico.....	157
Fig. 162 Ejemplo de fotografía para punto de control.....	157
Fig. 163 Croquis de situación de cada uno de los puntos.....	159
Fig. 164 Ejemplo de reseña de vértice.....	160
Fig. 165 Ejemplo de reseña de vértice.....	160
Fig. 166 Ejemplo de reseña de vértice.....	161
Fig. 167 Ejemplo de imagen de procesamiento.....	165
Fig. 168 Ejemplo de distribución de sesiones de observación.....	165
Fig. 169 Ejemplo de ficha para observación GPS.....	198
Fig. 170 Croquis para la representación de posibles obstáculos durante la observación.....	199
Fig. 171 Ejemplo de fichero Rinex 2.10.....	201
Fig. 172 Estructura LeicaXML con vista estructurada y código ASCII.....	203
Fig. 173 Ejemplo de elemento Autor LandXML, definición y muestra.....	204
Fig. 174 Ejemplo de cabecera LandXML de la medición.....	204
Fig. 175 Ejemplo de datos brutos LandXML obtenidos con Estación Total.....	204
Fig. 176 Reporte resultante de la ejecución del programa TEQC.....	206
Fig. 177 Fichero de resultados del análisis de los ficheros Rinex del proyecto.....	207





5. LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Revisiones del documento.	3
Tabla 2. Estructura autonómica de infraestructura geodésica.	52
Tabla 3. Cuadro resumen con la estructura de las redes de nivelación del Principado de Asturias.	64
Tabla 4. Verificación del instrumental a emplear.	65
Tabla 5. Características de las estaciones totales empleada en nivelaciones trigonométricas.	66
Tabla 6. Procedimientos de observación en nivelaciones geométricas.	67
Tabla 7. Procedimientos de observación en nivelaciones trigonométricas.	68
Tabla 8 Distancias máximas entre señalización geodésica de nivelación.	102
Tabla 9 Normas ISO aplicadas a la instrumentación topográfica.	106
Tabla 10. Características del instrumental a emplear en observaciones geodésicas terrestres.	109
Tabla 11. Posibles niveles digitales a emplear en líneas de nivelación de alta precisión de segundo orden.	109
Tabla 12. Duración de las sesiones GPS en función de la estructura jerárquica.	116
Tabla 13 Nomenclatura de los vértices de segundo orden tridimensional.	126
Tabla 14 Soluciones aceptadas en el postproceso.	166
Tabla 15 Tabla de elementos del formato LandXML.	206



6. ANTECEDENTES GEODÉSICOS EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS.

El área de fotogrametría y geodesia del Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias (CCATPA) realiza y densifica redes geodésicas de ámbito regional mediante el empleo de técnicas de geodesia clásica y espacial desde el año 2002. La información contenida en este documento se basa en la experiencia adquirida en estos cuatro años a través de los resultados obtenidos en los diferentes trabajos ejecutados hasta el momento. Igualmente se ha realizado una exhaustiva documentación bibliográfica de trabajos similares en organismos cartográficos internacionales.

El objeto de esta publicación es orientar a las autoridades locales en los diferentes trabajos que se desarrollen dentro de los diferentes concejos, así como marcar las pautas a seguir por las empresas adjudicatarias de proyectos cartográficos dentro del apartado de observaciones geodésicas, enlace con la red autonómica oficial, así como en las tareas de instauración de nuevas redes. Estas recomendaciones serán de gran ayuda tanto para la planificación y observación de los trabajos como para la verificación y control de trabajos efectuados.

Dichas recomendaciones afectan a los siguientes trabajos o metodologías:

- Empleo de instrumental GNSS de medición, así como software de gestión de observables. Comprobada su precisión y rentabilidad, las técnicas de medición GNSS serán prioritarias a la hora de la determinación de las nuevas redes. Estas serán empleadas de forma simultánea o se complementarán con otros métodos para conseguir los resultados requeridos.
- Determinación de posición a partir de metodología clásica.
- Nivelaciones geométricas (en sus diferentes precisiones).
- Combinación de los diferentes métodos.
- Análisis y ajuste de los observables.
- Observación de redes de 2º, 3º, 4º y 5º orden.
- Nivelaciones geométricas
- Nivelaciones trigonométricas.
- Observación de puntos de apoyo para su empleo en técnicas de aerotriangulación fotogramétrica.
- Observación de puntos de control para su aplicación en procesos de control de calidad.
- Levantamientos topográficos de densificación tanto para cartografías rústicas como urbanas.

Estas recomendaciones pretenden garantizar el enlace entre las diferentes redes geodésicas existentes en el territorio asturiano: nacionales, autonómicas, municipales o de ingeniería civil. Esta conexión entre las diferentes redes geodésicas posibilita una correcta relación espacial entre las diferentes cartografías oficiales generadas por los diferentes organismos públicos. Por esta razón, debe comprenderse la gran importancia que tiene esta publicación dentro de las tareas cartográficas y de ordenación territorial a desarrollar en el futuro.

Las recomendaciones técnicas siguientes serán de aplicación tanto para la observación de 2º orden autonómica (RGPA) como en la reobservación de las diferentes redes existentes, o en la instauración de nuevos vértices en redes locales de 4º y 5º orden (ver tabla correspondiente)

Desde principios de 2004 el Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias tiene a disposición de los usuarios una red autonómica compuesta por 66 vértices de nueva instauración, que junto con los 37 vértices de la red geodésica nacional observada mediante técnicas espaciales (Red REGENTE) van a formar el marco de referencia oficial sobre el cual han de efectuarse todas las mediciones que requieran de una homologación por parte de este Centro Cartográfico Regional. Este marco de referencia permitirá dar respuesta a

los distintos requerimientos que desde la administración regional, las propias administraciones locales, o bien desde entidades particulares se vienen demandando, constituyendo La base para la implantación de un servicio de información territorial moderno y adaptable a las nuevas tecnologías y necesidades.

La falta de homogeneidad de las precisiones de la red de orden inferior (ROI) dentro de la comunidad, hace que esta no garantice las tolerancias necesarias para las diferentes cartografías de ámbito local (1/1.000, 1/500 o planos de detalle con fines urbanísticos), así como las precisiones requeridas por los trabajos geodésicos que requieren las infraestructuras que se están desarrollando en la región.

Por otro lado, cuando hablamos de ordenación del territorio, realizamos una división de los espacios que requieren una cartografía acorde a las necesidades. La calidad de esta cartografía va a estar garantizada por este marco de referencia autonómico.

Todas estas razones, junto con el futuro cambio de marco de referencia nacional ED50 al europeo ETRS89, han ocasionado que este Centro de Cartografía haya densificado la Red REGENTE (única red nacional con las precisiones requeridas por las cartografías a gran escala) dentro de la comunidad, con el objeto de facilitar y exigir que todos los trabajos cartográficos que se desarrollen en fechas posteriores se enlacen con dicha red autonómica, lo que proporcionará una trazabilidad de los trabajos desarrollados facilitando las labores de transformación entre sistemas de referencia en el momento en que ETRS89 pase a ser oficial con carácter nacional.

Los trabajos geodésicos efectuados para la observación de la RGPA, junto con las precisiones aportadas por la Red REGENTE, garantizan unas precisiones de ± 3 cm. en planimetría y de ± 6 cm. en altimetría sobre ETRS89 y empleando altitudes elipsoidales.

Debido a la oficialidad vigente del sistema ED50, se recomienda el empleo de los parámetros de transformación calculados por este Centro de Cartografía para la totalidad del territorio asturiano a la hora de realizar las transformaciones al aun vigente marco de referencia ED50. Para la transformación de las altitudes, y en base a la totalidad de la información disponible en ese momento, este Centro de Cartografía calculará un nuevo modelo de geoide para su aplicación.

En la última década los avances tecnológicos en el ámbito geodésico han permitido la generación de unos marcos de referencia cada vez más precisos gracias al empleo de técnicas geodésicas especiales. Estos marcos nos garantizan unas precisiones sobre sistemas cartesianos tridimensionales que facilitan las labores cartográficas y de información geográfica así como sobre sistemas bidimensionales (sistemas de proyección).

Sin embargo estos marcos de referencia tridimensionales (ECEF) son de poca utilidad en el ámbito geodésico o topográfico sin el conocimiento de un geoide preciso que nos facilite la relación entre desniveles elipsoidales y ortométricos. Sin este conocimiento es inviable el afrontar trabajos geodésicos aplicados a la ingeniería civil e infraestructuras hidráulicas empleando técnicas de geodesia espacial, dado que no podemos emplear altitudes ortométricas o en el mejor de los casos será necesario el empleo de transformaciones locales que nos alejan considerablemente de las tolerancias establecidas.

Ante la futura reobservación por parte del Instituto Geográfico Nacional de las Redes de Nivelación de Alta Precisión existentes en el Principado de Asturias, el Centro de Cartografía Ambiental y Territorial tiene previsto el enlace mediante nivelación de precisión de estas líneas oficiales con la Red Geodésica del Principado de Asturias, con el objeto de proveer de altitud ortométrica a los vértices de la Red planimétrica autonómica. Esta densificación autonómica pretende en todo momento seguir las recomendaciones técnicas de IGN en materia de nivelaciones de alta precisión.



7. ANALISIS DEL TERRITORIO.

A la hora de afrontar un proyecto de ámbito autonómico, es necesario tener un perfecto conocimiento del territorio en el que se encuadra este. Existen dos factores muy importantes que van a condicionar nuestros trabajos, como son la meteorología y la orografía del terreno. La primera de ellas va a condicionar en gran manera en el cronograma de los proyectos, al ser del todo impredecible, ocasionando retrasos debido a las condiciones de lluvia, nieve días nublados y con frío junto con temperaturas muy cambiantes, afectando considerablemente a la refracción atmosférica.

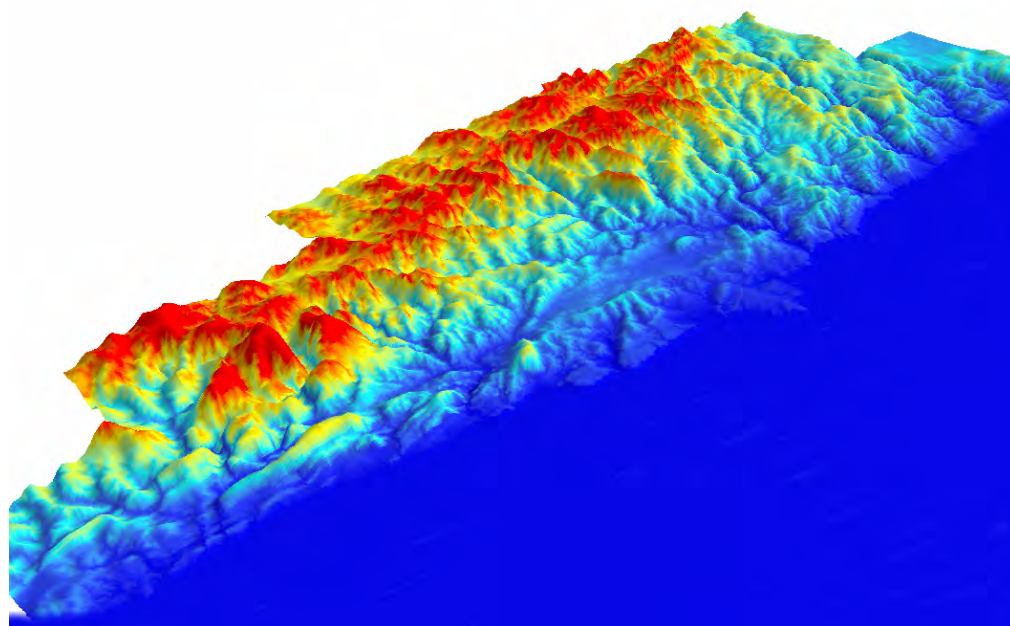


Fig. 1 Vista tridimensional de Asturias.

El segundo de estos factores, la orografía, debe hacernos cautelosos a la hora de desarrollar el cronograma en la fase de planificación, dado que los desniveles del terreno provocan tiempos de desplazamiento muy lentos, limitando además los desplazamientos entre puntos de observación.

En ocasiones la orografía provoca ocultaciones en el horizonte de la zona a observar, lo que motiva una especial atención durante la planificación sobre el estado de la constelación de satélites, debiendo programar la observación de esos puntos en periodos de tiempo restringidos.

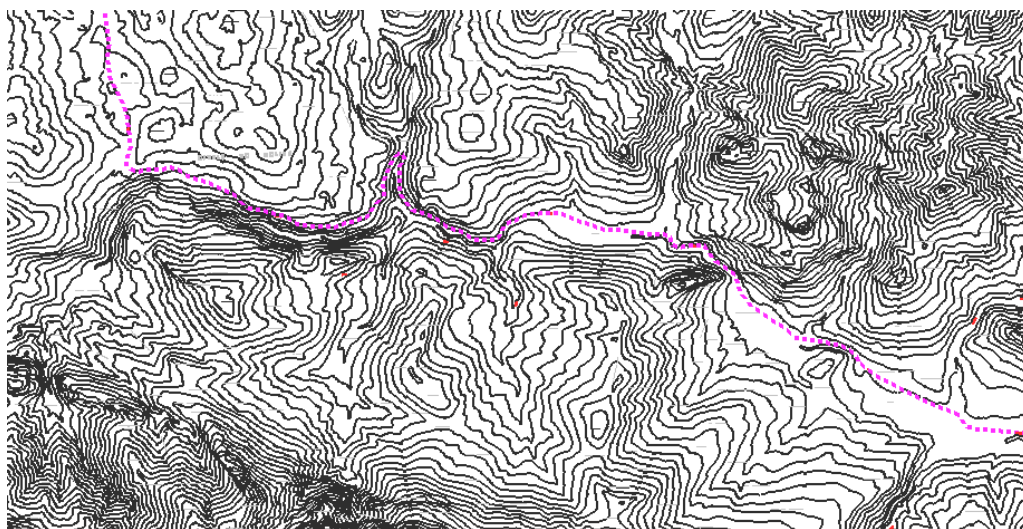


Fig. 2 Muestra de la orografía del terreno.

Otro de los factores importantes son las vías de comunicación y de acceso a la zona objeto del proyecto, dado que en ocasiones es necesario el empleo de todo-terrenos para poder llegar hasta el punto a observar.



Fig. 3 Vías de acceso malas.

8. MARCOS Y SISTEMAS DE REFERENCIA.

Muchas de las actividades desarrolladas como pueden ser la navegación, la cartografía, la ingeniería civil, la geodesia, la planificación y ejecución urbanística, etc., emplean las coordenadas (geodésicas, ECEF, sobre una proyección específica) sobre un sistema de referencia determinado (ED50, ETRS89, ETRS2000) con el objeto de definir la posición de cada uno de los elementos que nos rodean, así como la relación espacial entre ellos.

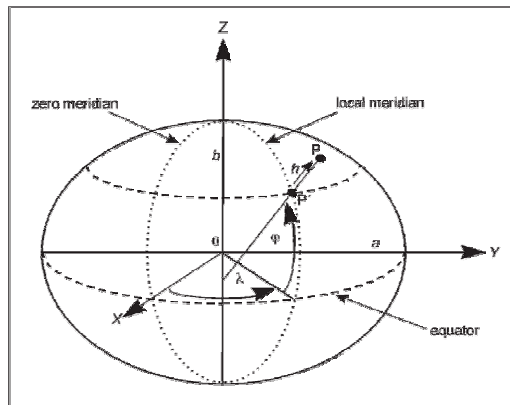


Fig. 4 Relación entre coordenadas cartesianas tridimensionales y coordenadas elipsoidales.

La expresión de estas coordenadas sobre un sistema cartesiano tridimensional puede tomar diferentes formas de expresión, pero existiendo una única relación bidireccional entre cada una de las formas.

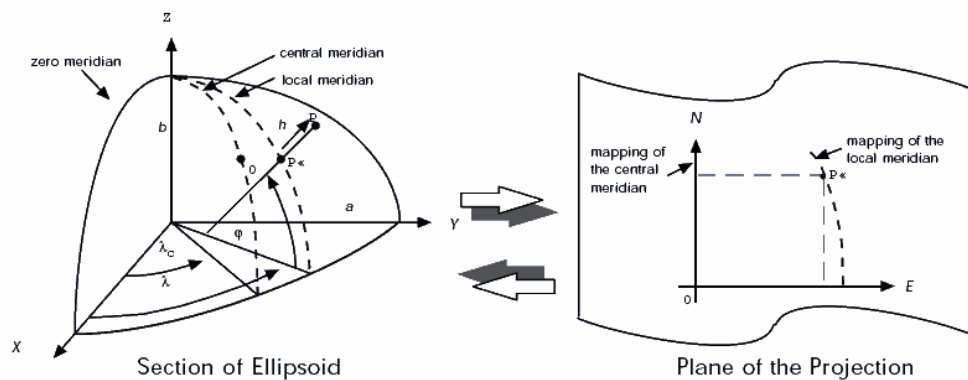


Fig. 5 Relación bidireccional entre sistemas de coordenadas.

La necesidad cada vez más frecuente (dada la tendencia multidisciplinar de las actividades humanas sobre el territorio), de interrelacionar disciplinas diferentes con un objetivo común (línea de demarcación de costas, catastro, planeamiento urbanístico, deslindes municipales, delimitación de montes de utilidad pública), obliga a disponer de un sistema de referencia común para todas estas disciplinas, es decir, un origen común sobre el cual referenciar las diferentes actividades. El compartir un único sistema de referencia significa el garantizar un intercambio de información entre la sociedad.

Diferentes iniciativas europeas están encaminadas a conseguir una armonización en Europa con el objeto de poder trabajar conjuntamente apoyándose en un soporte cartográfico homogéneo. Entre otras podemos reseñar:

- EUREF.
- EuroGeographics.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
- INSPIRE.
- Etc...



Fig. 6 Diferentes iniciativas europeas.

Esto parece relativamente sencillo, pero en la realidad no lo es. A lo largo de las dos últimas décadas, podemos leer en los diferentes pliegos empleados para dirigir la ejecución de cartografías diversas algún apartado en el que se indica o se hace alusión al sistema de referencia oficial (ED50), o en el peor de los casos se indica que la cartografía ha de entregarse en coordenadas UTM, pero sin especificarse el datum. El exigir esto en nuestros pliegos, no significa que basta con que nos entreguen la cartografía georeferenciada mediante con unas coordenadas planimétricas sobre un sistema ortogonal. Exigir un sistema de referencia, exige definir el marco de referencia que queremos emplear, dado que si empleamos una materialización del sistema de referencia diferente para cada una de las cartografías (Mapa Topográfico Nacional, Cartografía Catastral, mapas topográficos autonómicos, cartografía de proyectos) conllevará a la imposibilidad de superponer todas estas cartografías.

El empleo de un marco de referencia común a todas las cartografías nos va a garantizar una trazabilidad en la medida, dado que si partimos de un dato origen preciso, podremos realizar un estudio exacto de la dispersión de la precisión motivada por la metodología y el instrumental empleado. El empleo de un único marco de referencia, permite realizar una comparación entre mediciones, dado que estamos empleando el mismo patrón, lo cual permite realizar todo tipo de controles sobre los trabajos desarrollados, no pudiendo achacar errores de ejecución al marco de referencia soporte, dado que es un elemento fiable, conocido y contrastado.

Es muy común, el escuchar entre los diferentes grupos profesionales que emplean cartografía de diferentes orígenes, criticar la calidad de la cartografía, siendo la fuente de estas críticas la falta de coincidencia entre estas. En muchas ocasiones, la falta de calidad en estas, puede estar ocasionada por errores técnicos, sin embargo en la mayor parte, ha sido por emplear diferentes marcos de referencia como soporte geodésico para su desarrollo, poniendo como ejemplo el desarrollo de una cartografía municipal que ha tomado como marco de referencia ciertos vértices geodésicos oficiales de la ROI, mientras que para la ejecución de la red catastral se emplearon otros diferentes, distorsionando cada uno de los grupos de vértices a su vez la cartografía correspondiente debido a la imposibilidad de emplear esta red como soporte de estas cartografías (1:1.000, 1:500) debido a su falta de precisión.

Todo esto ha ocasionado que los diferentes organismos cartográficos responsables de los trabajos geodésicos de las comunidades, bajo la dirección del Instituto Geográfico Nacional adopten las iniciativas europeas para definir un sistema común, unificando metodologías. Desde la última década del siglo pasado, diferentes trabajos geodésicos desarrollados por organismos europeos (IGN en el caso de España), han servido para definir el sistema europeo de referencia ETR89, materializado en España mediante la Red Regente, correspondiente a un vértice por hoja del MTN50. Por otro lado, la implantación de una red de estaciones de referencia GPS nacional, ha marcado un antes y un después en la calidad de la cartografía nacional.

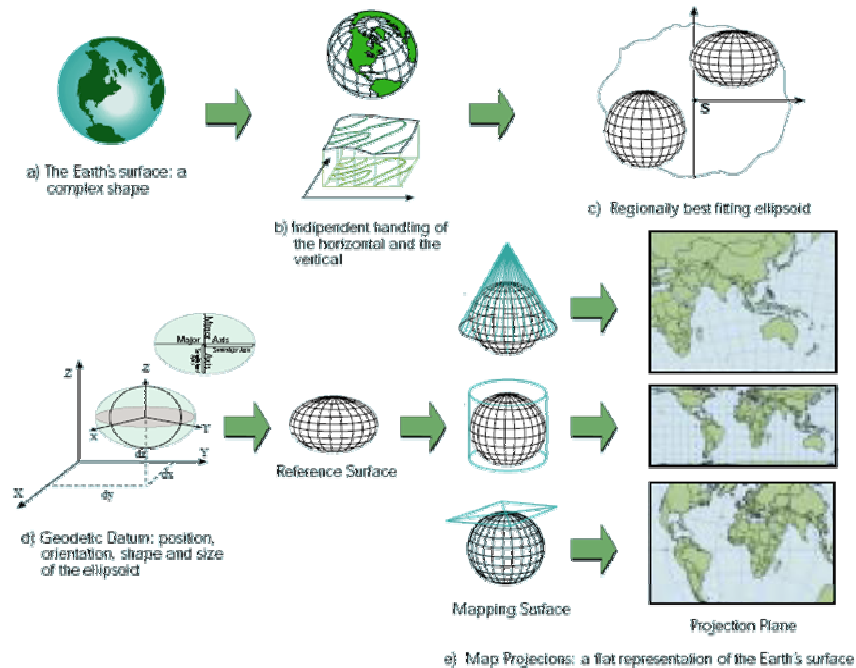


Fig. 7 Relación entre coordenadas cartesianas tridimensionales y coordenadas elipsoidales.

8.1 SISTEMA DE REFERENCIA.

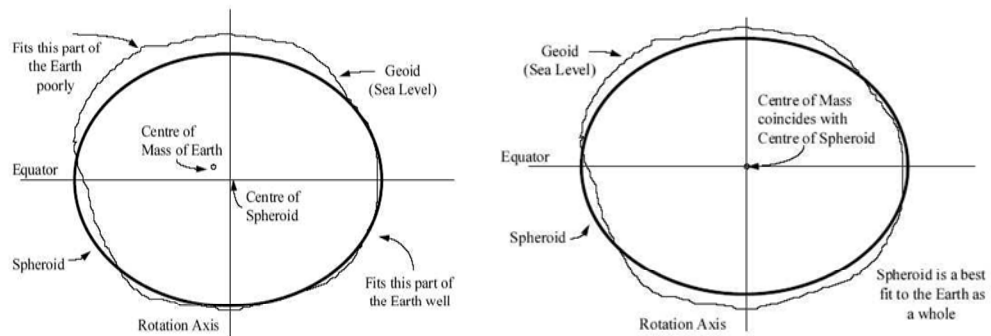


Fig. 8 Sistemas de referencia geodésicos locales frente a sistemas globales.

La Sub-Comisión EUREF recomienda que el sistema a adoptar sea coincidente con ITRS en la época 1989.0 y fijado a la parte estable de la Placa Euro-asiática, siendo designado por "European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89)". Esta resolución fue adoptada en el simposio EUREF realizado en Florencia en 1990. El Marco de Referencia es ETRF89, subconjunto europeo de ITRF89. En España está densificado en la Red Regente.

8.2 SISTEMA DE REFERENCIA COORDENADOS (CRS).

Un Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS) contiene dos elementos diferentes, el datum y el sistema de coordenadas. El datum define como se relaciona CRS con la tierra (posición del origen, escala y orientación del eje de coordenadas) por ejemplo ED50, ETRS89, mientras que el sistema de coordenadas describe como se expresa el dato mediante coordenadas, por ejemplo mediante coordenadas cartesianas, coordenadas elipsoidales o coordenadas de una proyección (UTM).

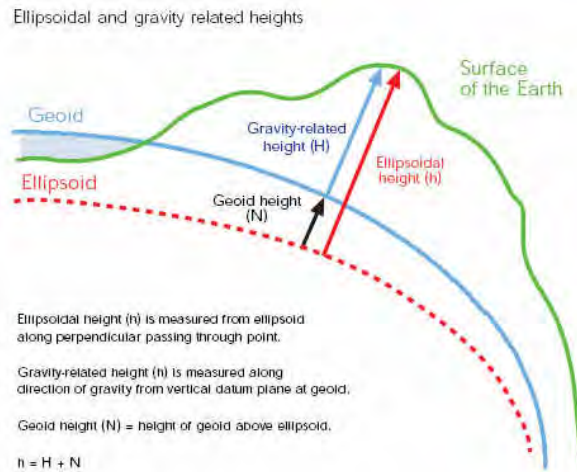


Fig. 9 Sistema de referencia vertical.

El datum puede ser un geodésico, vertical o local para obras de ingeniería. El sistema de coordenada es la parte matemática de un CRS, es un conjunto de funciones que definen como han de calcularse las coordenadas que van a ser asignadas a los puntos.

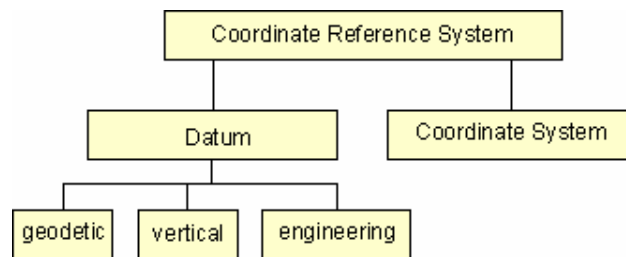


Fig. 10 Esquema de un sistema de referencia.

Las componentes horizontales y verticales de la descripción de una posición en el espacio a veces pueden venir de CRS diferentes. Esto viene dado por un Sistema de Referencia de Coordenada compuesto (CCRS). El CCRS describe la posición mediante dos Sistemas de Referencia de Coordenadas independientes. Un sistema de referencia europeo espacial podría ser descrito como un CCRS. Véase el ejemplo de la figura:

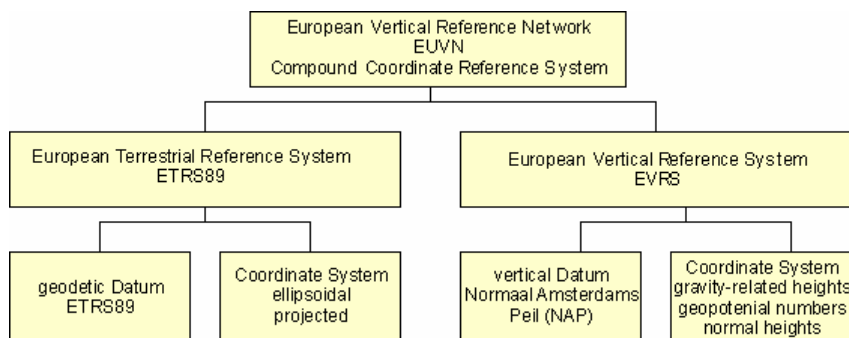


Fig. 11 Definición del EUVEN Europeo.

Aparece entonces el problema de la definición de los sistemas de referencia de forma precisa, y es aquí donde aparece el European Petroleum Survey Group (EPSG), creado en 1985, y que se ha convertido en 2005 en el Geodesy Subcommittee del Surveying and Positioning Committee del OGP (International Association of Oil and Gas Producers). Este grupo de trabajo ha venido desarrollando una base de datos con todos los sistemas de



referencia existente a nivel mundial, asignándoles una codificación determinada. Además, ha catalogado todas y cada una de las transformaciones oficiales, así como todos y cada uno de los parámetros implicados en la definición del sistema de referencia.

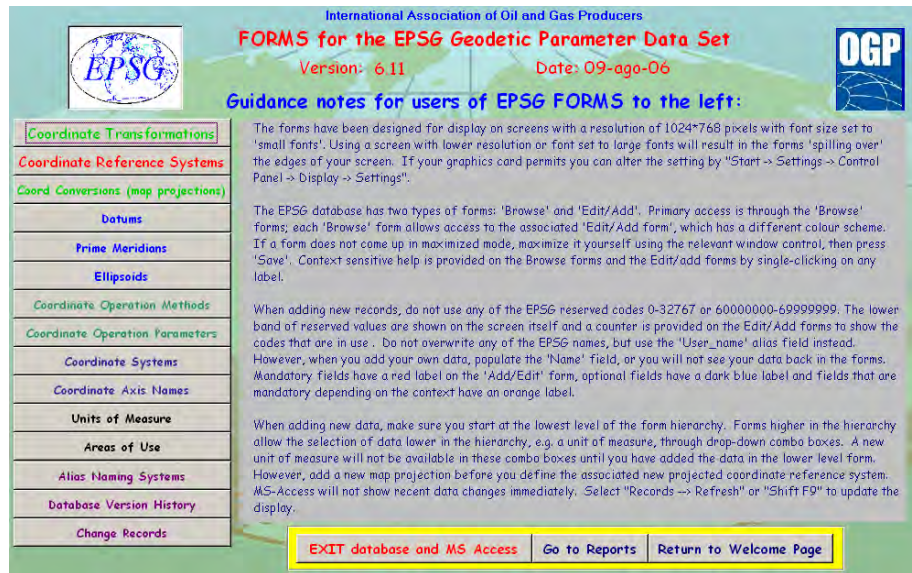


Fig. 12 Página principal de la base de datos EPSG 6.11.

En las tablas de la base de datos EPSG están catalogados todo tipo de parámetros, unidades de medida, sistemas de proyección, métodos de transformación, elipsoides, códigos, diferentes formas de denominar a un sistema de referencia o elemento de la tabla, etc.

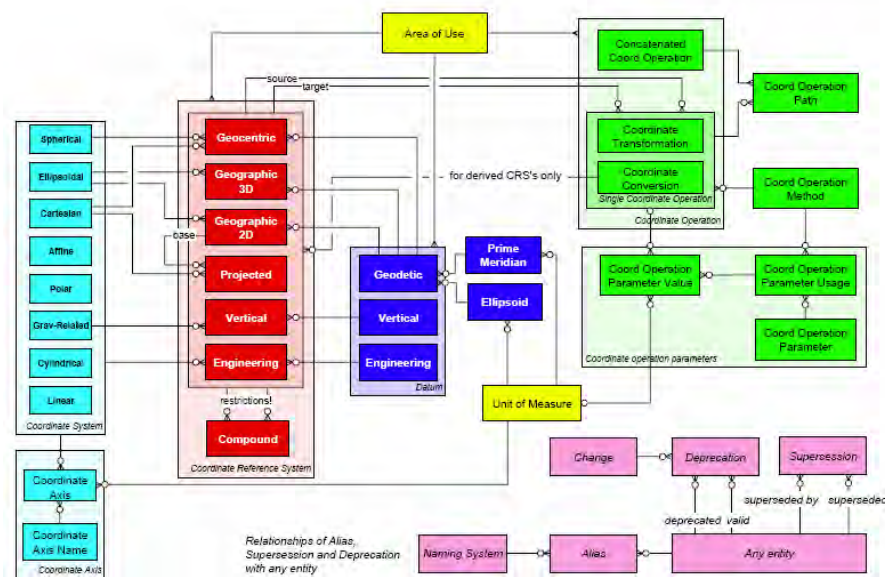


Fig. 13 Modelo entidad-Relación.

El empleo de esta base de datos garantiza una estandarización a la hora de definir sistemas y relaciones entre sistemas. La mayor parte de los software y formatos libres del mercado se auxilian en esta base de datos Mapserver, Postgis, Udig, GRASS, GVSIG, Open Gis Consortium, LAndXML, CRS++, así como software comercial: Leica, Intergraph, Arcgis, Trimble, en algunos casos denominando de otra forma al sistema pero con origen en esta base de datos.

Alias				
Area	* 5101 Ordnance Datum Newlyn	vertical	Mean Sea Level at Newlyn between	
Change	* 5102 National Geodetic Vertical Datum 1929	vertical	26 tide gauges in the US and Can. 1929	
Coordinate Axis	* 5103 North American Vertical Datum 1988	vertical	Father's Point, Rimouski, Quebec, 1988	
Coordinate System	* 5104 Yellow Sea 1956	vertical	2 years tide readings at Qingdao, 1956	
Coordinate Reference System	* 5105 Baku, Sea	vertical	Datum: average water level at night 1977	
Coordinate Operation	* 5106 Caspian Sea	vertical	Datum as -29.0m Baltic datum	
Coordinate Operation Method	* 5107 Nivellement general de la France	vertical	Mean sea level at Marseille	
Coordinate Operation Parameter Usage	* 5109 Normal Amsterdam Peil	vertical	Mean high tide at Amsterdam Peil	
Coordinate Operation Parameter Value	* 5110 Oostende	vertical	Mean low water during 1959	1959
Coordinate Operation Path	* 5111 Australian Height Datum	vertical	MSL 1956-68 at 30 gauges around; 1968	
Datum	* 5112 Australian Height Datum (Tasmania)	vertical	MSL 1972 at Hobart and Burnie	1972
Deprecation	* 5113 Sea Level	vertical		
Ellipsoid	* 5114 Canadian Geodetic Vertical Datum of 1926	vertical	Based on the mean sea level value	1926
Errors de conversión	* 5116 Helsinki 1960	vertical	MSL determined during 1956	1960
Naming System	* 5117 Rikets höjdsystem 1970	vertical	MSL at Helsinki during 1960	1960
Prime Meridian	* 5118 Nivellement General de la France - Laitemarid	vertical	Adjustment is referenced to mean	1970
Supersession	* 5119 Nivellement General de la France - IGN69	vertical	Fixed number M as C-100 on the Ma	
Unit of Measure	* 5120 IGN75 Central	vertical	Fixed number M as C-100 on the Ma	1969
Version History	* 7301 EPSG alternative spelling	vertical	Major MMS only used for the former 1970	
	* 7301 EPSG alias		An alternative name assigned by EPSG	EPSG
	* 7302 EPSG abbreviation		An abbreviation assigned by EPSG	EPSG
	* 7303 User name		An alternative name assigned by user, not populated by EPSG	(User to insert)
	* 7304 User alias		A user-defined alternative name assigned by user, not populated by EPSG	(User to insert)
	* 7305 User abbreviation		An abbreviation assigned by user, not populated by EPSG	(User to insert)
	* 7306 POSC acronym		An abbreviation assigned by the Pétrolechemical Open Software Corporati	POSC
	* 7307 Eurogeographic identifier		A unique identifier used in the compilation of European national maps; EuroGeographics, Inc	EPSG
	* 7308 Croatia alternative identifier			EPSG
	* 7309 Slovenia alternative identifier			EPSG
	* 7310 US user id			EPSG
	* 7311 Academic Identifier			EPSG
	* 7312 Geographical Intelligence Agency			EPSG
	* 7313 US user id			EPSG
	* 7314 US user id			EPSG
	* 7315 US user id			EPSG
	* 7316 US user id			EPSG
	* 7317 US user id			EPSG
	* 7318 US user id			EPSG
	* 7319 US user id			EPSG
	* 7320 US user id			EPSG
	* 7321 US user id			EPSG
	* 7322 US user id			EPSG
	* 7323 US user id			EPSG
	* 7324 US user id			EPSG
	* 7325 US user id			EPSG
	* 7326 US user id			EPSG
	* 7327 US user id			EPSG
	* 7328 US user id			EPSG
	* 7329 US user id			EPSG
	* 7330 US user id			EPSG

Fig. 14. Diferentes tablas de la base de datos EPSG 6.11.

Mediante el empleo de estas bases de datos junto con las recomendaciones resultantes de la reunión de trabajo de la Comisión Europea JRC/Eurogeographics en el empleo de proyecciones cartográficas en Europa, se pretende conseguir una estandarización en el empleo de sistemas de coordenadas,



Fig. 15 Portada del documento resultante de la reunión del grupo de trabajo para unificar criterios. 2001.

8.3 RELACIÓN ENTRE SISTEMAS DE REFERENCIA.

Se denomina así a las transformaciones bidireccionales existentes entre los diferentes sistemas definidos por la EPSG. Esquemáticamente podría representarse tal y como se muestra en la imagen inferior.



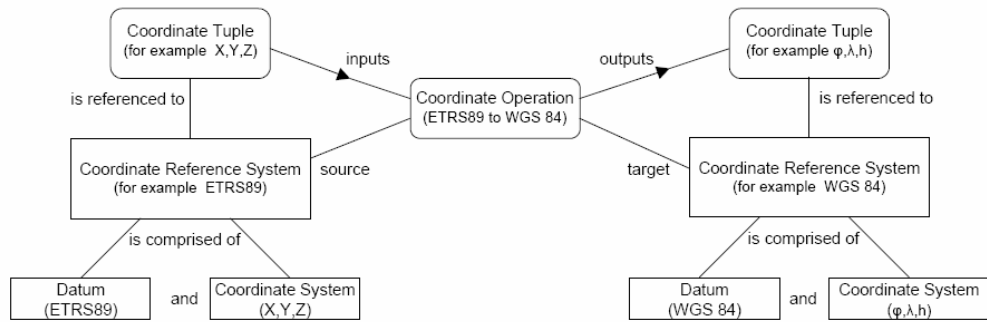


Fig. 16 Abstracción del modelo de transformación entre sistemas de referencia.

Las diferentes relaciones que se pueden plantear entre sistemas de referencia, además de los parámetros que entran en juego se muestran en el esquema inferior.

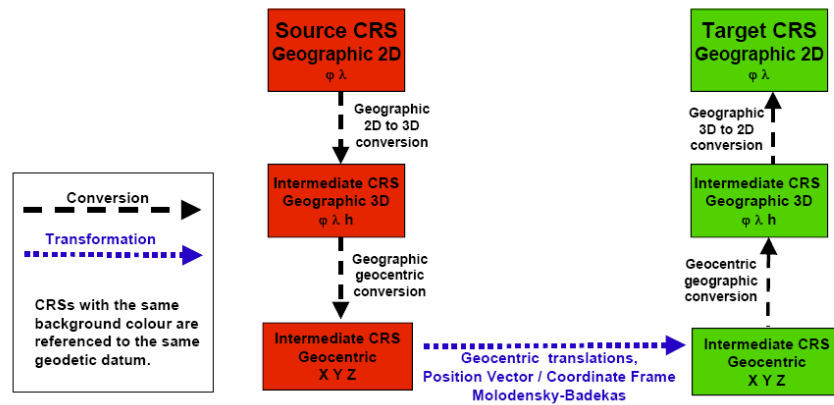


Fig. 17 Transformación entre sistemas geográficos mediante transformación de Helmert.

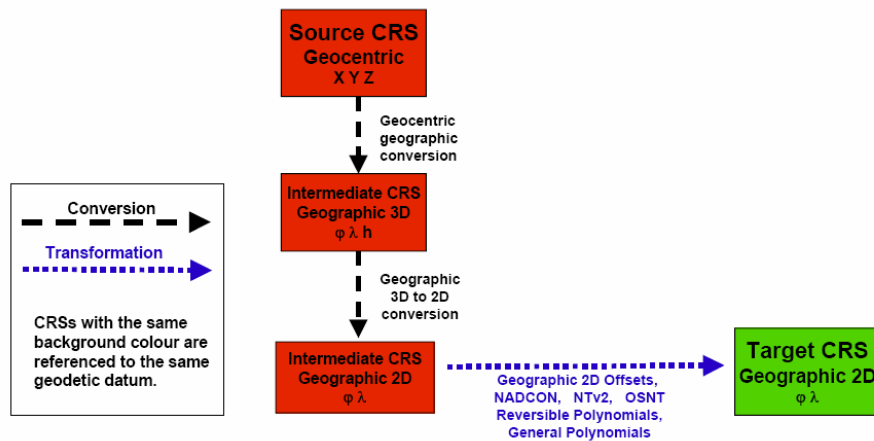


Fig. 18 Transformación entre sistemas geográficos mediante transformación polinomial de rejilla.

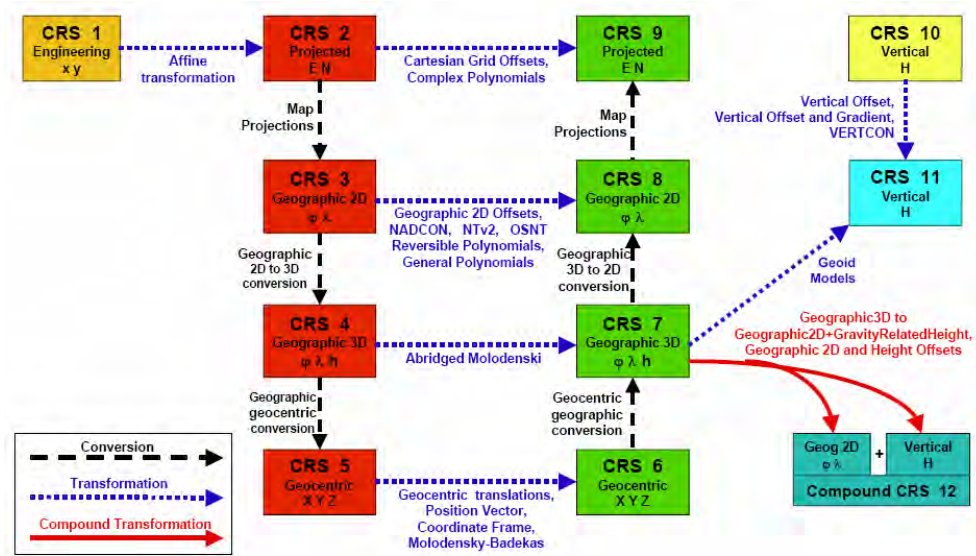


Fig. 19 Esquema desarrollado para transformación entre CRS.

Es posible realizar transformaciones indirectas mediante el empleo de un sistema intermedio que nos permita relacionar los sistemas de referencia con los que estamos trabajando. Esto solamente se empleará en los casos en los que no exista una relación directa catalogada.

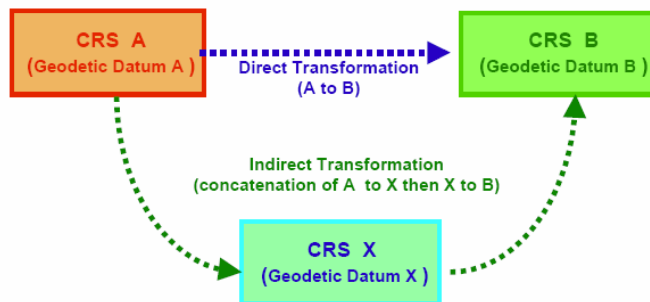


Fig. 20 Transformación indirecta entre sistemas de referencia.

8.4 EL PROBLEMA DE LA DETERMINACIÓN DE ALTITUDES.

Uno de los problemas que se ha de resolver mediante la geodesia es la determinación de altitudes de los puntos de la superficie terrestre. Esta altitud se define como: la distancia, en metros, desde la superficie del geoides hasta el punto considerado, medida sobre la vertical de dicho punto.

Tres son los métodos de nivelación principalmente utilizados:

- Nivelación barométrica.
- Nivelación geodésica o trigonométrica,
- Nivelación geométrica o de precisión.

Los dos primeros no aportan las precisiones necesarias requeridas por las grandes redes de nivelación de alta precisión.

En la XVII Conferencia de la Asociación Geodésica Internacional, celebrada en Hamburgo en el año 1.912, se fijaron límites a los errores admisibles en los trabajos de nivelación, acordándose clasificar en categoría de



Nivelación de Alta Precisión: toda línea o red de líneas niveladas dos veces en sentidos opuestos, en fechas distintas y cuyo error accidental por kilómetro fuese igual o inferior a:

$$e \leq 1\text{mm} * \sqrt{K} \quad (K \text{ núm. de km. de la línea})$$

El método utilizado para la nivelación de alta precisión (NAP) tiene su fundamento en el empleo de la nivelación geométrica o por alturas. Se obtiene estacionando un nivel de precisión en un punto medio M, de otros dos A y B cuyo desnivel queremos obtener. Colocándose en estos dos últimos miras especiales de invar, la diferencia de lecturas en las miras obtenida con el nivel, nos da directamente el desnivel buscado.

La necesidad de colocar el nivel en el punto medio del tramo cuyo desnivel queremos determinar se debe a que, de esta forma, se eliminan ciertos errores que de no hacerlo así, impedirían alcanzar la precisión indicada anteriormente.

Normalmente los itinerarios de nivel se realizan siguiendo carreteras, ferrocarriles, etc., por lo que esta exigencia del punto medio no resultará una dificultad práctica aunque limita la distancia de niveladas.

El equipo de nivelación de precisión está constituido por un nivel de precisión, generalmente automático o digital y dos miras de invar de precisión, bien graduadas métricamente, bien con código de barras y una serie de accesorios como: cinta metálica, niveles esféricos, plancha o placa de base, sombrilla etc. necesarios para establecer un buen método de trabajo que nos permita alcanzar las precisiones exigidas.

Las altitudes se obtienen por nivelación y están referidas a planos de comparación relativos. Para obtener altitudes absolutas hay que trasladar aquellas a un plano de comparación fijo, adaptándose para éste el nivel medio del mar en un punto, que en España es Alicante. La determinación de este nivel medio del mar se realiza con los aparatos denominados mareógrafos. La media de las alturas, obtenidas todos los días del año, durante al menos 18 años de observación, permite calcular la cota media de dicho punto referida al nivel medio del mar. En definitiva, el DATUM altimétrico.

Uno de los problemas básicos con los que nos encontramos es la necesidad del empleo de dos superficies de referencia básicas: el elipsoide y el geoide.

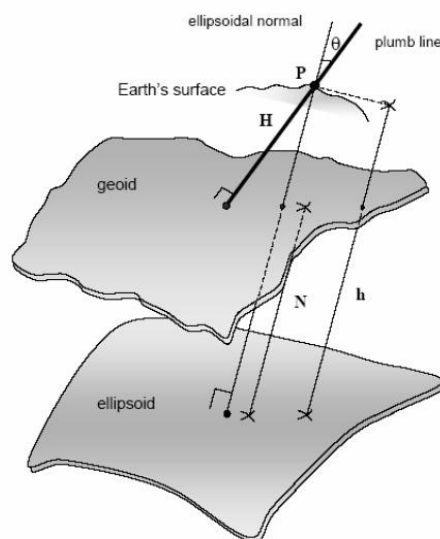


Fig. 21 Diferencias entre geoide y elipsoide.

Un elipsoide de revolución es una aproximación matemática de la superficie de la tierra. Esta superficie se forma eligiendo una elipse del tamaño apropiado y rotándola alrededor de su eje menor. El elipsoide es una superficie matemática que ha sido subdividida mediante meridianos y paralelos para formar un sistema coordenado. Las distancias y acimut se pueden calcular sobre este elipsoide con precisión milimétrica y

diezmilésimas de segundo. Debe tenerse en cuenta que existe diferencia entre los elipsoides locales (no-geocéntricos) y los elipsoides globales (geocéntricos). Se utilizan diferentes elipsoides locales ya que se ajustan mejor que los globales a una porción particular de la superficie de la tierra. El actual Sistema Geodésico de Referencia de 1.980 (GRS-80) aproxima su superficie un ajuste promediado del geoide.

El geoide se define físicamente y es la superficie que se usa para representar la forma actual de la tierra. Dibujos del geoide muestran que se trata de una superficie ondulada con lomas y valles similares a un modelo topográfico.

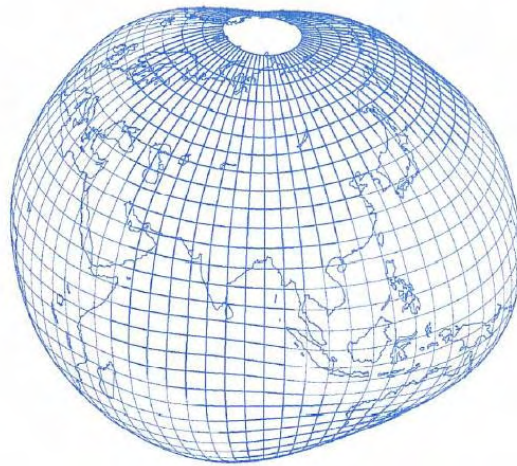


Fig. 22 Representación isométrica del geoide.

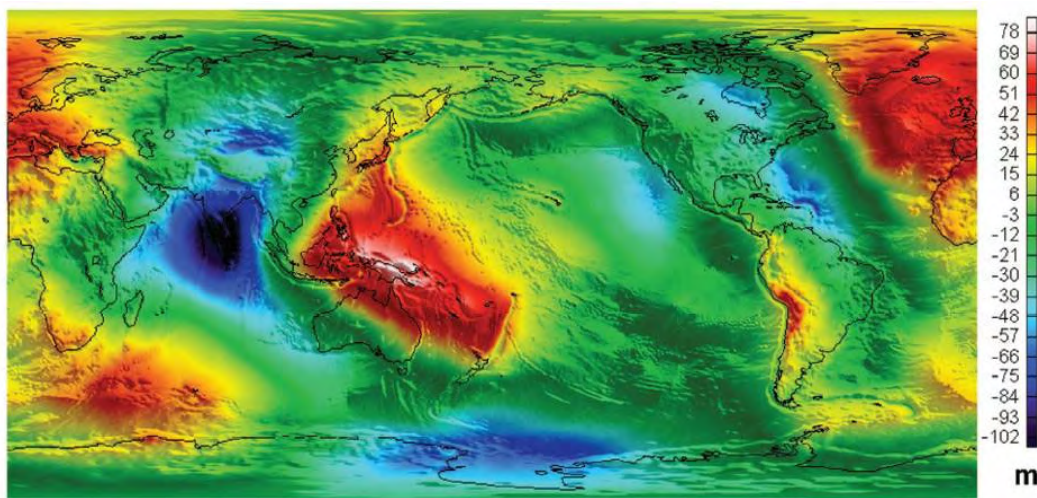


Fig. 23 Ejemplo de modelo de geoide global EGM96.

El centro del geoide coincide con el centro verdadero de la tierra y su superficie es una superficie equipotencial. El geoide puede visualizarse imaginando que la tierra estuviese completamente cubierta por agua, esta superficie de agua sería una superficie equipotencial ya que el agua fluiría para compensar cualquier diferencia de altura que existiese. En la actualidad el nivel del mar difiere ligeramente de una verdadera superficie equipotencial debido a las ondulaciones formadas por las diferentes temperaturas, corrientes oceánicas, etc. El geoide es la superficie elegida para los datum de nivelación. A causa de esta elección el datum es a menudo referido al datum del nivel del mar. Esto no quiere decir, sin embargo, que la elevación cero coincida con el nivel medio del mar a lo largo la costa. De hecho, existen diferencias de cerca de un metro entre la elevación cero y el

nivel medio del mar en algún punto. El nivel medio del mar en un punto dado de la costa está afectado por muchos factores que hacen que el nivel medio del mar a lo largo de la costa no forme una superficie equipotencial.

La superficie del geode es muy irregular y es prácticamente imposible realizar un modelo matemático exacto para el geode. Una buena aproximación del geode ha sido llevada a cabo utilizando armónicos esféricos.

Estas dos superficies implican determinados conceptos como la desviación de la vertical

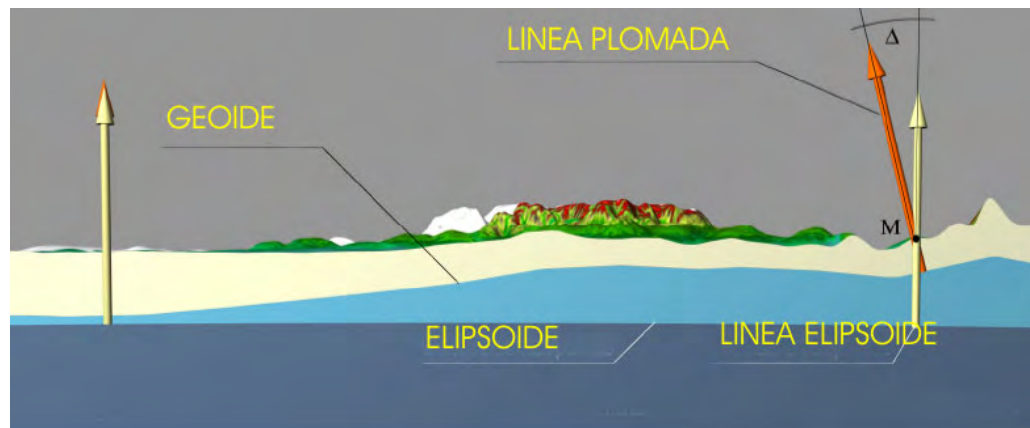


Fig. 24 Diferentes superficies de referencia.

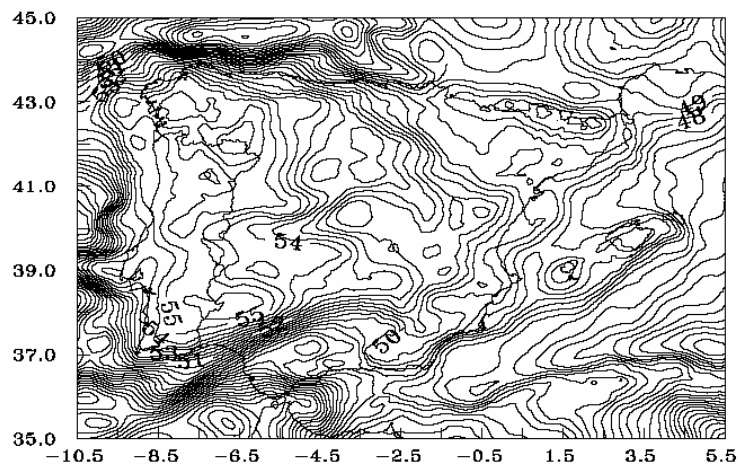


Fig. 25 Modelo de geode peninsular. Intervalo de curvas. 0.5 metros.

8.5 REDES EUROPEAS OFICIALES.

8.5.1 EPN EUREF PERMANENT NETWORK.

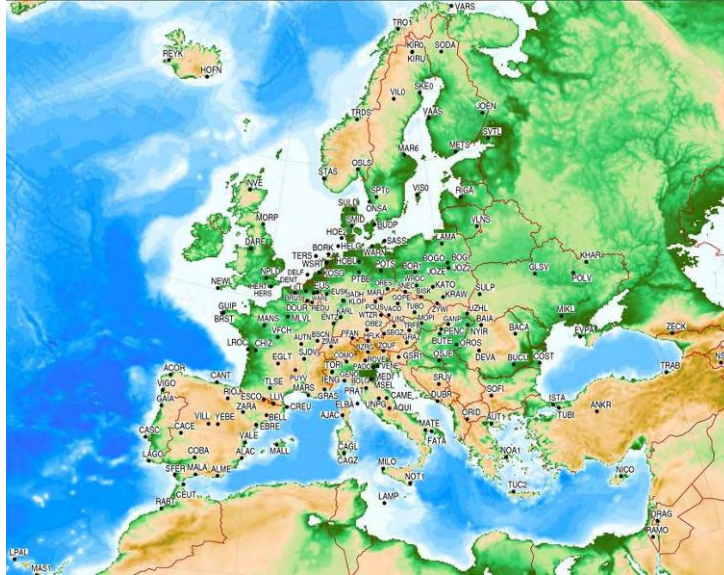


Fig. 26 Red de estaciones permanentes GPS EUREF.

8.5.2 EVRS EUROPEAN VERTICAL REFERENCE SYSTEM

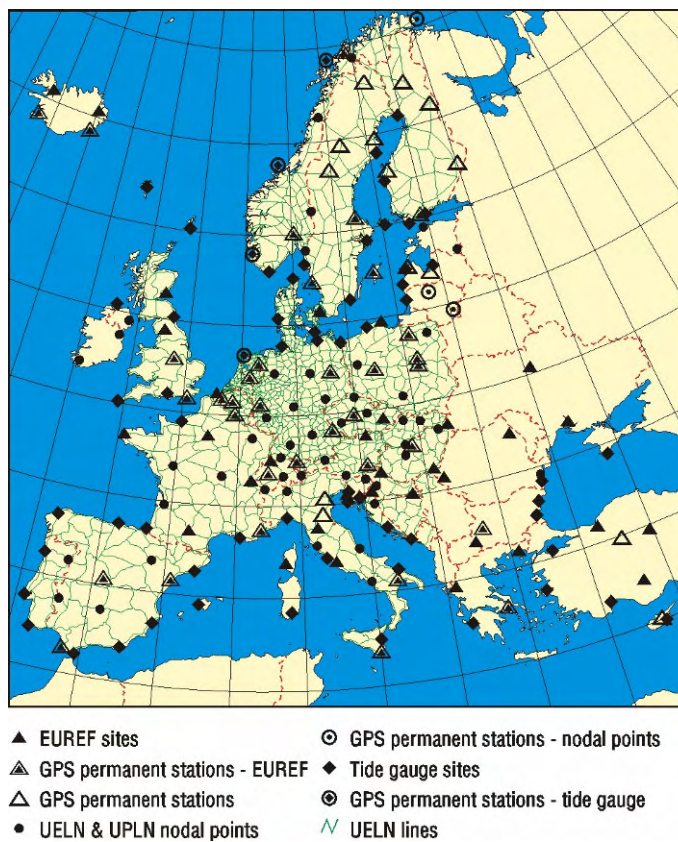


Fig. 27 Red europea de nivelación.

8.6 REDES NACIONALES OFICIALES EXISTENTES EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS.

En este apartado, se pretende mostrar el estado de las redes geodésicas en la comunidad autónoma de Asturias a comienzos del año 2004. Existen diferentes redes de carácter oficial, pertenecientes a distintos organismos públicos, lo que provoca una serie de problemas al usuario de dichas redes cuando a la hora de intentar enlazar unas con otras se encuentra que estas adolecen de una serie de anomalías provocadas por la falta de trazabilidad y ajuste conjunto de estas.

Por este motivo el CCATPA ha considerado como único dato de partida válido (con total garantía en lo referente a las precisiones indicadas por el organismo encargado de su gestión) en redes planimétricas la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (REGENTE) y en redes altimétricas la Red de Nivelación de alta Precisión NAP.

Todas las redes autonómicas de orden inferior (**ver tabla correspondiente**) deberán estar enlazadas con estas dos redes nacionales (REGENTE y REDNAP) o con redes autonómicas del mismo orden que la red que se pretende implantar.

Sin embargo, dado que existen otras redes de carácter oficial, pero las cuales no están enlazadas con redes apoyadas en el nuevo marco de referencia europeo ETRS89, se recomienda al organismo encargado de la densificación o nueva implantación de una red geodésica, tener en cuenta redes como la ROI o redes locales de la Gerencia Territorial del catastro, con el objeto de reobservar estas señales y enlazarlas al nuevo marco de referencia europeo.

8.6.1 REDES NACIONALES CON ED50 COMO SISTEMA DE REFERENCIA.

8.6.1.1 ROI (IGN).

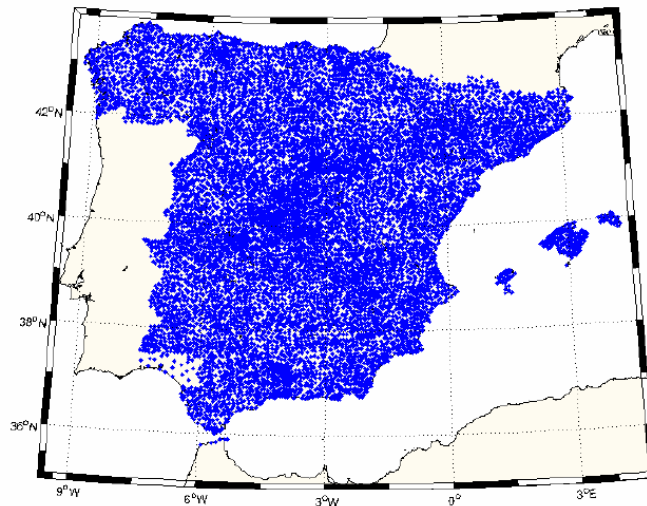


Fig. 28 Red Geodésica Nacional sobre ED50.

Las condiciones que satisfacen los vértices son:

- Red que cubre todo el territorio asturiano con una malla continua de triángulos, a la que pertenecen todos los vértices de la red de primer orden.
- La longitud de sus lados queda comprendida como límites máximos entre 3 y 12 kilómetros.
- La red de orden inferior fue observada angularmente con teodolito de 1cc por el método de vueltas de horizonte. El sistema de referencia geodésico asociado es ED50

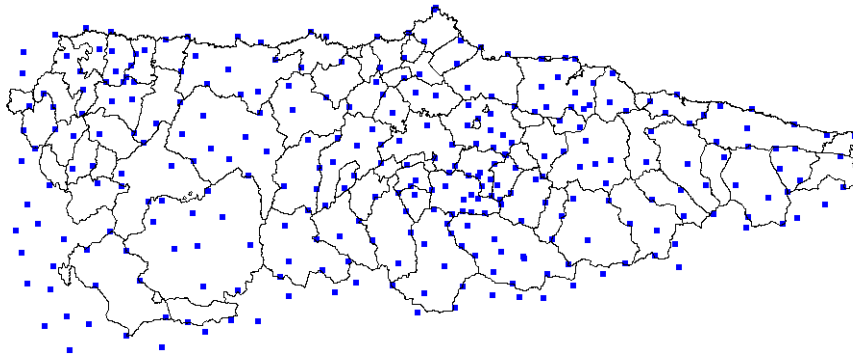


Fig. 29 Distribución de los vértices de la ROI en el Principado de Asturias.

Debido a que la metodología e instrumental empleado en la actualidad, proporciona unas precisiones mayores que las proporcionadas por esta red, este manual solamente contempla su empleo única y exclusivamente para su reobservación y asignación de coordenadas cartesianas tridimensionales sobre el nuevo sistema de referencia europeo ETRS89.

8.6.1.2 REDES DE LA GERENCIA TERRITORIAL DEL CATASTRO (MINHAC).

Estas redes forman el marco de referencia empleado por la Gerencia Territorial del Catastro a la hora de desarrollar sus diferentes productos cartográficos. El problema del que adolecen dichas redes, es la falta de homogeneidad en la calidad. En algunos casos estas redes tienen una calidad excepcional, mientras que en otros su precisión no es acorde a las tolerancias requeridas por las diferentes cartografías. Esta falta de homogeneidad depende de la metodología y rigurosidad empleada por la empresa encargada de su desarrollo.

Al no poder diferenciar a priori que redes son útiles o cuales han de desecharse, en este manual se recomienda, que se reobserven todos aquellos vértices de dichas redes que se encuentren dentro del ámbito del concejo correspondiente. Esto nos va a permitir realizar un estudio comparativo de las dos soluciones disponibles, y calcular unos parámetros de transformación en el caso de necesitar transformar la cartografía catastral al nuevo marco de referencia ETRS89.

En ningún caso se emplearán las coordenadas oficiales para ligar nuestra solución sobre el marco de referencia.

8.6.2 REDES NACIONALES TRIDIMENSIONALES CON ETRS89 COMO SISTEMA DE REFERENCIA.

8.6.2.1 ANTECEDENTES.

En el año 1954, reconociendo las necesidades de unificar las diferentes redes geodésicas europeas y de analizar las precisiones inherentes a la compensación ED50 llevada a cabo por el Army Map Service (AMS) de los Estados Unidos, la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) constituyó la Subcomisión RETrig. Portugal y España (formando el Bloque E+P), tomaron parte en los trabajos de esta Subcomisión desde sus comienzos, lo que permitió integrar sus respectivas redes de Primer Orden en el entonces denominado Datum Europeo, que, a lo largo de los años, conoció varias versiones mejoradas (ED50, ED77, ED79, ED87).

La aparición de las nuevas tecnologías espaciales, tales como Interferometría de Muy Larga Base [VLBI], Distanciometría Láser sobre Satélite [SLR] y Sistema de Posicionamiento Global [GPS], hicieron posible el establecimiento de una Red Geodésica Global, constituida por entonces por unas 160 estaciones pertenecientes al International Earth Rotation Service [IERS]. Esta Red, cuya precisión se encuentra en el orden de muy pocos centímetros, materializa con sus coordenadas y velocidades de campo el denominado International Terrestrial Reference Frame [ITRF].

Treinta y seis de estas estaciones se encontraban ubicadas en Europa, habiendo decidido por la Subcomisión EUREF (sucesora de RETrig desde 1987) que las coordenadas de las mismas para la época 1989.0 definieran el European Terrestrial Reference Frame 1989 [ETRF89], auténtica red geodésica de orden cero sobre la que deberían apoyarse todos los trabajos geodésicos de los países europeos, a fin de conseguir una perfecta homogeneidad en las coordenadas de las estaciones. Diversas campañas geodésicas fueron realizadas en Europa con la finalidad de densificar ETRF89. Destaca entre ellas la llevada a cabo en 1989, en una estrecha cooperación entre los países europeos. Esta operación, designada como Campaña GPS EUREF89, permitió el estacionamiento simultáneo durante dos semanas alternativas de 80 receptores GPS.

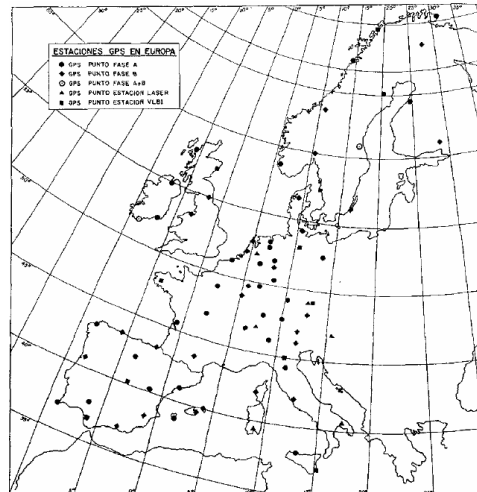


Fig. 30 Campaña de observación del año 1989.

Trece de estas estaciones se encontraban en la Península Ibérica, incluyendo entre ellas la estación MADRID/ROBLEDO [ITRF,105]. En la Península, las observaciones se realizaron sobre la escasa constelación de satélites NAVSTAR existente con la más moderna tecnología de aquella época, es decir, receptores TRIMBLE 4000 SLD (doble frecuencia, cuadratura de L2) en todas las estaciones peninsulares.

Los resultados finales obtenidos para EUREF89 fueron hechos públicos en 1992 por el Dr. Gurtner (AIUB), estableciéndose una serie de consideraciones sobre la precisión real de la red obtenida. Entre las finalidades perseguidas por la red EUREF89, pueden destacarse:

- Constitución de un referencial básico para el establecimiento de redes geodésicas nacionales, homogéneas con las del resto de Europa, con características verdaderamente tridimensionales,
- Realización del cálculo de parámetros de transformación entre los sistemas geodésicos nacionales y ETRF89/EUREF89 y WG584, cuya utilización aumenta de modo sorprendente.

Con posterioridad a esta campaña fundamental, otros países han realizado campañas GPS similares a EUREF89 con el fin de incorporarse a ETRF89. Además, otros países como Alemania, Luxemburgo, Francia, ya pertenecientes a EUREF89, fueron densificado esta red y corrigiendo algunos de los defectos que la afectaban.

Ante la necesidad de establecer en la Península Ibérica una Red Geodésica Tridimensional de Orden Cero, sustitutiva de la deficiente Red EUREF89, el Instituto Geográfico Nacional (IGNE) y el Instituto Portugués de Cartografía e Cadastro (IPCC) decidieron llevar a cabo el Proyecto IBERIA95, basado en el establecimiento y observación simultánea de 37 estaciones GPS (27 en España y 10 en Portugal) y de las estaciones fiduciarias europeas (IERS/IGS) que se consideraron necesarias en el momento del cálculo. La campaña de observación tuvo lugar desde el 8 al 12 (ambos incluidos) de mayo de 1995, durante cinco días, doce horas cada día.

Como consecuencia de las deficiencias ya apuntadas (escasa constelación, mala configuración geométrica orbital, elevado nivel de ruido en los receptores, etc.), los resultados finales de EUREF89 no pudieron calificarse de excelentes, y las estaciones situadas al Oeste y Sudoeste de Europa, en especial las de Portugal y España, quedaron establecidas con un grado de precisión ligeramente inferior al del resto de la red. Esta realidad quedo

comprobada en diversas campañas GPS posteriores realizadas por ambos países, aisladamente y en conjunto (GEOBASE91, TANGO2, EUROGAUGE, MAGIES).

Con el objetivo de solucionar el problema de la precisión y de acuerdo con las Recomendaciones de la Subcomisión EUREF, se proyectó establecer en la Península Ibérica una red geodésica tridimensional de alta precisión, IBERIA95, ligada a la red EUREF89 y al ETRFS9, íntimamente enlazado con el ITRF. Esta Red IBERIA95 sería observada con técnicas GPS, quedando constituida por 36 estaciones (9 portuguesas y 27 españolas), homogéneamente repartidas por la península.

La elección de los vértices geodésicos a integrar en esta red obedecía a diferentes criterios, entre ellos:

- Mínima distancia entre puntos adyacentes, compatible con el número de estaciones posibles.
- Monumentación estable y perdurable.
- Eliminación de errores de centrado mediante centrado forzado.
- Los vértices debían disponer de nivelación geométrica o encontrarse ubicados en lugares donde fuera posible la atribución de altitud ortométrica de alta precisión. Esta altitud precisa debería encontrarse disponible cuando finalizasen los cálculos de IBERIA95, a fin de utilizarla para el escalamiento del geode ibérico.
- En las proximidades de la estación no deberían existir antenas emisoras que generasen interferencias ni obstáculos que pudieran producir trayectorias múltiples.
- Las estaciones debían ser fácilmente accesibles.

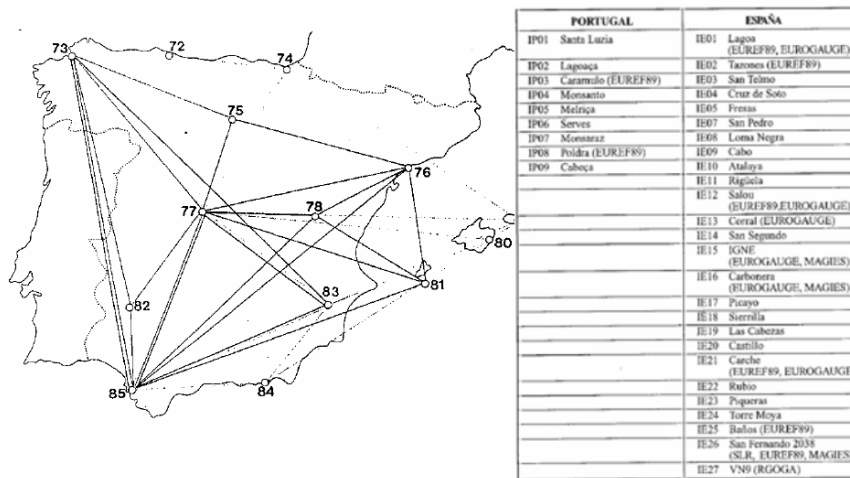


Fig. 31 Configuración de IBERIA 95.

La observación de la Red se llevó a cabo durante la semana del 8 al 12 de mayo de 1995, de acuerdo con las siguientes normas:

- Simultaneidad de las observaciones en todas las estaciones durante 5 días consecutivos.
- En cada día se realizó una sesión de 12 horas, desde las 08.00 a las 20.00 UTC. Lamentablemente y por razones presupuestarias, no pudo extenderse el período de observación a 24 horas, como sería conveniente.
- Intervalo de registro de 30 segundos.
- Máscara de observación de 15°.
- En todas las estaciones, los receptores que se utilizaron fueron TRIMBLE 4000 SSE.
- En cada estación se procedió a la toma de datos meteorológicos (presión atmosférica, temperaturas seca y húmeda) con una frecuencia horaria.



- Para cada estación, se cumplimentaron diariamente los estadillos (hojas de campo) redactados al efecto, en los que constan todos los datos relativos a la observación, tales como altura de antena, registros meteorológicos, horas de comienzo y final, incidencias, etc.

En el cálculo se prestó igualmente especial atención:

- El cálculo se realizó simultáneamente por dos Centros de Cálculo, uno en el IPCC y otro en el IGN, realizándose al efecto periódicas reuniones para discusión de resultados preliminares y adopción de la definitiva estrategia de cálculo.
- Cada Centro llevo a cabo el preprocesamiento de las observaciones de su país y suministro al otro los ficheros en formato RINEX.
- El software a utilizar debía garantizar la mayor precisión posible y, consecuentemente, permitir el tratamiento de Efemérides Precisas. Siendo el software Bernese casi un estándar en operaciones de este tipo, se acordó que la solución final se obtuviera a través de este software, mediante su adquisición urgente por los dos Centros de Cálculo.
- La Solución Final se adoptaría por acuerdo entre los dos países.

Un tema de gran trascendencia era el establecimiento de una adecuada estrategia de cálculo que permitiera aprovechar totalmente la calidad de los datos recogidos. Basándose en las campañas europeas, la citada estrategia de cálculo podría resumirse en:

- Utilización de órbitas procedentes de Combinación Orbital Final IGS, incluyendo los parámetros de rotación terrestres asociados con ellas.
- Elección de las más adecuadas estaciones fiduciarias (EF) del IERS con el criterio de las más próximas y bien distribuidas, tales como MASPALOMAS, MADRID, KOOTWIJK o IERSTMONCEUX, WETTZELL y MATERA.
- Utilización para las EF de coordenadas referidas al marco de referencia de las órbitas, ITR93 para IBERIA95, rotadas a la época de observación 1995.24 utilizando las velocidades dadas en ITRF93.
- Cálculo de un conjunto de coordenadas con el software Bernese en la época 1995.24.
- Transformación de estas coordenadas a las relativas a ETRS89 con los parámetros oficiales.

Esta red, forma parte de las Redes Continentales Fundamentales sin campos de velocidades, con $\sigma < 1$ cm., pero garantizada solo en una época específica, en sitios donde los campos de velocidades no estén definidos.



Fig. 32 IBERIA95

8.6.2.2 REGENTE (IGN).

Con el fin de establecer una cartografía europea unificada, el IGN decidió establecer el Proyecto REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales) a partir de IBERIA95, consistente en una densa red GPS de alta precisión con estaciones coincidentes con vértices de ROI y con clavos de las líneas de nivelación de alta precisión (NAP). La densidad media quedó fijada en una estación por cada 300 km², o un punto por cada hoja del MTN 1/50.000.

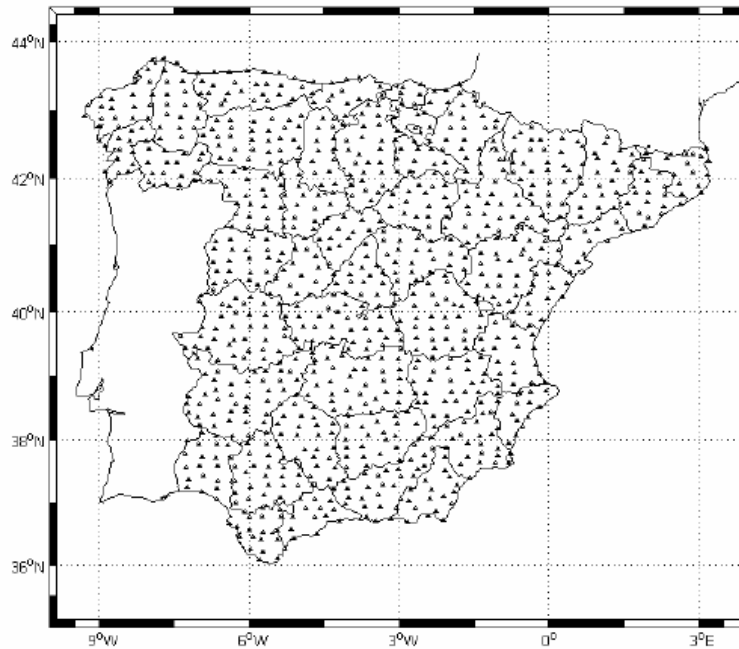


Fig. 33 Red REGENTE en la península.

El proyecto REGENTE tiene por objetivos:

- La materialización, observación y cálculo de coordenadas para toda España, de una red que defina una red tridimensional de primer orden, con precisión absoluta en igual o mejor que 5 cm.
- Obtener una transformación precisa entre ED50 y ETRS89.
- Facilitar los datos para la obtención o depuración de un geoide de precisión. La observación de la red se apoya con observaciones gravimétricas y observación GPS sobre clavos de nivelación.
- Facilitar el acceso de los usuarios a una red tridimensional de alta precisión, de modo que cualquier vector de observación de enlace con esta red se encuentre dentro de un círculo de radio máximo de 15 Km. con centro en un vértice REGENTE.

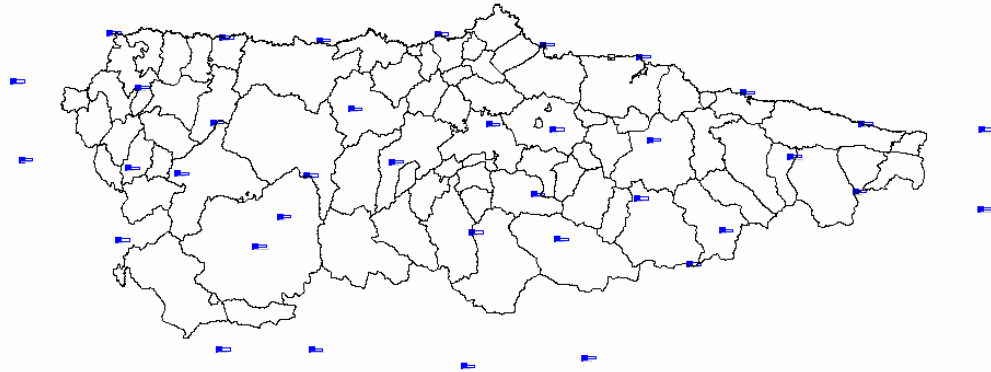


Fig. 34 Distribución de los vértices de la Red REGENTE empleados por el CCATPA.

Los vértices cumplen las siguientes especificaciones:

- Pertenecer a la red geodésica nacional, o ser una estación VLBI o SLR
- Reunir características comunes a una estación GPS (fácil acceso con vehículo, horizonte despejado por encima de liguados, y alejamiento de elementos que puedan causar multirayectoria o interferencias).
- Dado que REGENTE constituye una red geodésica tridimensional con altitudes elipsoidales referidas al elipsoide GRS80, debe estar enlazada a la Red geodésica nacional ED50 cuyas altitudes son ortométricas.
- Más del 10% de los vértices se enlazan con la red de nivelación.

Siempre que reúnan estas características han sido incluidos en REGENTE los puntos Laplace y las estaciones de segundo orden pertenecientes a la red geodésica nacional. Los vértices IBERIA95 y BALEAR98 también pertenecen a la red REGENTE, por ser su red de soporte.

El método utilizado para su observación consiste en el estacionamiento simultáneo en bloques de nueve vértices con nueve receptores de doble frecuencia y dos estaciones monofrecuencia en sendos clavos de nivelación cercanos a uno de los vértices del bloque. La observación se realiza en dos sesiones de cuatro horas, separadas cada una de ellas dos horas de forma que al comienzo de cada sesión se observa la constelación opuesta a la anterior.

8.6.2.3 RED DE ESTACIONES PERMANENTES GPS DE REFERENCIA DEL IGN (ERGPS).

La red de estaciones permanentes del IGN, denominada ERGPS, se encuadra dentro de la jerarquía de Redes Geodésicas del grupo de trabajo VIII CERCO, actualmente EUREOGEOGRAPHICS como Clase A, lo que implica un conjunto de puntos integrados en el ITRF con campos de velocidades y <1 cm. en ETRS (1 sigma) e independiente de la época.

Los objetivos de ERGPS son: la integración de datos geodésicos globalmente, obtener coordenadas de precisión y campos de velocidad en una red de Estaciones Permanentes GPS que sistemáticamente cubra todo el territorio nacional, la contribución a la definición de los Sistemas de Referencia Globales (ITRFxx) en España y proporcionar públicamente a los usuarios de GPS, datos para aplicaciones cartográficas, topográficas, trabajos geodésicos, y posicionamiento en general.



EPGPS Almería (ALME).



EPGPS de Alicante (ALAC).



EPGPS de Yebe (YEBE).

Fig. 35 Ejemplo de estaciones de referencia GPS permanentes del Instituto Geográfico Nacional.

Otros objetivos de ERGPS serían:

- Proporcionar registros continuos de datos GPS para aplicaciones neodinámicas (AMIGO, estrecho etc.), estudios de observación del nivel medio del mar, estado de la ionosfera en tiempo real, troposfera (cont. vapor agua), etc.
- Contribuir a la Red de Estaciones Permanentes GPS de EUREF, y por tanto a la formación de su Marco de Referencia (European Reference Frame) en la Península.
- Servir de soporte a la red nacional DGPS, como el proyecto RECORD.

El IGN, dentro de sus compromisos internacionales con IGS, EUREF etc. Es Centro Local de Análisis de EUREF. A partir de la primera semana de septiembre de 2001 y después de las pruebas realizadas al incluir nuestra solución en la solución final europea combinada con resultados satisfactorios, la Subdirección General de Geodesia y Geofísica del IGN pasa a ser un Centro de Análisis de EUREF, con acrónimo IGE, procesando una red ibérica que por el momento contempla un total de 28 estaciones permanentes. El proceso de cálculo se lleva a cabo con Bernese Processing Engine BPE 4.2, en un procedimiento completamente automatizado. Los resultados se proporcionan en formato SINEX y SUM + 7 ficheros de los ZPD's enviándose al BKG para solución semanal combinada.

Se estiman las series de coordenadas en una Sub-Red Ibérica procesando de manera automática de forma semanal los datos con software BERNESE ver. 4.2 (BPE), de acuerdo las siguientes especificaciones:

- Filtrado de datos a 180 seg.
- Estimación de parámetros troposféricos cada hora.
- Resolución de ambigüedades con el algoritmo QIF (Quasi Ionosphere Free).
- Soluciones diarias y combinación de ecuaciones normales para obtener un resultado semanal: ficheros SINEX.
- Soluciones en ITRFxx (época de observación) y paso posterior a ETRS89.
- Solución constreñida a Yebe, estación "core" de ERGPS.

El equipamiento de estas estaciones sigue las especificaciones IGS, en cuanto a receptores: Portadoras de doble frecuencia L1/L2 con recuperación completa del código y fase en L2 con posibilidades de RTCM y RTK. Las antenas son de tipo "choke rings" con elemento Dorne-Margolin. Para las estaciones localizadas en la costa se utilizan cubiertas de antena (radomos) debidamente calibrados. El equipamiento informático tiene como base un

PC para almacenamiento más un software de descarga, transmisión de los datos, manipulación remota, "batches" de procesos en el tiempo etc. Una unidad UPS, un MODEM y router que permite tanto el acceso telefónico como a través de Internet.



Fig. 36. Red de Estaciones IGN.

8.6.3 RED NACIONAL DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN (IGN).

La última campaña de reconocimiento del estado de la red de Nivelación de Alta Precisión NAP, llevada a cabo en el año 1992 por parte del IGN, reveló el lamentable estado de conservación de la misma, con más del 50% de las señales deterioradas o desaparecidas. Estas dos circunstancias, la competencia legal de este organismo, junto con el estado de deterioro de la red, unidas al hecho de que tanto el archipiélago canario como el balear carecían, casi por completo, de red NAP, indujo al personal responsable del Área de Geodesia del IGN. a plantear la necesidad de llevar a cabo en el plazo más breve posible la reconstrucción y posterior observación de la red de nivelación. Es en el año 2001, con el proyecto REGENTE a punto de ser finalizado cuando ha sido posible poner en marcha el "Proyecto de Establecimiento de la Nueva Red Española de Nivelación de Alta Precisión REDNAP". El proyecto REDNAP (Red Española de Nivelación de Alta Precisión) cuya ejecución comenzó en 2001 y abarcará hasta el año 2007, cubriendo todo el territorio peninsular español e islas Baleares. Esta red enlaza por el Norte con la red pirenaica, progresando los trabajos a partir de esta última hacia el Sur y hacia el Oeste a razón de entre 2400 y 2500 kilómetros por año. En conjunto, en 2008 España contará con una nueva red que cubrirá todo el territorio peninsular y las islas con un total de unos 17.500 kilómetros de líneas NAP. Toda la red discurre a lo largo de carreteras, autopistas y autovías.

La red NAP existente en 1992 presentaba una cierta heterogeneidad. Existía un primer grupo de líneas NAP, incluidas en el bloque de compensación de la red europea UELN1973, que fueron observadas entre los años 1925 y 1972, este grupo es denominado "Red Antigua", Red UELN ó Bloque. A partir de 1975 el IGN inició una nueva observación de la red NAP, que hasta el año 1988 cubrió el Sureste peninsular, la zona Centro, Galicia y la isla de Tenerife. Las nuevas líneas observadas discurren, en parte, siguiendo la misma traza que la "Red Antigua" y en su conjunto suponen una importante densificación de la red. Las líneas establecidas entre 1975 y 1988 son denominadas "Líneas Nuevas", discuriendo todas ellas a lo largo de carreteras, autovías o autopistas, a diferencia de la "Red Antigua" que combina carretera con ferrocarril. Una número elevado de las líneas nuevas, aproximadamente la mitad, tiene apoyo gravimétrico, en las restantes solo se observaron los desniveles geométricos.



Fig. 37 Red Peninsular de Nivelación RNAP98 y Red de Nivelación Canaria.

Con los datos procedentes de la observación de la "Red Antigua", el Servicio de Geodesia del IGN. realizó en 1998 una compensación de todo el bloque "europeo" en geopotenciales "españoles" (Datum Alicante) y sobre esta compensación se ajustaron posteriormente los desniveles geopotenciales, o geométricos, correspondientes a las "Líneas Nuevas", obteniendo altitudes de las señales de toda la red NAP referidas, todas ellas, al marco de referencia basado en el nivel medio del mar en Alicante, época 1870-1872. Esta compensación ha sido denominada RNAP98.

A partir del año 2001 se inician los trabajos de observación de la nueva red de nivelación REDNAP, mediante una metodología de trabajo determinada. Para cada zona, previamente a los trabajos de campo, se proyecta el trazado de las nuevas líneas a lo largo de la red de carreteras, procurando informarse previamente acerca del estado de las mismas, obras futuras, densidad de tráfico, etc., se definen los nodos (puntos de corte de tres o más líneas) y se numeran las líneas resultantes. Como norma general, se proyectan polígonos con perímetro inferior a 500 kilómetros y el periodo de tiempo transcurrido entre la observación de la primera línea de un polígono y la última, no debe ser superior a dos años. El trabajo de campo se divide en varias fases: reconocimiento y señalización, observación GPS y gravimétrica y finalmente nivelación geométrica. De estas tres fases, las dos primeras son ejecutadas directamente por personal propio del IGN y la tercera se contrata con empresas privadas.

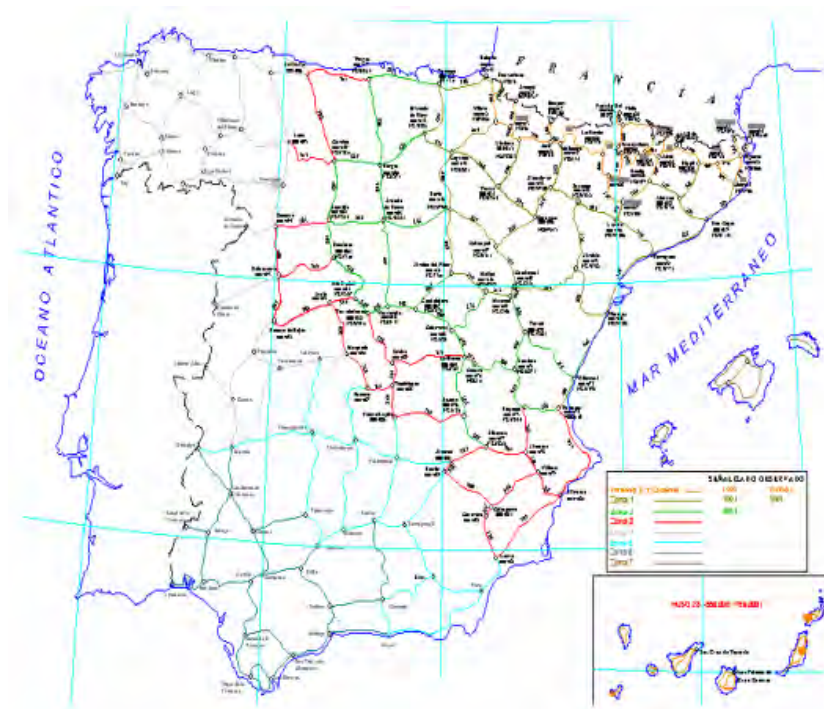


Fig. 38. Proyecto REDNAP 2001-2007.

En la fase de reconocimiento y señalización se selecciona, sobre el terreno, el lugar donde se va a establecer cada señal (obra de fábrica, edificación o roca nativa) y se incrusta en dicho punto un clavo metálico recibido con un cemento especial. Estas señales distan entre sí un kilómetro, en zona llana u ondulada, o bien 800 metros en puertos de montaña. Cada cinco de estas señales se establece un grupo de dos señales principales. De cada señal se realiza una fotografía, un croquis de situación y una reseña literal que son incorporados posteriormente a la Base de Datos de Nivelación. Si el trazado nuevo coincide, o se corta, con alguno de las líneas anteriormente observadas RNAP98, los clavos de dicha línea que sean recuperados son incorporados a la línea que se está realizando con objeto de disponer del máximo de puntos comunes a RNAP98 y a REDNAP.



Fig. 39 Señalización de la nueva REDNAP.

Al año siguiente al de señalización de una zona determinada, el IGN realiza las observaciones gravimétricas y GPS, para obtener el valor de la gravedad y las coordenadas ETRS89 de las señales. Ambas observaciones se realizan simultáneamente. La observación GPS se realiza por el método "estático-rápido" e incluye la ocupación simultánea de vértices REGENTE y clavos de nivelación. La distancia máxima entre vértice y clavo no debe ser mayor de 20 kilómetros.

Para las observaciones de la nivelación geométrica, se realiza una contratación externa. Las empresas contratadas realizan, a lo largo del año y bajo la supervisión del personal del IGN, la nivelación geométrica de las líneas de la zona, de acuerdo con las prescripciones técnicas fijadas en los contratos y que se corresponden con las normas en vigor en el IGN para trabajos de nivelación de alta precisión. Una vez recibidos y revisados por el IGN los datos de campo, se procede al cálculo de las coordenadas ETRS89, del valor de la gravedad y de los desniveles geopotenciales entre señales como preparación al posterior proceso de compensación general.

Para el año 2008, España podrá disponer, en todo su ámbito territorial, de una nueva red de nivelación de alta precisión, con menos de diez años de antigüedad, y con una densidad y calidad suficientes para poder servir de marco de referencia a otras redes regionales, provinciales o locales de mas reducida amplitud territorial. Como una infraestructura básica, al igual que la red geodésica, la nueva red de nivelación pretende ser el soporte de alta calidad de los diversos proyectos técnicos que se llevan a cabo en las distintas ramas de la actividad económica (carreteras y autovías, ferrocarril de alta velocidad, regadíos, trasvases, planes de urbanismo, ordenación del territorio, etc.). La nueva red de nivelación mejorará las bases para llevar a cabo importantes proyectos científicos con inmediatas aplicaciones prácticas (obtención de un geoide de precisión, estudios de movimientos de la corteza terrestre, etc.).

8.6.3.1 ESTADO DE LAS LINEAS REDNAP EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ASTURIAS

En este apartado, se pretende mostrar el estado actual de las redes de nivelación la comunidad autónoma de Asturias a comienzos del año 2005. Esta red va a definir el marco de referencia vertical dentro de la estructura jerárquica de redes geodésicas en Asturias.

Como se puede apreciar esta red no es lo suficientemente densa como para ofrecer al usuario un marco de referencia estable y ágil en el que apoyarse para la ejecución de cualquier tipo de trabajo cartográfico o geodésico.

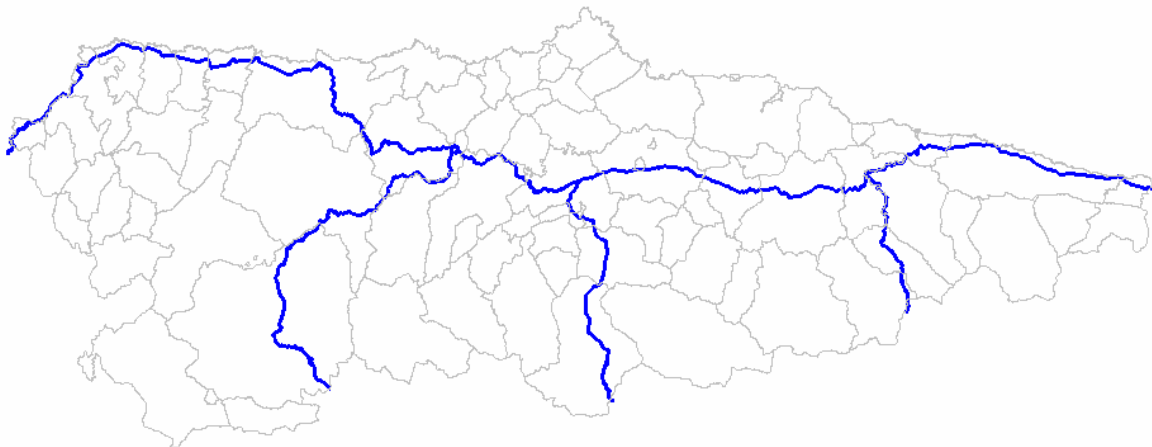


Fig. 40 Red de Nivelación de Alta Precisión. IGN.

Esta red será el marco de referencia vertical sobre el que se apoye la infraestructura geodésica altimétrica del Principado de Asturias. Todas las redes altimétricas autonómicas de orden inferior deberán estar enlazadas con esta red nacional con el objeto de mantener una trazabilidad en los ajustes sucesivos.

8.7 SISTEMAS DE REFERENCIA DE LAS REDES DE NUEVA IMPLANTACIÓN EN ASTURIAS.

8.7.1 ETRS89.

Sistema Geodésico de Referencia 1980 (GRS80) que está definido por los siguientes parámetros:

- $a = 6378137.0$ m.
- $\alpha = 1:298.257223563$.
- Datum: Geocéntrico.
- Orígenes de coordenadas geodésicas:
- Latitudes referidas al Ecuador y consideradas positivas al Norte.
- Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich y consideradas positivas al Este y negativas al Oeste del mismo.

Este sistema de referencia esta materializado en Asturias mediante la Red REGENTE.

8.7.2 ED50.

Solamente se contempla la transformación final a partir de los parámetros globales del Principado como análisis de resultados.

- Elipsoide internacional (Hayford, 1924)
- $a = 6.378.388$ metros.
- $\alpha = 1:297,00$
- Datum: Potsdam (Torre de Helmert)
- Orígenes de coordenadas geodésicas:
- Latitudes referidas al Ecuador, consideradas positivas al Norte y negativas al Sur del mismo.
- Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich y consideradas positivas al Este y negativas al Oeste del mismo.

8.7.3 REFERENCIAS VERTICALES.

Para la definición del geoide asturiano, se emplearán todas las observaciones disponibles hasta ese momento con el objeto de refinar la última versión de geoide definido por el CCAPTA.



9. ESTRUCTURACIÓN DE LAS REDES GEODÉSICAS AUTONÓMICAS. CONCEPTOS.

En este apartado se pretende mostrar la estructuración de las redes geodésicas existentes en el Principado de Asturias. Se muestran los diferentes conceptos que describen cada uno de las redes.

En el gráfico siguiente se puede ver de forma esquematizada la estructura de redes geodésicas que se prevé mantener en el Principado de Asturias. Partiendo de una Red Fundamental Nacional, pasando por la creación de una red de estaciones permanentes GPS dentro del territorio asturiano, densificación de la red REGENTE, materialización de una red regional de tercer orden que a su vez forme la red de primer orden municipal, y finalmente las redes de cuarto orden municipales y densificación urbana de estas.

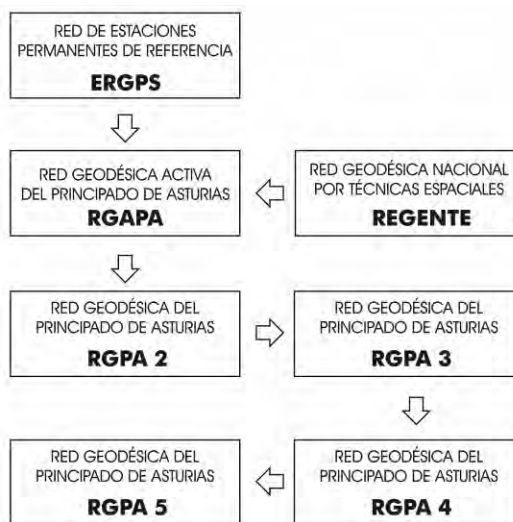


Fig. 41 Estructura de las redes tridimensionales a implantar en el Principado de Asturias.

En la actualidad este esquema está en desarrollo, por lo que toda entidad que emplee este documento técnico como referencia a la hora de actualizar sus redes estará consiguiendo una conexión correcta así como una trazabilidad con las redes oficiales nacionales y autonómicas.

En el caso de las redes tridimensionales la estructura planteada es la siguiente.

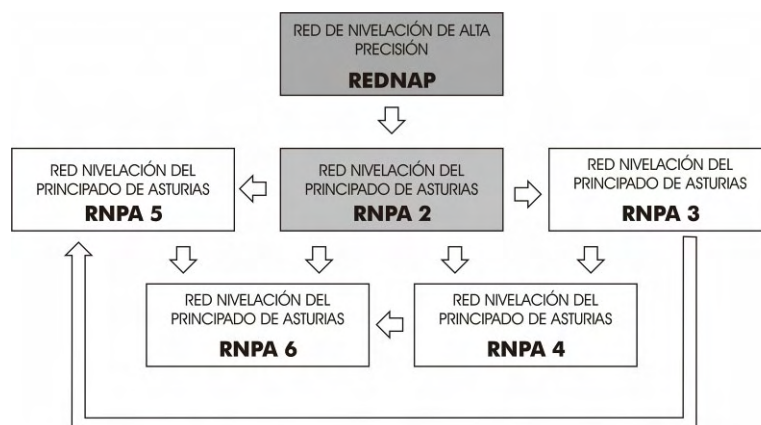


Fig. 42 Estructura de las redes de nivelación a implantar en el Principado de Asturias.

Como ya se ha comentado, apoyándonos en las redes más precisas de carácter nacional, se ha diseñado una nueva estructura de redes geodésicas a desarrollar dentro de la comunidad autónoma. En la tabla siguiente se de forma esquemática la estructura global que se pretende conseguir

DENOMINACIÓN	DISTANCIA ENTRE PUNTOS	MÉTODOS DE OBSERVACIÓN UTILIZADOS.	REDES EXISTENTES SOBRE ED50 A INTEGRAR	VECTORES MÍNIMOS 3D
REDES TRIDIMENSIONALES				
RGAPA	--	Red permanente GNSS		
RGPA 2	30 a 50 km	GNSS (Estático durante dos sesiones)	---	3 sobre REGENTE y uno sobre vértice del mismo orden ¹
RGPA 3	10 a 30 km	GNSS (Estático)	ROI	3 sobre \geq orden
RGPA 4	1 a 10 km	GNSS (Estático rápido)	CGCCT	2 sobre \geq orden
RGPA 5	Máximo 1 km	RTK/TOPOGRAFÍA CLÁSICA	MUNICIPALES	2 sobre \geq orden
REDES DE NIVELACIÓN				
RNPA 2	Entre puntos principales de 1200 a 1400 metros. Entre secundarios de 600 a 700 metros.	Nivelación geométrica de alta precisión. Gravimetría.	RED NAP antigua si existiera.	Enlace tridimensional de señales alternas incluidas inicio y fin de la red. Metodología de observación idéntica a RGPA 2.
RNPA 3	Igual que la RNPA 2	Nivelación geométrica. Gravimetría.	RED NAP antigua si existiera.	Enlace tridimensional de señales alternas incluidas inicio y fin de la red. Metodología de observación idéntica a RGPA 3.
RNPA 4	Variable	Nivelación geométrica.	RED NAP antigua si existiera.	Variable
RNPA 5	Igual que la RNPA 2	Nivelación trigonométrica de alta precisión. Gravimetría.	RED NAP antigua si existiera.	Enlace tridimensional de señales alternas incluidas inicio y fin de la red. Metodología de observación idéntica a RGPA 2.
RNPA 6	Variable	Nivelación trigonométrica.	RED NAP antigua si existiera.	Variable

Tabla 2. Estructura autonómica de infraestructura geodésica.

9.1 RED GEODÉSICA ACTIVA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (RGAPA).

La futura RGAPA tiene como objetivo principal ofrecer un servicio continuo y homogéneo de correcciones diferenciales de código y fase a los usuarios del sistema de posición GPS, así como el almacenamiento de datos para postprocesamiento. Estas correcciones se suministrarán en tiempo real vía IP, almacenándose de forma paralela observaciones para cálculo de postproceso, facilitando su acceso mediante servicio FTP o similar.

¹ Este apartado es susceptible de cambiar cuando este completamente instalada la Red Geodésica Activa del Principado de Asturias.





Fig. 43 Logotipo de la RGAPA.

El proyecto RGAPA no solo contempla la colocación de estaciones de referencia permanentes con registro continuo de datos, sino que pretende realizar un envío permanente de soluciones RTK de red a los usuarios mediante el empleo de Internet. Para ello, se empleara la solución VRS dentro de las posibles soluciones existentes en el mercado en la actualidad. El concepto de VRS ofrece una nueva oportunidad para las redes de estaciones de referencia GPS. Cuando utilizamos esta tecnología, los errores sistemáticos son reducidos o eliminados en la estación de referencia, esto, no solo permite al usuario incrementar la distancia entre los receptores móviles y la estación de referencia si no que también incrementa la fiabilidad de el sistema y reduce el tiempo de inicialización.

9.1.1 INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE REDES GEODÉSICAS ACTIVAS.

Existen en la actualidad dos tecnologías de envío de correcciones de red a los usuarios en campo, la tecnología VRS, gestionada por el software GPSNet de Trimble que utiliza comunicaciones bidireccionales (GPRS, UMTS/3G) entre el servidor central GPSNet y los usuarios en campo. La característica principal de esta tecnología es que elimina de una forma muy importante los errores ionosféricos y troposféricos. El otro tipo de tecnología es la FKP que está orientada a soluciones "broadcast" (sin envío de información por parte del usuario). La solución de "broadcast" está basada en el "Standard" SAPOS FKP. El mensaje SAPOS FKP es adecuado para sistemas como radios, aunque puede trabajar con teléfonos móviles. El formato del mensaje SAPOS FKP está basado en el mensaje RTCM 2.3 y puede ser interpretado prácticamente por la totalidad de receptores GPS del mercado directamente. El software GPSNet de Trimble ofrece una solución completa para VRS y modo "broadcast" SAPOS FKP en el mismo paquete de software GPSNet.

El concepto de VRS (Virtual Reference Station) está basado en una red de estaciones de referencia GPS continuamente conectadas mediante líneas de teléfono, ADSL/Cable, etc., a un centro de control que continuamente recoge la información de todos los receptores y crea una base de datos viva de las correcciones de la región que engloba la red.

Estas correcciones son utilizadas para crear una estación de referencia virtual situada solo a unos metros de donde esta situado el receptor del usuario, junto con los datos brutos del propio receptor usuario,este interpreta y utiliza los datos exactamente igual que si los datos viniesen de una estación de referencia real situada al lado del equipo usuario.

Cada estación de referencia está equipada con un receptor, antena, alimentación y un módem (RDSI/ADSL/cable/..) por el cual comunica con el centro de control. El ordenador en el centro de control en el cual corre GPSNet es el cerebro del concepto de VRS. Mientras todos los receptores están conectados en la red, el centro de cálculo realiza varias tareas:

- Importar datos brutos y chequear la calidad
- Almacenamiento de RINEX y RINEX comprimidos
- Correcciones del centro de fase de la antena (soportados modelos relativos y absolutos)

- Estimación y modelizado de errores sistemáticos.
- Generación de datos y crear posiciones virtuales de el receptor usuario.
- Generación de correcciones RTCM para una posición virtual.
- Transmisión de datos RTCM al usuario en el campo.
- Generación de correcciones transmitiendo correcciones de red SAPOS FKP
- Análisis "multipath en tiempo real.
- El GPSNet (con el modulo RTKnet) también ejecuta cálculos continuos de los siguientes parámetros analizando las observaciones de fase:
 - Errores ionosféricos
 - Errores troposféricos
 - Errores de efemérides
 - Ambigüedades para L1 y L2

Cuando se están ejecutando estas tareas el "software" hace uso de la información de toda la red. Los triángulos son solo usados para una mejor visualización en pantalla de la red; pero estos triángulos no son usados para un cálculo de las correcciones. Utilizando los parámetros calculados, GPSnet y RTKNet recalculará todos los datos GPS, interpolando para examinar la posición del usuario el cual puede estar en cualquier localización dentro de la red. Esta metodología hace que los errores sistemáticos para RTK sean reducidos considerablemente.

9.1.2 FLUJO DE DATOS DEL PROYECTO.

El servidor central GPSnet recibe los datos de todas las estaciones de referencia para crear un modelizado de la zona eliminando errores sistemáticos (inosféricos, troposféricos...) y un análisis multipath en tiempo real de cada una de las estaciones de referencia.

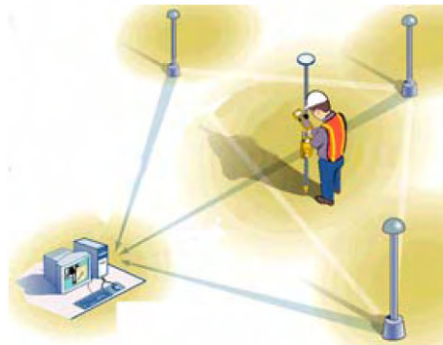


Fig. 44 Esquema de funcionamiento VRS.

El receptor usuario envía su posición aproximada al centro de control donde está funcionando GPSnet mediante un mensaje GGA el cual está disponible en la mayoría de los receptores del mercado.. Esta operación se realiza utilizando un tipo de comunicación bidireccional como GPRS o UMTS/3G.

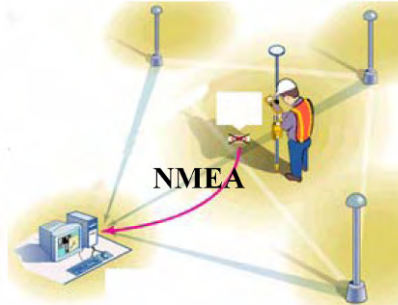


Fig. 45 Esquema de funcionamiento VRS.

El centro de control acepta la posición y responde enviando correcciones RTCM al receptor usuario. Tan pronto como se recibe, el usuario calcula una posición DGPS de calidad que servirá para actualizar su posición y enviarla de nuevo al centro de control. Esta posición tiene una precisión de 1 m lo que asegura que las distorsiones sean prácticamente iguales.

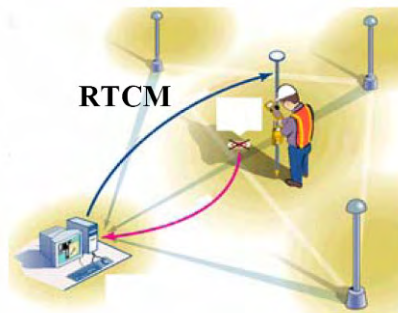


Fig. 46 Esquema de funcionamiento VRS.

Esta técnica de creación de datos de estaciones de referencia, invisibles, "virtuales" es lo que da el nombre al concepto de "estaciones de referencia virtual (VRS)". Utilizando esta técnica es posible alcanzar una el rendimiento en mediciones RTK dentro de la red.

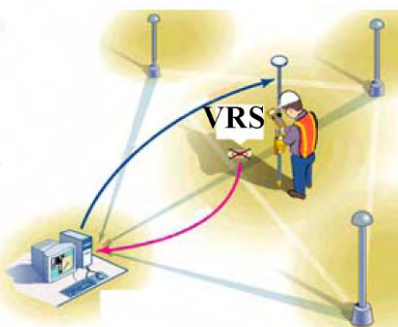


Fig. 47 Esquema de funcionamiento VRS.

La precisión horizontal es de 1 a 2 cm. cuando las distancias entre las estaciones de referencia son de 50 a 70 km. Esta distancia depende de las propias características de la zona, por ejemplo en zonas con alta actividad ionosférica necesitaría una mayor densidad de estaciones en la red.

Esquemáticamente la comunicación entre los diferentes servicios se plantea en las imágenes siguientes.

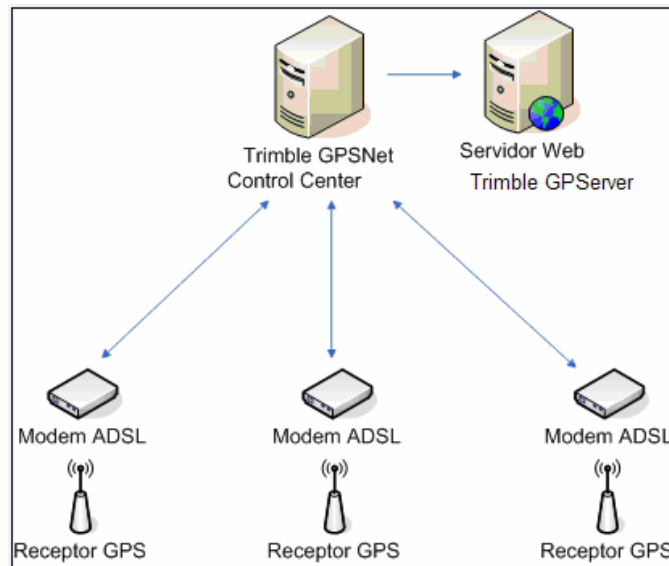


Fig. 48 Comunicación entre los receptores y el centro de cálculo, así como entre los servidores de cálculo y publicación.

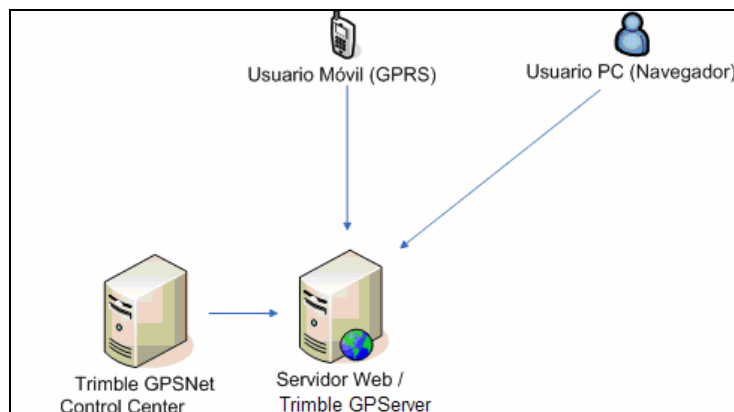


Fig. 49 Comunicación entre los usuarios externos y el servicio de publicación. Este servicio a su vez comunica con el centro de cálculo para solicitar información y transmitirla al usuario.

9.1.3 UBICACIONES PREVISTAS PARA LAS ESTACIONES PERMANENTES GNSS.

A la hora de realizar la correcta ubicación de las estaciones de referencia GPS se han contemplado diferentes condicionantes:

- Fácil acceso mediante vehículos.
- Buena geometría de Red Geodésica.
- Comunicaciones garantizadas por su proximidad a un edificio público propiedad del Principado de Asturias.
- Evitar superficies que provoquen multipath en la señal GPS.
- Fácil acceso a las antenas.
- Ubicación que garantice dentro de lo posible el vandalismo.

Después de realizar una simulación de una red geodésica convencional partiendo de las observaciones efectuadas desde unas estaciones previstas a priori, se han seleccionado las siguientes ubicaciones para la red primaria:

- Vegadeo.
- Salas.
- Avilés.
- Ribadesella.
- Panes.
- Cángas del Nancea.
- Pola de Lena.
- Campo de Caso.

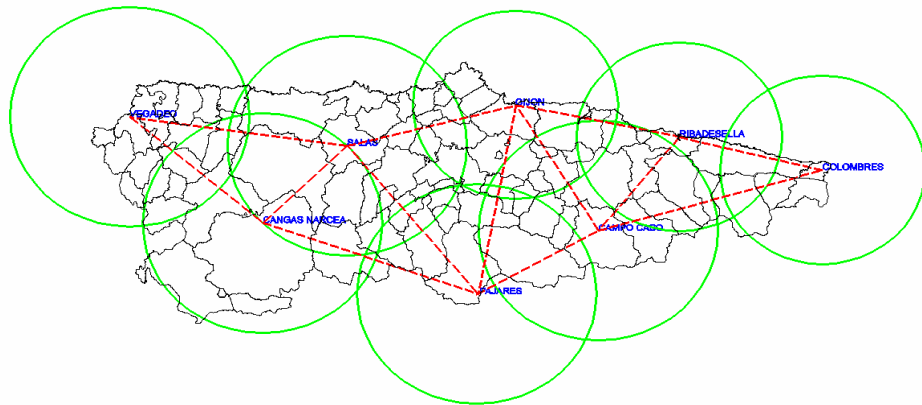


Fig. 50 Ubicaciones previstas para la Red Geodésica Activa del Principado de Asturias.

Esta red de primer orden podría estar complementada con una red de segundo orden que sirva de soporte a la primera en caso de avería o fallo temporal de alguna de las estaciones primarias. Igualmente se contempla integrar dentro de esta red de segundo orden todas aquellas estaciones de referencia pertenecientes a otros organismos públicos con el objeto de garantizar en todo momento una solución de RTK de área.

Las posibles ubicaciones para esta red secundaria serían:

- Luarca.
- Degaña
- Avilés (Autoridad Portuaria).
- Gijón (Autoridad Portuaria).
- Mieres (Universidad).
- Cángas de Onís.

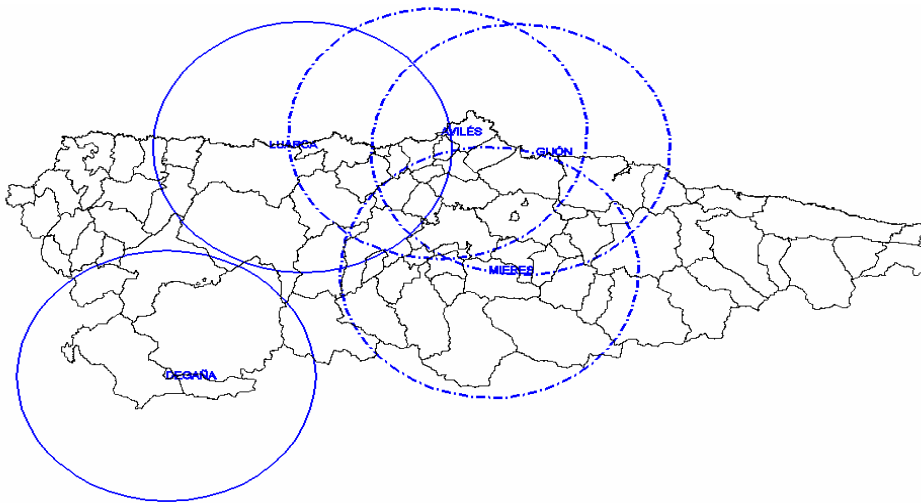


Fig. 51 Posibles estaciones secundarias de la RGAPA.

9.1.4 MONUMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS.

Para la monumentación de los equipos se emplearán pilares específicos tipo Geoconcept. La fijación se realizará mediante el empleo de elementos de fijación expansivos y resinas para construcción. La nivelación de los soportes se realizará mediante el empleo de cementos sin retracción.

El director del proyecto realizará las gestiones oportunas para obtener los permisos necesarios para el acceso a las ubicaciones de las estaciones, así como la viabilidad de implantar los elementos de fijación. Esta instalación se realizará únicamente sobre elementos de obra, no afectando a la impermeabilización del edificio ni a la estructura. Para conseguir esto se colocaran las antenas sobre paramentos verticales mediante algún soporte específico, tal y como se muestra en la imagen siguiente, no taladrando el aislamiento existente sobre las cubiertas o azoteas.

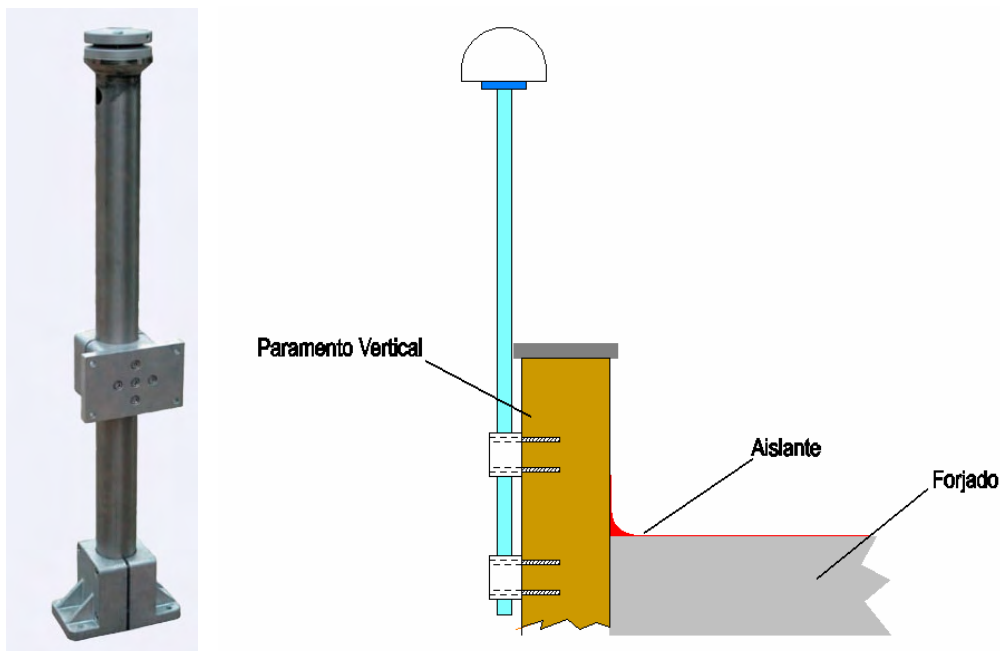


Fig. 52 Anclaje de las antenas sobre los paramentos verticales en las ubicaciones definitivas.

9.1.5 ANTENAS EN FUNCIONAMIENTO DE PRUEBAS.

Existen en la actualidad tres antenas en fase de pruebas, sobre las cuales se ha iniciado a verificar la calidad de las observaciones, así como la garantía de las comunicaciones etc.



Fig. 53 RGAPA en fase de pruebas: VEGA.



Fig. 54 RGAPA en fase de pruebas: CNAR.



Fig. 55 RGAPA en fase de pruebas: PANE.



Fig. 56 Instalaciones interiores.

9.2 RED GEODÉSICA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (RGPA).

A continuación se hace una descripción de la estructura de redes tridimensionales en el Principado de Asturias. Cada una de estas redes emplea como red de primer orden la Red REGENTE.

9.2.1 REDES TRIDIMENSIONALES DE 2 ORDEN.

Este tipo de redes pretenden densificar con una geometría regular la Red Geodésica Nacional observada por Técnicas Espaciales (REGENTE) dentro del territorio asturiano, por lo que su diseño requiere atención especial así como un análisis de red específico. Para su observación se empleará instrumental GNSS mediante método estático y varias sesiones de observación.

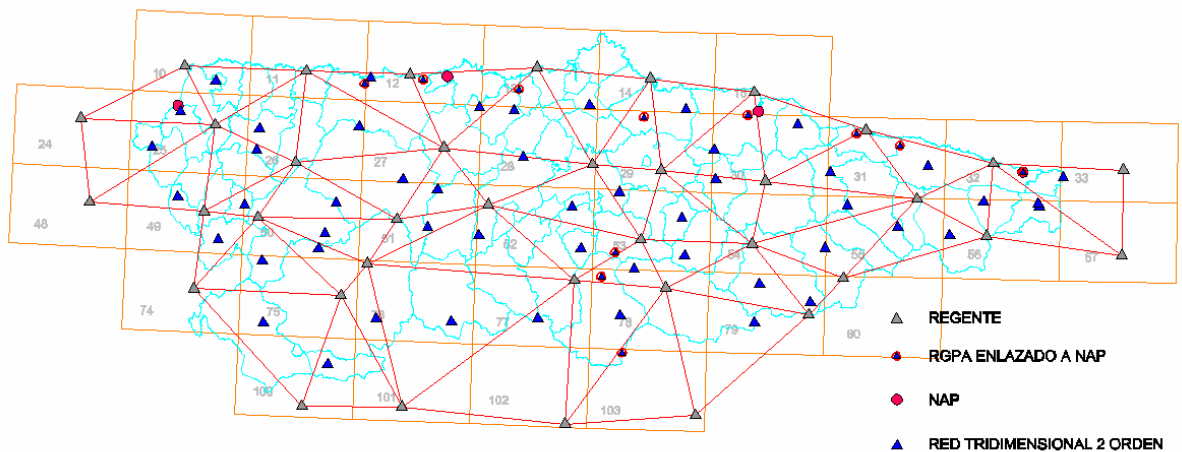


Fig. 57. Ejemplo de densificación de la red REGENTE mediante la red de segundo orden.

Cuando un vértice debe reocuparse en jornadas diferentes, los vértices no serán observados por el mismo operador de campo, permutando operadores y equipos con el objeto de detectar y eliminar los vicios de procedimiento o instrumental.

El contratista debe prever la reobservación de un 10 % de los vectores o poligonales en función del plan de reobservación proporcionado por el director técnico del proyecto. Este diseñará este plan auxiliándose de la planificación definitiva entregada por el contratista.

9.2.2 REDES TRIDIMENSIONALES DE 3 ORDEN.

Estas redes densifican las redes de orden superior estableciendo puntos correctamente distribuidos en cada uno de los términos municipales de la comunidad autónoma. Para su observación se empleará instrumental GNSS mediante método estático con una única sesión de observación.

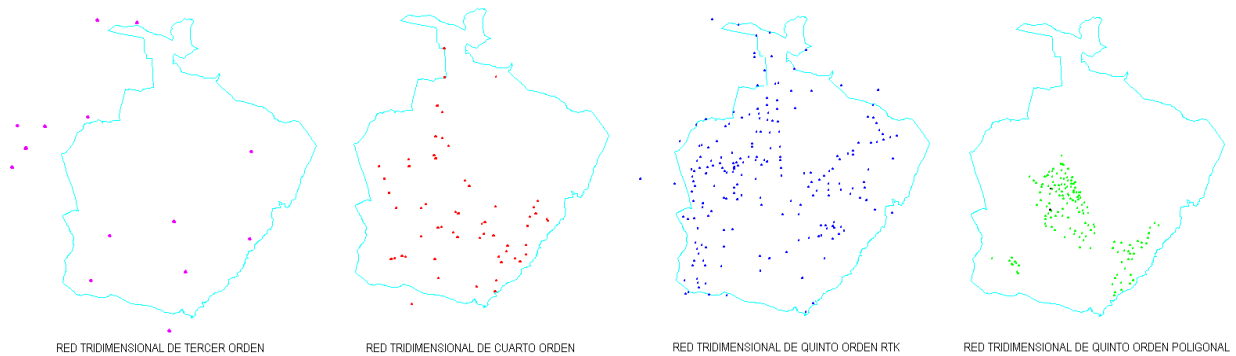


Fig. 58. Ejemplo de densificación de la red geodésica del municipio de Avilés, municipio piloto de estas recomendaciones.

9.2.3 REDES TRIDIMENSIONALES DE 4 ORDEN.

Son redes geodésicas municipales, cuyo objeto es la densificación de los vértices de las redes tridimensionales de tercer orden, creando redes lo suficientemente densas como para poder ser empleadas con instrumental topográfico clásico. La ejecución de este tipo de redes será llevada a cabo por los ayuntamientos. Solamente se puede emplear para su ejecución instrumental GNSS empleando el método estático rápido.



Fig. 59. Observación de puntos de la red de 4 orden mediante GPS por el método estático rápido.

9.2.4 REDES TRIDIMENSIONALES DE 5 ORDEN.

Al igual que en las redes tridimensionales de 4 orden, su objetivo es densificar las redes de orden superior, con el objeto de crear una red lo suficientemente densa como para poder ser empleada con instrumental topográfico clásico.

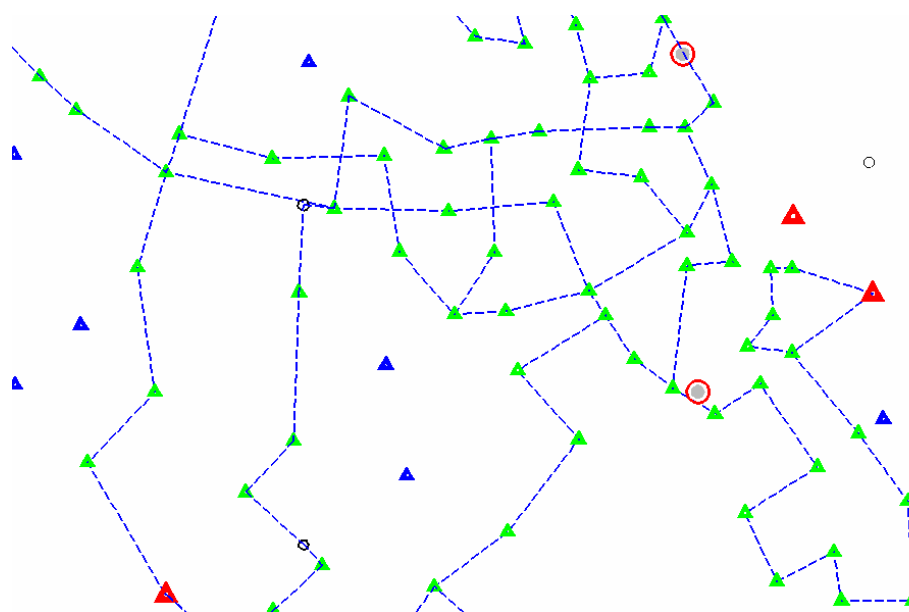


Fig. 60. Densificación mediante poligonación de precisión a través del casco urbano.

Estas redes se emplearán únicamente para densificar las redes de orden superior a través del casco urbano empleando estaciones totales de alta precisión.



Fig. 61. Densificación de las redes de orden superior a través del casco urbano.

Siempre que sea viable se emplearán métodos GNSS RTK, garantizando que no existe efecto multipath sobre las edificaciones colindantes.

Independientemente del método empleado (RTK/Poligonación) se deben cumplir las especificaciones en cuanto al número de vectores a observar para cada uno de los vértices de este orden.

9.3 RED DE NIVELACIÓN DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (RNPA).

Mediante este tipo de redes se pretende densificar el marco de referencia de primer orden existente en el Principado de Asturias y establecido por el Instituto Geográfico Nacional. A partir de los datos de esta red, junto con la red tridimensional, se pretende obtener un modelo de geoide mediante el cual realizar la transformación correcta entre la altitud elipsoidal ortométrica para cualquier punto.

TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	2º ORDEN	3º ORDEN	4º ORDEN	5º ORDEN		6º ORDEN	
Método	Nivelación geométrica	Nivelación geométrica	Nivelación geométrica	Nivelación Trigonométrica "Leap Frog"		Nivelación Trigonométrica	
Instrumento	Nivel digital	Nivel digital	Nivel digital o analógico	Estación total		Estación total	
Tipo de instrumento a emplear (desviación típica)	0.4 mm	1.0 mm	2.5 mm	1.0" 0.3 mgon	1mm + 1ppm	3.0" 1.0 mgon	2mm + 2ppm
Error máximo de cierre permitido para nivelación doble	$1.5\sqrt{K}$	$5.0\sqrt{K}$	$20.0\sqrt{K}$	$10.0\sqrt{K}$		$50.0\sqrt{K}$	
Tipo de mira a emplear	2 Miras invar de longitud fija de 3 metros	2 Miras de fibra de longitud fija de tres metros.	1 Mira de fibra o aluminio.	2 Jalones de igual altura y prisma.		2 Jalones con elementos de estacionamiento (mini trípode) y prismas.	
Tipo de trípode a emplear en el nivel	Longitud fija	Longitud fija	Longitud variable	Longitud variable		Longitud variable	
Material del trípode	Madera	Madera	Madera o aluminio	Madera		Madera	
Premarcado de la ruta a nivelar	SI	NO	NO	SI		NO	
Parasol para el instrumento	SI	NO	NO	SI		NO	
Medición de variables atmosféricas	SI	NO	NO	SI		NO	

Tabla 3. Cuadro resumen con la estructura de las redes de nivelación del Principado de Asturias.

TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	2º ORDEN	3º ORDEN	4º ORDEN	5º ORDEN	6º ORDEN
Test ISO inicial antes de comenzar los trabajos	SI	SI	NO	SI	NO
Error máximo permitido en el test	0.4 mm	1.0 mm	2.5 mm	10.0 mm	30.0 mm
Chequeo del error de colimación Máximo error de colimación	Diario. 0.4 mm sobre 30 m. Se debe almacenar al inicio de cada tramo en cada uno de los ficheros.	Diario. 1.0 mm sobre 30 m. Se debe almacenar al inicio de cada tramo en cada uno de los ficheros.	Al inicio de los trabajos y al final.	Diario	Al inicio de los trabajos.



TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	2º ORDEN	3º ORDEN	4º ORDEN	5º ORDEN	6º ORDEN
Aplicación de las correcciones de refracción y esfericidad sobre las medidas durante la observación.	Desactivar correcciones	Desactivar correcciones	SI	Desactivar correcciones	Desactivar correcciones
Calibración de la mira	Inmediatamente antes de iniciar los trabajos. Si los trabajos duran más de 12 meses se deberá enviar las miras al CEM para su calibración. Periodo de validez del certificado de 12 meses.	Inmediatamente antes de iniciar los trabajos. Si los trabajos duran más de 12 meses se deberá enviar las miras al organismo homologado para su calibración. Periodo de validez del certificado de 12 meses.	Periodo de validez del certificado de 12 meses.	Se enviarán los instrumentos a certificar antes de iniciar los trabajos. Periodo de validez del certificado de 12 meses.	Periodo de validez del certificado de 12 meses.
Precisión del nivel de las miras	5'	10'	10'	5'	10'
Precisión de los termómetros	0.5° C	--	--	0.5° C	--

Tabla 4. Verificación del instrumental a emplear.

TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	5º ORDEN		6º ORDEN	
	Precisión de la estación total	1.0" 0.3 mgon	1mm + 1ppm	3.0" 1.0 mgon
Precisión del compensador	0.5"		0.5"	
¿?	SI		SI	
Correcciones por temperatura y presión atmosférica.	Desactivada. Debe aparecer esta opción en los metadatos de la observación.		Desactivada. Debe aparecer esta opción en los metadatos de la observación.	
Corrección de esfericidad y refracción	Desactivada. Debe aparecer esta opción en los metadatos de la observación.		Desactivada. Debe aparecer esta opción en los metadatos de la observación.	
Prisma-Jalón	2 prismas montados sobre jalones de longitud fija.		2 prismas montados sobre jalones de longitud variable o fija.	
Soporte de los jalones	Bípode sólido al jalón.		Bípode sólido al jalón o mini trípode de jalón.	

TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	5º ORDEN	6º ORDEN
Nivel de burbuja unido a jalón	SI	NO
Premarcado de la posición intermedia de estacionamiento	SI	NO
Parasol en el instrumento	SI	NO

Tabla 5. Características de las estaciones totales empleada en nivelaciones trigonométricas.

TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	2º ORDEN	3º ORDEN	4º ORDEN	5º ORDEN	6º ORDEN
Emplear estacionamiento girado para evitar sistematismos ²	SI	SI	NO	SI	NO
Método del punto medio	SI	SI	SI	SI	NO
Observación de itinerarios de doble recorrido por diferente personal	SI	SI	NO	SI	NO
Empleo de instrumental duplicado en itinerarios de doble recorrido	SI	SI	NO	SI	NO
Numero de medidas a realizar por visual	5	3	1	5	3
Número de visuales	aEFFE(FEEF)	aEFFE(FEEF)	aEF	aEFFE(FEEF)	aEFFE(FEEF)
Tolerancia en la medición múltiple de medidas para cada visual	Deberá tomarse la media de un mínimo de cinco medidas con una desviación estándar menor a 0.0002 m.	Deberá tomarse la media de un mínimo de tres medidas con una desviación estándar menor a 0.001 m.	Deberá tomarse la media de un mínimo de tres medidas con una desviación estándar menor a 0.002 m.	--	--
Medición de temperatura	De forma continua	NO	NO	De forma continua	NO
Máxima longitud por visual	25 m.	30 m.	50 m.	200 m.	800 m.
Distancia mínima visada sobre el terreno	0.5 m.	0.5 m.	0.5 m.	1.50 m.	1.50 m.
Tolerancia entre las distancias de espalda y de frente	0.10 m.	0.50 m.	1.00 m.	0.10 m.	--

² El método de estacionamiento girado consiste en ir girando las patas del trípode 120º en el sentido de las agujas del reloj según avanzamos nivelando, evitando de esta forma sistematismos en cada una de las niveladas.





TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	2º ORDEN	3º ORDEN	4º ORDEN	5º ORDEN	6º ORDEN
Límites de observación	Media hora después del ORTO y media hora antes del OCASO. No observar en las horas centrales del día.	Media hora después del ORTO y media hora antes del OCASO. No observar en las horas centrales del día.	Media hora después del ORTO y media hora antes del OCASO. No observar en las horas centrales del día.	Media hora después del ORTO y media hora antes del OCASO. No observar en las horas centrales del día.	Media hora después del ORTO y media hora antes del OCASO. No observar en las horas centrales del día.
Nivelación doble	SI	SI	SI	SI	SI
Número par o impar de estacionamientos	PAR	PAR	PAR	PAR	PAR/IMPAR.
Doble nivelada	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 6. Procedimientos de observación en nivelaciones geométricas.

TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	5º ORDEN	6º ORDEN
Método a emplear en las observaciones	Leap-Frog	Poligonal con jalones con tripode.
Numero de observaciones a cada una de las placas de puntería	5	3
Secuencia de observaciones.	aEFFE(FEEF)	aEFFE(FEEF)
Diferencia máxima por serie observada.	1.0 mm	3.0 mm
Cadencia en la medida de temperatura y presión	Continuo. Se interpolará para extraer los correspondientes al momento de observación.	--
Máxima distancia estación total-prisma	200 m	800 m
Tolerancia en la ubicación del punto medio entre jalones	0.1 m	--
Mínima distancia al terreno	1.0 m	1.0 m
Registro del tiempo en el archivo de observación	SI	NO
Periodos de observación	Idénticos a los recomendados en nivelación geométrica	Idénticos a los recomendados en nivelación geométrica

TIPO DE RED DE NIVELACIÓN	5º ORDEN	6º ORDEN
Intervalos de observación	Deben minimizarse los intervalos de observación entre las visuales de espalda y las de frente	Deben minimizarse los intervalos de observación entre las visuales de espalda y las de frente
Itinerarios de doble recorrido, independientemente del cierre	SI	SI
Tiempo mínimo a transcurrir entre reobservación de recorrido en el itinerario de vuelta	6 h.	--

Tabla 7. Procedimientos de observación en nivelaciones trigonométricas.

9.3.1 RED DE NIVELACIÓN DE 2 ORDEN.

Este tipo de líneas de nivelación serán observadas por dos equipos de campo empleando diferente instrumental, con el objeto de disminuir los errores sistemáticos.

Únicamente se emplearán niveles digitales de alta precisión junto con miras invar con puntales.

9.3.2 RED DE NIVELACIÓN DE 3 ORDEN.

De características similares a la red de 2º orden, pero empleando niveles de menor precisión y con tolerancias mayores. Se deberán igualmente emplear niveles digitales y miras codificadas.

9.3.3 RED DE NIVELACIÓN DE 4 ORDEN.

Dentro de esta categoría se incluyen aquellas nivelaciones realizadas para obtener las altitudes de los puntos de control en obras de ingeniería o similares.



Fig. 62. Empleo de nivel analógico convencional.

El tipo de instrumental a emplear es el convencional de obra, pudiendo emplear niveles analógicos o digitales. Las nivelaciones se realizarán siempre mediante doble recorrido IDA-VUELTA.

9.3.4 RED DE NIVELACIÓN DE 5 ORDEN.

Esta red, es una variante a la red de alta precisión de segundo orden. Se obtienen desniveles mediante el empleo de observaciones cenitales y medida de distancias. El método a emplear es el conocido como "Leap-Frog", en el cual se coloca la estación total (TPS) en el punto medio entre dos prismas montados en jalones de altura constante.

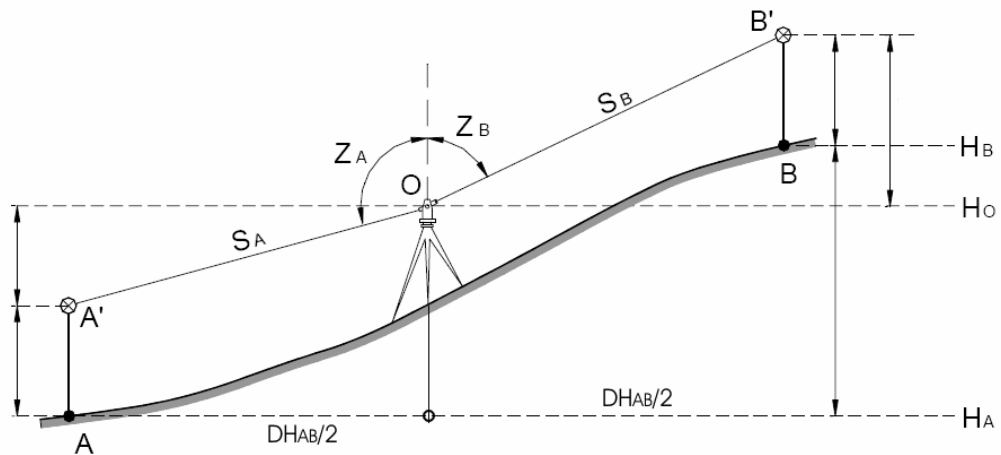


Fig. 63. Método de nivelación trigonométrica "Leap-Frog".

El método emplea una metodología similar a la de nivelación de alta precisión geométrica, por lo que uno de los jalones-prisma permanece en un punto de cambio particular para observaciones consecutivas. Para evitar la posibilidad de que el jalón se coloque en un punto diferente, este no es movido entre la visual frente y la de espaldas del estacionamiento siguiente. Se emplean dos jalones-prisma de altura idéntica y constante con puntales unidos a los jalones. Tal y como se hace en nivelación geométrica, el instrumento se coloca en el punto medio de los jalones, con una tolerancia determinada. Es necesario tomar observaciones de temperatura ambiental y presión, que se aplicarán posteriormente para corregir distancias.

No se recomienda el empleo del método de observaciones recíprocas y simultáneas debido a la necesidad de realizar medidas de la altura de instrumento, así como el tiempo empleado en la observación [Rüeger & Brunner, 1982].

Se recomienda igualmente la lectura de las siguientes referencias bibliográficas referentes a este tipo de nivelaciones: [Becker (1985)], [Becker et al (1994)], [Rüeger (1997, 1998, 1995, 1999)], [Rüeger & Brunner (1981, 1982, 2000)].

9.3.5 RED DE NIVELACIÓN DE 6 ORDEN.

En este apartado se incluyen aquellas redes observadas por metodología clásica (TPS) con aplicación sobre proyectos de ingeniería. Se emplearán únicamente las elevaciones de los puntos obtenidas mediante nivelación trigonométrica. Se emplearán trípodes para la sujeción de los jalones o jalones con puntales.



Fig. 64. Ejemplos de trípodes para los jalones a emplear en la poligonal.

Para poder emplear estas observaciones, se debe garantizar una rigurosidad en la observación. No es imprescindible realizar observaciones de temperatura y presión atmosférica, pero se recomienda encarecidamente la medición de estos parámetros para mejorar las medidas. Es necesario de todas maneras introducir los parámetros adecuados en la estación total para garantizar las observaciones realizadas.

Se recomienda igualmente el empleo de sistemas de centrado forzoso para mejorar los resultados, aunque no es obligatorio.



Fig. 65. Empleo de centrado forzoso para mejorar la calidad de las observaciones en nivelaciones trigonométricas.



10. PRECISIONES.

Nota: este apartado está pendiente de desarrollo debido a la necesidad de realizar una simulación de red con el objeto de definir las posibles precisiones y fiabilidad de la red en función del método e instrumental a emplear, así como el número de observables exigido.

10.1 EXIGENCIAS DE PRECISIÓN PARA REDES DE NUEVA IMPLANTACIÓN.

Las exigencias de precisión y fiabilidad que han de poseer los puntos instaurados tanto en planimetría como en altimetría en el marco de referencia asturiano RGPA, son independientes de los métodos utilizados.

10.2 EXIGENCIAS DE FIABILIDAD.

Dado que la fiabilidad interna de la red esta asociada al número de observaciones existentes para cada uno de los nodos que forman la red, deberán cumplirse las recomendaciones en cuanto a números de vectores a emplear para conectar unos nodos con otros, así como con el marco de referencia. El número de vectores se indica en la tabla 1.



11. CRITERIOS GENERALES ACERCA DE LA IMPLANTACIÓN DE NUEVAS REDES GEODÉSICAS.

El establecimiento de redes geodésicas se desarrollará empleando estos criterios, independientemente del método de observación, del tipo o del orden de la red a establecer. El desarrollo de cualquier proyecto de implantación de redes geodésicas, contempla varias fases que describimos de forma esquemática y que posteriormente se desarrollaran en cada uno de los apartados correspondientes.

11.1 AUTORÍA DE LOS TRABAJOS.

La empresa adjudicataria no podrá utilizar para sí, ni proporcionar a terceros, ni tampoco publicar, total o parcialmente, el contenido de los trabajos contratados sin previa autorización del Gobierno del Principado de Asturias.

Las observaciones geodésicas efectuadas no podrán ser empleadas para ningún otro proyecto sin la expresa autorización por parte del Centro de Cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias.

11.2 FASES CONTEMPLADAS EN EL PROYECTO.

- 11.2.1 PLANIFICACIÓN Y SIMULACIÓN DE LA RED. LOCALIZACIÓN DE VÉRTICES. PROYECTO DE OBSERVACIONES. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTAL A EMPLEAR. CÁLCULO DE LA SIMULACIÓN.
- a. Planificación de la red así como de las observaciones previstas. simulación de red.
 - b. Reconocimiento de campo, estudio de viabilidad de las nuevas ubicaciones, reconocimiento del estado actual de los vértices que definen el marco de referencia asturiano, listado con aquellos vértices que hayan desaparecido o estén en mal estado. Se realizará una fotografía de las nuevas ubicaciones, en función de la planificación inicial, así como de las modificaciones efectuadas sobre éste, añadiendo fotografía de la ubicación inicial y de la prevista finalmente. Se realizará un informe con todas las modificaciones indicando qué vértices han sido trasladados de la posición planificada a priori, así como de aquellas observaciones que no se pudieran realizarse por diversos motivos (ocultaciones por edificaciones, falta de horizonte GNSS, vegetación, etc.)
 - c. Proyecto con la disposición definitiva de los vértices, observaciones a realizar, tiempos de observación, fechas previstas, etc., en base al reconocimiento de campo efectuado. Se realizará una nueva simulación de la red planificada en base a los modificaciones efectuadas sobre el anteproyecto inicial, prestando especial atención a la optimización del número de observables necesarios para obtener las precisiones exigidas. Se entregarán los listados de la simulación, así como las coordenadas aproximadas y las variaciones de las observaciones.
 - d. Sobre la planificación efectuada, el director del proyecto incluirá un 10% de observables redundantes, que servirán como control de calidad de los planificados.
 - e. Aprobación por parte del director técnico del proyecto de la planificación. Instrucciones personales mediante curso de formación a los técnicos encargados de efectuar las observaciones. Para evitar interpretaciones incorrectas acerca de la forma de realizar las observaciones, todo el personal encargado de la observación, recibirá antes de iniciar los trabajos una jornada de formación (1-2 horas) por parte del director del proyecto, en el cual se marcarán

las pautas a seguir durante la observación. No podrá ejecutar tareas de campo ningún operador que no haya asistido a la jornada de instrucción.

- f. A cada uno de los técnicos de campo se le asignará un identificador que será el que debe anotar en cada una de las fichas de campo, junto con el identificador asociado al instrumental.

11.2.2 EJECUCIÓN DE OBSERVACIONES Y CÁLCULO.

- a. Materialización de los nuevos vértices y ejecución de la campaña de observación prevista. La materialización y observación se realizará siguiendo las recomendaciones incluidas en los apartados correspondientes. No podrán iniciarse los trabajos de observación si no se ha materializado completamente todos los vértices a observar. Se deberá prestar atención a las correcciones por temperatura y presión en el caso de observables clásicos.
- b. Procesamiento de los observables GPS y cálculo de las observaciones clásicas. Cálculo de solución aproximada. Ajuste de red definitivo. En la memoria entregada se deberá hacer alusión al modelo matemático empleado en cada uno de los métodos del ajuste utilizados. Igualmente se justificarán los pesos asignados a los diferentes observables a la hora de realizar el ajuste, así como las diferentes correcciones aplicadas con su correspondiente formulación (esfericidad, refracción, excentricidad, etc.)
- c. Entrega, por parte de la empresa adjudicataria, de la memoria definitiva incluyendo los siguientes apartados:
- Índice.
 - Resumen de las estadísticas principales de la fase de campo:
 - ❑ Días de observación: GNSS, poligonación, nivelación.
 - ❑ Número de observaciones GNSS.
 - ❑ Número de observaciones clásicas.
 - ❑ Número de nuevos puntos observados.
 - ❑ Número de puntos fijos.
 - Resumen de todas las anomalías encontradas durante la observación de campo. Este resumen será muy general, indicando los días en los que ha ocurrido y el tipo de observable al que afecta.
 - Fichas de campo correctamente rellenas y ordenadas por:
 - ❑ Tipo de observación (GNSS, clásica, nivelación).
 - ❑ Día de trabajo.
 - ❑ Sesión de observación en el caso de ser GNSS.
 - Ficheros en formato digital:
 - ❑ Ficheros RINEX para las observaciones GNSS.
 - ❑ Ficheros ASCII con el formato correspondiente para las observaciones clásicas.
 - ❑ Ficheros nativos de observación.
 - Procesamiento de vectores GPS
 - ❑ Ficheros SINEX o similar con las soluciones obtenidas.
 - Ajuste definitivo
 - ❑ Base de datos con los resultados.



11.2.3 CONTROL DE CALIDAD. RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

- a. Análisis de la documentación y del ajuste realizado. Se realizará un control de calidad sobre los observables entregados, así como sobre el ajuste, contando para ello con la colaboración de una asistencia técnica en el caso de que el proyecto así lo requiera. Todos los procesos de control de calidad que se efectúen se auxiliarán en software desarrollado por la asistencia técnica con el objeto de conocer en todo momento qué es lo que está haciendo el programa evitando posibles enfrentamientos apoyados en la solución aportada por un software comercial, que, como todos sabemos, en condiciones específicas nos puede aportar soluciones erróneas no detectables y sin posibilidad de corregir al desconocer su funcionamiento interno o modelos matemáticos que emplea.
- b. Aprobación o rechazo del ajuste entregado por el contratista. En el caso de aprobación, se procederá a continuar con las fases siguientes del contrato, en caso de que las hubiera. Si el ajuste es rechazado, el contratista procederá a ejecutar las recomendaciones específicas aportadas por el informe del control de calidad efectuado en lo concerniente a repetición, o toma de nuevos observables con el consiguiente nuevo ajuste. En este caso, se entregará un nuevo informe de ajuste similar al indicado en el apartado anterior.
- c. La aprobación definitiva de la Red Geodésica ejecutada deberá ser firmada por el director del proyecto, con independencia de la correspondiente garantía del proyecto en el caso de encontrar anomalías posteriores.

11.3 EMPRESAS LICITADORAS.

11.3.1 PERSONAL RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS.

El CCATPA facilitará a todos los miembros de los equipos de campo una acreditación en la cual aparecerá su fotografía así como el proyecto en el cual están trabajando y un teléfono de contacto, a efectos de identificación ante personas u organismos siempre que esté justificado. Esta acreditación tendrá un periodo de validez determinado para evitar su empleo en situaciones no aceptadas por el CCATPA. Esta identificación deberá ser colocada en sitio visible sobre la vestimenta del operador de campo durante toda la jornada de trabajo. No obstante, el permiso para acceder a las distintas propiedades privadas o públicas, deberá obtenerlo el adjudicatario.

11.3.2 OFICINA DE TRABAJO DE LA EMPRESA LICITADORA.

Para proyectos con un importe de licitación superior a 150.000 € la empresa licitadora deberá disponer en el momento de formalizar el acta de iniciación del trabajo y mantener durante la ejecución del contrato una oficina técnica, ubicada dentro de la comunidad autónoma y a una distancia no superior a 40 Km. de Oviedo.

11.3.3 MEMORIA TÉCNICA DE LA OFERTA.

Se considera memoria técnica al informe que ha de presentar cualquier empresa licitadora en la cual describe la metodología técnica, medios materiales humanos y materiales que va a emplear en el desarrollo de los trabajos descritos en el pliego específico. Toda empresa que desee presentar oferta en algún proyecto de carácter geodésico deberá entregar en la memoria técnica, independientemente de la documentación administrativa solicitada, en la cual ha de aparecer la siguiente documentación:

- a. Personal involucrado en el proyecto: nombre, apellidos, DNI, relación laboral con la empresa adjudicataria. Este personal será el encargado de realizar tanto los trabajos de campo como de oficina única y exclusivamente teniendo en cuenta que antes de iniciar los trabajos recibirán por parte del director técnico del proyecto un curso de formación en el cual se indicarán las directrices y pautas a seguir durante las observaciones de campo. Por otro lado, se asignará un código único

- a cada uno de los operadores de campo, el cual se indicará en los correspondientes estadillos de campo con el objeto de poder detectar posibles errores groseros o sistemáticos producidos por el mismo operador durante la campaña de campo.
- b. Instrumental a emplear. El instrumental aquí detallado será el único que se utilice durante las campañas de observación. A cada equipo se le asignará un código para localizar sistematismos en las observaciones. Antes de realizar los trabajos se realizará una revisión visual o instrumental, en el caso de que así se requiera, de todos los equipos por parte del director del proyecto.
 - c. Persona responsable de los trabajos y encargada de la comunicación entre empresa adjudicataria y director del proyecto: dicha persona deberá estar en posesión del título de Ingeniero Técnico en Topografía o Ingeniero en Geodesia y Cartografía, con una experiencia superior a 5 años en trabajos de este tipo.
 - d. Jefes de equipo de campo. Serán los responsables de la planificación diaria de las observaciones, encargándose de la correcta ejecución de las observaciones planificadas. Deberán estar en posesión del título de Ingeniero Técnico en Topografía o Ingeniero en Geodesia y Cartografía, con una experiencia superior a 2 años en trabajos de este tipo. Entre sus labores destaca la de ser el encargado de realizar las observaciones geodésicas correspondientes al proyecto.

Nunca se realizará una copia íntegra del presente documento a la hora de realizar la oferta correspondiente, dado que consideramos que no es el objeto de dicha oferta. En el caso de duplicar este manual como oferta técnica no se tendrá en cuenta esta. En la documentación técnica de dicha oferta, el licitador deberá realizar un informe detallado y específico acerca de cómo pretende afrontar los trabajos, pero en ningún caso realizando una duplicación de la información contenida en estas recomendaciones técnicas.

11.3.4 RESTRICCIONES TÉCNICAS PARA CONCURSAR EN PROYECTOS GEODÉSICOS.

11.3.4.1 PROYECTOS DE OBSERVACION DE LINEAS DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN.

Por razones obvias de garantizar una fiabilidad en la red de nivelación autonómica, las líneas DE nivelación a desarrollar no podrán ser ejecutadas por una empresa que haya realizado las líneas de nivelación limítrofes en las que estas se apoyan, es decir una empresa no podrá ser adjudicataria de líneas de nivelación que le permitan cerrar polígonos. De esta forma el adjudicatario no podrá realizar un cierre completo del itinerario evitando un ajuste incorrecto de las observaciones.

11.4 PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICO PARA LOS TRABAJOS A REALIZAR.

Se realizará un plan específico de seguridad y salud que garantice el cumplimiento de la normativa que en cada Comunidad Autónoma, o en el Estado Español para las carreteras bajo su jurisdicción, quede establecida para protección del personal y del instrumental. Antes de iniciar los trabajos, se entregará una copia al director del proyecto.

Será responsabilidad del jefe de equipo el garantizar el cumplimiento del plan de seguridad y salud por parte de la totalidad del personal a su cargo. Es absolutamente preceptivo el empleo del casco y del chaleco reflectante por todos los componentes del equipo de observación, incluido el jefe del equipo. Todo el personal dispondrá del correspondiente equipo de señalización personal.

Si lo exigiese la normativa vigente, en función del tipo de trabajo a realizar, se deberán tener en cuenta:

- Personal señalista, portadores de las reglamentarias señales.



- Señales de tráfico fijas y móviles. Señalización luminosa.



Fig. 66 Ejemplo de señalización para la seguridad en nivelación de precisión por carreteras.

- Chalecos reflectantes y cascos (1 por persona).
- Vehículo adecuado para transporte de personal y equipamiento a la zona de trabajo.

11.4.1 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE EJECUCIÓN POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN CONTRATANTE.

Se nombrará por parte de la administración contratante el coordinador de seguridad y salud que será el responsable de velar por la seguridad del personal durante la ejecución de los trabajos. Este podrá realizar todas las inspecciones que crea conveniente sobre las áreas de trabajo, indicando las medidas correctoras a la empresa adjudicataria en el caso de que lo considere oportuno.

11.4.2 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE LA EMPRESA ADJUDICATARIA.

La empresa adjudicataria deberá disponer igualmente de un coordinador, cuyo nombramiento será remitido por escrito al director del proyecto, el cual será el responsable de:

- La elaboración del plan de Seguridad y Salud a presentar, garantizando el cumplimiento de las condiciones mínimas impuestas la legislación vigente y contemplando las medidas de prevención necesarias para los trabajos a realizar.



12. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE UBICACIONES PARA VÉRTICES EN REDES DE NUEVA IMPLANTACIÓN.

12.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

Son de carácter general los siguientes parámetros a la hora de seleccionar la ubicación de un nuevo vértice independientemente del tipo u orden de la red a la que pertenezca:

- Estabilidad del terreno, evitando posibles hundimientos de la losa de hormigón sobre la cual se ubique la nueva señal. Para ello se reconocerán todas las grietas existentes en las cercanías que indiquen posibles subsidencias. Para evitar esto se recomienda siempre que sea posible la implantación de la señalización sobre material rocoso estable.
- En ningún caso se materializarán las nuevas señales sobre aglomerado asfáltico, dada su escasa garantía de permanencia en el tiempo y estabilidad.
- Nunca se colocarán señales sobre bordillos exceptuando los itinerarios de nivelación por carreteras, en los cuales si fuera necesario deberán colocarse sobre estos elementos, indicando esta situación en la planificación y en las notas de campo durante la revisión de las planificaciones.

12.2 REDES FUNDAMENTALES NACIONALES.

Este tipo de redes son implantadas única y exclusivamente por el Instituto Geográfico Nacional, por lo que en ningún caso se contempla la implantación de este tipo de vértices. Solamente se contempla su revisión en campo para comprobar el estado material de la señalización y documentar esta revisión en el caso de encontrar algún tipo de anomalía, con el objeto de informar al organismo encargado de su mantenimiento.



Fig. 67. Vértice REGENTE o de primer orden autonómico. Es necesario informar de su mal estado

12.3 VERTICES PERTENECIENTES A REDES TRIDIMENSIONALES AUTONÓMICAS O LOCALES SOBRE ETRS89.

12.3.1 REDES TRIDIMENSIONALES DE 2 ORDEN.

Este tipo de señales se implantarán sobre elementos del terreno estables (muros, zapatas de hormigón, edificios estables, y con preferencia sobre depósitos de agua municipales que garantizan la toma de observables mediante GPS gracias al horizonte despejado que suelen tener estos elementos). Se seleccionarán zonas lo más horizontales posibles para realizar un correcto estacionamiento. Se intentará evitar grandes superficies de hormigón o láminas de agua que ocasionen efecto multitrayectoria sobre la señal recibida por los receptores. Una ubicación correcta sería igualmente sobre macizo rocoso.



Fig. 68. Ubicación de vértice de segundo orden sobre macizo rocoso.

La ubicación de estos vértices será diseñada única y exclusivamente por el director del proyecto, el cual proporcionará a la empresa encargada de los trabajos la ubicación a priori para su revisión de campo y verificación de la viabilidad para la nueva ubicación. Las ubicaciones de este tipo de vértices se especificarán en los pliegos específicos de cada proyecto, así como el número de vértices a implantar.

12.3.2 REDES TRIDIMENSIONALES DE 3 ORDEN.

Estas redes se corresponden con las redes de primer orden municipales, es decir, se pretende cubrir con una malla bien distribuida todo el territorio del concejo, con el objeto de definir el marco de referencia municipal sobre el cual se deberán enlazar las redes de orden inferior tanto de futuros proyectos cartográficos. Su ubicación vendrá definida igualmente por el director del proyecto.

12.3.3 REDES TRIDIMENSIONALES DE 4 ORDEN.

Estas redes se corresponden con las redes de segundo orden municipales, por lo que en su mayor parte estarán ubicadas en zonas cercanas al casco urbano.

12.3.4 REDES TRIDIMENSIONALES DE 5 ORDEN.

Todos los vértices pertenecientes a redes de 5º orden deberán tener visibilidad directa sobre dos señales del mismo orden o superior dentro de las distancias máximas establecidas para vértices de este orden. Se emplazarán en zonas estables fuera de las zonas de tráfico rodado y en lugares que garanticen su estabilidad. No

es necesario que dispongan de horizonte GPS, dado que los vértices de este orden pueden ser observados por métodos topográficos clásicos.

Además de la visibilidad directa entre señales, el emplazamiento de los vértices deberá reunir las siguientes características:

- Ubicación de los vértices en zonas estables y con la posibilidad de referenciarlos sobre elementos estables concretos de forma que se pueda realizar un replanteo preciso en el supuesto de que desaparezcan con posterioridad a su implantación. En el caso de que no se pueda cumplir la premisa anterior se tendrán que situar sobre elementos permanentes y estables del terreno como zapatas de hormigón de torres de alta tensión, obras de fábrica que no presenten subsidencia o agrietamiento, etc.
- En ningún caso se implantarán las nuevas señales sobre asfalto, tierra o cualquier otro material que no sea hormigón, roca nativa, o losas de aceras.
- En la medida de lo posible ubicar las señales sobre terrenos de dominio público. En el caso de no poder cumplir este requisito, deberá solicitarse por escrito al propietario de la ubicación del nuevo vértice la autorización correspondiente para su implantación.

12.3.5 REDES DE PUNTOS DE APOYO PARA AEROTRIANGULACIÓN FOTOGRAMÉTRICA.

El CCATPA pretende afrontar la fase de apoyo fotogramétrico de los diferentes proyectos fotogramétricos desarrollados en Asturias desde un punto de vista de reutilización de esta, es decir, los puntos de apoyo resultantes de este proyecto pasarán a formar una base de datos de puntos de control autonómica que permitan mejorar la calidad y los tiempos de ejecución de los proyectos futuros de características similares. Por esta razón, se deberá prestar especial atención a la planificación de los trabajos de campo así como la selección de las ubicaciones de los puntos, garantizando su permanencia en el tiempo.

Los puntos de apoyo deben estar enlazados con un mínimo de dos vértices pertenecientes a las redes tridimensionales de 1º, 2º, 3º y 4º orden.

12.3.5.1 PLANIFICACIÓN DEL APOYO FOTOGRAMÉTRICO.

Basándonos en experiencias previas, consideramos necesaria una planificación a priori de los puntos de apoyo fotogramétricos, dado que mediante esta planificación facilitamos las tareas de los equipos de campo agilizando las tareas de reconocimiento y planificación de recorridos diarios de observación (recordemos la orografía del territorio asturiano). Esta planificación permitirá reducir los tiempos de ejecución de esta fase del proyecto.

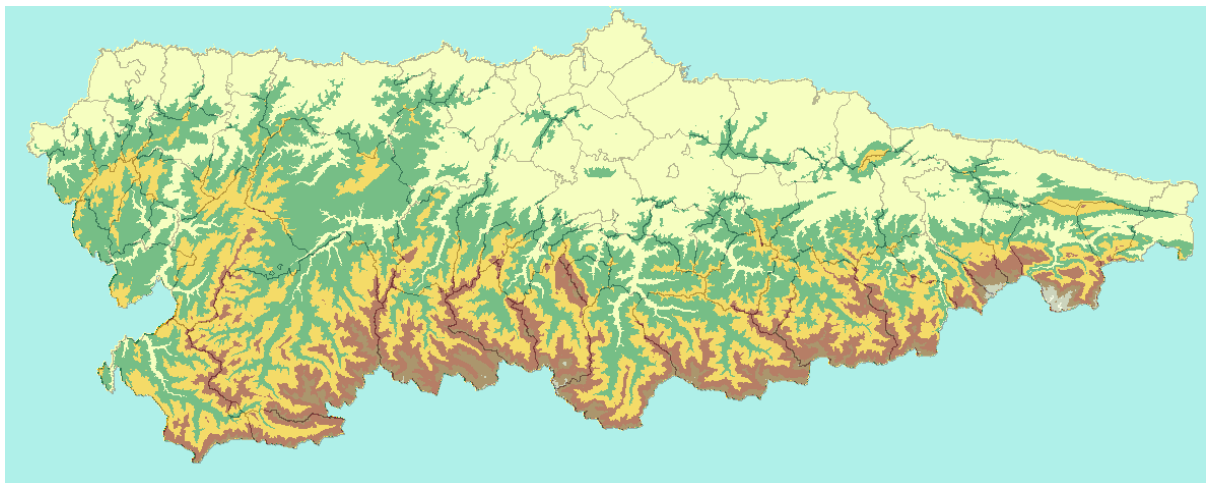


Fig. 69. Representación hipsométrica de la orografía asturiana.

Por otro lado, garantizamos una cobertura de control fotogramétrico idónea para los bloques de aerotriangulación contemplados que permitiría su empleo inmediato en proyectos futuras en el caso de emplear la configuración actual del vuelo fotogramétrico.

Sobre las imágenes aéreas preorientadas con los datos GPS/INS, se elige la ubicación de los puntos de apoyo teniendo en cuenta la geometría del bloque fotogramétrico y la existencia o no de apoyo aéreo cinemático correctamente medido durante el vuelo.

En función de la geometría y ejecución del vuelo fotogramétrico se seleccionará una de las posibles configuraciones a la hora de planificar la geometría de la red de control a observar. La decisión de aplicar una u otra distribución será tomada por el director del proyecto después del análisis de los informes correspondientes.

Como norma se calculara la cota de los puntos de apoyo abajo, indicando la altura de los elementos por si el operador necesitara trasladar el punto de referencia sobre la vertical.

Los puntos de apoyo deberán seleccionarse como mínimo en zonas de triple recubrimiento, recomendándose colocarlos en zonas de solape entre pasadas, con lo que se conseguirá enlace en seis fotogramas. Colocar puntos de apoyo en la zona externa al ámbito del proyecto para evitar extrapolaciones del ajuste.

12.3.5.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LA PRESELECCIÓN DE PUNTOS DE APOYO.

Como metodología de trabajo se recomienda seleccionar inicialmente las zonas donde se necesita ubicar el punto de apoyo, seleccionando posteriormente posibles ubicaciones para que sea el operador de campo el que decida entre todas ellas la más idónea. Puede indicársele la ubicación más idónea con una flecha por ejemplo, y mediante unos círculos otras posibles ubicaciones.

Para localizar el punto en el campo, se puede emplear la cartografía básica MTA 1:5.000 así como un mapa de carreteras. Mediante esta metodología se puede realizar una planificación diaria de los itinerarios a recorrer y los puntos de apoyo a capturar.

Como copia de trabajo el operador llevará una salida impresa en A4 de cada una de las opciones posibles de los puntos de apoyo, rodeando con un círculo grande la opción seleccionada, para que posteriormente el operador de gabinete se encargue de digitalizar esta selección en las capturas de pantalla digitales para su entrega como pinchado de los puntos de apoyo.



Fig. 70. Ejemplo de las posibles ubicaciones para el punto de apoyo diseñadas en gabinete. El operador de campo selecciona la opción más correcta para su observación con GPS. Posteriormente mediante las notas

de la salida impresa realizadas por el operador de campo, el operador de gabinete modificará la captura de pantalla para reseñar cual ha sido la opción levantada en campo (círculo rojo).

Las capturas de pantalla con el indicador de punto de apoyo capturado en campo servirán como pinchado sobre el fotograma, evitando que el operador de aerotriangulación tenga que buscar cada una de las imágenes de los puntos de apoyo para ver donde se ha realizado la medición.

Aunque inicialmente el proceso parece un poco engorroso posteriormente se agilizan las tareas de medición de campo y aerotriangulación.

12.3.5.3 DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE APOYO, EN EL CASO DE QUE LOS CENTROS PROYECTIVOS SE HAYAN MEDIDO CORRECTAMENTE DURANTE EL VUELO.

Apoyo de campo para aerotriangulación con datos GPS de vuelo y pasadas transversales. Los puntos de apoyo estarán situados fuera de la zona a ortoprojectar para evitar extrapolaciones del ajuste en bloque.

- Puntos dobles en las esquinas del bloque.
- Un punto en cada esquina de hoja MTN25.
- Pasadas interrumpidas: 2 puntos por modelo estereoscópico de enlace al inicio y final de la pasada interrumpida.

12.3.5.4 DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE APOYO, EN EL CASO DE QUE LOS CENTROS PROYECTIVOS NO SE HAYAN MEDIDO CORRECTAMENTE DURANTE EL VUELO.

Apoyo de campo convencional.

- Puntos dobles en las esquinas del bloque.
- Un punto por cada 3 modelos en la primera y última pasada.
- Un punto por cada 5 modelos en el resto de las pasadas.
- Puntos de enlace entre pasadas.
- Pasadas interrumpidas: 2 puntos por modelo estereoscópico de enlace al inicio y final de la pasada interrumpida.

12.3.5.5 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA PARA CADA UNO DE LOS BLOQUES DE OBSERVACIÓN.

Se empleará exclusivamente vértices de la Red REGENTE del IGN así como vértices de la Red RGPA del CCATPA. **Siempre** se ubicará uno de los receptores sobre pilar de hormigón de la Red REGENTE mediante sistema de centrado forzoso (ver apartado correspondiente), colocando el otro receptor sobre clavo de latón de la Red RGPA mediante el empleo de **trípode de madera** (ver apartado correspondiente).



Fig. 71. Señalización tipo empleada en la materialización de la Red Geodésica del Principado de Asturias.

Debe tenerse la precaución a la hora de realizar las mediciones de alturas en los pilares de la Red REGENTE, dado que en estos las altitudes elipsoidales están referidas a la cabeza del pilar, es decir, el lugar donde se encuentra ubicado el sistema de centrado forzoso existente en dichos vértices.

En el caso de que estuvieran disponibles las estaciones de la RGAPA (Red Geodésica Activa del Principado de Asturias), se podría sustituir el estacionamiento sobre los vértices RGPA por la utilización de las observaciones proporcionadas por esta Red de Estaciones de Referencia GPS. Será el director del proyecto el encargado de adoptar una u otra decisión en función de la disponibilidad de la red.

12.3.5.6 TIPO DE ELEMENTOS DEL TERRENO A EMPLEAR COMO PUNTOS DE APOYO.

Dado que pretendemos reutilizar los puntos de apoyo resultantes de este trabajo, y para evitar que los operadores cometan las mismas deficiencias cometidas en proyectos anteriores, a continuación mostramos una serie de ejemplos de que elementos pueden considerarse a la hora de elegir la ubicación de un punto de apoyo o cuales por el contrario están totalmente descartados.

12.3.5.6.1 PUNTOS VALIDOS PARA SU EMPLEO COMO APOYO FOTOGRAMÉTRICO EN EL PROYECTO.

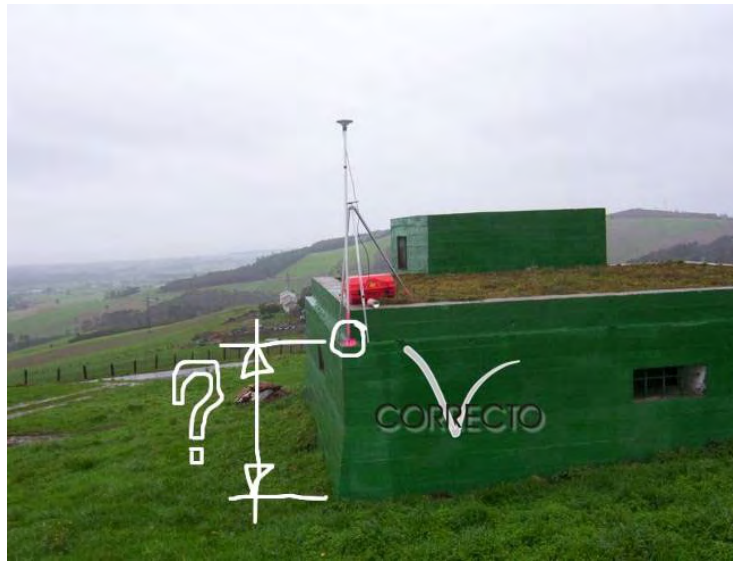


Fig. 72. Punto válido siempre que se indique con claridad en el croquis digitalizado todas las acotaciones necesarias para para su empleo de forma correcta.



Fig. 73. Punto válido siempre que se indique con claridad en el croquis digitalizado todas las acotaciones necesarias para para su empleo de forma correcta.

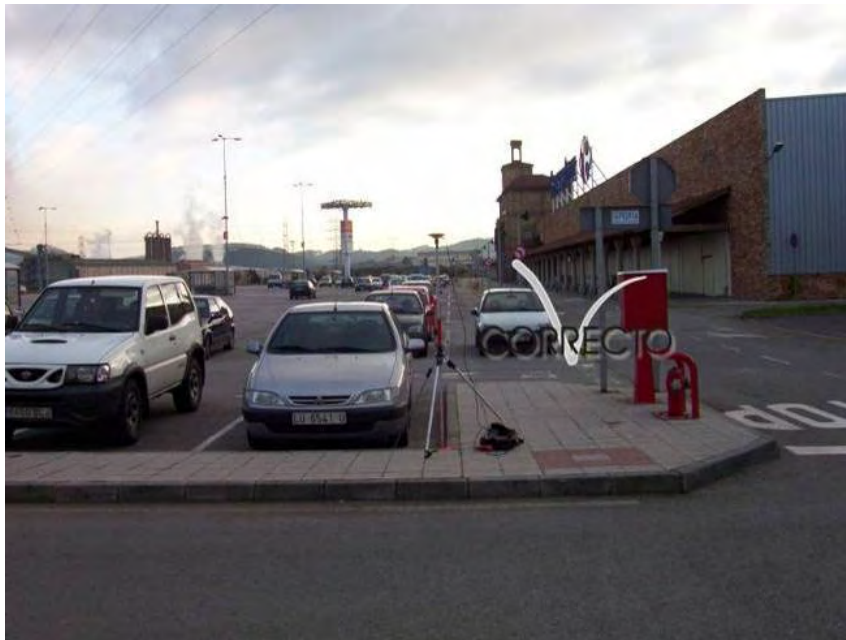


Fig. 74. Punto valido con pocas posibilidades de error.



Fig. 75. Punto válido como punto fotogramétrico sobre roca anclada al terreno de forma que se garantice su permanencia en el tiempo. En el caso de emplear este tipo de elementos se deberá pintar sobre dicha roca una señal que permita su identificación posterior para una posible reobservación.

12.3.5.6.2 PUNTOS NO VÁLIDOS PARA SU EMPLEO COMO APOYO FOTOGRAMÉTRICO EN EL PROYECTO.



Fig. 76. Ejemplo de una mala observación que está introduciendo rebotes en la recepción de la señal GPS. Las antenas GPS deberán estar siempre por encima del elemento. No se permitirán observaciones similares a la de la fotografía. Por otro lado dada la altura del elemento se hace muy difícil la acotación de este con los medios normalmente disponibles (flexómetro).



Fig. 77. Punto no valido dado que es posible su desplazamiento en función del tránsito de vehículos o estado de crecimiento de la vegetación.



Fig. 78. En la fotografía se puede apreciar un punto no muy recomendable por estar cercano a zonas de crecimiento vegetativo que podrían inutilizar el punto para futuros proyectos.



Fig. 79. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 80. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 81. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 82. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 83. Punto que no garantiza su permanencia temporal o una identificación adecuada a las precisiones exigidas.



Fig. 84. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 85. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 86. El elemento puede verse afectado por desplazamiento en alguna de las imágenes motivado por la proyección cónica de la fotografía. No garantiza correcta fotointerpretación.



Fig. 87. No es un elemento físico acorde a las necesidades de un punto de control



Fig. 88. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 89. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 90. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 91. Elemento mal definido.



Fig. 92. Los muros de piedra no se pueden identificar garantizando las precisiones del proyecto.



Fig. 93. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 94. No garantiza una correcta identificación.



Fig. 95. Punto con mala definición.



Fig. 96. Las marcas viales no se emplearan como puntos de apoyo, dado que no garantizan una permanencia temporal. Ocurre lo mismo con los puntos sobre aglomerado asfáltico.

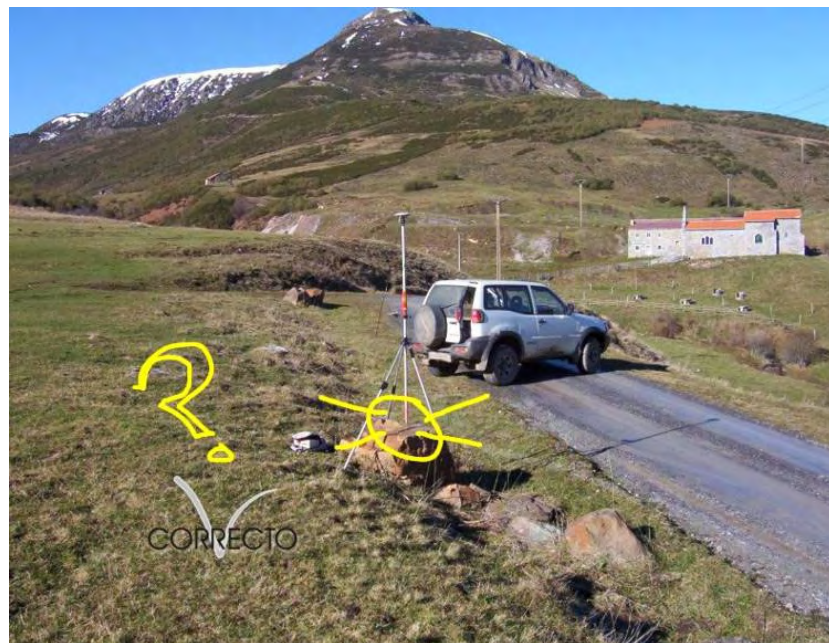


Fig. 97. Solamente se pueden emplear rocas nativas, siempre que tengan un fondo que provoque alto contraste en la imagen, facilitando la identificación fotográfica. Se emplearán únicamente rocas ancladas al terreno, nunca piedras móviles.



Fig. 98. Punto mal definido.



Fig. 99. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 100. Punto definido por vegetación. No garantiza una correcta fotointerpretación, así como, su permanencia en dimensional y temporal.



Fig. 101. Punto cubierto por vegetación. Mala definición.

12.3.6 REDES PARA EL CONTROL DE CALIDAD.

Estas redes estarán formadas por puntos con características similares a un punto de apoyo, enlazado con un mínimo de dos vértices de las redes de 1º, 2º, o 3º orden. Su función básica es la de servir como puntos de control a la hora de realizar los correspondientes controles de calidad en las diferentes fases que conlleva un proyecto cartográfico (modelo digital de elevaciones, ortofotografía, cartografía básica o municipal, etc.).

Igualmente estas redes de control estarán formadas por una serie de puntos de características similares a los de las redes de 2º y 3º orden cuyo objeto es el control de calidad de la densificación de redes llevadas a cabo por los diferentes organismos.

Las coordenadas de este tipo de redes no están disponibles al público, dada su condición de ser puntos de chequeo.

12.3.7 REDES PARA LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y OBRAS DE INGENIERÍA.

Este tipo de redes son las generadas con la función específica de servir de apoyo en la ejecución de infraestructuras y obras de ingeniería. En el Principado de Asturias se da la característica especial de que en este tipo de obras, se emplean sistemas planos de referencia, sin coeficientes de deformación lineal, sin embargo, es necesario enlazar estas redes con las redes oficiales para permitir un mantenimiento posterior de los trabajos así garantizar una correcta conexión con el resto de cartografías (catastrales, municipales, etc.).

Nota: pendiente de desarrollo.

12.4 REDES DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.



Fig. 102. Recuperación de señal de nivelación de las líneas RNAP98.

El diseño de las redes de nivelación de alta precisión autonómicas será efectuado por el director técnico del proyecto. El diseño de red inicial será el empleado por las empresas licitadoras con el objeto de realizar la valoración económica del proyecto.

Sobre esta planificación inicial podrá modificarse posteriormente la ubicación a priori establecida para las señales de nivelación con el objeto de ajustarse a los condicionantes existentes sobre el terreno, es decir, estabilidad de elementos, ocultaciones provocadas por edificaciones, etc.

- Todas las señales principales de las líneas de nivelación deberán disponer de un horizonte despejado para su observación mediante técnicas GPS en fases posteriores.

Los criterios empleados en el diseño de este tipo de redes pueden ser entre otros:

- Evolución urbanística del territorio.
- Crecimiento poblacional.
- Estado de la infraestructura geodésica.
- Intereses de tipo medioambiental.

- Estado de las líneas de nivelación estatales.

12.4.1 ESTUDIO PRELIMINAR DE LA UBICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN GEODÉSICA.

Esta fase contempla el recorrido de la línea de nivelación objeto del proyecto, realizando un estudio de las ubicaciones propuestas en función de los criterios establecidos. En esta fase se ubicarán todas las señales de la línea de nivelación incluyendo diferentes alternativas en el caso de ubicaciones dudosas. Se realizarán las fotografías correspondientes y se dibujarán dichas ubicaciones sobre un Mapa Topográfico de Asturias E10000 para facilitar su localización en fases posteriores.

Este estudio preliminar podrá ser modificado por el director del proyecto en aquellas ubicaciones que no cumplan los criterios establecidos. Una vez aprobada la planificación, el adjudicatario del proyecto procederá a implantar la señalización sobre las ubicaciones aprobadas definitivamente.

12.4.2 REDES ALTIMÉTRICAS DE 2 ORDEN.

Estas líneas de nivelación estarán materializadas por dos tipos de señales, las principales y las señales secundarias. La señal principal materializará el inicio y fin de cada tramo de la línea de nivelación. Las señales secundarias definen subtramos dentro de cada tramo, con el objeto de densificar esta red y facilitar las tareas de observación de la línea de nivelación.

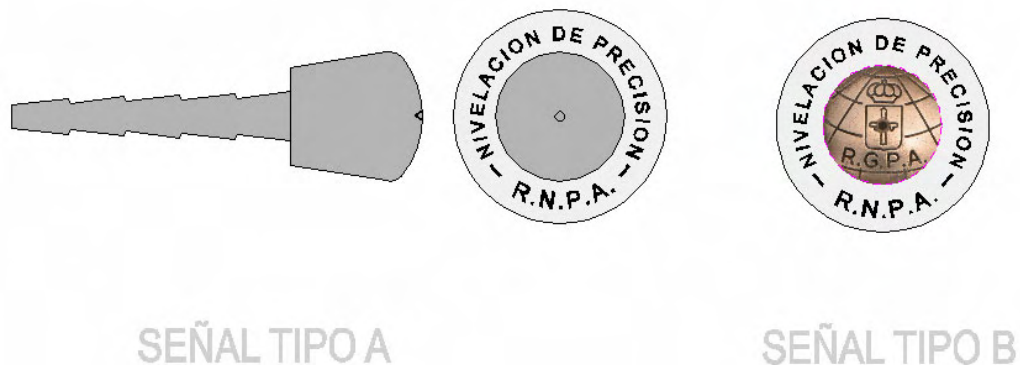


Fig. 103. Tipos de señalización a emplear.

Tanto las señales principales como las secundarias no tienen ningún tipo de identificador que singularice la señal, únicamente se podrá identificar esta por la descripción de la reseña. Además de reducir costes, esta particularidad facilita las labores de reposición de señal en el caso de que esta desaparezca.

Las distancias aproximadas entre señales se puede observar en la tabla siguiente.

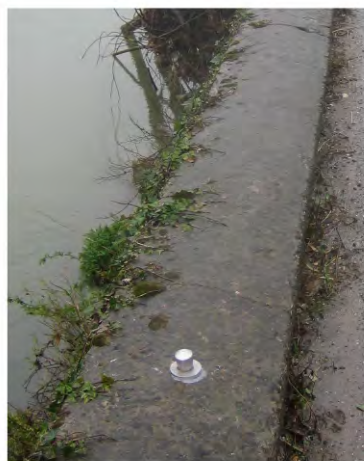
	Señalización Principal	Señalización Secundaria	Número de señales
Señalización Principal	1200-1400 m.	600-700 m.	1 Horizontal
Señal Principal secundaria o auxiliar	50 m.	--	1 Vertical 1 Horizontal

Señalización Secundaria	--	600-700 m.	1 Horizontal
-------------------------	----	------------	--------------

Tabla 8 Distancias máximas entre señalización geodésica de nivelación.

La señalización principal estará formada por un grupo de tres señales (1 SP + 2 SPS), de las cuales dos serán horizontales y una vertical. Dentro de las señales horizontales una estará materializada mediante señalización tipo A y la otra mediante tipo B. Para la señalización vertical se empleará exclusivamente señalización del tipo A.

SEÑALIZACIÓN TIPO A



**SEÑAL PRINCIPAL
HORIZONTAL**



**SEÑAL PRINCIPAL
SECUNDARIA VERTICAL**

Fig. 104 Señalización tipo A.

La distancia máxima entre la señal principal horizontal tipo A y las otras dos que forman el grupo de señalización principal será de 50 metros, con el objeto de que la medición se efectúe mediante un solo estacionamiento del instrumento.

Para la señal principal secundaria horizontal, al igual que para la señal secundaria de tramo, se empleará señalización tipo B.

SEÑALIZACIÓN TIPO B



**SEÑAL PRINCIPAL
SECUNDARIA HORIZONTAL**



**SEÑAL SECUNDARIA
HORIZONTAL**

Fig. 105 Señalización tipo B.

Un esquema básico de un tramo de observación es el que se puede observar en la figura siguiente. En el se puede apreciar el grupo de señales de inicio y final de tramo así como las señales secundarias.



Estas redes serán definidas por los técnicos del CCATPA siguiendo los criterios de estabilidad y permanencia comunes a las redes planimétricas. Todas las señales principales de las líneas de nivelación deberán disponer de un horizonte despejado para su observación mediante técnicas GPS.

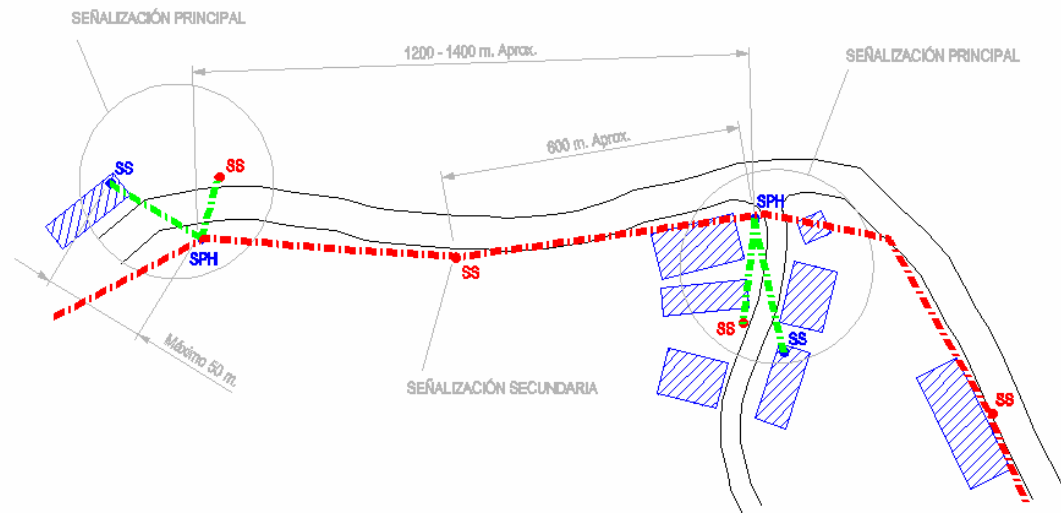


Fig. 106 Esquema de un tramo dentro de un itinerario de nivelación de alta precisión.

12.4.3 REDES ALTIMÉTRICAS DE 3 ORDEN.

Se deben cumplir los mismos requisitos que para las redes de 2º orden, con la salvedad de que entre clavos principales han de implantarse dos clavos, es decir, cada tramo estará formado por tres señales en el nodo principal y dos señales intermedias antes de llegar al nodo principal siguiente, por lo que la distancia entre subtramos será aproximadamente de 400 metros.

12.4.4 REDES ALTIMÉTRICAS DE 4 ORDEN.

Estas redes coincidirán en muchas ocasiones con las redes tridimensionales de 5º orden o con redes de obra, por lo que se aprovechará su monumentación. En aquellas ocasiones en las que se empleen estas redes para nivelar zonas con una orografía muy abrupta, deberá contemplarse el horizonte despejado en ciertos vértices para su observación mediante técnicas GPS.

12.4.5 REDES ALTIMÉTRICAS DE 5 ORDEN.

Se deben cumplir los mismos requisitos que para las redes de 2º orden, con la salvedad que en los nodos principales se colocarán una señal horizontal del tipo A como señal principal y dos señales horizontales del tipo B como señales principales secundarias.

12.4.6 REDES ALTIMÉTRICAS DE 6 ORDEN.

Estas redes coincidirán en muchas ocasiones con las redes tridimensionales de 5º orden o con redes de obra, por lo que se aprovechará su monumentación. En aquellas ocasiones en las que se empleen estas redes para nivelar zonas con una orografía muy abrupta, deberá contemplarse el horizonte despejado en ciertos vértices para su observación mediante técnicas GPS.

12.4.7 REDES PARA LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y OBRAS DE INGENIERÍA.

Nota: pendiente de desarrollo.



13. INSTRUMENTAL A EMPLEAR.

13.1 ASPECTOS GENERALES.

Los equipos de medida deben ser contrastados y verificados antes de iniciar las campañas de observación. El director del proyecto decidirá como y donde ha de realizarse la verificación de los equipos, o en el caso de disponer de un certificado de calibración reciente prescindir de esta verificación.

El director del proyecto podrá en cualquier momento solicitar a la empresa encargada de la ejecución de los trabajos que ponga a su disposición cualquier instrumento para realizar su verificación por personal de la dirección técnica o a través de asistencia técnica externa.

Se realizará una inspección de todo el instrumental auxiliar, jalones, niveles, porta-prismas, prismas, instrumental de medidas de antena, baterías, cables, tarjetas de registro, etc., para verificar su perfecto estado y evitar posibles errores sistemáticos posteriores. El director del proyecto decidirá si es factible su uso en los trabajos o por el contrario es necesario rechazar algún elemento debido a su estado deteriorado.

Todos los sistemas de nivelación auxiliares, así como los de centrado, deberán estar perfectamente ajustados y contrastados antes de iniciar la campaña de observación.

Cada instrumento tendrá asignado un código, así como sus elementos auxiliares correspondientes, que no deberán intercambiarse para intentar detectar errores groseros en la medida de lo posible.

Para todo ello, el director del proyecto fijará una fecha y hora en el cual se procederá a realizar todos estos apartados en su presencia o en personal delegado por este. Si la duración de la campaña de observación fuera superior a un mes el director del proyecto podrá realizar varias inspecciones.

El contratista debe realizar un mantenimiento periódico de todo el instrumental empleado para eliminar los errores groseros asegurando la calidad de los observables obtenidos en las campañas de observación.

13.2 NORMAS ISO.

Estas normas especifican los procedimientos a adoptar para evaluar la precisión (repetibilidad) del instrumental empleado en proyectos de índole geodésica, así como su equipamiento auxiliar. Los ensayos realizados deben dar respuesta de acuerdo a la normativa correspondiente (ISO 17123/1-8), a la pregunta de si un determinado equipo, con un determinado operador, satisface unas determinadas condiciones de precisión impuestas. Se pueden entender estas normas, como aquellas que nos proporcionarían los primeros valores a introducir en la evaluación global de la incertidumbre de un método topográfico. Como las condiciones meteorológicas tienen una gran influencia en la medida, se procura mediante este tipo de ensayos, al igual que se hace en la normativa DIN, abarcar un amplio abanico de condiciones de toma en el lugar de trabajo, con el fin de estar seguros de que si operamos en el futuro dentro de ese intervalo de factores de influencia, podremos considerar como la precisión a conseguir, la obtenida de acuerdo con la normativa.

Los ensayos efectuados en laboratorio no están prácticamente afectados por influencias atmosféricas, pero los costes en unos casos, y la no posibilidad de extrapolar los resultados a condiciones de campo en otros, hacen necesario utilizar otros sistemas de control que resuelvan ese doble problema. Estos procedimientos de campo (ISO 17123) han sido desarrollados específicamente para aplicaciones in situ, sin la necesidad de ningún equipamiento especial, y tratando de minimizar, tal y como dijimos anteriormente, las influencias meteorológicas.

Los resultados de la precisión de los teodolitos se expresarán en términos de desviación típica (error medio cuadrático) de una dirección horizontal (HZ) o de un ángulo vertical V, observados una vez en ambas posiciones del teodolito.

La normativa ISO17123 describe dos procedimientos, uno simple y otro completo para la medida de ángulos e incrementos de altitudes. Será el operador el que escogerá uno u otro en función de los requisitos de su proyecto. Es muy importante hacer hincapié en el hecho de que estas normas además de evaluar la precisión del equipo incorporan la incertidumbre asociada del operador al resultado final: Por lo que los resultados así obtenidos podrían resultar no válidos con otro operador.

Se pretende implantar esta metodología en futuros trabajos, con el fin de obtener la desviación de cada uno de los instrumentos junto con el operador que lo va a emplear. A continuación se detalla las normas correspondientes.

NORMA	DESCRIPCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 17123-1:2002 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Teoría.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 17123-2:2001 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Niveles.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 17123-3:2001 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Teodolitos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 17123-4:2001 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Equipos EDM de media de distancias.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 17123-5:2005 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Estaciones Totales.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 17123-6:2003 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Niveles Láser
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 17123-7:2005 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Instrumentos ópticos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO/DIS 17123-8: En desarrollo. 	Óptica e instrumentos ópticos. Procedimientos de campo para la inspección de instrumental topográfico. Sistemas GNSS de medida en tiempo real (RTK).

Tabla 9 Normas ISO aplicadas a la instrumentación topográfica.



Estos procedimientos se realizarán en un campo de pruebas al aire libre desarrollado por el CCATPA, sobre placas, pilares y dianas de control.

13.3 INSTRUMENTAL GNSS.

Este apartado pretende marcar las pautas a seguir para un correcto empleo de la metodología GNSS en el proyecto de densificación de la red geodésica. Si bien es cierto que el empleo de la geodesia espacial en los trabajos de densificación de redes geodésicas ha aumentado y garantizado las precisiones de los trabajos, su empleo descontrolado, sin un rigor metodológico y unidos a la falta de los conocimientos teóricos necesarios en el ámbito de la geodesia, provoca que en vez de aumentar dichas precisiones estas disminuyan por debajo de las obtenidas mediante el empleo de instrumental clásico. Es necesario evitar la plena confianza en la terminología GPS, así como dejar el control del trabajo única y exclusivamente sobre los test de control realizados por el software de las diferentes firmas comerciales. Ocurre lo mismo con el procesamiento de los vectores, dado que la experiencia nos indica que empleando software de diferentes firmas obtenemos soluciones diferentes trabajando con los mismos parámetros.

Estas recomendaciones contemplan única y exclusivamente el empleo de receptores geodésicos, con capacidad de almacenamiento de observaciones de medida de fase, así como receptores con capacidad de trabajo en modo RTK.

Se entiende por sesión al registro simultáneo de datos por varios receptores trabajando de forma conjunta.

13.3.1 RECEPTORES.

Se emplearán receptores geodésicos con un mínimo de 8 canales, registro mínimo de 5 segundos y capacidad de almacenamiento de 10 horas de observación.

13.3.1.1 MONOFRECUENCIA.

Solamente se contempla el empleo de este tipo de receptores en vectores con longitud inferior a los 10 Km., aunque se valorará el empleo de receptores bifrecuencia en todo el proyecto.

13.3.1.2 BIFRECUENCIA.

Se valorará el empleo de receptores bifrecuencia en todo el proyecto.

13.3.2 ANTENAS.

Única y exclusivamente se podrán emplear en el proyecto antenas catalogadas por el Servicio Geodésico de los Estados Unidos (<http://www.ngs.noaa.gov/>). Es necesario utilizar antenas estándar para poder procesar mediante cualquier software.

Se recomienda el empleo del mismo tipo de antenas en cada sesión de observación, para evitar en lo posible errores groseros introducidos al medir las alturas de antena.

Para redes de 2º y 3º orden autonómico, las antenas empleadas deberán poseer plano de tierra.

Para la observación GNSS de las redes de nivelación de alta precisión, todas las antenas **deberán** ser idénticas.

Con el objeto de evitar malas interpretaciones a la hora de realizar la medida de la altura de la antena, o la identificación del tipo de antena que se está empleando, se incluyen alguna de las antenas más corrientes en la actualidad. Como se ha indicado en el apartado correspondiente, en la memoria de la planificación de las observaciones deberá incluirse una ficha con las características técnicas de las antenas a emplear.

En los ficheros RINEX a generar, únicamente se podrá introducir un nombre de antena NGS, de lo contrario estos ficheros serán rechazados. Se recomienda encarecidamente consultar el manual del software de descarga y

transformación de formatos a RINEX, para configurar el programa de tal manera que realice la correcta asignación al nombre de antenas, así como la aplicación del offset pertinente.

En el caso de que alguno de los ficheros RINEX 2.10 generados en el proyecto y entregados para su control de calidad no empleará las antenas de dicho catálogo, puede ocasionar que dicho punto deba ser reobservado al entender que puede existir algún error en la medida de las alturas de las antenas.

13.3.3 TRIPODES Y BASTONES.

Para redes de 2º y 3º orden autonómico, las antenas deberán emplear trípodes de madera para su estacionamiento sobre señales tipo latón o acero inoxidable.

En el caso de estacionamiento sobre vértices REGENTE deberán emplearse basadas de centrado forzoso idénticas a las empleadas por el IGN para la observación inicial de la red de primer orden sobre ETRS89.



Fig. 107 Basada para estacionamiento sobre vértices REGENTE.

Para redes de 4º y 5º orden se podrá emplearan bastones de **altura fija** con trípode incluido.



Fig. 108. Bastón centrador con altura fija y trípode incluido.

Todos los instrumentos auxiliares de nivelación serán inspeccionados por el director del proyecto al inicio de los trabajos, rechazando aquellos que no cumplan los mínimos requeridos.

13.4 INSTRUMENTACIÓN GEODÉSICA TERRESTRE.

TIPO DE RED					

Tabla 10. Características del instrumental a emplear en observaciones geodésicas terrestres.

13.5 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.

Cada equipo de trabajo deberá disponer del siguiente instrumental:

- Nivel digital con desviación estándar acorde a los trabajos a desarrollar.

LEICA DNA 03		www.leica-geosystems.com
TOPCON DL 101 C		http://www.topcon.es/
TRIMBLE ZEISS DINI 12T		http://www.trimble.com

Tabla 11. Posibles niveles digitales a emplear en líneas de nivelación de alta precisión de segundo orden.

- Miras codificadas, de fibra o invar en función del tipo de red a observar. Estas miras deben disponer de nivel esférico.
- 1 nivel esférico para mira, de repuesto.

- Trípode de madera con patas de longitud fija.
- Material auxiliar para la señalización de los itinerarios así como la ubicación de los estacionamientos.
- Vehículo de transporte del personal e instrumental.

Tanto las planchas como las miras, así como el resto del instrumental empleado, deberán contar con la aceptación por parte del director de obra, verificando este el estado de los instrumentos.

13.5.1 SOMBRILLAS.

Deberá disponerse de este elemento de protección contra los rayos solares en la ejecución de redes de nivelación de segundo y quinto orden.



Fig. 109. Sombrilla a emplear en las redes de nivelación de alta precisión de 2º orden.

13.5.2 TRÍPODES.

Los trípodes a emplear en este tipo de mediciones deberán ser robustos y estar perfectamente ajustados, evitando a la hora de su transporte el recibir cualquier tipo de golpe que produzca desajustes. Antes del comienzo de los trabajos serán revisados de forma visual por parte del director del proyecto.

Únicamente se emplearán trípodes de madera en los trabajos de nivelación. El tipo de trípode a emplear es del tipo patas fijas, es decir de longitud fija. No se permite otro tipo de trípodes.



Fig. 110. Trípode de longitud fija específico para nivelaciones de precisión.

Cada trípode deberá estar asociado única y exclusivamente a un instrumento. No se podrá cambiar esta configuración salvo circunstancias especiales (sustitución de trípode, instrumento, etc.), notificando esta circunstancia al director del proyecto mediante correo electrónico.

El trípode debe mantenerse en perfecto estado de conservación. Se considera que sus articulaciones están correctas cuando, suspendido en el aire cogido por su plataforma superior y con las patas abiertas, éstas no se cierran, pero pueden moverse con facilidad. Es fundamental vigilar con frecuencia las bridas de ajuste, especialmente ante fuertes cambios meteorológicos.

En el caso de realizarse algún tipo de ajuste sobre los trípodes durante la ejecución de los trabajos, se indicará este en la memoria definitiva.

13.5.3 MIRAS

Miras invar codificadas con una longitud de 3 metros en redes de 2º, orden

Miras codificadas de fibra con una longitud de 2 metros para redes de 3 y 4 orden.



Fig. 111. Miras a emplear en nivelaciones geométricas.

13.5.4 PLANCHAS DE NIVELACIÓN.

Las planchas de nivelación o "sapos" son zócalos metálicos bastante pesados. Disponen de tres apoyos para establecer un buen contacto con el terreno. Sobre la cara superior del sapo hay un elemento saliente sobre el cual se deposita la mira.



Fig. 112. Ejemplos de planchas de nivelación. Cortesía del ICC y catálogo publicitario.

13.5.5 TERMÓMETROS, BARÓMETROS E HIGRÓMETROS.

Solamente se emplearán estos instrumentos en la nivelación de precisión de segundo y quinto orden.

Deberá disponerse de este instrumental acoplado a cada una de las miras y nivel. Deberán registrar de forma continuada los parámetros de forma que se pueda interpolar de sus valores para cada una de las mediciones efectuadas por el nivel digital.

Para poder interpolar deberán estar perfectamente sincronizados con el reloj del nivel.

13.5.6 NIVEL ESFÉRICO

Normalmente debe comprobarse una vez por semana y, desde luego, siempre que se aprecien anomalías en el desarrollo de las operaciones, procediendo, si es necesario, a su inmediata corrección.

13.5.7 HORIZONTALIDAD DE LA VISUAL

Esta comprobación debe verificarse una vez por semana y siempre que se observen irregularidades en la nivelación, una vez finalizado el tramo que se está nivelando.



14. PLANIFICACIÓN INICIAL DE LA RED.

14.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

Las recomendaciones expuestas en este apartado son independientes de la jerarquía de los nuevos vértices geodésicos a instaurar, así como en el tipo de red, planimétrica, altimétrica, de apoyo, control, etc. En el caso de que existan particularidades específicas, éstas se indicarán en el apartado correspondiente.

Se debe prestar atención a la tabla existente en el apartado ESTRUCTURACIÓN DE REDES GEODÉSICAS en lo que respecta a número de observaciones o vectores que debe tener cada uno de los vértices a instaurar.

Deberá realizarse un diseño de red inicial auxiliándose en la cartografía digital existente (MTA5000 o cartografía municipal), aplicando los criterios establecidos en este documento. La planificación deberá realizarse en un fichero SHP con la estructura de entidades establecida en el anexo correspondiente. Este fichero servirá a la dirección técnica para extraer la información automáticamente y realizar una verificación de la simulación entregada por el contratista.

Deberán etiquetarse de forma correcta todos los vértices de la nueva red siguiendo los criterios indicados en el apartado correspondiente. Esta identificación será la que se empleará durante la ejecución del proyecto tras la aprobación definitiva de la planificación por parte del director del proyecto.

Esta planificación debe contemplar los siguientes apartados:

- a. Estudio de los vértices de las redes de orden superior existentes en el perímetro de la zona de trabajo para prever la conexión de las observaciones a realizar.
- b. Análisis de las distancias entre posibles ubicaciones de los nuevos vértices, adaptándose a los requerimientos establecidos en la tabla existente en el apartado ESTRUCTURACIÓN DE REDES GEODÉSICAS .
- c. Localizar y dibujar sobre un fichero SHP la ubicación de todos y cada uno de los vértices de las redes existentes con la estructura de elementos establecida en el anexo correspondiente. En este fichero se incluirán tanto los vértices REGENTE y RGPA existentes en la actualidad, como vértices de la ROI , clavos del CGCCT, redes locales existentes, etc., con el objeto de su reobservación y enlace con el marco de referencia asturiano.
- d. Estudio de las ubicaciones del los nuevos vértices en función del orden de la red a instaurar, metodología elegida, etc.
- e. Planificar los observables a ejecutar, con las diferentes metodologías (GNSS, poligonación, nivelación geométrica, etc.)
- f. Ficha con una fotografía para cada una de las señales a materializar.
- g. La planificación debe contemplar un cronograma de observaciones, tiempos de ejecución, etc.
- h. Justificación de los precios ofertados para los trabajos a realizar (tiempos, instrumental, personal, etc.)
- i. Se debe contemplar el enlace a proyectos similares que se estén llevando a cabo en las zonas limítrofes al ámbito del proyecto actual.
- j. Se deben prever los posibles movimientos del personal encargado de las observaciones de forma que nos permita particularizar el plan de seguridad y salud para cada uno de los trabajos.

Es importante hacer hincapié en la zona en la que nos movemos, dado que determinadas condiciones atmosféricas pueden hacer que nuestro proyecto no se desarrolle en las mejores condiciones. En las imágenes siguientes se muestra el estado de dicha zona durante trabajos anteriores.



Fig. 113. Inclemencias meteorológicas.



Fig. 114. Inclemencias meteorológicas.



Fig. 115. Inclemencias meteorológicas.



Fig. 116. Inclemencias meteorológicas.

Es necesario prever el posible aplazamiento temporal hasta que estas condiciones sean las idóneas. Para ello se debe planificar un plan de observación de emergencia con más medios. En todo momento será el director del proyecto el que tome la decisión de continuar los trabajos de observación o retrasarlos temporalmente con el objeto de garantizar las precisiones exigidas.

14.2 CRONOGRAMA.

14.2.1 CRONOGRAMA CONVENCIONAL.

Se deberá presentar un cronograma de trabajo estructurado para cada una de las fases de trabajo. Este cronograma tomará como mínima unidad el día de trabajo, debiendo contabilizar los días de trabajo así como los festivos, especificando que días se pretende trabajar y cuales serán los días de descanso.

14.2.2 PREVISIÓN DE INCLEMENCIAS METEOROLÓGICAS.

Es necesario tener en cuenta en este apartado como ya se ha explicado con anterioridad, que determinadas condiciones pueden ocasionar retrasos en los trabajos no ocasionados por la empresa adjudicataria. Se debe prever un plan de observación específico en el caso de que fuera necesario solventar retrasos motivados por las inclemencias meteorológicas. Este plan específico deberá valorarse en la oferta para tenerlo en cuenta durante la liquidación del proyecto si fuera necesario.

14.3 PLANIFICACIÓN DE REDES PLANIMÉTRICAS.

14.3.1 ANÁLISIS DE LOS VÉRTICES DE REDES EXISTENTES EN EL ÁREA DE TRABAJO.

14.3.1.1 ROI.

Deberán integrarse siempre que sea posible por su proximidad geográfica o su estado de conservación. Para considerar su inclusión en el diseño de la red debe haberse comprobado sobre el terreno el estado del vértice.

14.3.1.2 REDES DE LA GERENCIA TERRITORIAL DEL CATASTRO.

Se debe contemplar incluir la totalidad de los vértices de las redes catastrales existentes en el concejo con el objeto de calcular unos parámetros de transformación de la cartografía catastral al nuevo marco de referencia. Esto a la vez servirá para comprobar la calidad de la cartografía catastral municipal.

14.3.1.3 REDES LOCALES EXISTENTES.

Se debe contemplar incluir la totalidad de los vértices de las redes municipales existentes en el concejo con el objeto de calcular unos parámetros de transformación de la cartografía municipal al nuevo marco de referencia. Esto a la vez servirá para comprobar la calidad de la cartografía municipal.

14.3.2 DISPOSICIÓN INICIAL DE LOS PUNTOS EN FUNCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL CONTRATO (Nº DE VÉRTICES NUEVOS, DENSIDAD, ETC).

Se deberán contemplar aquellas indicaciones especificadas en el pliego de condiciones particulares.

14.3.3 DISEÑO DE LA RED EN FUNCIÓN DE LAS OBSERVACIONES PREVISTAS A PRIORI Y DEL TIPO DE INSTRUMENTAL A EMPLEAR.

Una planificación correcta de los observables GNSS garantiza que los errores se minimicen, pero no desaparecen. La única forma de detectarlos es mediante el empleo de observaciones redundantes.

Como ya se ha visto en el apartado correspondiente, una correcta identificación de las señales, medición correcta de la altura, estacionamiento, así como una reocupación de la señal en tiempos diferentes garantizan una solución correcta.

14.3.3.1 DURACIÓN DE LAS OBSERVACIONES GPS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE RED Y LA LONGITUD DE LOS VECTORES.

ORDEN	NUMERO MINIMO DE SESIONES	TIEMPO DE OBSERVACIÓN POR SESIÓN	NÚMERO MÍNIMO DE RECEPTORES REGISTRANDO DE FORMA SIMULTANEA.	OBSERVACIÓN DE VALORES METEOROLÓGICOS
2º TRIDIMENSIONAL	2	90 minutos	6	NO
3º TRIDIMENSIONAL	1	45 minutos	4	NO
4º TRIDIMENSIONAL	1	20 minutos	3	NO
REDES FOTOGRAMÉTRICAS	1	20 minutos	3	NO

Tabla 12. Duración de las sesiones GPS en función del la estructura jerárquica.

14.3.3.2 ESTUDIO DE LOS VECTORES GPS A REOBSERVAR.

Se debe tener en cuenta durante el estudio de las observaciones a realizar, un correcto diseño de figuras cerradas, con el objeto de realizar un test de detección de errores mediante el cierre de triángulos.

14.4 PLANIFICACIÓN DE REDES ALTIMÉTRICAS.

14.4.1 ANÁLISIS DE LOS VÉRTICES DE LA RED TRIDIMENSIONALCERCANA SOBRE LOS CUALES SE VA A ENLAZAR LAS REDES DE NIVELACIÓN.

Se deberá realizar un estudio sobre los vértices REGENTE y de segundo orden cercanos sobre los cuales se va a realizar un enlace mediante técnicas GNSS con el fin de dotar de altitud elipsoidal a los nodos principales de la red de nivelación.



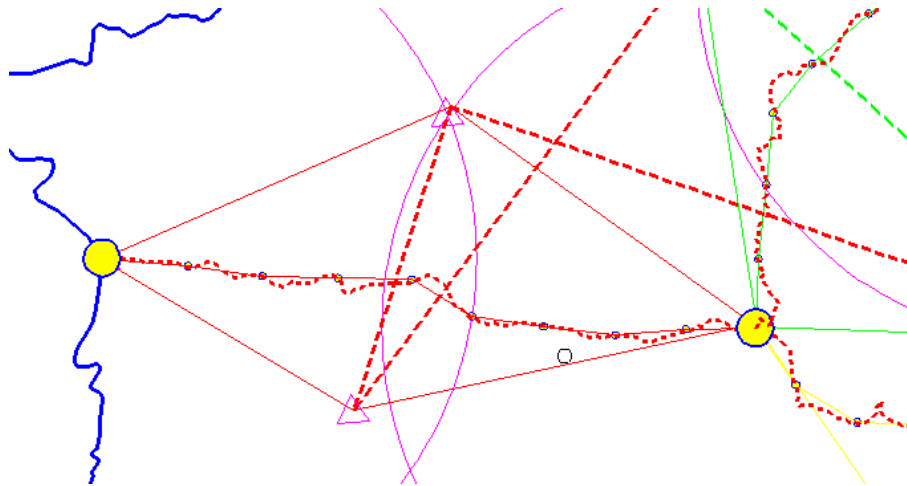


Fig. 117 Planificación del enlace de la red de nivelación a la red tridimensional.

Para la conexión de ambas redes debe tenerse en cuenta:

- Los nodos inicio y fin de un itinerario de nivelación (nodos amarillos grandes) se consideran a todos los efectos como puntos de 2 orden tridimensional, por lo que se adoptará la metodología de esta red para observarlos.
- Dentro de cada itinerario se definirán a la distancia correspondiente puntos equivalentes a un tercer orden tridimensional a una distancia adecuada (ver tabla de estructura de red).
- El resto de puntos se observarán empleando la metodología de redes tridimensionales de cuarto orden, mediante poligonación GNSS.

14.4.2 ANALISIS DE LAS REDES DE NIVELACIÓN EXISTENTES ASÍ COMO DE LAS REDES ALTIMÉTRICAS DE ORDEN SUPERIOR.



Fig. 118. Gráfico con la ubicación de los itinerarios existentes y los planificados.

Se deberá preparar una tabla con la ubicación de los nodos de inicio y fin de cada una de las líneas de nivelación, así como el número de tramos previstos para cada itinerario. En la imagen inferior se muestra una tabla ejemplo.

Itinerarios	Número	Nodo Inicio	Nodo Fin	Número Tramos	Longitud
RNPA01	01	Cangas de Onis	Alto de Ortiguero		m.
RNPA02	02	Alto de Ortiguero	Arenas		m.
RNPA03	03	Arenas	Llonin		m.
RNPA04	04	Llonin	Unquera		m.
RNPA05	05	Alto de Ortiguero	Balmorí		m.
RNPA06	06	Ribadesella	Colunga		m.
RNPA07	07	Colunga	Villaviciosa		m.
RNPA08	08	Villaviciosa	Gijón		m.
RNPA09	09	Villaviciosa	La Secá		m.
RNPA10	10	Gijón	Silvota		m.
RNPA11	11	Silvota	Oviedo		m.
TOTAL					Km.

Fig. 119. Tabla con la denominación de los itinerarios de nivelación previstos.

Las longitudes de estas líneas han sido extraídas a partir de la cartografía básica 1/5.000, siendo por lo tanto aproximadas en función de las precisiones proporcionadas por esta escala.

1.4.4.3 ANALISIS ZONAL. RECORRIDO DE CADA UNO DE LOS TRAMOS.

Para un correcto análisis de la planificación, se debe realizar un recorrido integro por la totalidad de las líneas planificadas, anotando sobre el plano guía todas aquellas zonas con curvas o pendientes elevadas. Se realizará un dossier fotográfico sobre el cual se apoyará el responsable del diseño de la ubicación de las señales, en el caso de que exista algún tipo de duda.



Fig. 120. Estudio particular de los itinerarios.



Fig. 121. Estudio particular de los itinerarios. Derrumbamiento provocado por las lluvias.



Fig. 122. Estudio particular de los itinerarios.



Fig. 123. Estudio particular de los itinerarios.

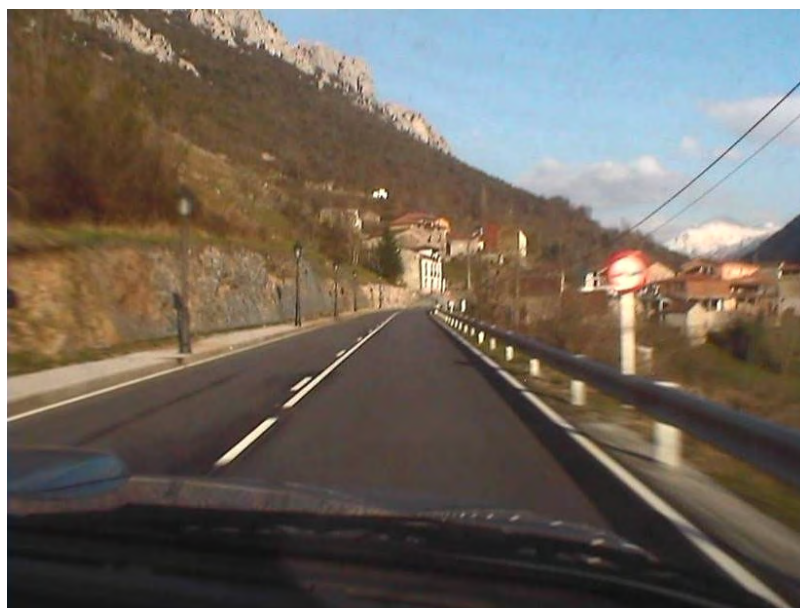


Fig. 124. Estudio particular de los itinerarios.



Fig. 125. Estudio particular de los itinerarios.



Fig. 126. Estudio particular de los itinerarios.



Fig. 127. Estudio particular de los itinerarios.



Fig. 128. Estudio particular de los itinerarios.



Fig. 129. Estudio particular de los itinerarios. Clavo RGPA existente en el itinerario.



Fig. 130. Estudio particular de los itinerarios.

Antes de comenzar la observación deberá entregarse al director un proyecto de observación, indicando el margen de la calzada por el que se va a circular a la hora de realizar las observaciones desglosadas por punto kilométrico.

14.4.4 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RED GEODÉSICA RGPA QUE SERÁN EMPLEADAS COMO ESTACIONES GPS FIJAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

En función de la distribución de vértices desarrollada en la primera fase de este proyecto, se seleccionarán las estaciones de referencia que se emplearán como estaciones fijas durante el tiempo de ejecución de los trabajos. En la imagen inferior se puede observar un tipo de ubicación óptimo para este tipo de observaciones, de difícil acceso para evitar movimientos en la antena.



Fig. 131. Ubicación de una estación GPS de referencia.

14.5 CRITERIOS DE ASIGNACIÓN DE IDENTIFICADOR EN SEÑALES DE NUEVA IMPLANTACIÓN.

En función del tipo de punto a implantar deberemos asignar un ID numérico que permitirá identificar al nuevo vértice dentro de la base de datos.

14.5.1 REDES TRIDIMENSIONALES.

14.5.1.1 RED NACIONAL SOBRE ETRS89. RED REGENTE.

Esta red nacional está compuesta única y exclusivamente por los vértices de la Red REGENTE del IGN en el Principado de Asturias. La numeración de este tipo de vértices ya está asignada y en ningún caso se modificará el identificador oficial de 5 dígitos. En este identificador se incluirá un cero delante hasta completar los cinco dígitos en aquellos casos en los que el ID sea inferior a 9999 (Ej. 09999).



Fig. 132 Vértice REGENTE 01043

En los datos de los vértices de la Red REGENTE proporcionados por el CCATPA, las altitudes están referidas a la cabeza del pilar, tanto las altitudes elipsoidales como las ortométricas, exceptuando el vértice 08019 (Raso) el cual tiene sus altitudes referidas a la base del pilar por encontrarse éste deteriorado.

NUMERO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	HUSO	x UTM	y UTM
01043	Pancha	-7.023372793	43.331902353	79.763	29	658093.575	
4824342.233							
01143	Sierra	-6.413943657	43.332202462	124.839	29	686233.624	
4825156.566							
01233	Musqueiros	-6.234463286	43.333143777	125.815	29	710339.910	
4826159.417							
02456	Padornelo	-7.195535319	43.260693949	673.333	29	634989.962	
4810502.745							
02576	Castelo	-6.564861219	43.260596286	697.000	29	666166.592	
4811168.905							

Deberán emplearse en todo momento los cinco dígitos, independientemente de que exista un cero delante, al ser éste identificados alfanumérico. En los ficheros Rinex se emplearán únicamente estos cinco dígitos para identificar un estacionamiento de receptor.

```

2 OBSERVATION DATA G
Generador Rinex 2.01 15-12-3 13:00
01444
01444
5995 LEICA SR530 3.02
LEIAT502
4605882.1109 -460160.7225 4373569.4901
0.1950 0.0000 0.0000
L1PhaOff: 0.0683 L2PhaOff: 0.0712
1 1
4 C1 L1 P2 CORRECTO
2003 10 8 7
2003 10 8 12
13
14
RINEX VERSIC
PGM / RUN BY
OBSERVER / A
MARKER NAME
MARKER NUMBE
REC # / TYPE
ANT # / TYPE
APPROX POSIT
ANTENNA: DEI
COMMENT
WAVELENGTH F
# / TYPES OF
TIME OF FIRE
TIME OF LAST
LEAP SECONDE
# OF SATELLI
    
```

Fig. 133 ID de vértice REGENTE correcto.

```

      2          OBSERVATION DATA          G
Generador Rinex 2.01          15-12-3 13:00
U1444_Ullaga
Vertice Ullaga
9995
LEI
LEIA150Z
4605882.1109 -460160.7225 4373569.4901
0.1950 0.0000 0.0000
L1PhaOff: 0.0683 L2PhaOff: 0.0712
KINEA VERS.
PGM / RUN I
OBSERVER /
MARKER NAME
MARKER NUMI
REC # / TYI
ANT # / TYI
APPROX POS:
ANTENNA: DI
COMMENT
MARKER EPOCH

```

Fig. 134 ID de vértice REGENTE incorrecto.

14.5.1.2 RED DE 2º ORDEN TRIDIMENSIONAL.

Esta red autonómica es una densificación de la Red REGENTE. Para su determinación se han empleado observaciones sobre vértices de su mismo orden o superior. Para su identificación se emplearán 8 dígitos con el siguiente criterio.

123 45 678

123: hoja del Mapa Topográfico Nacional 1/50.000 en la que se encuentra.

45: hoja del Mapa Topográfico de Asturias 1/5.000 en la que se encuentra.

678: código de tres dígitos que varía en función de las propiedades del vértice. Es correlativo dentro de la hoja del MTA 5.000. Este código puede tomar los siguientes valores

ID	Este número indica el valor mínimo sobre el cual comenzamos a numerar de forma secuencial en función del tipo de vértice a implantar.
001	Punto de la red de 2º orden con observaciones GPS exclusivamente.
201	Punto inaccesible enlazado mediante observaciones angulares empleando únicamente como punto de orientación de instrumental topográfico clásico.
301	Punto con observación GPS + Gravimetría
401	Punto con gravimetría, GPS y nivelación geométrica.
501	Punto con observación GPS + nivelación geométrica
601	Punto con observación GPS + Ortométrica obtenida por nivelación trigonométrica mediante observaciones recíprocas y simultáneas.
701	Punto de conexión entre la red de nivelación de 2º orden (RNPA) y la red de 2º orden (RGPA).
901	Punto de la red de nivelación de precisión del IGN observado con GPS y enlazando a la red de 1º orden.

Tabla 13 Nomenclatura de los vértices de segundo orden tridimensional.

La numeración de los puntos es única, reasignando un nuevo número identificador en el caso de su desaparición o reobservación por deterioro.

El identificador definitivo será asignado por el CCATPA para evitar duplicados.

14.5.1.3 RED DE 3º ORDEN TRIDIMENSIONAL.

Idéntico criterio que los vértices de 2º orden.



14.5.1.4 REDES DE 4º ORDEN TRIDIMENSIONAL.

Esta red está formada por una densificación de la red de 3º orden. Para su determinación se utilizarán únicamente observaciones GPS enlazadas a las redes del mismo orden o superior. Estará materializada mediante clavo municipal fijado con resina epoxi en hormigón o roca nativa.

El identificador estará compuesto por 6 dígitos atendiendo a los siguientes criterios:

12 345 6

12: identificador de concejo. (Ver tabla al final del documento).

345: número secuencial de 0-999 que indica la numeración dentro del concejo y orden correspondiente.

6: este dígito se rellenará con un número 4 que indica la pertenencia del vértice a una red de cuarto orden autonómica y red secundaria local.

14.5.1.5 REDES DE 5º ORDEN TRIDIMENSIONAL.

Esta red está formada por una densificación de la red de 4º orden observada exclusivamente por técnicas de topografía clásica o RTK. Para su determinación se utilizarán observaciones clásicas mediante estacionamiento de centrado forzoso del instrumento y placa de puntería o RTK sobre jalón con trípode de pinzas. Estará materializada mediante clavo municipal fijado con resina epoxi en hormigón o roca nativa.

El identificador estará compuesto por 6 dígitos atendiendo a los siguientes criterios:

12 345 6

12: identificador de concejo. (Ver tabla al final del documento).

345: número secuencial de 0-999 que indica la numeración dentro del concejo y orden correspondiente.

6: este dígito se rellenará con un número 5 que indica la pertenencia del vértice a una red de quinto orden autonómica y red de relleno local.

14.5.1.6 RED DE PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO.

Durante la planificación se le asignará un identificador que se empleará durante la observación en campo. El criterio para identificar estos puntos será:

XXXX

Secuencial desde 0001 hasta el dígito correspondiente en función del número de puntos de apoyo necesarios para el proyecto.

Este identificador será el que aparecerá tanto en el fichero de observación RAW, como en el fichero RINEX o en las carpetas de las reseñas, SIEMPRE empleando los cuatro dígitos aunque sean ceros no significativos.

Bajo ningún concepto se admitirán identificadores del tipo:

- **PA1**
- **0001-ARRIBA.**
- **0203_Repetido**
- **PAsturias1**
- **201 Leica trípode**

Todos aquellos puntos que no cumplan esta especificación serán rechazados de forma inmediata debiendo reobservarlos.

El director del proyecto asignará un identificador al proyecto de observación con el objeto de diferenciar puntos con idéntico ID entre proyectos diferentes.

14.5.2 REDES DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.

14.5.2.1 RED DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN. REDNAP.

Se tomará el código oficial asignado por el Instituto geográfico nacional.

14.5.2.2 RED DE NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN AUTONÓMICA. 2º, 3º y 5º ORDEN ALTIMÉTRICO.

Estas señales tendrán un ID de observación y uno definitivo que será asignado por el CCATPA. Esto está motivado por los condicionantes de software de los instrumentos de nivelación, los cuales no nos permiten introducir el número de dígitos que nos interesa.

CARGAS DE OMIS - ALTO DE ORTUERO			TRAMO								
TRABAJO LEICA	ITINERARIO	CROQUIS	NÚM.	INICIO	FIN	TIPO DE PUNTO	ID OBSERVACIÓN	ATRÁS	FRENTE	LINEA	ID DEFINITIVO
RNPA0101(TIPO)	01	01				1	01011				
	01	NAP	01	01	03	5	01015	01011	01015	L5	302196
	01	SS				4	01014	01011	01014	L3	
RNPA0102(TIPO)	01	03				1	01021	01011	01021	L4	
	01	SPS1	02	03	05	2	01022	01021	01022	L1	
	01	SPS2				3	01023	01021	01023	L2	
	01	SS				4	01024	01021	01024	L3	

Fig. 135 Ejemplo de tabla de asignación de identificadores para redes de nivelación.

Para definir el nombre de cada uno de los puntos utilizamos el siguiente criterio:

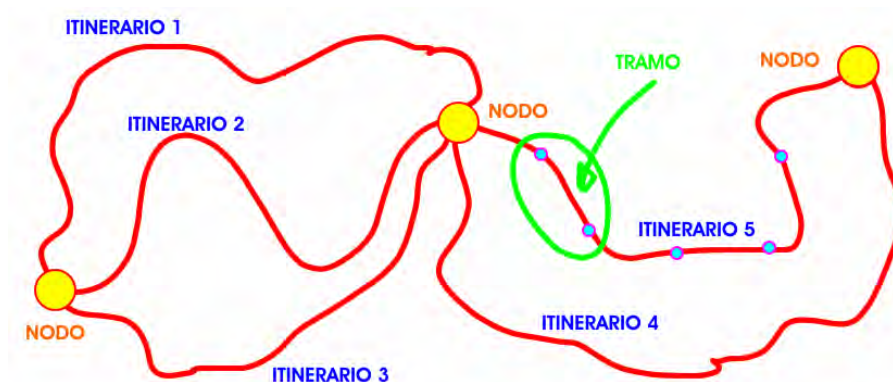


Fig. 136 Definición de elementos entre itinerarios.

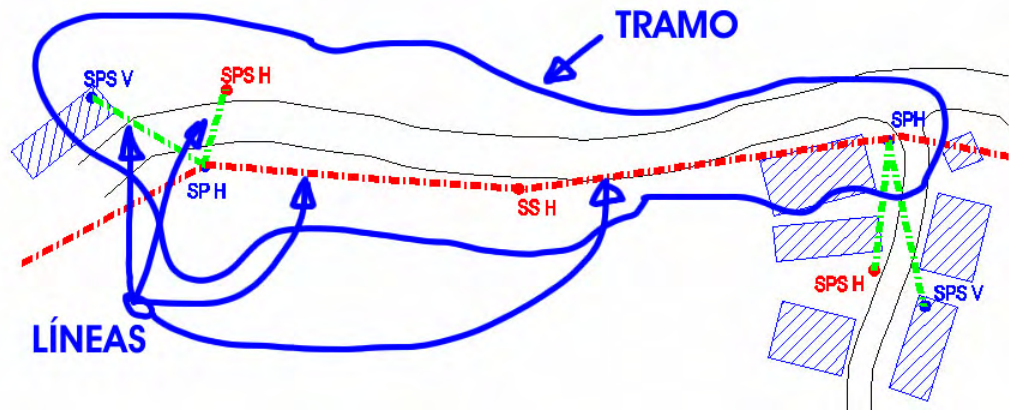


Fig. 137 Elementos que forman un tramo de nivelación dentro de un itinerario.

Como se puede ver un tramo de nivelación está formado a su vez por cuatro subtramos o líneas de nivelación (es así como la denominan los diferentes fabricantes de instrumentos). Al inicio de un itinerario o al final

- **RNPAXXYZ:** mediante este identificador definimos el itinerario.
 - XX: Número de línea de nivelación del total del Principado de Asturias
 - YY: Número de tramo dentro de cada línea.
 - Z: Tipo de observación
 - ✓ 1. IDA
 - ✓ 2. VUELTA
 - ✓ 3. PRIMERA REPETICIÓN DEL CONTRATISTA.
 - ✓ 4. REPETICION CONTROL CALIDAD.
 - ✓ 5. SEGUNDA REPETICIÓN DEL CONTRATISTA.

Si un tramo no se finaliza un día, se continua al día siguiente con el mismo trabajo del nivel finalizándolo en ese momento y abriendo un trabajo nuevo en ese momento, empleando el criterio descrito.

- **Li:** mediante este identificador definimos la línea dentro de cada uno de los tramos. i, será un número determinado en función del tipo de enlace que estemos haciendo
 - 1. Enlace de señal principal con SEÑAL PRINCIPAL SECUNDARIA 1
 - 2. Enlace de señal principal con SEÑAL PRINCIPAL SECUNDARIA 2
 - 3. Enlace de señal principal con SEÑAL SECUNDARIA auxiliar.
 - 4. Enlace de SEÑAL SECUNDARIA auxiliar con señal principal del tramo siguiente.
 - 5. Enlace de señal principal con NAP IGN.

14.5.2.3 RED DE NIVELACIÓN DE PRECISIÓN LOCAL. 4º y 6º ORDEN ALTIMÉTRICO.

Se les asignará el identificador del punto al que pertenecen, así como el ID de proyecto.

14.6 RECONOCIMIENTO SOBRE EL TERRENO DE LAS UBICACIONES PLANIFICADAS EN GABINETE.

El objetivo del reconocimiento de los vértices planificados consiste en:

- Reconocimiento sobre el terreno de los puntos de enlace (identificación y comprobación de su estado material, garantizando su correcto empleo).
- Seleccionar la ubicación más idónea basándose en la planificación y simulación de la red realizada en gabinete.
- Organizar las tareas de materialización de los nuevos vértices en el caso de que su ubicación sea aprobada por el director del proyecto.
- Realizar unas fotografías con cámara digital para su correcta interpretación en gabinete y por los equipos posteriores.

En el anejo correspondiente se indica como ha de realizarse la croquización y documentación fotográfica de los vértices de nueva implantación o para el control del estado físico de la red.

14.6.1 VÉRTICES DE REDES EXISTENTES EMPLEADOS PARA LIGAR LA RED EN EJECUCIÓN.

Se reconocerán sobre el terreno los vértices de redes de orden superior existentes en las zonas limítrofes al área del proyecto. Debe comprobarse su estado material y verificar si es posible su empleo de forma correcta en base al instrumental que se prevé utilizar en el enlace de la nueva red. En el caso de que se trate de vértices geodésicos, se comprobará su verticalidad mediante el empleo de un nivel tórico corregido. En el caso de detectar algún movimiento anómalo en algún vértice se notificará a la dirección técnica, que se encargará de la comunicación al organismo encargado de la gestión de dichos vértices.

Nunca se utilizará como punto de enlace un vértice que presente cualquier tipo de duda acerca de su estado, como puede ser la inclinación del cilindro del pilar, abombamiento del terreno, rotura de señal, etc.

Nunca se realizara sobre este tipo de señales cualquier tipo de anotación con pintura u otro tipo de marcador.



Fig. 138 Mal ejemplo de vértice pintado.

14.6.2 VÉRTICES DE NUEVA IMPLANTACIÓN.

Los nuevos vértices deben ser materializados de forma permanente, garantizando su estabilidad a lo largo del tiempo. Serán colocados, dentro de lo posible, en zonas de dominio público. Deben ser utilizados sin ningún tipo de problemas en las mediciones posteriores, por lo que se prestará especial atención en el caso de ubicarlos en zonas cercanas a esquinas de edificación, bordillos, mobiliario urbano, etc.



Fig. 139 Vértice en mala ubicación.

Esta elección de ubicación definitiva debe considerar los siguientes aspectos:

- Horizonte despejado: el horizonte debe estar despejado a partir de un ángulo de elevación de 15° . En un radio de 50 metros el vértice debe estar despejado de estructuras metálicas, torres de líneas de alta tensión o de superficies verticales y horizontales (láminas de agua extensas) que puedan afectar a la señal recibida.
- Considerar futuras actuaciones urbanísticas: que puedan afectar a la calidad de la ubicación de la señal.
- Estabilidad: es necesario prestar atención a la estabilidad ofrecida por la ubicación seleccionada así como la resistencia a los agentes meteorológicos.
- Accesibilidad: el vértice debe ser de fácil acceso así como permitir el estacionamiento de cualquier instrumental de medida de forma rápida y garantizando la seguridad del operador.
- Intervisibilidad: en algunos casos (redes de 4º orden e inferiores) se deberá prever la intervisibilidad entre los vértices vecinos o sobre vértices de orientación.
- Tiempos de acceso: se evitarán tiempos de acceso grandes sobre todo en las redes de 2º y 3º orden, estimando un máximo de 5 minutos desde el acceso rodado más cercano.

Inicialmente se reconocerá en campo su ubicación, materializando su posición con pintura, clavos, etc., de forma que el equipo de materialización ubique las señales definitivas. Este tipo de materialización temporal se realizará siempre de forma discreta y de forma que pase desapercibida a una persona ajena al proyecto, de forma que la señal no altere el entorno en el caso de que no llegue a emplearse en la planificación definitiva.

Los vértices pertenecientes a las redes de 2º, 3º y 4º orden, junto con los puntos principales de las redes de nivelación deberán disponer una ficha de obstáculos rellena en el momento del reconocimiento en campo. Dicha ficha servirá para planificar las ventanas óptimas para las observaciones GPS.

En el caso de que los puntos pertenezcan a redes de 4º orden o inferior, deben permitir realizar visuales sobre los vértices del mismo orden cercanos.

Los vértices de 2º y 3º orden deben permitir un acceso mediante vehículo y de forma rápida.

En el caso de vértices que van a ser observados mediante técnicas GPS, se evitarán ubicaciones cercanas a campos emisores de radiación electromagnética y tendidos o transformadores eléctricos.

14.7 EDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES PLANIFICADAS.

En base a los resultados del reconocimiento efectuado sobre el terreno, aplicando los criterios acerca del diseño de redes geodésicas indicados en este documento, se planificará de forma definitiva las observaciones a realizar, editando todas aquellas observaciones planificadas inicialmente que no se pueden ejecutar debido a algún tipo de problema reconocido sobre el terreno en la fase de reconocimiento, representándolas gráficamente sobre un fichero *.DGN aplicando la estructura vista anteriormente. Se introducirán los identificadores definitivos de los vértices de nueva implantación, así como los vértices de redes de orden superior que se pretenden emplear para enlazar la nueva red.

14.8 SIMULACIÓN DE LA RED PLANIFICADA.

Se entregará en formato ASCII una simulación en la que se estimen todos los parámetros de precisión y fiabilidad de cada uno de los nodos de la red diseñada, como si de un ajuste se tratará, pero sin los resultados finales para las incógnitas como es lógico.

Todas las simulaciones efectuadas se entregarán en ficheros ASCII y en carpetas independientes. El nombre de los ficheros de salida se denominarán de igual modo en las diferentes opciones estudiadas. En cada una de las carpetas se incluirá un fichero ASCII denominado *Leeme.txt* en el cual se explicará brevemente el análisis realizado sobre las simulaciones y el porque se su aceptación o rechazo.

14.9 INFORME DEFINITIVO DE LA PLANIFICACIÓN.

En este informe se incluirán las especificaciones técnicas del instrumental a emplear, receptores GPS, antenas GPS (marca, modelo, nº serie, offset del centro de fase, etc.), niveles digitales, estaciones totales, etc. Única y exclusivamente se empleará este instrumental, salvo fallo de este, que se sustituirá por otro de idénticas características previa autorización por el director del proyecto.

En este informe se entregará fotocopia del manual con las características técnicas de las antenas GPS a emplear en las observaciones, con el objeto de comprobar si ya existen en el catalogo de antenas de este Centro de Cartografía. En este manual deben estar reflejadas todas las acotaciones necesarias para conocer de forma inequívoca el desplazamiento del centro de fase de cada una de las antenas respecto del plano de referencia de altura (PRA).

En las imágenes inferiores se puede ver un ejemplo de tres antenas diferentes, en las cuales el fabricante ha acotado el ofsset del centro de fase.

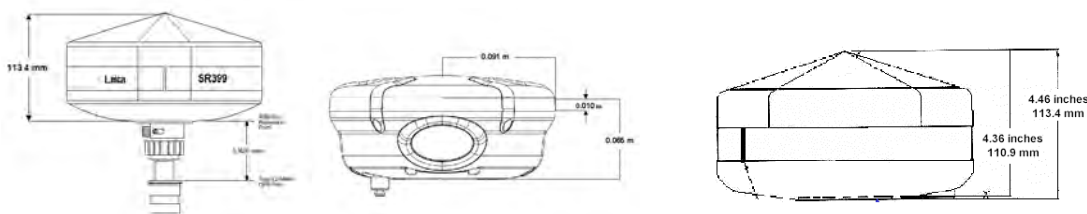


Fig. 140 Ejemplo de antenas con sus dimensiones físicas y desplazamientos del centro de fase.

No se contempla el empleo de antenas no catalogadas o de las cuales se desconozca dichos parámetros.

14.10 APROBACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN POR PARTE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO.

Para la aprobación de la planificación entregada por el contratista, éste deberá entregar:

- a. Ficha con la posible ubicación de los nuevos vértices (descripción e imágenes de los nuevos vértices).
- b. Croquis de obstáculos.

Fichero *.DGN con la disposición de las observaciones y los vértices.

- c. Estudio de satélites en los vértices con observación GPS durante los días de observación, teniendo en cuenta los croquis de obstáculos

Cálculos a priori mediante simulación de la red planificada. Mediante esta simulación se obtendrán las elipses de error detectando puntos críticos, mala geometría, etc.

Informe acerca de los trabajos de reconocimiento sobre el terreno de los vértices. Indicaciones para el perfecto reconocimiento de las posibles ubicaciones en el caso de que el director del proyecto realice una inspección de campo.

Una vez analizada la planificación entregada por el contratista, el director técnico del proyecto entregará por escrito la aprobación de la planificación para su observación y ajuste. Si a la hora de la planificación se han respetando las recomendaciones establecidas en este documento, los valores estadísticos de precisión y fiabilidad sobrepasarán con creces los valores exigidos.

Si bien es posible renunciar a realizar una simulación a priori de las redes, esto nos va hacer perder la posibilidad de optimizar las observaciones a realizar, y en el caso de sobrepasar las tolerancias establecidas, la reobservación de medidas complementarias con el consiguiente incremento del coste del proyecto. La simulación a priori nos va a permitir economizar los observables reduciendo o aumentando sólo donde sea necesario.

Previo al estudio del diseño de red se tendrá en cuenta toda la información disponible que pueda ser útil. Entre otros datos serán necesarios:

- Datos de la gravedad registrados en estaciones fijas de Asturias. Estos datos serán aportados por las estaciones de registro del Instituto Geográfico Nacional. La red de vértices de triangulación de esta entidad, se extiende por toda España.
- Datos de la red RGPA sobre ETRS89.
- Cartografía básica 1/5.000 existente como apoyo a las planificaciones.
- Solicitud de información gravimétrica al IGN.

14.11 PARTICULARIDADES ACERCA DE LOS DESPLAZAMIENTOS O NUEVOS EMPLAZAMIENTOS.

Dado que la observación de los vértices de una red geodésica conlleva una inversión económica importante, es necesario intentar conservar su estado y posición el mayor tiempo posible. A partir de un desplazamiento de un vértice podemos transferir las coordenadas del punto actual al desplazado. En estos casos, el error medio lateral o longitudinal del vector debe ser inferior a 5mm. En otras ocasiones, antes de realizar cualquier actuación sobre el vértice podemos materializar una red auxiliar de replanteo para ubicar el vértice en su posición actual después de las obras. Para realizar ese desplazamiento deberán emplearse las mediciones efectuadas sobre un triángulo cerrado nunca mediante radiación exclusivamente.

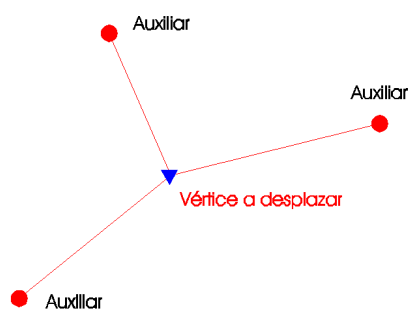


Fig. 141 Esquema de distribución de estaciones auxiliares para desplazamiento de un vértice.

Un nuevo emplazamiento implica la reobservación de una señal que ha sido destruida, por lo que es necesario materializarla de nuevo mediante la señal tipo. En estos casos es necesario asignar un nuevo identificador para evitar cualquier error provocado por el desplazamiento de la señal. Se recomienda en ambos casos la reasignación de un nuevo identificador para evitar en la medida de lo posible cualquier error a la hora de utilizar las coordenadas antiguas o las nuevas en la posición desplazada.

15. MATERIALIZACIÓN SOBRE EL TERRENO.

La materialización de los vértices planificados y aprobados debe realizarse siguiendo estrictamente el proyecto de planificación definitivo aprobado por el director del proyecto, siendo la única forma de garantizar la calidad exigida a la red diseñada. Para la materialización de los vértices se emplearán diferentes tipos de señales, clavo de latón, acero inoxidable o tipo Geopunt en función del tipo de señal a materializar.

Las señales serán proporcionadas por la entidad contratante o por el contratista en función de las especificaciones del pliego de condiciones específico del contrato.

En aquellos casos en los que fuera necesario, deberá construirse un dado de hormigón que garantice la estabilidad de la señal, debiendo estar contemplada su ejecución en el presupuesto de la red e indicado explícitamente en el pliego particular del proyecto.

Todas las señales se ubicarán en espacios públicos, siendo la entidad contratante la encargada de solicitar o informar a las administraciones correspondientes de la necesidad de implantación de estas señales.

15.1.1 TIPOS DE SEÑALES.

15.1.1.1 CLAVO DE LATÓN TIPO RGPA.

Esta señal ha sido diseñada por el CCATPA para ser utilizada como señal tipo en todas las redes tridimensionales implantadas por este organismo. Igualmente, será empleada como señal auxiliar en las redes de nivelación de alta precisión ejecutadas a través del CCATPA. Esta señal se fija al terreno mediante el empleo de resina epoxi tipo SIKADUR 31 o similar.



Fig. 142. Señal tipo para la materialización de las redes tridimensionales de 2º y 3º orden.

Las redes de 4º y 5º orden emplearán los clavos diseñados por el técnico correspondiente de la administración local. Este clavo tendrá idénticas dimensiones, con un escudo diferente, diseñado con este fin.

15.1.1.2 CLAVO DE ACERO INOXIDABLE.

Las redes altimétricas de 2º y 3º orden se materializarán con el mismo clavo de latón de las redes planimétricas, sobre el que se montará una arandela con anotación específica que indica la disponibilidad de altitud ortométrica. Este tipo de señales se podrán colocar tanto vertical como horizontalmente. En el segundo de los casos, esta ubicación garantiza su estabilidad y durabilidad en el tiempo dado que se colocaran en paramentos

verticales que garanticen estas condiciones, como pueden ser pilares de viaductos, muros de piedra en iglesias, fuentes, o cualquier otro edificio.

Las redes altimétricas de 4º y 5º orden se materializarán con el mismo clavo de latón empleado para las redes del mismo orden planimétricas. En muros verticales se colocará una arandela no visible entre el clavo y el paramento vertical que separará este 20 mm aproximadamente de la vertical del paramento, con el objeto de poder apoyar la mira sobre la cabeza del clavo.



Fig. 143. Señal tipo empleada en las señales principales de las líneas de nivelación de la RNPA.



Fig. 144. Clavo de acero inoxidable empleado como señal principal en una línea de nivelación RNPA.



Fig. 145. Clavo de acero inoxidable empleado como señal secundaria en una línea de nivelación RNPA.

15.1.1.3 SEÑALIZACIÓN DE REDES DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO, CONTROL DE CALIDAD O INFRAESTRUCTURAS.

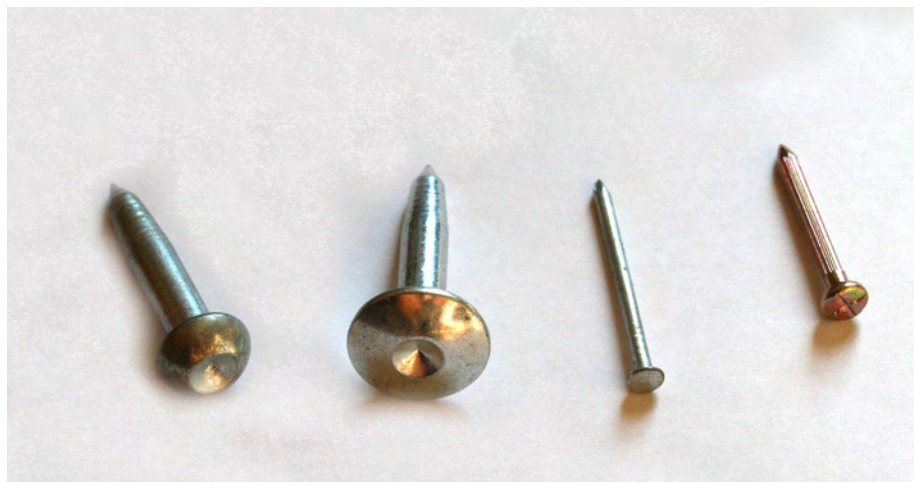


Fig. 146. Señal tipo empleada en la identificación de puntos de control o de redes de obra.

15.1.2 SEÑALIZACIÓN.

15.1.2.1 TALADRO.

Se realizará un agujero con taladro de baterías o gasolina sobre el que se embutirá el clavo de latón. El diámetro de la broca será de 11 mm mínimo para garantizar una correcta aplicación de la resina entre las paredes del agujero y el las escamas del clavo de latón.

15.1.2.2 RESINA EPOXI.

Se empleará resina de dos componentes SIKADUR31 de la firma SIKA o similar. Consultar con el director del proyecto.

15.1.2.3 CABEZA CON ASIENTO DE RESINA.

El asiento de resina debajo de la cabeza del clavo garantiza su resistencia a los golpes, que ocasionarían su rotura en el caso de no encontrarse correctamente asentado. Una materialización incorrecta ocasionará un rechazo del vértice por parte del director técnico del proyecto, ocasionando que se levante la señal colocada y se vuelva a materializar, reobservándola si ya se hubieran efectuado mediciones en ese vértice. Para evitar posibles pérdidas económicas, así como retrasos en la ejecución del proyecto debido a repetición de los trabajos, se debe realizar una materialización inicial correcta, la cual deberá validar el director del proyecto.

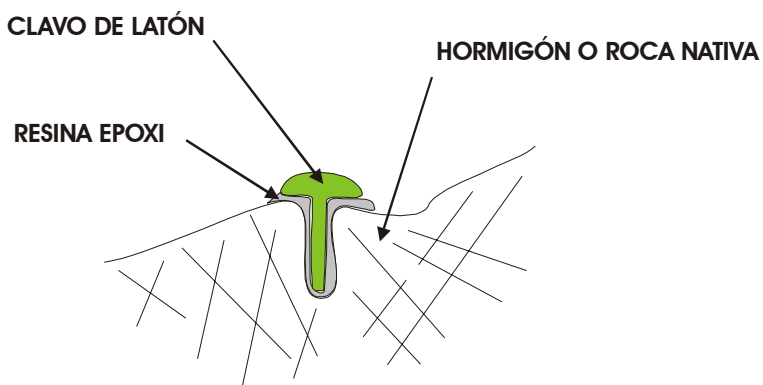


Fig. 147 Ejemplo de implantación de señal mediante resina epoxi.



16. OBSERVACIÓN INSTRUMENTAL DEL PROYECTO PLANIFICADO.

16.1 FICHA DEL PERSONAL ENCARGADO DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE CAMPO.

Los técnicos encargados de las labores de observación deberán estar familiarizados con el instrumental empleado, así como conocer las posibles fuentes de error para evitar errores groseros y lo que es peor, errores sistemáticos debido al desconocimiento del instrumental.

Estos técnicos deben estar familiarizados con labores de este tipo, con una experiencia suficiente que garantice la resolución de cualquier imprevisto que se presente durante la observación.

Para evitar interpretaciones incorrectas acerca de la forma de realizar las observaciones, todo el personal encargado de la observación, recibirá antes de iniciar los trabajos una jornada de formación por parte del director del proyecto, en el cual se marcarán las pautas a seguir durante la observación.

A cada uno de los técnicos de campo se le asignará un identificador que será el que debe anotar en cada una de las fichas de campo, junto con el identificador asociado al instrumental.

16.2 CONFIGURACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.

Todos los ficheros del proyecto deberán generarse a partir de la misma configuración de los instrumentos, es decir deberán disponer de las mismas correcciones, unidades de medida, identificadores de las miras, jalones etc., con el objeto de poder homogeneizar los controles de calidad sobre las observaciones a partir de software desarrollado al respecto. Esta configuración deberá aplicarse a todos los instrumentos de idénticas características.

Se definirá por parte del director del proyecto antes de iniciar los trabajos como se han de almacenar las observaciones, así como el tipo de observaciones que deben ser almacenadas en los ficheros de observación nativos.

Todos los instrumentos a emplear durante las observaciones deberán tener hora y fecha sincronizadas con un desfase de ± 3 segundos. Se utilizará como patrón de medida el tiempo GPS. En el caso de que esta condición no se cumpla, el director del proyecto podrá rechazar las observaciones para esa sesión de observación.

16.3 OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.

16.3.1 INSTRUMENTACIÓN.

El equipo de medición incluye un termómetro para medir temperaturas y un barómetro para medir la presión atmosférica. Para medir la humedad relativa se empleará un higrómetro.

16.3.2 OBSERVACIÓN.

La medición de datos meteorológicos se realizará en función del orden de la red que se está observando, siempre que las recomendaciones de observación lo indiquen explícitamente.

16.4 OBSERVACIONES GNSS.

Se entiende por sesión al registro simultáneo de datos de dos receptores fijos trabajando de forma conjunta. Cuando un vértice debe reocuparse en jornadas diferentes, los vértices no serán observados por el mismo operador de campo, permutando operadores y equipos con el objeto de detectar y eliminar los vicios de procedimiento o instrumental

En el caso de observaciones destinadas a la captura de puntos de apoyo consideramos sesión de observación al periodo transcurrido desde el inicio de registro de de los receptores fijos hasta su finalización. E n el caso de que al medio día se realizara una parada en el registro de datos, esto conllevaría una nueva sesión de observación con la correspondiente metodología a seguir. A las observaciones de los puntos de apoyo realizadas para cada sesión las denominaremos **observaciones de apoyo discretas**.

Cada uno de los estacionamientos efectuados deberá almacenarse en un fichero nativo bruto, de tal manera que posteriormente este sea renombrado y transformado a formato RINEX, permitiendo una relación entre los ficheros en sus diferentes formatos gracias al nombre del fichero.

El registro de datos por sesión se realizará en proyectos o carpetas diferentes dentro de cada receptor. En el caso de aquellos receptores que se mantengan fijos entre sesiones, no se duplicará dicho proyecto, pero se anotará en la ficha correspondiente esta característica.

La descarga de los datos de los receptores se realizará diariamente en un ordenador, realizando una copia de seguridad de dichos datos en un CD regrabable o similar, con el objeto de no producir retrasos en la ejecución de los trabajos debido a un fallo del disco duro del ordenador.

16.4.1 PLANIFICACIÓN DE LAS HORAS ÓPTIMAS DE OBSERVACIÓN.

Se analizarán los vectores necesarios para las observaciones GPS y en función del número de satélites, ocultaciones existentes y el PDOP para cada uno de los días de observación previstos. Esta planificación se realizará con el software de la firma LEICA (SKI-PRO) o bien mediante el software de la firma alemana Terrasat, TTC.

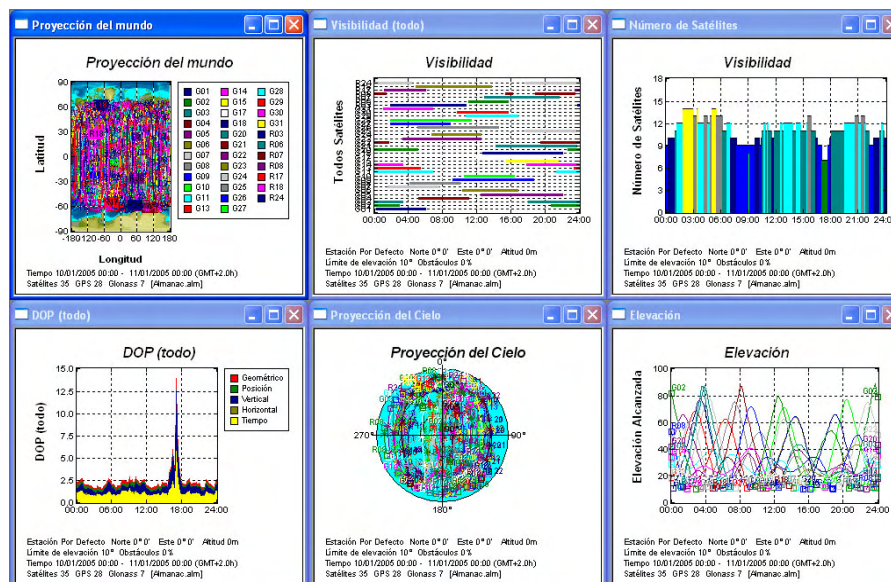


Fig. 148 Gráficos con toda la información necesaria para la planificación de los intervalos de observación.

16.4.2 PUESTA EN ESTACIÓN DE LAS ANTENAS.

Dado que la puesta en estación de la antena del receptor, el centrado, aplomado y medida de la altura desde el centro de fase hasta el punto considerado como punto de control es una de las causas principales de los errores groseros causados durante la operación de toma de observables GPS en campo, el empleo de procedimientos específicos y muy controlados mediante una guía o ficha a seguir durante la observación, permite reducir al máximo dichos errores groseros durante el estacionamiento.

Este apartado es de especial importancia en cuanto que la metodología empleada para la asignación de coordenadas a los puntos de apoyo (radiación GPS) no tiene comprobación, es decir, no tenemos ningún dato que nos permita comprobar en gabinete la correcta ejecución del cálculo, excepto que tengamos datos redundantes para comparar las componentes tridimensionales de los vectores para verificar la repetitibilidad de las observaciones.

Se deben utilizar accesorios con un dispositivo óptico de centrado preciso, dotado de elementos de nivelación que nos permitan garantizar en todo momento un posicionamiento sobre el vértice con ± 2 mm.

16.4.2.1.1 SOBRE PILAR.

Todo estacionamiento sobre pilar de hormigón se **realizará mediante el empleo de una basada** de centrado, tal y como se muestra en la figura adjunta. Esta circunstancia se verificará mediante las fotografías tomadas para las reseñas.

Cada uno de los estacionamientos deberá disponer de su fotografía y croquis correspondiente.



Fig. 149 Estacionamiento sobre pilar.

En este tipo de estacionamientos la fotografía tomada deberá estar orientada de tal forma que se observe perfectamente como se ha estacionado la basada sobre el pilar, así como el tipo de antena empleada en esa sesión de observación.

Se tomarán un total de tres fotografías siempre que se estacione el instrumento sobre el pilar, **en cada una de las sesiones**, es decir, si en un día se ha estacionado dos veces (dos sesiones de trabajo), para cada una de estas sesiones deberá tomarse la serie de tres fotografías. El motivo de esta metodología es la de facilitar la localización de errores groseros en las fases de procesamiento de los observables, en el caso de detección de anomalías no achacables a los datos GPS.

El no disponer de estas fotografías puede ocasionar un rechazo de las observaciones de esa sesión de observación. Debemos pensar que es un dato más a introducir en nuestra libreta de campo (altura de antena, tipo, y ahora fotografías).

16.4.2.1.2 SOBRE TRÍPODE.

En el estacionamiento sobre trípode empleara únicamente trípodes de madera, robustos y ajustados. No se podrán emplear trípodes de aluminio bajo ninguna circunstancia.

Se deberá tomar una fotografía en la cual se aprecie el estacionamiento del trípode, así como su entorno.

Cada uno de los estacionamientos deberá disponer de su fotografía y croquis correspondiente. Al igual que en el estacionamiento sobre pilar, se tomarán un total de tres fotografías siempre que se estacione el instrumento sobre el trípode en una estación RGPA en cada una de las sesiones, es decir, si en un día se ha estacionado dos veces (dos sesiones de trabajo), para cada una de estas sesiones deberá tomarse la serie de tres fotografías. El motivo de esta metodología es la de facilitar la localización de errores groseros en las fases de procesamiento de los observables, en el caso de detección de anomalías no achacables a los datos GPS.

En una de estas fotografías debe observarse la lectura de antena realizada para ese estacionamiento, es decir, debemos estar seguros de que la altura anotada en la libreta electrónica es la correcta, y la única manera de contrastar esto es mediante esta metodología. Al principio puede parecer tedioso, pero su empleo puede sacarnos de algún apuro a la hora del procesamiento de observables en gabinete, normalmente realizado por personal diferente al encargado de la toma de datos en campo.



Fig. 150 Detalle de altura de instrumento mediante el empleo de sistema de medición de alturas específico.

16.4.2.1.3 SOBRE BASTÓN CENTRADOR.

En el caso en los cuales las recomendaciones permitan el de bastón centrador, se recomienda encarecidamente el empleo de bastones de longitud fija para evitar posibles errores groseros en las alturas de las antenas. Igualmente deberán emplearse trípodes de pinzas para un correcto aplomado del bastón durante el tiempo que dure la observación.



Fig. 151 Se emplearán trípodes de pinzas y bastón de altura fija.

16.4.2.1.4 LECTURA DE LA ALTURA DE LA ANTENA.

La altura de la antena debe ser medida en cuatro puntos igualmente repartidos sobre el contorno de la antena, en función del tipo de antena y las indicaciones del fabricante. En el caso de que la medición de la altura de antena se realice con instrumental específico (Leica, Trimble, etc.) deberá indicarse esta circunstancia en la reseña.

Se debe indicar en la ficha de campo si la altura ha sido medida sobre la vertical u oblicua.

En esta medición **NUNCA** se incluirá la corrección del centro de fase. Esta corrección se aplicará posteriormente a través del software de procesado de las líneas base.

La medida de la altura de la antena se efectuará en metros (0.000 m). Es una buena práctica realizar la lectura de la altura empleando de forma adicional una unidad de medida anglosajona, como verificación de su correcta anotación en el sistema métrico.

Dado que en función del modelo y marca de nuestra antena emplearemos uno u otro sistema de medida de la altura, se deberán rellenar todos los apartados correspondientes en la ficha de campo con el objeto de disponer de magnitudes suficientes para poder calcular la altura corregida sobre el plano de referencia (PRA).

En función del tipo de antena empleado la altura de antena deberá reducirse a un determinado punto de referencia sobre el cual el software de postproceso a de aplicar el Offset del centro de fase de las antenas. Para garantizar que se están realizando correctamente las mediciones de altura, consultar el anexo correspondiente al final de este documento.

En el anexo correspondiente existe una ficha de observación tipo para rellenar en cada una de las sesiones de observación, en la cual, entre otros apartados se ha de completar:

- Tipo de antena.
- Tipo de estacionamiento.
- Como y donde se ha medido la antena.
- Altura.
- Modelo de antena.

- Etc.

16.4.2.1.5 ESTACIONAMIENTOS REDUNDANTE SOBRE LAS ESTACIONES FIJAS.

Cada uno de los estacionamientos sobre las estaciones fijas deberá llevar asociado un croquis como que se acompaña en el anexo correspondiente, con todos los datos rellenos, lo que facilitará el procesamiento de los observables por diferentes equipos de trabajo (Director Técnico, Contratista, Control de Calidad, etc.). Es decir deberá aparecer un croquis para cada sesión de observación.

16.4.3 MÉTODOS DE OBSERVACIÓN MEDIANTE EL EMPLEO DE INSTRUMENTAL GNSS.

16.4.3.1 ESTÁTICO.

16.4.3.2 ESTÁTICO RÁPIDO.

El número mínimo de receptores registrando de forma simultánea viene establecido por el orden de la red a la que pertenece el vértice que se está observando.

- La longitud de los vectores no sobrepasará en ninguna ocasión las recomendaciones establecidas para un determinado orden, 90% de la totalidad de los vectores observados para cada sesión por debajo de las distancias recomendadas.
- El número mínimo de satélites observados será ≥ 5 .
- Precisión en posición PDOP < 6
- Máscara de elevación $> 15^\circ$ sexagesimales.
- Los tiempos de observación serán los recomendados en la tabla del principio del capítulo.
- El intervalo de registro será de 5 segundos, tanto para la estación fija como para el móvil.

16.4.3.3 CINEMÁTICO.

16.4.3.4 RTK.

Se realizará una planificación auxiliándonos de la ubicación planificada, seleccionado aquellas horas del día que garanticen un número mínimo de satélites así como una geometría idónea. Esta planificación debe haberse entregado en la memoria de la planificación de la campaña de observaciones. El director del proyecto debe haber revisado y aprobado dicha planificación.

Se entregará una copia de esta planificación a la empresa encargada del control de calidad, para que esta a su vez emplee las estaciones de referencia como referencia a la hora de tomar puntos de control en modo estático. Por este motivo, se deberán configurar todas las estaciones fijas para que registren datos de forma continuada de forma simultánea a la emisión de correcciones vía radio. Se recomienda un intervalo de registro en estos casos de 5 segundos.

Se aconseja visitar la página <http://www.sel.noaa.gov/today.html> en la cual existe un indicador de la degradación de la señal de los satélites denominado Planetary K factor.

Todas las estaciones de referencia empleadas durante la ejecución de los trabajos deberán estar configuradas para realizar de forma simultánea el registro de datos para un posible procesamiento estático así como emitir las correcciones diferenciales en tiempo real. Esto va a permitir el empleo de estas estaciones por la empresa encargada del control de calidad aumentando el número de receptores operativos en el campo trabajando de forma simultánea.

Se deberá introducir unas coordenadas aproximadas de las bases de referencia con una desviación máxima de ± 5 metros en coordenadas cartesianas tridimensionales sobre ETRS89. Se deberán introducir



siempre las mismas coordenadas aproximadas en todas las sesiones de trabajo empleadas para la ejecución del proyecto. Esto debe ser así para realizar un control de calidad de forma automático.

Se evitarán superficies reflectantes potenciales en un radio mínimo de 20 metros. Igualmente se evitarán antenas emisoras de radiación electromagnética, transformadores eléctricos, tendidos de alta tensión, etc.

Se ubicará la antena emisora de señal lo más alto posible, evitando obstrucciones.

Se emplearán baterías externas cargadas completamente antes de iniciar la jornada de trabajo. Este apartado es de especial interés para evitar interrupciones a lo largo de la jornada en el registro continuo de observables que pueda perjudicar a los diferentes equipos que se encuentren trabajando en el campo.

Se realizará una verificación antes de abandonar la estación de referencia del correcto funcionamiento y recepción de la señal entre la base y el móvil.

A la hora de iniciar la toma de datos se tomará un punto de control con coordenadas conocidas (por ejemplo un punto que hemos capturado el/los día/s anterior/es, de ahí que debamos introducir las mismas coordenadas aproximadas para la estación de referencia antes de realizar el ajuste de las observaciones). Este método operativo nos va a permitir detectar cualquier anomalía existente antes de iniciar los trabajos. Se recomienda ubicar durante la primera sesión de trabajo RTK un punto a una distancia aproximada de 1 Km. de las estaciones de referencia y cerca de la vía de comunicación empleada para acceder a la estación de referencia. De esta forma, cuando nos alejamos de las estaciones de referencia para iniciar la sesión de trabajo nos va a resultar sencillo y práctico el almacenar este punto como control de la observación.

Igualmente, al finalizar la sesión de trabajo, pasaremos por dicho punto y tomaremos de nuevo su vector para una comprobación final.

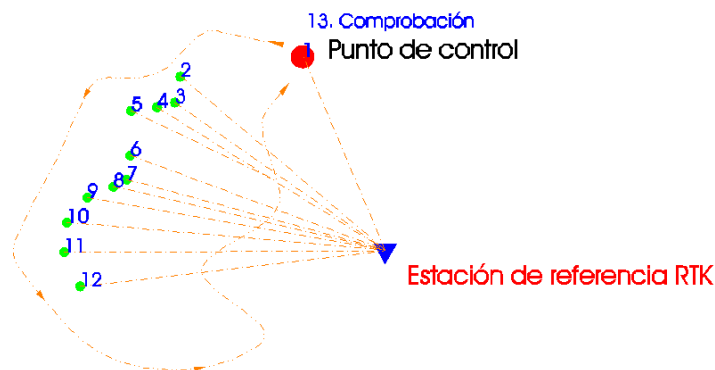


Fig. 152 Ejemplo del empleo de punto de control RTK.

Mediante este chequeo inicial y final, podemos controlar los siguientes factores:

- base de referencia ubicada en el vértice correcto.
- Coordenadas introducidas en la base de referencia son las correctas.
- Altura introducida en la base de referencia es correcta.
- Altura de móvil correcta.
- Resolución de ambigüedades satisfactoria, así como detección de algún tipo de anomalía no detectada por el software.

Siempre se almacenarán los vectores con su matriz de varianzas-covarianzas, de tal manera que sea posible introducirlos posteriormente en el ajuste de la red. Se deberán entregar estos vectores para su posterior ajuste.

Se prestará especial atención sobre las siguientes fuentes de error:

- Cubiertas vegetales que dejan pasar la señal, pero esta se ve afectada por una atenuación así como efecto multipath, degradando la precisión de la posición o provocando malas resoluciones de ambigüedades.
- Estaciones repetidoras de ondas, centros de transformación eléctricos, masas de agua, grandes superficies de hormigón.

Dado que una incorrecta resolución de ambigüedades puede provocar errores groseros de entre 0.3 y 0.6 metros empleando el método RTK, será necesario reocupar los puntos observados con RTK en tiempos diferentes, así como realizar ocupaciones de 20 segundos mínimo. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Estacionamiento sobre el punto empleando bastón centrador con trípode de pinzas. El nivel del bastón debe estar correctamente corregido.
- Ocupar el punto durante 20 segundos, en los cuales la resolución de ambigüedades debe estar fija.
- Almacenar la observación.
- Girar la antena 180°, y volver a ocupar la estación durante otros 20 segundos, almacenado de nuevo las observaciones.
- Alejarse varios metros del punto, con el objeto de cambiar la relación entre el receptor móvil y el receptor fijo, así como los satélites empleados. Una vez obtenida una solución fija de ambigüedades reocupar la estación de nuevo.
- Reocupar el punto repitiendo las operaciones descritas anteriormente en los dos cuadrantes restantes.



REGISTRO DE DATOS 1 REGISTRO DE DATOS 2 REGISTRO DE DATOS 3 REGISTRO DE DATOS 4

Fig. 153 Ejemplo de rotación de antena para trabajos en tiempo real.

Este procedimiento aproxima las soluciones a través de la media de las cuatro observaciones a una solución estática rápida, eliminando los errores introducidos por un mal ajuste del nivel esférico.

Este método, sin embargo no garantiza totalmente que nuestras observaciones estén exentas de errores, como se puede detectar posteriormente en la fase del ajuste de la red, por lo que es obligatoria la conexión de este tipo de puntos con al menos dos vértices de su mismo orden o superiores.

16.4.4 PUNTOS DE CHEQUEO EN EL INSTRUMENTAL.

- Antena GPS.
- Receptor de GPS, libreta electrónica, tarjeta de registro, fuente de alimentación, así como los cables tanto de antena como de alimentación.
- Correcto nivelado del instrumento, prestando atención a que la operación se haya realizado manteniendo lo niveles del equipo auxiliar de centrado a la sombra.
- Altura de la antena, ya sea un estacionamiento sobre trípode, bastón de centrado, pilar de hormigón o trípode de altura fija. Debe medirse todas las medidas posibles que nos garanticen una correcta medición así como la posible detección de un error grosero.



- Realizar los cálculos correspondientes sobre la ficha de campo para obtener la altura de la antena definitiva.
- En el caso de estacionamiento sobre pilar de hormigón, prestar atención a los posibles movimientos de la antena provocados por el viento. Se recomienda el empleo de cinta americana para evitar estos movimientos.
- Comprobación del correcto registro de las observaciones: intervalo de registro, equipo registrando, etc.
- Lectura de forma correcta de las variables atmosféricas (higrómetro, termómetro y barómetro).
- Cámara digital para documentar las condiciones de la observación.
- Batería de repuesto (se recomienda encarecidamente para evitar pérdidas de tiempo ocasionadas por las largas distancias a recorrer en muchas ocasiones).

16.4.5 METODOS PARA EL ARCHIVO Y ENTREGA DE OBSERVACIONES NATIVAS.

NOTA: Pendiente de desarrollo. Formato RINEX.

16.5 OBSERVACIONES GEODÉSICAS TERRESTRES.

16.5.1 CONDICIONES GENERALES.

Como norma general se desactivarán las correcciones dentro del instrumento siempre que exista un postproceso de datos posterior, es decir que no se realicen observaciones de replanteo. Para ello se introducirán los valores estándar indicador en las características técnicas de los equipos de tal manera que las correcciones calculadas sean igual a cero. Igualmente se desactivará cualquier tipo de corrección.

Esta circunstancia esta motivada por una lado, por la necesidad de agilizar los trabajos de campo, facilitando que el operador no deba recorrer tediosos menús en busca de la página en la que se modifican los parámetros de corrección, y por otro lado se intenta garantizar la aplicación de estas correcciones, por lo que la toma de datos de variables atmosféricas se hace obligatoria, anotando estas lecturas en la libreta de campo, para realizar las correcciones en gabinete.

16.5.2 PUESTA EN ESTACIÓN DEL INSTRUMENTAL.

NOTA: Pendiente de desarrollo. Similar a las reseñas de puesta en estación de metodología GNSS.

16.5.3 MEDICIÓN DE DISTANCIAS.

NOTA: Pendiente de desarrollo.

16.5.4 MEDICIÓN DE ÁNGULOS.

NOTA: Pendiente de desarrollo.

16.5.5 MEDICIÓN DE ALTURA DE LOS INSTRUMENTOS.

NOTA: Pendiente de desarrollo.

16.5.6 MEDICIÓN DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.

NOTA: Pendiente de desarrollo.

16.5.7 METODOS PARA EL ARCHIVO Y ENTREGA DE OBSERVACIONES NATIVAS.

NOTA: Pendiente de desarrollo. Formato LandXML.

16.6 NIVELACIONES GEOMÉTRICAS.

La observación de nivelaciones geométricas requiere de una cierta precaución, dado que la detección de errores groseros mínimos sobre las observaciones se hace prácticamente imposible debido al método e instrumental a emplear.

Por regla general, las redes de nivelación implican numerosos polígonos cerrados. La suma de la diferencia de desniveles a lo largo de cada polígono debe ser nula. La diferencia que subsiste, llamada error de cierre, sirve para evaluar la precisión del método utilizado.

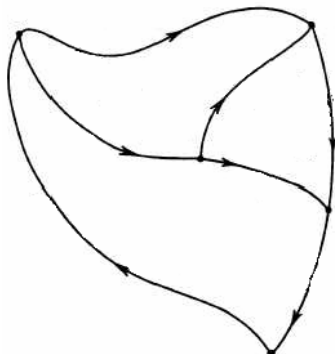


Fig. 154 Ejemplo de líneas de nivelación formando anillos cerrados de compensación.

El problema que se nos plantea, es que normalmente estos itinerarios son de una longitud muy larga, lo que provoca que la detección de errores mínimos sea extremadamente difícil de detectar. Esa por ello por lo que se debe prestar atención a todas y cada una de las recomendaciones abajo descritas para evitar en todo momento el cometer errores no detectables en redes de gran longitud.

El nivel o equaltímetro es un aparato construido específicamente para proporcionar una visual horizontal, de tal forma que con la ayuda de una (o más) miras nos permite calcular el desnivel entre dos (o más) puntos. En principio, cualquier instrumento topográfico provisto de eclímetro puede ser utilizado como nivel, sin más que forzar una visual horizontal (lectura cenital = 100). Sin embargo, la posibilidad de giro del antejo alrededor del eje secundario o de muñones, no permite conseguir tanta precisión en la horizontalidad de la visual como la que proporciona un nivel propiamente dicho. Para estacionar un equaltímetro, basta con nivelar aproximadamente la plataforma nivelante, utilizando para ello el nivel esférico, con la ayuda de las patas o, sobre todo, de los tornillos nivelantes. Por lo general, no será preciso situar el aparato sobre un punto materializado en el terreno, por lo que no están provistos de plomada óptica. La perfecta horizontalidad de la visual se consigue mediante un nivel muy sensible (tórico o de coincidencia) en los niveles manuales o un mecanismo compensador en los automáticos.

Para determinar el desnivel entre dos puntos A y B, por el método del punto medio, se colocará en posición estrictamente vertical una mira en cada uno de ellos. El nivel se estacionará en un punto **EQUIDISTANTE** de ambas, pero **NO NECESARIAMENTE ALINEADO** entre ellas, y se dirigirá una visual horizontal a cada mira, obteniéndose las lecturas L_A y L_B , respectivamente.

Si el sentido de la nivelación es desde A hacia B, se denomina lectura de espalda (o atrás) a la realizada, en primer lugar, sobre el punto A y lectura de frente (o adelante) a la efectuada, a continuación, sobre la mira situada en B.

El desnivel de A a B (Z_{AB}) vendrá dado, según la siguiente figura, por la diferencia:

$$Z_{AB} = L_A - L_B \text{ (Desnivel = visual de espalda - visual de frente)}$$



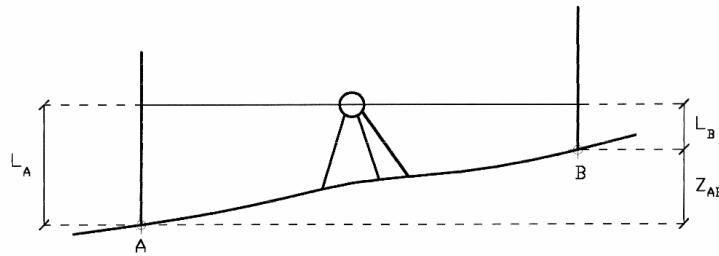


Fig. 155 Esquema de nivelada.

Tanto L_A como L_B corresponden a las lecturas realizadas con el hilo central del retículo sobre las miras colocadas verticalmente sobre los puntos A y B, respectivamente. Estas lecturas deberán coincidir con la semisuma de los hilos extremos correspondientes.

La utilización del "método del punto medio" nos permite eliminar los errores sistemáticos del aparato, así como los debidos a la esfericidad de la Tierra y a la refracción atmosférica.

Observando la siguiente figura, podemos comprobar que aún en el caso de que las visuales no fuesen exactamente horizontales por un defecto del aparato, la diferencia entre ambas estaría exenta de error, al ser el desplazamiento lineal de la visual sobre ambas miras de la misma magnitud, gracias al hecho de encontrarse a la misma distancia del aparato:

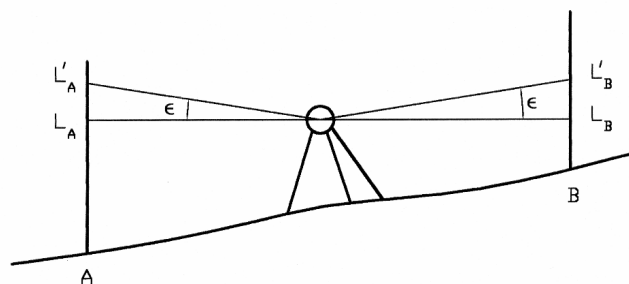


Fig. 156 Compensación por punto medio.

Para alcanzar los niveles de exactitud que requiere una nivelación de alta precisión es necesario hacer uso de aparatos de la más alta calidad y tecnología, además de utilizar una metodología de observación que garantice los mejores resultados.

La metodología ha utilizar, será la desarrollada por el CCATPA, utilizando el método de nivelación geométrica por punto medio de forma estricta, tanteando con el propia nivel digital la distancia a ambas miras para que en ningún caso la descompensación en distancias entre aparato y miras esté fuera de tolerancia.

Otras características del método son:

- Limitar la distancia máxima de nivelada a 50m de distancia entre miras.
- Impedir la lectura en los primeros decímetros de la mira.
- Si se utilizan dos miras, intercambiar sus posiciones para evitar el arrastre de un error de graduación.
- Uso del zócalo para estaciones intermedias, y por supuesto tratar el instrumental como lo que es, material de precisión.
- Cuatro miras invar. de lectura sobre código de barras, con certificado de calibración.

- Material auxiliar: zócalos, trípodes, etc.

Este tipo de instrumental controla automáticamente parámetros como la igualdad de distancias entre aparato y miras o evita que se lea en los decímetros inferiores de la mira, pues de ambas circunstancias avisa.

Por otro lado, al no tener que apuntar las lecturas ni hacer ningún tipo de coincidencia con el micrómetro para leer, se elimina la posibilidad de cometer equivocaciones al transcribir datos o al leer sobre la mira, y se agiliza también el proceso de lectura, lo que redundará en mejores resultados pues las miras están en cada posición poco tiempo evitándose así su hundimiento.

16.6.1 CONDICIONES GENERALES.

Todas las correcciones de realizarán en gabinete, configurando de forma correcta el instrumental de forma que no se realicen dichas correcciones sobre las medidas directas de los observables en campo. Estas correcciones deberán ser efectuadas por el software de oficina y deben estar correctamente documentadas en la memoria de cálculo correspondiente, sobre todo en lo referente a la formulación empleada y la forma de aplicar dichas correcciones.

- El instrumental y los operadores del itinerario en la IDA y la VUELTA serán diferentes, para minimizar los errores sistemáticos.
- Las mediciones sobre la mira de espalda y la mira de frente se deben hacer en el menor tiempo posible.
- La corrección por curvatura se aplicará en gabinete, desactivando esta opción en el software del instrumento geodésico, con el objeto de aplicarla una sola vez. En el caso de que el software de campo permita realizar otro tipo de correcciones deberán tenerse en cuenta y consultar su empleo con el director del proyecto.
- Las miras se designarán con su número de serie a lo largo de todo el trabajo, debiendo ser uno de los campos a rellenar en la memoria electrónica del equipo para toda observación que se efectúe sobre las miras. De esta manera se localizarán errores sistemáticos en el caso de que existan. Este número de identificación será asignado por el director del proyecto, con el objeto de tenerla localizada en la base de datos correspondiente.
- En el caso de no poder cumplir alguno de los puntos de este pliego será necesario hacerlo constar en la memoria de la oferta así como la solución alternativa planteada para su aprobación por parte del director del proyecto.
- No se realizará la nivelación de ida y vuelta de forma simultánea. Deberá realizarse en líneas diferentes para conseguir condiciones atmosféricas completamente distintas y evitar sistematismos.
- El operador debe siempre asegurarse de la estabilidad de la plancha de nivelación antes de que coloque la mira.

16.6.2 CONTROL POR SESIÓN DE OBSERVACIÓN DEL INSTRUMENTO.

- El error de colimación se chequeará diariamente antes de iniciar una sesión de observación. Durante un día de trabajo normalmente se realizarán dos sesiones de observación, la de mañana y la de la tarde. Las mediciones efectuadas para su determinación deberán almacenarse en el fichero de observables nativo, con el objeto de poder disponer de un registro de estos chequeos. El software de observación en campo deberá aplicar la corrección calculada automáticamente al resto de medidas de la sesión de trabajo. El error de colimación deberá indicarse en segundos de arco. El método empleado para su control será el de Förstner. En este método el instrumento se estacionará a 1/3 de la distancia entre miras (entre 50 y 60 metros aproximadamente). Estas



distancias se comprobarán mediante el registro de distancias entre el instrumento y la mira. Se ha de cumplir las siguientes condiciones:

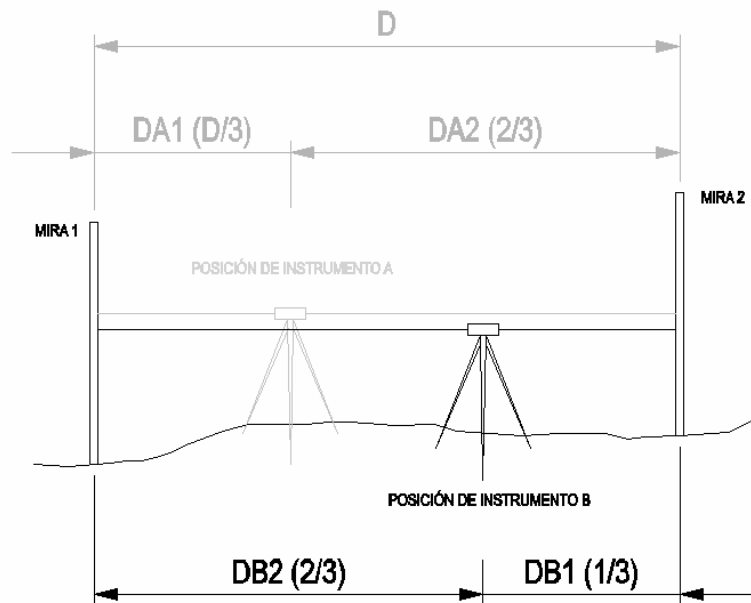


Fig. 157 Nivelada individual.

Estación de instrumento A: $0.2 \times D < DA1 < 0.4 \times D$

Estación de instrumento B: $0.2 \times D < DB1 < 0.4 \times D$

- En primer lugar siempre se ha de observar la visual sobre la mira más cercana al instrumento.

1.6.6.3 SEÑALIZACIÓN DEL ITINERARIO.

Este apartado ha de realizarse única y exclusivamente si el orden de la red lo requiere.

Previamente a la nivelación, debe marcarse el itinerario a nivelar, para lo cual, con ayuda de una cinta métrica o cuerda de nylon, se señalan, con una cruz, los puntos de estación del aparato y, con un trazo, las estaciones de mira, ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se marcará mediante pintura reflectante la posición de las miras y de las posiciones del instrumento con el objeto de agilizar las tareas de observación y de control de calidad posterior. Para la señalización se empleará una cuerda de nylon de 50 metros marcada con nudos cada 5 metros así como un clinómetro para facilitar las tareas de marcado en terrenos con pendientes elevadas.
- Se evitará estacionar el instrumento en zonas con condiciones ambientales diferentes, es decir zonas de solana o umbría, dejando el instrumento en el caso de que esto ocurra unos minutos antes de comenzar la medición para que se acomode a la nueva situación.
- Las distancias aparato-mira no sobrepasarán nunca los 25 metros, admitiéndose, en cada estación de nivel automático (lectura por el operador), una diferencia de ± 0.2 entre las distancias a la mira de enfrente y a la de espalda. Esta tolerancia puede ampliarse hasta 0.50 m. siempre que en el total del tramo, la diferencia entre las sumas de las distancias de espalda y frente sea inferior a ± 0.50 m. Para los niveles digitales, la tolerancia de distancias entre las sumas de las niveladas de frente y espalda será de 0.50 m. En el total del tramo, siendo este mismo error el admitido para cada estación.

- Queda prohibido leer en la mira por debajo de 0.50 m.
- La señalización debe efectuarse por el lado de la vía de comunicación que presente mayor uniformidad, tanto climática como topográfica, y más adecuado firme. Cuando sea necesario atravesar la calzada, se hará por una zona uniforme y bajo las mismas condiciones para las visuales a las dos miras.
- El número de estaciones de aparato entre las señales fijas debe ser par, a fin de empezar y terminar el tramo sobre la misma mira, eliminando así el posible error de talón de mira.

16.6.4 MÉTODOLÓGIA A EMPLEAR EN FUNCIÓN DEL ORDEN DE LA RED.

16.6.4.1 REDES ALTIMÉTRICAS DE 2º, 3º ORDEN.

En este tipo de redes se empleara la metodología desarrollada por el Instituto Geográfico Nacional, modificada ligeramente para poder realizar un correcto control de calidad de las observaciones.

16.6.4.1.1 RECOMENDACIONES GENERALES DURANTE LA OBSERVACIÓN.

- Para amortiguar las vibraciones provocadas por causa del viento o el desplazamiento de los vehículos pesados cercanos (se evitará su efecto siempre que sea posible), se sujetaran dos de las patas del trípode de manera de forma suave, siendo absorbida la vibración por el cuerpo del operador.
- Evitar mediciones en condiciones de iluminación adversas: contraluz, zonas de sombra y poca iluminación solar, etc.
- Queda totalmente prohibido la realización de mediciones a través de cristales (vehículos) que ocasionarían errores de lectura sobre la mira codificada.
- Se respetará en todo momento las recomendaciones del fabricante respecto de las precauciones a tener en cuenta a la hora de realizar las observaciones sobre la mira (distancias y a medidas sobre los extremos).
- Se realizará un enfoque sobre una hoja en blanco del antejo a una distancia similar a la de trabajo (25-30 metros) antes de comenzar los trabajos.

16.6.4.1.2 ESTACIONAMIENTO DEL NIVEL

El aparato se monta sobre el trípode sujetándolo fuertemente con el tornillo de fijación. Los tornillos de la plataforma nivelante deben encontrarse a medio recorrido para no forzarlos en cada puesta en estación.

El estacionamiento ha de realizarse sobre terreno firme, evitando el asfáltico si la temperatura es elevada a causa de su posible reblandecimiento, sobre la cruz previamente marcada en el suelo, colocando la plataforma del trípode casi horizontal y los extremos de las patas distantes entre sí un metro, aproximadamente, sin hincarlos fuertemente sobre el terreno para evitar la reacción de éste sobre el trípode.

A continuación, con el aparato dirigido en dirección perpendicular al eje de la marcha, se nivela con ayuda del nivel esférico de forma que la burbuja quede siempre dentro del círculo grabado (previa corrección del nivel, si es necesaria). Esta operación debe efectuarse lentamente, dada la gran inercia que afecta a la burbuja. Para facilitar la observación del nivel esférico, los aparatos están provistos de un prisma situado sobre aquel, que elimina el posible error de paralaje de la burbuja.

16.6.4.1.3 ESTACIONAMIENTO DE LAS MIRAS.

Las miras se estacionan bien directamente sobre las señales de nivelación, o bien sobre los soportes especiales que, juntamente con los puntales, deben componer el equipo. Los soportes especiales deben colocarse con exquisito cuidado, en el lugar marcado previamente con un trazo sobre terreno firme (nunca sobre barro o



arena suelta ni firme asfáltico), lo más horizontal posible, con el fin de que, al efectuar el giro de la mira, éste se realice libremente sobre la parte superior del pivote central que posee la plancha. Para asegurarla bien, conviene pisarla una vez puesta en el sitio adecuado.

Cuando las miras se apoyen sobre los soportes especiales, se podrá acoplar aquellas piezas específicas que garantizan el correcto posicionamiento sobre el soporte, lo cual nos permite realizar una rotación de la mira sobre la vertical de una forma precisa. En el estacionamiento directo sobre la señalización geodésica, debe extremarse el cuidado, pues una posición irregular sobre el clavo puede dar lugar a un cierre defectuoso del tramo. En estos casos se deberá quitar la pieza antes mencionada de la parte inferior de la mira.

Al comienzo del trabajo, se unen los puntales a la mira apretando debidamente los correspondientes tornillos. Para efectuar la puesta en estación, se abren los puntales separándolos hasta que el ángulo formado por las líneas talón de mira-extremo de un puntal y talón de mira-extremo del otro puntal forme un ángulo recto o muy próximo. Una vez alcanzada la verticalidad aproximada en estas condiciones, se sujetan los tornillos que fijan la longitud de los puntales y, con el dispositivo de ajuste, se consigue la verticalidad exacta, calando, al efecto, el nivel esférico disponible en la parte posterior de la mira. Este nivel ha de estar siempre corregido y la mira centrada sobre el pivote de la plancha de apoyo para evitar errores en la corrección del susodicho nivel esférico de la mira.

El operador debe tomar clara conciencia de la gran importancia que tiene el correcto estacionamiento de las miras, pues gran parte de los errores sistemáticos en la nivelación son debidos a imprecisiones en este aspecto: la falta de verticalidad da siempre lugar a lecturas superiores a las verdaderas, en tanto que el hundimiento de la plancha y el giro defectuoso de la mira son causas de errores bastante frecuentes y nada despreciables.

16.6.4.2 REDES ALTIMÉTRICAS DE 4º ORDEN.

16.6.4.3 REDES ALTIMÉTRICAS DE 5º ORDEN.

16.6.4.4 REDES ALTIMÉTRICAS DE 6º ORDEN.

16.6.5 CONTROL POR PARTE DEL CONTRATISTA.

Bajo la supervisión del Director Técnico del proyecto, se reobservarán un porcentaje determinado de subtramos indicado en el pliego de especificaciones particulares del contrato, con el objeto de contrastar los resultados de la línea de nivelación. Se empleará para ello el instrumental disponible por parte del adjudicatario del contrato u otro proporcionado por la dirección facultativa. A la hora de realizar la reobservación de los subtramos, será el director técnico quien decida que tramos se reobservaran en función del número de tramos existentes.

16.6.6 METODOS PARA EL ARCHIVO Y ENTREGA DE OBSERVACIONES NATIVAS.

NOTA: Pendiente de desarrollo. Formato LeicaXML.



17. RESEÑAS Y DOCUMENTACION DE LAS SEÑALES IMPLANTADAS.

En este apartado se muestra como se ha de entregar la documentación gráfica de cada uno de los vértices que componen el proyecto, de tal forma que a partir de esta y de forma automática se generen las reseñas de todos y cada uno de los puntos en formato PDF o similar.

Debido a experiencia anteriores, hemos podido comprobar, que para evitar tener que verificar todas y cada una de las reseñas que anteriormente realizaba el contratista, se ha decidido desarrollar una herramienta de generación automática de reseñas, de tal manera, que lo único que es necesario verificar es que existe toda la documentación y es correcta, mientras que antes además se debían revisar todas las reseñas para comprobar que coincidían con la documentación en formato nativo.

Sin embargo, el lector comprobará que en algunos casos vamos a tener información fotográfica redundante, dado que en algunos de los vértices se estacionó en más de una ocasión, bien por las recomendaciones de observación, bien por que ha sido un vértice empleado como estación fija de observación durante varias sesiones debido a su facilidad de acceso, etc. En estos casos, se deberán seleccionar las fotografías más representativas del vértice, entregando el resto de imágenes clasificadas según se comento en el apartado de observación con el objeto de que el técnico responsable del cálculo y ajuste pudiera verificar sobre las imágenes cualquier duda que se le pudiera plantear al respecto durante el procesamiento de las observaciones y el ajuste.

17.1 FOTOGRAFIAS.

Se tomarán un total de 5 fotografías digitales de cada uno de los vértices o puntos de control, tal y como se muestra en la imagen inferior, desde diferentes puntos de vista y en las cuales se aprecie la relación del punto a reseñar con el resto de elementos del entorno a efectos de que poder reconocerlo perfectamente en el caso de realizar una visita al terreno.



Fig. 158. Ejemplo de una correcta documentación fotográfica de un vértice punto de control, independientemente de la calidad del punto.

No se deben incluir en este apartado las imágenes en las que aparezcan anotaciones similares a las de las imágenes inferiores, dado que como ya se ha comentado estas imágenes deben incluirse en las carpetas de datos brutos de cálculo, siendo su función la de detectar errores groseros durante la observación.



Fig. 159 Ejemplos de fotografías no válidas para ser consideradas como reseña. Estas fotografías se han de entregar dentro de la carpeta de observaciones.

Las imágenes se almacenarán en carpetas independientes las cuales se denominarán con el nombre del vértice, según el identificador asignado durante la planificación.

Todas las imágenes tendrán las siguientes características:

- Filas: 1132.
- Columnas: 1600.
- Dimensiones físicas: 140 x 81 mm.
- Resolución: 300 PPP.
- Formato: JPEG.
- Compresión: JPEG Q Factor 20.
- Profundidad de color: 24 bits.
- Representación de color: RGB.

Se insertará un escudo sobre cada una de las imágenes proporcionado por el CCATPA en función del tipo de señal a reseñar (vértice, punto de apoyo, punto de control, etc.)



Fig. 160 Ejemplo de fotografía para vértice de nueva implantación.



Fig. 161. Ejemplo de fotografía para punto de apoyo fotogramétrico.

Para los puntos de control se empleará un sello idéntico al que se puede apreciar en la imagen inferior.



Fig. 162 Ejemplo de fotografía para punto de control.

Los sellos empleados serán entregados por la dirección técnica con las dimensiones adecuadas, en función del tipo de software empleado para la ejecución de los trabajos.

Las imágenes se identificarán con un patrón: ...XXXX_0i.JPG , siendo ...XXXX el ID del punto e i un número correlativo desde 2 a 6, ejemplo, 0021_02.JPG, 0021_03.JPG, 0021_04.JPG, 0021_05.JPG, 0021_06.JPG para cada una de las imágenes realizadas.

17.2 CROQUIS DIGITALIZADOS.

Se realizará un croquis de la ubicación, realizando dicho croquis una hoja con las dimensiones reseñadas en la figura inferior.

En el croquis deberán indicarse todas estas variables:

- Proyecto.
- Fecha.
- Operador.
- Altura de antena GPS.
- Origen de la elevación calculada: suelo o elevada.
- Identificador.
- Altura del elemento empleado como punto de control, si procede.

Se entregarán los croquis escaneados en escala de grises y a una resolución de 400 PPP, así como los originales en papel. Las dimensiones de cada una de las imágenes será de 148.50 x 210.00 mm., resultante de dividir en dos la imagen escaneada de forma automática mediante escáner con bandeja de alimentación de originales.

La imagen se identificará con un patrón similar al de las fotografías: ...XXXX_07.JPG , siendo ...XXXX el ID del vértice.



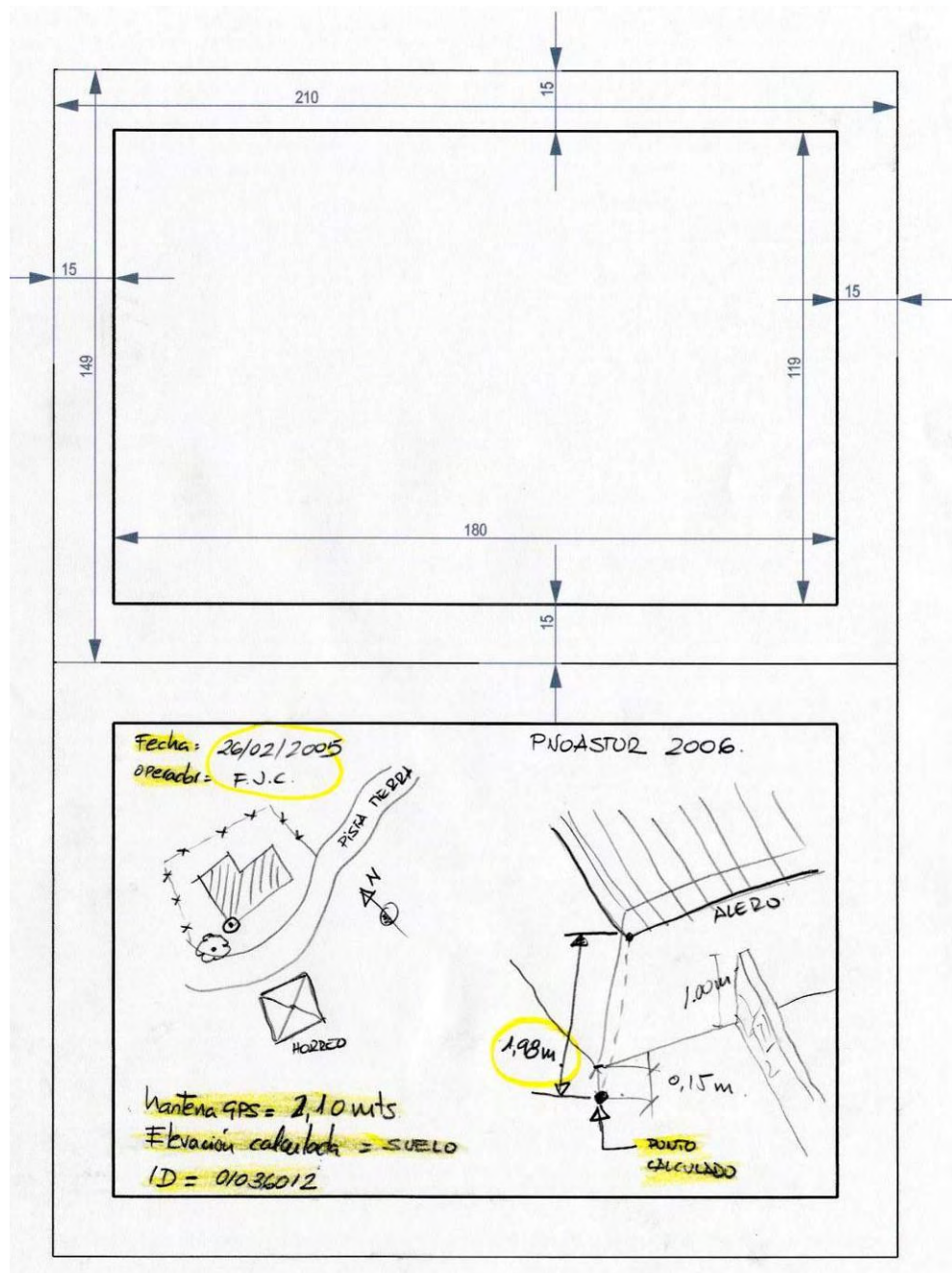


Fig. 163 Croquis de situación de cada uno de los puntos.

17.3 RESEÑAS DE LOS VERTICES.

Con toda la información estructurada en directorios, en los cuales solamente han de existir croquis digitalizados y fotografías apaisadas, el CCATPA generará las correspondientes reseñas en formato PDF de forma automática empleando para ello el software desarrollado al respecto.

En las imágenes inferiores se puede ver una muestra de estas reseñas.



CATÁLOGO DE INFRAESTRUCTURA GEODÉSICA MUNICIPAL . RESEÑAS Y DOCUMENTACIÓN.

ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED GEODÉSICA DE ÁMBITO LOCAL. APOYO FOTOGRAMÉTRICO Y AEROTRIANGULACIÓN DE UN VUELO FOTOGRAMÉTRICO. CONCEJO DE ÁVILES.

RED DESARROLLADA SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS GEODÉSICOS DE ÁMBITO REGIONAL EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS, ELABORADAS POR EL CENTRO DE CARTOGRAFÍA AMBIENTAL Y TERRITORIAL DEL GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS.



001444	
COORDENADAS ECEF SOBRE ETRS89	
X_Ecef:	
Y_Ecef:	
Z_Ecef:	
COORDENADAS GEODÉSICAS SOBRE ETR89	
Longitud_ETRS89:	
Latitud_ETRS89:	
h_Elipsoidea_ETRS89:	
COORDENADAS UTM SOBRE ETR89	
X_Utm_ETRS89:	
Y_Utm_ETRS89:	
h_Ortométrica:	
Nota:	
COORDENADAS UTM SOBRE ED50	
X_Utm_ED50_H29:	
Y_Utm_ED50_H29:	
X_Utm_ED50_H60:	
Y_Utm_ED50_H60:	
IMÁGENES ASOCIADAS AL PUNTO DE CONTROL	
DETALLE:	001444 3.jpg
DETALLE:	001444 4.jpg
DETALLE:	001444 5.jpg
AÉREA:	001444 6.jpg
MTA6000:	001444 7.jpg

Fig. 164 Ejemplo de reseña de vértice.



CATÁLOGO DE INFRAESTRUCTURA GEODÉSICA MUNICIPAL . RESEÑAS Y DOCUMENTACIÓN.

ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED GEODÉSICA DE ÁMBITO LOCAL. APOYO FOTOGRAMÉTRICO Y AEROTRIANGULACIÓN DE UN VUELO FOTOGRAMÉTRICO. CONCEJO DE ÁVILES.

RED DESARROLLADA SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS GEODÉSICOS DE ÁMBITO REGIONAL EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS, ELABORADAS POR EL CENTRO DE CARTOGRAFÍA AMBIENTAL Y TERRITORIAL DEL GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS.

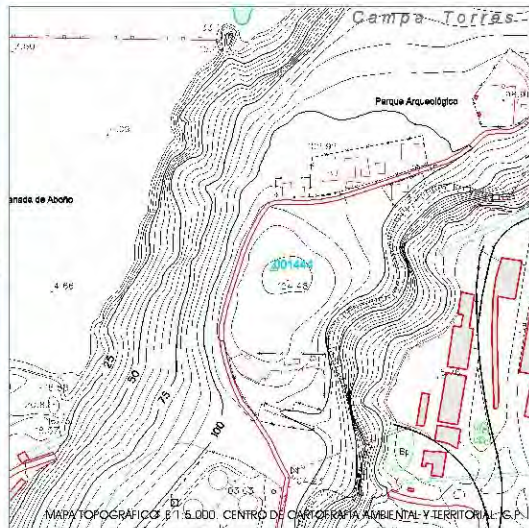


Fig. 165 Ejemplo de reseña de vértice.





CATÁLOGO DE INFRAESTRUCTURA GEODÉSICA MUNICIPAL . RESEÑAS Y DOCUMENTACIÓN.

ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA RED GEODÉSICA DE ÁMBITO LOCAL. APOYO FOTOGRAMÉTRICO Y AEROTRIANGULACIÓN DE UN VUELO FOTOGRAMÉTRICO. CONCEJO DE ÁVILES.

RED DESARROLLADA SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS GEODÉSICOS DE ÁMBITO REGIONAL EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS, ELABORADAS POR EL CENTRO DE CARTOGRAFÍA AMBIENTAL Y TERRITORIAL DEL GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS.



Ayuntamiento de Áviles



013722	
COORDENADAS ECEF SOBRE ETRS89	
X_Ecef:	
Y_Ecef:	
Z_Ecef:	
COORDENADAS GEODÉSICAS SOBRE ETRS89	
Longitud_ETRS89:	
Latitud_ETRS89:	
h_Elipsooidal_ETRS89:	
COORDENADAS UTM SOBRE ETRS89	
X_Utm_ETRS89:	
Y_Utm_ETRS89:	
H_Ortométrica:	
Huso:	
COORDENADAS UTM SOBRE ED50	
X_Utm_ED50_H29:	
Y_Utm_ED50_H29:	
X_Utm_ED50_H30:	
Y_Utm_ED50_H30:	
IMÁGENES ASOCIADAS AL PUNTO DE CONTROL	
DETALLE	013722_3.jpg
DETALLE	013722_4.jpg
DETALLE	013722_5.jpg
AÉREA	013722_6.jpg
MTA5000	013722_7.jpg

Fig. 166 Ejemplo de reseña de vértice.



18. CÁLCULOS Y AJUSTE.

18.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

Esquemáticamente han de adoptarse las siguientes soluciones:

- Ajuste tridimensional de observaciones GPS sobre el sistema de referencia ETRS89.
- Solución de la nivelación geométrica enlazada con la red tridimensional.
- Cálculo de modelo aproximado de geoide en función de dichas observaciones.
- Ajuste sobre la proyección UTM ETRS89 de las poligonales ejecutadas mediante topografía clásica. Obtención de altitud ortométrica de los vértices de la poligonal.
- Ajuste combinado fusionando todos los observables así como el modelo local del geoide. Solución definitiva sobre el elipsoide. Cálculo de modelo de geoide definitivo.

18.2 CÁLCULOS PREPARATORIOS SOBRE LOS OBSERVABLES.

18.2.1 TÉCNICAS GPS.

18.2.1.1 GENERACIÓN DE FICHEROS RINEX A PARTIR DE LOS OBSERVABLES.

A pesar de que todos los ficheros de observación brutos han de ser entregados a la dirección técnica del proyecto, es necesario transformar dichas observaciones en formato nativo a formato RINEX 2.10 de tal forma que ese sea la fuente de partida en el procesamiento de líneas base tanto por el contratista como por la asistencia técnica encargada del control de calidad.

Gracias al perfecto conocimiento de dicho formato, es factible realizar un chequeo a priori de la calidad de las observaciones antes de iniciar el procesamiento. Igualmente nos permitirá comprobar que se ha asignado correctamente cada uno de los números de identificación de los vértices, así como las alturas de las antenas y el tipo de antena auxiliándonos de las fichas de campo de cada uno de los vértices.

Cada uno de los ficheros contendrá las observaciones efectuadas sobre cada uno de los vértices para cada una de las sesiones de trabajo almacenadas.

A la hora de almacenar estos ficheros se establece el siguiente criterio a la hora de asignar un nombre a cada uno de los ficheros:

XXXXXXXXXX_SSSS_D_SS.OAA

- XXXXXXXXXXXX: nombre del vértice en el cual se ha estacionado el receptor. En el caso de estacionamiento sobre vértices REGENTE se rellenarán los espacios vacíos con ceros, por ejemplo: 0000001145_1880_0_02.O04
- SSSS: semana GPS según el calendario oficial.
- D: día de la semana (0,1,2,3,4,5,6).
- SS: número de sesión de observación para ese día.
- OAA: letra O seguida del año de observación.

El fichero de efemérides de navegación se denominará de la misma forma pero con la extensión NAA.

Puede darse la situación de que un vértice sea estacionado varias veces a lo largo del día, de ahí que se emplee el identificador de sesión para distinguir estos ficheros.

El fichero nativo también ha de ser renombrado con el mismo nombre que el fichero RINEX, pero manteniendo la extensión original.

Cada uno de los formatos se almacenará en carpetas independientes denominadas:

- Datos_Nativos.
- Rinex.

A su vez dentro de cada carpeta se almacenarán los ficheros en subcarpetas por día de observación GPS, denominándose cada carpeta por su día GPS.

18.2.1.2 EMPLEO DE ANTENAS GPS OFICIALES IGS.

El ID de las antenas empleadas y almacenadas en el fichero RINEX se corresponderá con el ID oficial asignado por el Servicio Geodésico Estadounidense de tal manera que el offset del centro de fase de cada una de las antenas sea interpretado de forma correcta independientemente de la marca de software empleada.

En el anexo correspondiente se incluye un listado con las antenas más empleadas en la actualidad.

18.2.1.3 NOMBRE DE RECEPTORES OFICIALES GPS.

Al igual que con las antenas deberá almacenarse el nombre oficial de cada uno de los receptores empleados en el trabajo, así como marca y modelo empleado por el IGS.

18.2.1.4 CHEQUEO DE LOS FICHERO RINEX MEDIANTE EL SOFTWARE TEQC DE UNAVCO.

18.2.1.5 ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN POR SESIONES DE OBSERVACIÓN.

Deberán estructurarse por carpetas todas y cada una de las sesiones de observación de tal manera que facilite las labores tanto de procesamiento como de control de calidad.

En cada una de estas carpetas debe existir una estructura de directorios como las que se muestra:

- 01_RINEX.
 - Ficheros RINEX de observación. de cada uno de los vértices observados en esta sesión de observación. Se empleará la nomenclatura descrita.
 - Los ficheros RINEX de navegación no se incluirán en esta carpeta.
- 02_EPHEM_PREC
 - Fichero de efemérides precisas para el día de la sesión de observación.
- 03_IMG_ESTACIONAMIENTOS
 - Imágenes con las fotografías de las alturas de antena, vértice, etc. que el técnico encargado del postproceso puede consultar en el caso de detección de anomalías.
- 04_DAT_SOFT_PROCESAMIENTO
 - Datos generados por el software de postproceso. Normalmente suelen ser archivos binarios accesibles únicamente mediante software propietario.
- 05_TEQC_SAL
 - Fichero de salida para cada uno de los fichero RINEX de la sesión de observación.
- 06_POSTPRO_SAL



- Imagen con las baselíneas procesadas en las que se puedan apreciar las elipses de cada una de estas.

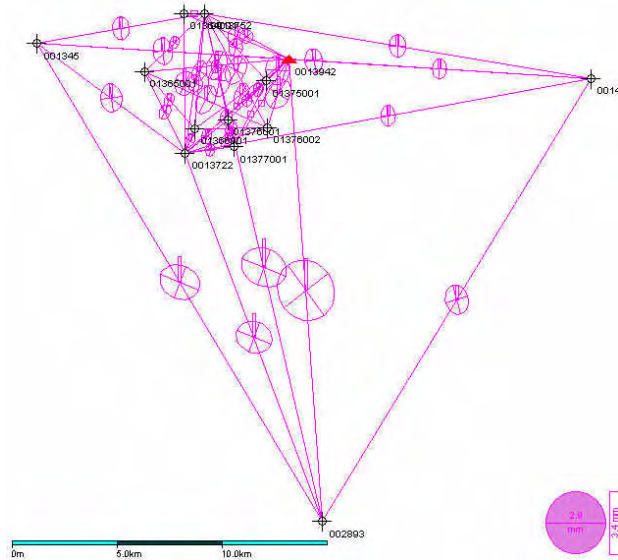


Fig. 167 Ejemplo de imagen de procesamiento.

- Fichero de texto en el cual el técnico encargado del procesamiento ha anotado las anotaciones correspondientes a tener en cuenta durante el control de calidad.
- Fichero SINEX, GEOLAB, TDEF o similar de resultados con los vectores resultantes.

18.2.1.6 PROCESAMIENTO DE BASELINEAS GPS.

Como ya se ha comentado en el apartado anterior, la única fuente de información para el procesamiento de líneas base serán los ficheros RINEX generados. De esta manera garantizamos que el tipo de antena empleado tanto por el contratista como por el director del proyecto y la asistencia técnica para el control de calidad sea el mismo.

A la hora de procesar las observaciones GPS disponibles, se definirán proyectos independientes para cada sesión de observación. De esta manera será posible la detección de cualquier anomalía por sesión de trabajo, repitiendo dichas observaciones si fuera necesario.

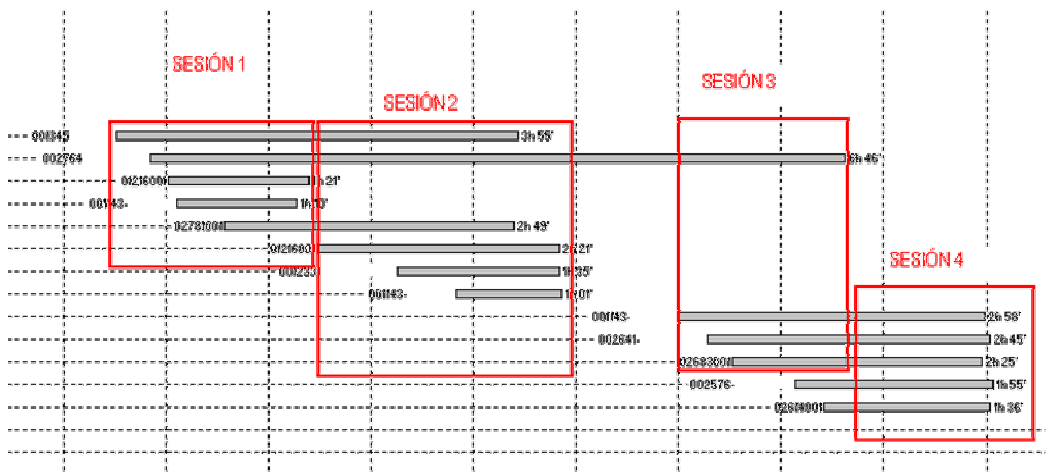


Fig. 168 Ejemplo de distribución de sesiones de observación.

Desde cada uno de estos proyectos se cargarán los ficheros Rinex correspondientes, siendo este formato el único válido como fuente de información, con el objeto de que el control de calidad realizado sobre el proyecto tenga los mismos datos de partida independientemente del software empleado para el procesamiento de los vectores.

Se realizará un análisis previo de los ficheros con la información estadística generada a partir de los ficheros Rinex para cada una de las sesiones, comprobando que se ha cumplido en cada una de las sesiones con las recomendaciones impuestas en este documento.

18.2.1.6.1 EMPLEO DE EFEMÉRIDES PRECISAS.

A la hora de realizar el procesamiento de las líneas base solamente se contempla el empleo de efemérides precisas proporcionadas por el IGS (<http://www.ngs.noaa.gov/>). Estos ficheros han de descargarse de la página oficial y almacenarlos en una carpeta denominada Efemérides_Precisas.

18.2.1.6.2 SOLUCIONES REQUERIDAS PARA EL POSTERIOR AJUSTE.

DISTANCIAS CONTEMPLADAS EN EL PROCESAMIENTO	TIPO DE SOLUCIÓN ACEPTADA
Menos de 5 Km.	L1 Fixed
5-15 km.	L1 Fixed o Ion-Free Fixed
15-100 Km.	Ion-Free Fixed
Más de 100 Km.	Ion-Free Fixed o Partially Fixed

Tabla 14 Soluciones aceptadas en el postproceso.

18.2.1.6.3 CIERRES DE TRIÁNGULOS.

Se realizará un cierre de triángulos de las observaciones GPS en dos fases

18.2.1.6.3.1 VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS CIERRES ABSOLUTA.

Se realizará un cierre de triángulos completo a partir de todos los vectores disponibles.

18.2.1.6.3.2 COMPROBACIÓN A PARTIR DE COORDENADAS CONOCIDAS.

Se realizarán cierres de triángulos parciales por sesión de observación. Comprobando la solución con las coordenadas de los vértices conocidas.

18.2.1.7 FICHEROS CON LOS RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO GPS.

Tabla resumen de sesiones de observación en la cual se indicará:

- Fecha (día del año, semana GPS, día de la semana GPS).
- Hora de inicio y fin de cada sesión.
- Nº de puntos observados por sesión, indicando el identificador de cada vértice.
- Esquema con las baselíneas observadas en dicha sesión.
- Generación de ficheros de procesamiento Geolab.



En el caso de trabajos en tiempo real se entregara un fichero en formato ASCII con los incrementos de coordenadas, así como la matriz de varianzas-covarianzas.

El formato de entrega de los procesamientos de cada una de las sesiones correspondientes será el formato SINEX, o alguno similar, como GEOLAB, MOVE3, TTDEF, JIFXML, etc.

18.2.2 MÉTODOS GEODÉSICOS TERRESTRES.

18.2.2.1.1 CORRECCIONES DE LOS DATOS BRUTOS.

Se aplicará la corrección correspondiente.

18.2.2.1.2 ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN RESULTANTE.

18.2.2.1.3 FICHEROS CON LOS RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO GPS.

Se entregarán los datos de cada una de las poligonales ejecutadas en ficheros independientes, más un fichero a mayores en el cual se codifica cada una de las poligonales y se le asigna el fichero correspondiente en el cual se han almacenado las observaciones.

- Estación.
- Visado.
- Horizontal.
- Vertical.
- Distancia geométrica.
- Código de instrumento empleado.
- Operador que realizó la poligonal.
- Fecha.
- Hora.

18.2.3 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.

18.2.3.1.1 CORRECCIONES DE LOS DATOS BRUTOS.

Se aplicará la corrección correspondiente.

18.2.3.1.2 ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN RESULTANTE.

18.2.3.2 CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE NIVELACIÓN.

Se deberá entregar en ficheros ASCII los resultados de los cálculos realizados, entregando un fichero resumen indicando el tramo, distancia en Km. del tramo y el desnivel geométrico de este.

18.3 AJUSTE DE LAS OBSERVACIONES.

18.3.1 AJUSTE DE RED LIBRE. FIABILIDAD INTERNA.

El ajuste con constreñimiento interno permite determinar la calidad de la red independientemente del sistema de referencia adoptado. Muestra la calidad y coherencia interna de las líneas base GPS observadas.

La calidad interna de la red se analizará utilizando el test Chi cuadrado o F de Snedecor, en caso de no pasarse dicho test las observaciones no serían aceptables. En caso de pasar este test, se lleva a cabo un proceso

de detección de errores groseros a través del test de Baarda-Pope, que permite eliminar aquellas líneas base que presenten valores anómalos de los residuos tipificados.

En el caso de detectar errores groseros en alguno de los vectores será necesario reobservar este vector para poder disponer de redundancias en el ajuste.

Una vez eliminados los posibles errores groseros se vuelve a ajustar por mínimos cuadrados con constreñimiento interno, obteniéndose la precisión de cada una de las estaciones en función de la precisión interna de la red que vendrá dada por: Coordenadas ajustadas, elipses de error y parámetros estadísticos de calidad tales como la redundancia media de los observables y parámetros de fiabilidad interna y externa de la Red.

18.3.2 AJUSTE DE RED LIGADA. FIABILIDAD EXTERNA.

Para poder determinar las coordenadas de la red sobre ETRS89 se fijarán los vértices de coordenadas ETRS89 conocidas de la zona. Dichos vértices pertenecen a la red REGENTE y a la RGPA.

Análogamente al ajuste en Red Libre, la calidad interna de la red se analizará utilizando el test Chi cuadrado o F de Snedecor. En caso de pasar este test, se lleva a cabo un proceso de detección de errores groseros a través del test de Baarda-Pope.

La precisión de cada una de las estaciones en coordenadas ajustadas vendrá dada por elipses de error y parámetros estadísticos de calidad tales como la redundancia media de los observables y parámetros de fiabilidad interna y externa de la Red.

18.3.3 CALCULO DEL GEOIDE ÓPTIMO EN FUNCIÓN DE LOS OBSERVABLES DISPONIBLES.

Con toda la documentación disponible se realizará un cálculo de geoide para la zona objeto del trabajo. Se debe justificar la metodología empleada así como el modelo matemático empleado por el software a la hora de modelizar este. Esto es debido a la necesidad de implementar este modelo en los diferentes programas comerciales existentes.

18.3.4 INFORME DEL AJUSTE DEFINITIVO.

Se entregará una memoria en la cual se justifique las diferentes soluciones calculadas y la adoptada como definitiva.

18.3.5 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR.

- Todos los ficheros generados en las fases intermedias.
- Soluciones de los vectores en formato ASCII por sesión de observación.
- Datos de topografía clásica analizados y depurados.
- Datos de nivelación geométrica analizados y depurados.
- Resultados de los diferentes ajustes. Indicación de la solución adoptada.

18.3.5.1 COORDENADAS EN ETRS89.

Solución en el sistema ETRS89. Se entregarán los siguientes datos:

- ID del vértice.
- X
- Y
- Z



- Latitud.
- Longitud.
- Altura elipsoidal.
- X_UTM_29
- Y_UTM_29
- X_UTM_30
- Y_UTM_30
- Altitud Ortométrica.

18.3.5.2 TRANSFORMACIÓN ENTRE SISTEMAS DE COORDENADAS.

Se deberá entregar una aplicación de desarrollo propio mediante la cual se realizará una transformación entre sistemas de referencia aplicando una transformación bidimensional sobre la proyección UTM. Se entregará el código fuente de dicha aplicación.

18.3.5.3 COORDENADAS EN ED50 APLICANDO LOS PARAMETROS DE TRANSFORMACIÓN OFICIALES.

Única y exclusivamente como carácter informativo se proporcionarán las coordenadas sobre el sistema de referencia ED50 para realizar un análisis entre las nuevas coordenadas calculadas y las oficiales sobre este sistema de todos aquellos vértices de la red que ya disponían de estas.

18.3.5.4 DATOS DEL GEOIDE.

Se incluirá la implementación de una aplicación informática en cualquier lenguaje de programación de la que se entregara el código fuente, que permitiera en trabajos posteriores obtener la ondulación del geoide en cualquier punto del territorio del Principado de Asturias y se asesorará en la forma de incluir el algoritmo oportuno en cualquier otra aplicación que pudiera ser utilizada por el organismo competente.

Se entregará el modelo local de geoide definido gráficamente y analíticamente.

18.3.5.5 CONCLUSIONES.

Finalmente se entregará unas conclusiones acerca de los trabajos realizados en los cuales se indicará en líneas generales aquellos puntos en los cuales ha existido algún tipo de problema, solución adoptada, duración definitiva del proyecto, etc.

El ajuste de las redes observadas conlleva la posibilidad de obtener una solución única que cumpla ciertos requisitos geométricos y de optimización, con la posibilidad de introducir en un cálculo único todas las observaciones efectuadas en campo y el correspondiente control de calidad (detección de errores groseros y deficiencias de configuración).

Se contempla el cálculo y ajuste de las redes observadas en cuatro fases distintas: correcta reducción de las observaciones de campo (eliminación de sistematismos modelables), cálculo de coordenadas aproximadas de los vértices, representación gráfica de la red, ajuste por el método de mínimos cuadrados con el correspondiente control de calidad de las observaciones y constreñimientos.

La metodología planteada en la fase de cálculo y ajuste contempla las siguientes fases:

- Estudio de los ficheros Rinex de las observaciones GPS de la Red con la intención de comprobar que se ajustan al pliego.
- Cálculo de todos los vectores observados con metodología GPS de la Red

- Cálculo y compensación (red libre y ligada) de la Red Geodésica observada por metodología GPS. El ajuste ligado contempla su enlace a la red de Primer y Segundo Orden Regional (RGPA). Todas las soluciones sobre la proyección UTM se expresarán en los husos 29 y 30.

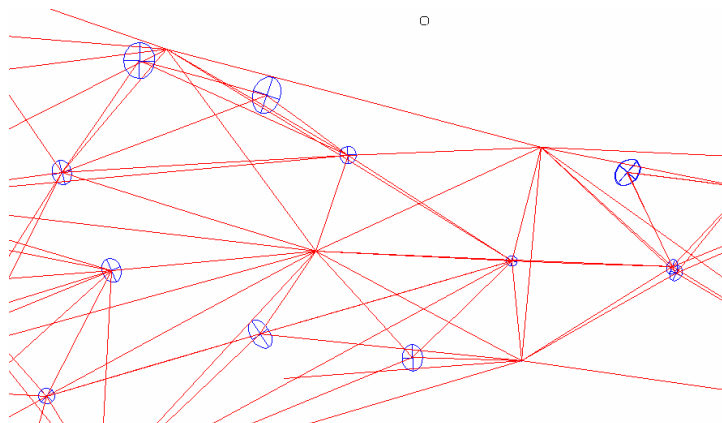


Fig. 1 Elipses de error asociadas al cálculo.

- Estudio de la necesidad de la inclusión de parámetros sistemáticos que absorban sistematismos existentes entre el marco de referencia y las observaciones. En caso de incluirse han de estimarse además su error medio cuadrático, con el fin de contrastar su influencia.

19. DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS DE ENTREGA.

Toda la información se colgara en una FTP habilitada al respecto.

19.1 AL INICIO DE LOS TRABAJOS.

- Manual de usuario y especificaciones técnicas del instrumental geodésico que se va a emplear en el proyecto. Esta documentación se entregará en formato digital mediante el formato abierto PDF.
- Se entregará el certificado de calibración de cada uno de los instrumentos a emplear durante el trabajo, debiendo estar vigente durante el periodo de ejecución del trabajo. Igualmente se entregará el certificado de calibración emitido por el CEM. En el caso de que la mira presente un estado externo que pueda provocar algún tipo de sospecha acerca del estado de la mira, se procederá a su verificación por parte del personal del CCAPTA. En el caso de detectar anomalías esta mira deberá sustituirse por otra de idénticas características de forma inmediata, con el objeto de no paralizar el desarrollo de los trabajos.
- En el caso de emplear formatos nativos diferentes a *.dat de Trimble o *.lev de Leica se deberá entregar software libre (sin necesidad de licencia) con el objeto de poder exportar dicho formato a un formato abierto, mediante el diseño específico de mascarar de salida.

19.2 SEMANALMENTE.

Se enviará semanalmente un informe mediante correo electrónico las mediciones efectuadas en esa semana (viernes, lunes, martes, miércoles, y jueves) asignándoles un código de envío. El correo debe solicitar acuse de recibo para la confirmación de la recepción.

En el caso de que fuera necesario se solicitarán los ficheros al contratista para realizar las revisiones oportunas.

19.3 FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBSERVACIÓN.

Una vez finalizada la fase de observación, y una vez procesada controlada y estructurada para los procesos posteriores el contratista entregará al director del proyecto todos los observables sobre los cuales han de aplicarse los correspondientes controles de calidad. Igualmente entregará una pequeña memoria con los problemas detectados u observaciones pendientes motivadas por detección de anomalías en sus controles. Todo error detectado por parte del director del proyecto que no haya sido indicado en este informe será motivo de rechazo de las observaciones no justificadas.

Esta documentación estructurada continúa en este momento por tres caminos. Por un lado el contratista utilizará la información para realizar el postproceso y ajuste de las observaciones, aportando la solución definitiva. Por otro lado, la empresa encargada del control de calidad comenzará aplicar los test de calidad correspondientes sobre cada uno de los datos disponibles, y finalmente la dirección técnica del proyecto realizará una análisis de la estructura y almacenamiento de los datos comprobando que se adapta a las especificaciones establecidas. Los puntos dos y tres pueden ir juntos en función de las dimensiones de la red.

19.4 FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE AJUSTE.

Se entregará una memoria con los resultados del ajuste, así como todo y cada uno de los datos y metadatos solicitados.



20. CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

20.1 ASPECTOS GENERALES.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizará un seguimiento de cada una de las fases y apartados que componen el total de este. Debe realizarse un control exhaustivo tanto de los resultados obtenidos dentro de las fases que componen el proyecto como de los datos de partida, dado que estos pueden ser las fuentes de error que provoquen que no se puedan alcanzar los objetivos planteados en el pliego de esta asistencia. Cada uno de los procesos de control de calidad lleva implícito un informe generado a partir de la valoración cuantitativa y cualitativa de los resultados obtenidos, que ha de entregarse en la fase correspondiente. Cada uno de estos informes debe ser entregado al Director del proyecto al finalizar cada una de las fases correspondientes, de tal manera que este se encuentre informado en todo momento del estado en el que se encuentra el desarrollo del proyecto.

Se realizará un control de todos y cada uno de los procesos involucrados en el proyecto a lo largo del tiempo de ejecución de los trabajos sin esperar al final de estos.

20.2 MEDIDAS DE CONTROL.

20.2.1 GEODESIA ESPACIAL Y TERRESTRE.

Antes del comienzo de los trabajos y con el objeto de detectar posibles desajustes o configuraciones incorrectas en los equipos a utilizar, se seguirá el siguiente procedimiento de verificación y control sobre los mismos:

20.2.1.1 COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS EN EQUIPOS GPS

- Se verificará la verticalidad de la dirección de las plomadas ya sean de tipo óptico o de láser de diodo, utilizadas para estacionamiento sobre trípode.
- Se verificará la concordancia del centro de fase entre todas las antenas GPS a utilizar en el desarrollo del proyecto y la coincidencia del mismo con las especificaciones del fabricante.
- Se verificará la verticalidad de los bastones de soporte de las antenas GPS a emplear en la metodología RTK.
- Se verificará que todos los tornillos nivelantes se encuentran en su marca central, con el objeto de evitar la introducción de errores sistemáticos de algunos milímetros en las alturas.

20.2.1.2 COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS EN EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA CLÁSICA

- Los equipos de topografía clásica de tipo Estación Total o similar, deberán poseer el correspondiente certificado de calibración en vigor de tipo anual.
- Además se realizará sobre los mismos un completo proceso de verificación según los procedimientos internos definidos a tal efecto.
- Se realizará un chequeo semanal de nuestros niveles sobre una base contrastada para verificar la homogeneidad de resultados a lo largo del tiempo empleado en el proyecto.
- Se verificará la verticalidad de los bastones de soporte de los prismas reflectores.

20.2.1.3 COMPROBACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS GPS

- Se elegirá a priori la configuración más idónea a utilizar en los equipos GPS, de acuerdo a las diversas metodologías a emplear en el desarrollo de los trabajos. Y se creará un fichero específico de configuración para cada fase del trabajo.
- Los mismos contendrán datos acerca de todas las características de observación como pueden ser: tipo de antena, máscaras de elevación, intervalos de registro, seguimiento de frecuencias L1 L2, medida de fase, seguimiento de código, frecuencias de emisión y recepción de señal RTK, hora local, etc.
- Dichos ficheros deberán ser transferidos a cada receptor al inicio de cada jornada de trabajo de campo y al inicio de cada nueva fase de trabajo. De este modo se obtendrá una total homogeneidad en los datos obtenidos, evitando errores tanto en los trabajos de campo como en fases posteriores de procesamiento de datos.
- Durante el uso de técnicas GPS RTK, se verificará al inicio de cada sesión de trabajo la configuración de frecuencias de emisión en las ER y de recepción en los ROVER, así como las condiciones de resolución a 2 ER de forma simultánea.
- De igual modo se utilizarán máscaras o filtros con código para las frecuencias de emisión de las ER con el objeto de evitar la recepción de señales procedentes de otros equipos GPS que pudieran estar trabajando el entorno de alcance de la señal de radio.

20.2.1.4 CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBSERVACIONES.

El personal implicado en los trabajos de observación en campo, deberá cumplir rigurosamente los siguientes procedimientos:

- Comprobación de alturas de antena. Cada vez que se inicie una sesión de trabajo, se verificará dicho valor y se realizará una fotografía digital de detalle que refleje claramente el valor medido. El responsable del procesamiento de vectores GPS verificará la concordancia entre el valor de la altura registrado en el receptor y el mostrado en la fotografía.
- Control de tiempos de observación.
- Control de satélites observados.
- Control de geometría (PDOP y HDOP).
- El resultado de los mismos, se reflejará en un estadillo de campo que será implementado a tal efecto y que deberá ser entregado por los técnicos responsables de la observación, al final de cada jornada. En dicho estadillo se reflejará igualmente cualquier anomalía o incidente que pudiera ocurrir en el transcurso de los trabajos.

20.2.2 NIVELACIÓN DE PRECISIÓN.

20.2.2.1 REOBSERVACIÓN DEL PORCENTAJE DE LOS TRAMOS DE NIVELACIÓN.

Se reobservará un determinado porcentaje de los tramos de la nivelación (ida, vuelta. ida) con el objeto de verificar la correcta observación de los itinerarios. Dichos tramos serán definidos por el director del proyecto y el porcentaje establecido en el pliego específico.

20.2.2.2 REOBSERVACIÓN DE x TRAMOS DEL IGN PARA VERIFICAR RESULTADOS.

Para verificar que nuestro trabajo puede enlazarse sin ningún tipo de problemas con la red de orden superior se realizará un control aleatorio sobre la red del IGN que garantice los valores proporcionados para los nodos de dicha red.





20.2.2.3 VERIFICACIÓN DEL ERROR DE COLIMACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EMPLEADOS CADA SEMANA SOBRE BASE DE CONTRASTACIÓN.

Se realizarán observaciones semanales mediante los diferentes métodos existentes con el objeto de garantizar la estabilidad temporal del instrumental empleado a lo largo de la duración del trabajo. Para ello se procederá a observar las señales implantadas por los técnicos del CCATPA en La Morgal, con la metodología ISO recomendada.

20.3 RECOMENDACIONES TÉCNICAS EXPUESTAS EN EL PRESENTE DOCUMENTO.

- Calidad de los ficheros RINEX.
- Distancias máximas permitidas entre vértices en función del orden de la red a la que pertenecen.
- Cumplimiento de los tiempos de observación planificados.
- Almacenamiento de los ficheros según criterio establecido.





21. RECEPCIÓN DE LA RED GEODÉSICA EJECUTADA.

Una vez analizada toda la documentación, se realizará la correspondiente recepción de los trabajos, pudiendo emplear las soluciones geodésicas resultantes en las fases posteriores del trabajo si las hubiera.





22. REFERENCIAS.

22.1 ARTÍCULOS.

- Barbadillo A. "Nueva red española de nivelación de alta precisión. Proyecto REDNAP". Instituto Geográfico Nacional.
- Cuadrado, Oscar. García-Asenjo, Luís. Hernández, David. Núñez, Alfonso. 2004. "Planificación y ejecución de Redes de Control de Calidad en Procesos Cartográficos. El Proyecto RGPA en el Principado de Asturias". Topcart 2004. 2004
- Rüeiger, J.M., Brunner. F.K. EDM-Traversing versus Geodetic Levelling. The Canadian Surveyor, 36 [1]: 69-87. 1982
- Rüeiger, J.M., Brunner. F.K. Practical Results of EDM-Height-Traversing. The Australian Surveyor, 30 [6]: 363-372. 1981
- Rüeiger, J.M., Brunner. F.K. EDM-Traversing versus Geodetic Levelling. The Canadian Surveyor, 36 [1]: 69-87. 1982
- Rüeiger, J.M. EDM-Height-Traversing: Refraction Correction and Experiences. The Australian Surveyor, 40 [4]: 48-56. 1995
- Rüeiger, J.M. Instrument Heights in EDM-Height-Traversing. Surveying and Land Information Systems, 55 [4]: 198-211. 1995
- Rüeiger, J.M. Staff Errors in and the Adjustment of Ordinary Levelling Runs. The Australian Surveyor, 42 [1]: 16-24. 1997
- Rüeiger, J.M. New Method of Recording and Processing Precise Digital Levelling Data. The Australian Surveyor, 44 [2]: 165-173. 1999
- Rüeiger, J.M. Digital Levels: What are they Good for? Should we Buy them? Proceedings of the 6th East Asian Surveyors Conference. 1999
- Annoni, A. y Luzet, C.: "Spatial Reference System for Europe". EUR 19575 1999
- Annoni, A., Luzet, C., Gubler, E. y Ihde, J.: "Map Projections for Europe". EUR 20120 2001
- EPSG: "EPSG Guidance Note Number 7, part I – November 2004" 2004
- EPSG: "Using the EPSG Geodetic Parameter Dataset - EPSG Guidance Note Number 7, part 2 – September 2005" 2005
- González, J., Dalda, A., Quiros, R. y Celada, J.: "ED50-ETRS89 Transition Models for the Spanish Geodetic Network" 2002
- Leick, Alfred, June 1993. "Accuracy Standards for Modern Three-Dimensional Geodetic Networks", ACSM Surveying and Land Information Systems, Vol. 53, No. 2, Pg. 111- 1993

116

- Soler, Tomás/Hothem, Larry. Coordinate Systems Used by Geodesy: Basic Definitions and Concepts. Journal of Surveying Engineering, 1988. 1988
- García-Asenjo, L., González Matesanz, Fco. J., Hernández López, D.: "Crs++;, software libre para la gestión de sistemas de referencia coordenados" 2006
- Boucher, C. And Altamini, Z. (2001). Specifications for Reference Frame Fixing in the Analysis of a EUREF GPS Campaign, version 5.
- Boucher, C. and Altamini, Z. (1996). International Terrestrial Reference Frame. GPS World, V7-N9
- González Matesanz, F.J., weber, G., Celada, J., Dalda, A., Quirós, R. (2004). El proyecto EUREF-IP. Resultados con GPRS. 4ª Asamblea Hispano – Portuguesa de Geodesia y Geofísica.
- Quintanilla, I., Berne, J.L., Bretos, J.J., Del Río, J. (2004). Estudio sobre transmisión de correcciones diferenciales GPS con GSM y GPRS. 4ª Asamblea Hispano – Portuguesa de Geodesia y Geofísica.
- Quirós, R., Lozano, L. Cano, M.A., Sobrino, J.A.S., Valdés, M. (2004). Estado actual del procesamiento de redes GPS permanentes del IGN. 4ª Asamblea Hispano – Portuguesa de Geodesia y Geofísica.
- Talaya, J., Bosch, E., Ortiz, M. A., Parareda, C. (2000). CATNET: Una Red de Estaciones GPS para el Posicionamiento Diferencial en Tiempo Real. 4ª Semana Geomática de Barcelona.
- Talaya, J., Mesa, J., Segarra, J., Colomina, I. (1997). El Sistema DGPS RASANT en Cataluña.

22.2 BIBLIOGRAFÍA.

- Bomford, Guy. Geodesy, 4th Edition. Clarendon Press, Oxford, 1985.
- Torge, Wolfgang. Geodesy, 2nd Edition. Walter de Gruyter, Berlin - New York, 1991.
- Hoffmann-Wellenhof, B, H. Lichtenegger, J. Collins (1992). Global Positioning System. Springer-Verlag, Wien/New-York.
- Seeber, Günter. Satellite Geodesy. Walter de Gruyter, Berlin - New York, 1993
- Hooijberg, M.: "Practical geodesy". Ed. Springer. Isbn 3-540-61826-0.
- García-Asenjo, L., Hernández López, D.: "Geodesia". Servicio de reprografía de la Universidad Politécnica de Valencia. Referencia 2003.647 2003
- Cramer, M.R., D.E. Wells, P. Vanicek, R.L. Devlin.. "Specifications for Urban GPS 1990





Surveys", ACSM Surveying and Land Information Systems,

- Federal Geodetic Control Comité.. Standards and Specifications for Geodetic Control Networks, U.S. Department of Commerce 1984
- Federal Geodetic Control Committee. Geometric Geodetic Accuracy Standards and Specifications for Using GPS Relative Positioning Techniques, Version 5.0, U.S. Department of Commerce. 1989
- Federal Geodetic Control Subcommittee. Standards for Geodetic Control Networks, Draft version, U.S. Department of Commerce 1994
- Torge, Wolfgang. Geodesy, 2nd Edition. Walter de Gruyter, Berlin - New York.. 1991
- Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, Collins. Global Positioning System, Theory and Practice. Springer Verlag, New York. 1993
- Guidelines and Specifications for GPS Surveys, Geodetic Survey Division, Energy, Mines and Resources, Canada. Release 2.1. 1992
- Geometric Geodetic Accuracy Standards and Specification for Using GPS Relative Positioning Techniques. Federal Geodetic Control Committee. Version 5.0 1988
- DMA Technical Report 8350.2. Department of Defense World Geodetic System 1984, Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems. 1987
- Bomford, Guy. Geodesy, 4th Edition. Clarendon Press, Oxford, 1980.
- Zilkoski, David B., December. "NGS/CALTRANS San Diego GPS-Derived Orthometric Height Cooperative Project", Draft Report 1993
- * R. Cid y S. Ferrer. Geodesia Geométrica, Física y por Satélites. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento. Madrid. 1997
- DMA, Defense Mapping Agency (1984) Geodesy for the Layman. DMA Technical Report

22.3 REFERENCIAS WEB.

- <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/>
- <http://gge.unb.ca/HomePage.php3>
- <http://gge.unb.ca/Research/GRL/GeodesyGroup/nnf01.htm>
- <http://www.ngs.noaa.gov/heightmod/>
- <http://www.ngs.noaa.gov/heightmod/Leveling/manuals.html>
- <http://www.ngs.noaa.gov/heightmod/>

- <http://www.ngs.noaa.gov/FGCS/BlueBook/>
- http://www.tpub.com/content/engineering/14070/css/14070_127.htm
- <http://gqe.unb.ca/Pubs/Pubs.html>
- <http://surveyorsboard.vic.gov.au/publications/surveypracticehandbook1.htm>
- http://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/pub_index.html
- <http://www.ngs.noaa.gov/heightmod/Leveling/requirements.html#standards>
- <http://www2.uca.es/grup-invest/geodesia/paginas/presenta.html>
- <http://cajal.ujaen.es/paginaW/PAGGPS/pagGPSprin/pagPrinPri.htm>
- http://www.unavco.ucar.edu/project_support/permanent/recon.html
- <http://www.unavco.ucar.edu/software/teqc>
- <http://lareg.ensg.ign.fr>
- <http://www.geo.ign.es/servidor/geod/record/rtdgps.html>
- <http://www.icc.es/rasanti/adsr.html>
- http://www.igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/sitelog_instr.txt
- <ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/data/format/rinex210.txt>
- <http://www.iers.org>
- <http://epncb.oma.be/guidelin.html>
- <http://igscb.jpl.nasa.gov>
- <http://epncb.oma.be>
- <http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/cartografia>
- <http://epncb.oma.be/guidelin.html>
- <http://igscb.jpl.nasa.gov>
- <http://epncb.oma.be/guidelin.html>
- <http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF>
- <http://epncb.oma.be>
- <http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF/memo.ps>





- <ftp://lareg.ensg.ign.fr/pub/itrf/ITRF.TP>
- http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_survey/principles_gps.htm
- <http://www.igeo.pt/euref/>
- <http://www.redcientifica.com/doc/doc200111070001.html>
- <http://www.spatial.maine.edu/~leick/gps/home.htm>
- <http://www.spatial.maine.edu/~leick/gps/home.htm>
- <http://www.msearchcorp.com/index.html>
- http://igs.ifag.de/index_ntrip.htm
- <http://www.isa.cie.uva.es/gps/>
- http://tlacaelel.igeofcu.unam.mx/~ivonne/redes_gps_y_sus_aplicaciones_par.htm
- <http://gipsy.jpl.nasa.gov/orms/rtg/>
- www.linz.govt.nz/
- http://www.swisstopo.ch/fr/geo/fixpunkte_formulare.htm
- <http://kom.auc.dk/~borre/>
- www.ngs.noaa.gov/FGCS/tech_pub/GeomGeod.pdf
- http://www.ngs.noaa.gov/FGCS/tech_pub/
- www.fgdc.gov/pub/standards/Accuracy/PDF/
- <http://www.geography.wisc.edu/sco/geodetic/data.html>
- <http://www.tech.mtu.edu/courses/su4100/>
- <http://www.tech.mtu.edu/courses/su4100/index.htm>
- http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html
- http://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/NGS-58.html
- <http://www.mdot.state.mi.us/design/surveymanual/>
- http://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/pub_index.html
- <http://www.mdot.state.mi.us/design/surveymanual/>
- <http://www.michigan.gov/mdot/>

- <http://www.ngs.noaa.gov/CORS/Articles/>
- www.ordnancesurvey.co.uk.
- <http://www.kom.auc.dk/~borre/life-199>
- <http://nng.esoc.esa.de/gps/maspalomas.html>
- <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/snap.htm>
- <http://www.geosun.sjsu.edu/paula/137/pdf/>
- <http://gge.unb.ca/Personnel/Kim/DOCUMENTS/IONGPS.2003.Beran.pdf>
- <http://gge.unb.ca/Personnel/Kim/DOCUMENTS/IONGPS.2003.Beran.pdf>
- <http://einstein.gge.unb.ca/tutorial/tutorial.pdf>
- <http://einstein.gge.unb.ca/>
- ftp://gage210.upc.es/SEMINARS/GPS_BOOK/PDGPS_castellano/CDROM_PDGPS_021001/PDGPS/TRANSP_PDGPS.ps.gz
- <ftp://gage1.upc.es/>
- ftp://gage210.upc.es/SEMINARS/EGNOS_TUTORIAL/
- <http://enterprise.geo.tudelft.nl/mgp/index.php?module=htmlpages&func=display&pid=20&menu=11>
- <http://www.colorado.edu/engineering/ASEN/asen4519/asen4519.html>
- http://www.colorado.edu/engineering/ASEN/asen4519/prelabs/data_new.html
- <http://www.colorado.edu/engineering/ASEN/asen4519/prelabs/>
- <http://www.colorado.edu/engineering/ASEN/asen4519/>
- <http://ccar.colorado.edu/asen5060/index.html>
- <http://ccar.colorado.edu/asen5060/lectures.html>
- <http://adt.curtin.edu.au/theses/available/adt-WCU20021025.152012/unrestricted/>
- <http://www.fig.net/pub/athens/programme.htm>
- <http://www.fig.net/pub/athens/>
- http://www.geod.nrcan.gc.ca/GPS_Guide_f/GPS_Guide_f.pdf
- <http://www.ucalgary.ca/~sneeuw/lectures/engo421/>





- <http://www.ucalgary.ca/~sneeuw/>
- <http://www.dekoepel.nl/Geodetic-Astronomy.html>
- http://www.uni-stuttgart.de/gi/research/schriftenreihe/quo_vadis/contents.html
- http://members8.tsukaeru.net/kimata/geodesy_kahar.pdf
- <http://www.jfm.yildiz.edu.tr/Lectures/PhyGeo.pdf>
- <http://www.cage.curtin.edu.au/~will/featherstone-mike-kirby.pdf>
- <http://www.g.gerstbach.at/papers/CCDgeodJour02gg.pdf>
- <http://www.geoinfo.tuwien.ac.at/default.htm>
- http://www.iers.org/workshop_2003_matera/





23. GLOSARIO.

23.1 ABREVIACIONES.

<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
▪ RNPA	Red de Nivelación del Principado de Asturias.
▪ CCATPA	Centro de cartografía Ambiental y Territorial del Principado de Asturias.
▪ RTK	Cinemático en tiempo real.
▪ GPS	Sistema de posicionamiento global.
▪ RGPA	Red Geodésica del Principado de Asturias.
▪ RGAPA	Red Geodésica Activa del Principado de Asturias.
▪ REGENTE	Red Geodésica Española observada mediante técnicas espaciales.
▪ IBERIA 95	Densificación ibérica de ETRS89.
▪ REDNAP	Red Española de Nivelación de Alta Precisión.
▪ ROI	Red de Orden Inferior.





23.2 TÉRMINOS.

<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TEMA</u>	
▪ ITINERARIO	Recorrido entre dos puntos fundamentales de la red de nivelación.	NIV	
▪ LINEAS	Cada tramo a su vez se divide en diferentes subtramos denominados líneas, en función que estemos nivelando entre señales principales y auxiliares, etc..	NIV	
▪ NAP IGN	Punto fundamental establecido por el IGN.	NIV	
▪ NODOS FUNDAMENTALES	Puntos de la RNPA enlazados a la red Regente mediante geodesia espacial utilizando la misma metodología que la empleada en la observación de la RED REGENTE.	NIV	
	<table border="1"> <tr> <td>Alto de Ortiguero</td> </tr> </table>	Alto de Ortiguero	
Alto de Ortiguero			
▪ SEÑALES PRINCIPALES FUNDAMENTALES	Nodos que definen inicio y fin de un tramo o itinerario.	NIV	
▪ SEÑALES PRINCIPALES SECUNDARIAS	Señales cuya finalidad es facilitar la reposición de la señal principal en caso de desaparición.	NIV	
▪ SEÑALES SECUNDARIAS AUXILIARES	Señales intermedias entre dos señales principales fundamentales.	NIV	
▪ TRABAJO	Nombre del fichero (*.lev) generado por el nivel Leica DNA03.	NIV	
▪ TRAMOS	Diferentes partes en las que se divide un itinerario. Cada tramo se registra en un único trabajo del nivel.	NIV	
▪ AMBIGÜEDAD	Incertidumbre por un número arbitrario de ciclos.	GEN	
▪ AJUSTE DE REDES	Procedimiento por el cual se someten las observaciones y/o los parámetros de una red geodésica a una compensación de errores. Los actuales programas de ajuste permiten combinar observaciones de distinto tipo: GPS, VLBI, mediciones tradicionales, etc.	GEN	
▪ ALTITUD ORTOMÉTRICA (H)	La distancia entre el geoide y un punto, medida a lo largo de la línea de la plomada, llamada también altura sobre el nivel del mar o cota.	GEN	

<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TEMA</u>
▪ A/S (ANTISPOOFING)	Encriptación de los códigos para evitar señales falsas.	GEN
▪ CATÁLOGO FUNDAMENTAL (FK)	Materialización del sistema inercial mediante la posición y los movimientos propios de un conjunto de estrellas observables por métodos ópticos. En la actualidad se encuentra vigente el FK5 cuya fecha de referencia es J2000.	GEN
▪ CHI CUADRADO	Uno de los tests de hipótesis estadística más usados para comprobar la validez o confiabilidad de los procesos de compensación, que asigna un valor que califica el comportamiento de los resultados y su proceso.	GEN
▪ CÓDIGO C/A	Código estándar transmitido por los satélites en la frecuencia L1.	GEN
▪ CÓDIGO P	Código de precisión transmitido en las frecuencias L1 y L2.	GEN
▪ ECEF	Coordenadas definidas en base a una terna ordenada de ejes ortogonales.	GEN
▪ COORDENADAS GEODÉSICAS, O ELIPSOIDALES	<p>Latitud geodésica: el ángulo que forma la normal al elipsoide con el plano del ecuador.</p> <p>Longitud geodésica: el ángulo entre el meridiano geodésico local y el meridiano inicial, elegido.</p> <p>Altitud geodésica, o elipsoidal (h): la distancia del punto considerado al elipsoide.</p>	GEN
▪ DATUM	Dato, o conjunto de datos que sirven de base para el cálculo de otros elementos.	GEN
▪ DATUM GEODÉSICO	Constantes específicas de un sistema de coordenadas usadas para el control geodésico. Puede ser horizontal o vertical.	GEN
▪ DMA (DEFENSE MAPPING AGENCY)	Agencia Cartográfica de Defensa.	GEN
▪ DILUCIÓN DE PRECISIÓN (DOP).	Coefficientes que caracterizan la influencia de la geometría de la constelación GPS observada en una estación. Estos coeficientes varían con el tiempo, al variar la posición de los satélites observados o al cambiar algunos de ellos. Valores DOP elevados significan grandes errores en la posición calculada a partir de las pseudo distancias. El coeficiente PDOP está relacionado con la posición tridimensional, el	GEN





<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TEMA</u>
	HDOP con la horizontal y el VDOP con la vertical. El TDOP se relaciona con la determinación del tiempo, y el GDOP combina el PDOP con el TDOP.	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ DISEÑO GEOMÉTRICO 	Determinación de parámetros geométricos que definen una red.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ DISTORSIONES 	En las redes geodésicas, errores significativos en coordenadas y/o en acimut, de carácter generalmente regional. En general, separación de la realidad de un modelo matemático predeterminado.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ELIPSE/ELIPSOIDE ESTÁNDAR DE ERROR 	Sus parámetros representan aspectos de la precisión de la ubicación de un punto sobre la superficie de referencia, luego de un ajuste por mínimos cuadrados. Su semieje mayor (en módulo y orientación) es el error estándar máximo. Su semieje menor es el mínimo. Su superficie representa un determinado porcentaje de probabilidad de ubicación del punto (cerca del 37%). Si se multiplican los semiejes por el factor 2.5 la superficie de la elipse resultante abarca el 95% de probabilidad, y pasa a llamarse elipse del 95% de confiabilidad. El elipsoide de error es inherente a la compensación de puntos en tres dimensiones.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ELIPSOIDE DE REFERENCIA 	Un elipsoide de revolución usado como superficie de referencia para los cálculos geodésicos.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ERRORES GROSEROS 	Errores mayores a un umbral predeterminado, por ejemplo los que caen fuera de la elipse de confiabilidad del 95% (ver). La detección y corrección de errores groseros es una especialidad dentro del cálculo de compensación.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ERROR DE PUESTA EN ESTACIÓN. ▪ 	Error que afecta a la posición del punto estación, independientemente de las observaciones que desde allí se efectúan.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ERRORES DE CIERRE 	Diferencias entre las posiciones calculadas y las conocidas. De típico uso en poligonales, nivelaciones, observaciones gravimétricas, etc. En las observaciones GPS, se producen errores de cierre de coordenadas luego de medirse una serie de vectores sucesivos.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ERROR ESTÁNDAR ▪ SIGMA (1, 2 y 3) 	El error estándar es un parámetro que mide la precisión. Se obtiene a partir de la varianza y de las covarianzas, y representa un determinado porcentaje de probabilidad de ocurrencia (Un 67% para el caso de	GEN

<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TEMA</u>
	observaciones de una sola incógnita. En el caso de determinaciones simultáneas de más de una incógnita, es necesario considerar las respectivas elipses o elipsoides de error). Cuando se mencionan precisiones de 2 sigma o 3 sigma se trata de definir márgenes de probabilidad más generosos (en casos de observaciones directas, el porcentaje de probabilidad es del 95% y del 99% respectivamente.)	
▪ ERROR RELATIVO EN LA POSICIÓN	Es la relación entre el error y la magnitud relacionada con el mismo. Usualmente se expresa como 1/x o en partes por millón.	GEN
▪ EXACTITUD	Grado de aproximación de una magnitud a un valor libre de errores sistemáticos.	GEN
▪ MARCO DE REFERENCIA	Materialización de un sistema de coordenadas formando un marco de apoyo y referencia (ITRFXX, ETRF89).	GEN
▪ GEOIDE	Superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre que mejor se ajusta, en el sentido de mínimos cuadrados, a la superficie media del mar.	
▪ IGS	(International GPS Geodynamic Service).	GEN
▪ ITRFXX (INTERNATIONAL TERRESTRIAL REFERENCE FRAME)	Marco de referencia terrestre internacional, al que se le agrega el año (xx) en que fue determinado, en el que la posición de los ejes coincide con las definiciones del IERS (Servicio Internacional de la Rotación de la Tierra) y tiene en cuenta la tectónica global. Se lo denomina sistema "instantáneo" porque las coordenadas de los puntos cambian con el tiempo por movimientos propios de los mismos y por perfeccionamiento de los parámetros que definen al sistema.	GEN
▪ NIVELACIÓN GEOMÉTRICA O DIFERENCIAL	Determinación de la diferencia de elevación entre dos puntos mediante reglas graduadas y niveles de burbuja o compensadores.	GEN
▪ NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA O GEODÉSICA	Nivelación efectuada mediante la medición de ángulos verticales y la distancia que los separa.	GEN
▪ NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%	Medida de la tolerancia en la precisión de los ajustes. Cuando el error Standard (2 sigma) que se obtuvo en observaciones directas es inferior a una tolerancia especificada, el ajuste cumple con el nivel de confianza del 95%. Para el caso de ajustes bidimensionales, el	GEN





<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TEMA</u>
	mayor de los semiejes de la elipse de error multiplicado por 2.5 debe ser inferior a la tolerancia, para satisfacer el mismo nivel de confianza.	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ OBSERVABLES 	En las ecuaciones del cálculo de compensación, los parámetros susceptibles de ser observados (medidos).	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ONDULACIÓN DEL GEOIDE ▪ ALTURA DEL GEOIDE ▪ SEPARACIÓN GEOIDE-ELIPSOIDE (N) 	La elevación o depresión del geoide respecto de un elipsoide de referencia. Se relaciona con h y H , a través de la expresión aproximada $h = N + H$.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN 	Conjunto de cantidades que permiten convertir coordenadas dadas de un sistema a otro: se utilizan básicamente tres traslaciones, a las que pueden agregarse tres rotaciones y un factor de escala.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ PARTES POR MILLÓN, PPM 	Expresión del error relativo. En el caso de distancias, una parte por millón es un error igual a la millonésima parte de la misma.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRECISIÓN 	El concepto de precisión es opuesto al de dispersión de las observaciones, y se relaciona con la magnitud de los errores aleatorios o accidentales.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRECISIÓN (INTERNA) ▪ EXACTITUD (EXTERNA) 	La precisión (interna) es inherente a la dispersión estadística de las observaciones o de los parámetros. La exactitud (externa) es una medida de la separación entre los valores más probables obtenidos respecto a valores determinados o fijados fuera del proceso de ajuste, obtenidos por métodos más confiables (por ejemplo puntos geodésicos de redes nacionales).	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ REDUNDANCIA 	Es la diferencia entre el número de observaciones y el número de incógnitas. Para que exista un adecuado proceso de compensación, la redundancia debe ser mayor que cero.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ RESIDUOS NORMALIZADOS 	En el proceso de compensación, los valores que resultan de dividir los desvíos por los errores estándar estimados de cada observación.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ RINEX 	Formato de intercambio de datos.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ WGS 84 	Es una realización práctica del sistema terrestre con los datos disponibles en 1984. Fue adoptado por el sistema GPS.	GEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ S/A 	Disponibilidad selectiva. Procedimiento para negar la	GEN

<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TEMA</u>
	precisión total del sistema.	
▪ SISTEMA DE COORDENADAS TOPOCÉNTRICO	Sistema de coordenadas local centrado en un punto de la superficie terrestre, su eje Z en la dirección de la normal a la superficie de referencia en ese punto y el eje X en la dirección Norte. Según la normal sea la de la superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre o la del elipsoide, el sistema será físico o geométrico	GEN
▪ SISTEMA DE REFERENCIA	La geodesia necesita definir además de un sistema de coordenadas, un conjunto de constantes y parámetros homogéneos, algunos fundamentales y otros derivados. Ellos incluyen una unidad métrica, actualmente definida por la velocidad de la luz en el vacío, una escala de tiempo, el producto de la constante de atracción universal por la masa de la Tierra, GM, incluyendo o no la masa de la atmósfera, un elipsoide de referencia dado por dos constantes geométricas, semieje mayor y excentricidad, una velocidad de rotación de la Tierra, un conjunto de coeficientes del desarrollo en armónicas esféricas del potencial terrestre, una fórmula de gravedad normal, las constantes de precesión y nutación que permiten pasar de un sistema fijo con respecto a la Tierra a un sistema inercial, etc.	GEN
▪ SISTEMA GEOCÉNTRICO DE COORDENADAS	Terna cartesiana derecha concéntrica con el centro de masa de la Tierra, el eje X es la intersección del Ecuador con el meridiano de convencional origen de las longitudes, el eje Y también sobre el Ecuador y con su rama positiva a 90°E y el eje Z perpendicular a los otros dos y coincidente con el Origen Internacional Convencional, positivo hacia el Polo Norte. Con respecto a esta terna se miden las coordenadas X, Y, Z de los puntos.	GEN
▪ SISTEMA INERCIAL.	Sistema en los que es válida la mecánica newtoniana, es un sistema tal que no está sujeto a ningún tipo de aceleración, en especial aceleraciones angulares.	GEN
▪ TRANSFORMACIÓN HELMERT	Procedimiento de ajuste por mínimos cuadrados que se basa en la compensación de grandes redes geodésicas a partir del ajuste parcial de bloques y su posterior integración. Se suele aplicar para una transformación ajustada de coordenadas entre dos sistemas.	GEN
▪ VARIANZA- COVARIANZA	Parámetros estadísticos que reflejan la relación entre los errores de las observaciones y las incógnitas	GEN





CONCEPTO

DESCRIPCIÓN

TEMA

(varianzas) y entre estas últimas (covarianzas). La matriz de varianza-covarianza se obtiene como resultado de la compensación de observaciones paramétricas. Los elementos de su diagonal principal son las varianzas de las incógnitas, y el resto lo constituyen las respectivas covarianzas. A partir de esta matriz pueden obtenerse, en el caso de la compensación de puntos geodésicos, los elementos de la elipse o del elipsoide de error





24. ANEXOS.

24.1 FICHAS DE OBSERVACIÓN.

El operador deberá rellenar en el momento de la ubicación de los instrumentos la ficha correspondiente, siempre en el lugar de trabajo y nunca en gabinete. No se podrán pasar a limpio bajo ningún concepto, por lo que se hace necesario un almacenamiento seguro de las fichas ya rellenas, al resguardo de las inclemencias meteorológicas.

La falta de una de las fichas de observación ocasionará la eliminación de la observación por no disponer de la información necesaria para realizar el correspondiente control de calidad.

24.1.1 FICHAS PARA OBSERVACIÓN GPS.

FICHA INDIVIDUAL PARA OBSERVACIÓN DE SEÑALES MEDIANTE TÉCNICAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

DATOS SOBRE EL VÉRTICE

PROYECTO: _____ SEMANA GPS: _____ DIA GPS: _____ SESIÓN: _____
 FECHA: _____
 CONCEJO: _____
 LUGAR (pueblo más cercano, paraje, monumento, etc.): _____
 OBSERVADOR (nombre, apellidos y código de operador): _____
 IDENTIFICADOR DE LA ESTACIÓN: _____ HOJA MTN: _____
 NOMBRE DE LA ESTACIÓN: _____ HOJA MTA: _____
 ORDEN DE LA RED A LA QUE PERTENECE: _____
 EMPRESA ADJUDICATARIA: _____

RECEPTOR

ANTENA: _____
 MARCA: _____
 MODELO: _____
 N/S: _____
 LONG. CABLE: _____

VERSION SOFTWARE: _____

DATOS METEOROLÓGICOS

Es necesario el registro de datos meteorológicos SI NO

	INICIO	MEDIO	FIN
Temp. (°C)			
Presión (mbar)			
H.R. (%)			

REGISTRO DE DATOS

HORA LOCAL INICIO: _____ DIA _____
 HORA LOCAL FIN: _____ DIA _____
 INTERVALO DE REGISTRO: 1 SEG. 5SEG. 10 SEG. 15 SEG. 20 SEG.

MEDICIÓN DE ALTURA DE LA ANTENA

NOTA: las medidas de la altura de la antena se tomarán al inicio y final de cada sesión de observación. En el caso de observaciones RTK se anotará la correspondiente altura del bastón de centrado. Las correcciones hasta el centro de fase se aplicarán mediante el software de gestión de los observables en gabinete. Nunca se realizará la medición de la altura de la antena sobre el centro de fase en campo.


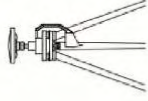

RTK

Altura del bastón centrador: _____

POSTPROCESO:

Tipo de estacionamiento y medición de la altura de la antena.

SOBRE PILAR
 TRIPODE CON ACCESORIO
 TRIPODE INCLINADA

En el estadillo siguiente deben anotarse todas las medidas necesarias para calcular la altura de la antena sobre la vertical desde el plano de referencia del vértice hasta el plano de referencia sobre el cual el software de gabinete aplica el offset del centro de fase. Esta medida será la que se empleará en el control de calidad de los ficheros RINEX.

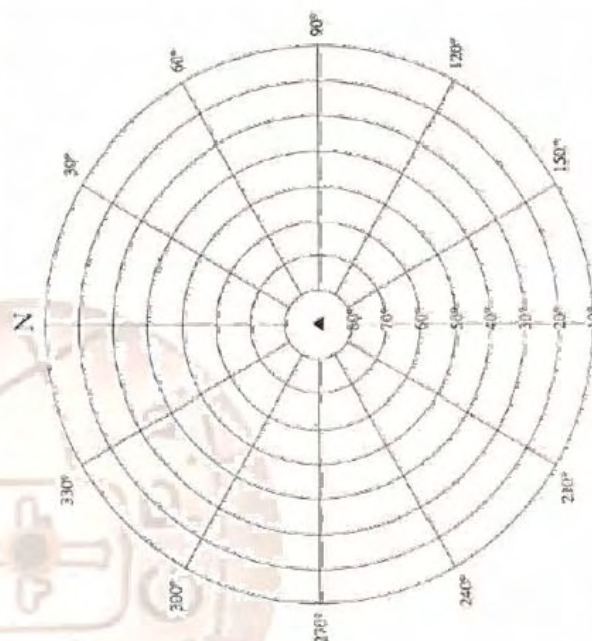
	INICIO (m)	FIN (m)
Oblicua (A)		
Horizontal (B)		
Vertical (C)		
Offset equipo lectura (D)		
Altura vertical hasta PRA		

Fig. 169 Ejemplo de ficha para observación GPS.



FICHA INDIVIDUAL PARA OBSERVACIÓN DE SEÑALES MEDIANTE TÉCNICAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

DIAGRAMA DE OBSTACULOS EN EL MOMENTO DEL REGISTRO DE DATOS



NOTA: para rellenar este gráfico nos debemos auxiliar de una brújula. En el dibujo no se tendrá en cuenta la declinación magnética para hacer el croquis.

OBSERVACIONES GENERALES

ANOMALIAS DURANTE LA OBSERVACIÓN.

Interrupciones en el almacenamiento, fallo en la nivelación del instrumento, etc.

ALIMENTACIÓN DEL RECEPTOR

Alimentación externa

Alimentación interna

Fallo en la alimentación.

Fig. 170 Croquis para la representación de posibles obstáculos durante la observación.

En este croquis de obstáculos a de anotarse todas aquellos elementos susceptibles de provocar anomalías a la hora del postproceso de los datos

24.1.2 FICHA PARA OBSERVACIONES CLÁSICAS.

Será entregada por el director del proyecto en el momento de la ejecución de los trabajos.

24.1.3 FICHA PARA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.

Será entregada por el director del proyecto en el momento de la ejecución de los trabajos.

24.1.4 FICHA PARA LA REVISIÓN DE CAMPO DE VÉRTICES EXISTENTES.

Será entregada por el director del proyecto en el momento de la ejecución de los trabajos.



24.2 TIPOS DE FORMATOS DE ENTREGA EN SOPORTE DIGITAL.

24.2.1 ESTRUCTURA DE DIRECTORIOS DE LAS ENTREGAS.

El director de proyecto definirá en antes de la entrega de cada una de las fases del trabajo la estructura de directorios para almacenar toda la información.

24.2.2 RECEIVER INDEPENDENT EXCHANGE FORMAT. RINEX 2.10.

Para más información acerca de este formato y de cada uno de sus elementos, se puede consultar la página <http://www.aiub.unibe.ch/download/rinex/>.

OBSERVATION DATA FILE - HEADER DESCRIPTION		
HEADER LABEL (Columns 61-80)	DESCRIPTION	FORMAT
RINEX VERSION / TYPE	- Format version (2) - File type ('O' Observation Data) - Satellite System: blank or 'G': GPS 'R': GLONASS 'T': NNSS Transit 'M': Mixed	I6,14X, A1,19X, A1,19X
PGM / RUN BY / DATE	- Name of program creating current file - Name of agency creating current file - Date of file creation	A20, A20, A20
COMMENT	Comment line(s)	A60 **
MARKER NAME	Name of antenna marker	A60
MARKER NUMBER	Number of antenna marker	A20 **
OBSERVER / AGENCY	Name of observer / agency	A20,A40
REC # / TYPE / VERS	Receiver number, type, and version (Version: e.g., Internal Software Version)	3A20
ANT # / TYPE	Antenna number and type	2A20
APPROX POSITION XYZ	Approximate marker position (WGS84)	3F14.4
ANTENNA: DELTA H/E/N	- Antenna height: Height of bottom surface of antenna above marker - Eccentricities of antenna center relative to marker to the east and north (all units in meters)	3F14.4
WAVELENGTH FACT L1/2	- Wavelength factors for L1 and L2 1: Full cycle ambiguities 2: Half cycle ambiguities (squaring) 0 (in L2): Single frequency instrument - Number of satellites to follow in list 0: Default wavelength factors Max 7. If more than 7 satellites: Repeat record.	2I6, I6,

Fig. 171 Ejemplo de fichero Rinex 2.10.

Igualmente se puede encontrar en esta dirección una referencia sobre el nuevo formato Rinex 3.0.

24.2.3 SOLUTION INDEPENDENT EXCHANGE FORMAT. SINEX 2.01.

Para intentar estandarizar los resultados del procesamiento de vectores GPS, se recomienda emplear este formato de intercambio, empleando para ellos los mensajes dedicados a procesamiento de vectores GNSS.

Para obtener más información sobre este formato, recomendamos visitar la página <http://tau.fesg.tu-muenchen.de/~iers/web/sinex/format.php>.

Sin embargo, existen otro tipo de formatos que también pueden ser empleados:

- GrafNet EXP
- SINEX Format
- ASCII BERNESE 4.2 Coordinate and Covariance Matrix
- ASCII Leica SKI Baselines Vector
- Bluebook Format
- Trimble Data Exchange Format
- GEOLAB Format
- Move3 Adjust File Format

Garantizando que como mínimo se entregan para cada una de las sesiones de procesamiento los siguientes datos:

- Responsable de procesamiento.
- Software de procesamiento. Nombre y versión.
- Fecha del procesamiento.
- Identificador único para la solución.
- Datos de la ventana de observación.
- Intervalo de registro.
- Observaciones usadas.
- Orbitas usadas.
- Opciones escogidas en la solución.
- Solución de ambigüedades.
- Coordenadas empleadas para la solución.
- Vectores.
- Matrices de Varianza-Covarianza.
- Comentarios adicionales.

24.2.4 LANDXML 1.1.

Se ha optado por el empleo de este formato para la gestión de datos brutos obtenidos con instrumentación clásica así como con niveles digitales, debido a la facilidad de acceso a los observables mediante software comercial o libre de edición de XML, así como por su implantación en las empresas del sector:

- Autodesk
- Bentley
- Trimble Navigation
- Tripod Data Systems
- Leica GeoSystems
- Topcon
- CAICE





- Carlson
- Eagle Point
- MicroSurvey
- Buhodra
- TCP
- Protopo

Por otra parte, diferentes organismos cartográficos internacionales han optado por este sistema para implantarlo en la administración, por lo cual adoptamos algo suficientemente probado y en evolución.

- Nueva Zelanda.
- Australia.
- AASHTO.
- Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos.
- Slovenia.
- Polonia.
- Canada.
- Tailandia.

El único problema que plantea este formato es la no disponibilidad de un objeto dedicado a la nivelación geométrica, por lo que se ha empleado como complemento el formato LeicaXML, por ser un formato abierto y con una estructura XML con posibilidad de edición mediante software libre o comercial.

The image displays a software interface for editing LeicaXML data. On the left, a tree view shows the structure of the data, including Station, Measurement, and Point objects. The right pane shows the corresponding XML code in ASCII format, with various attributes and values for each object.

Fig. 172 Estructura LeicaXML con vista estructurada y código ASCII.

Un ejemplo sencillo de la estructura del LandXML se puede apreciar en la imagen inferior.

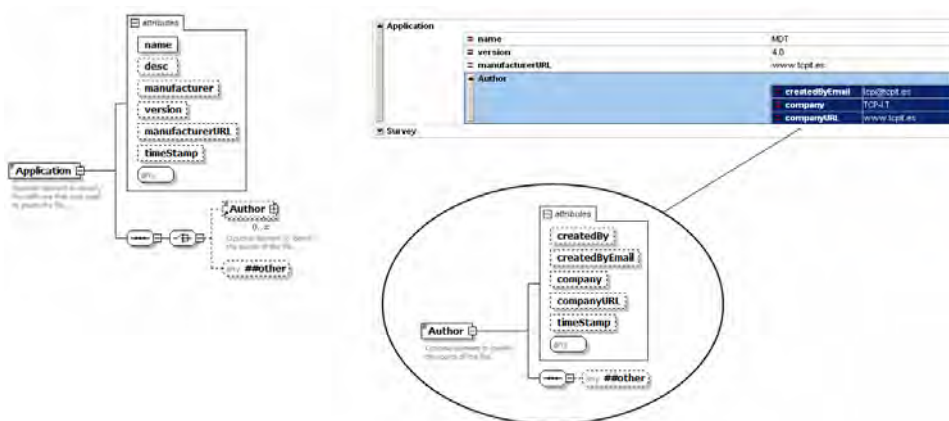


Fig. 173 Ejemplo de elemento Autor LandXML, definición y muestra.

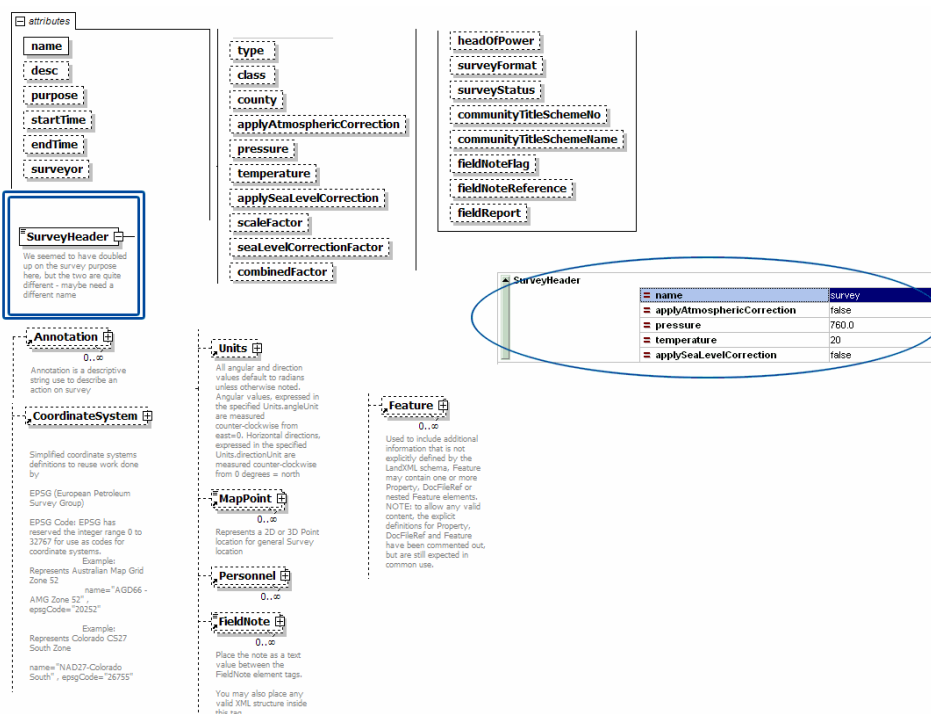


Fig. 174 Ejemplo de cabecera LandXML de la medición.

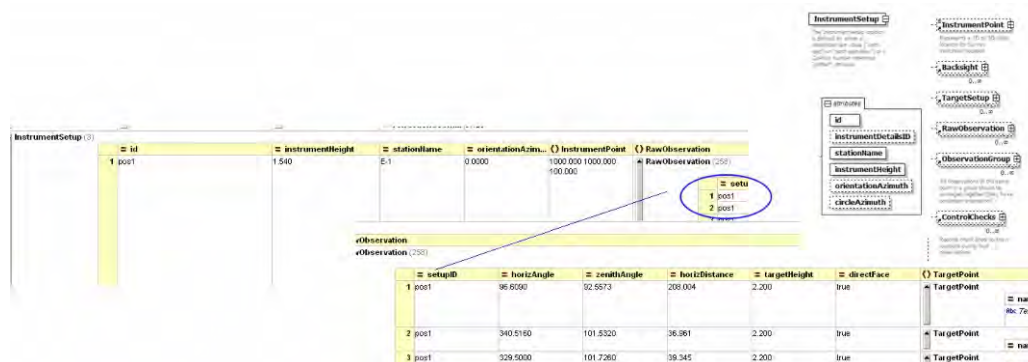


Fig. 175 Ejemplo de datos brutos LandXML obtenidos con Estación Total.

ELEMENTOS	TIPOS COMPLEJOS	TIPOS SIMPLES
-----------	-----------------	---------------





AddressPoint	DailyTrafficVolume	NoPassingZone	Spiral	PointType	addressPointTypeType	impHeight	roadNameTypeType
AdministrativeArea	DataPoints	ObservationGroup	StaEquation	PointType3dReq	addressTypeType	impLinear	roadSignType
AdministrativeDate	DecisionSightDistance	ObstructionOffset	Start		adminAreaTypeType	impPressure	roadTerrainType
AdverseSE	Definition	OffsetLane	StartofRunoutSta		adminDateTypeType	impTemperature	roadTypeType
Alignment	DesignCrossSectSurf	OffsetVals	Station		adverseSEType	impVelocity	roadwayNameRef
Alignments	DesignHour	Outlet	Struct		alignmentNameRef	impVolume	roadwayNameRefs
AlignPI	DesignSpeed	OutletStruct	StructFlow		alignmentNameRefs	impWidth	shoulderCategoryType
AlignPIs	DesignSpeed85th	OutSpiral	Structs		angle	inOut	shoulderMaterialType
Amendment	Ditch	P	Superelevation		angularType	intersectionConstructionType	sideofRoadType
AmendmentItem	DocFileRef	ParaCurve	Surface		annotationType	jurisdictionType	sideType
Annotation	DrivewayDensity	Parcel	Surfaces		area	laneTaperType	slope
Application	EggPipe	Parcels	SurfVolume		beaconProtectionType	latLongAngle	speed
Author	EllipPipe	PassingLane	SurfVolumes		beaconType	latLongAngularType	spiralType
Backsight	End	PeakHour	Survey		breakLineType	maneuverType	slateType
BacksightPoint	EndofRunoutSta	Personnel	SurveyHeader		bridgeProjectType	metArea	station
BeginRunoffSta	Equipment	PI	SurveyMonument		cgPointsNameRef	metDiameter	stationIncrementDirectionType
BeginRunoutSta	Exclusions	Pipe	SurveyorCertificate		cgPointsNameRefs	metFlow	structNameRef
BikeFacilities	F	PipeFlow	TargetPoint		ChainType	metHeight	structNameRefs
Boundaries	Faces	PipeNetwork	TargetSetup		clockwise	metLinear	surfaceNameRef
Boundary	Feature	PipeNetworks	ThruLane		connectionType	metPressure	surfaceNameRefs
Breakline	FeatureDictionary	Pipes	Timing		coordGeomNameRef	metTemperature	surfBndType
Breaklines	FieldNote	PlanFeature	Title		coordGeomNameRefs	metVelocity	surfFaceType
BridgeElement	FullSuperelev	PlanFeatures	TrafficControl		cornerType	metVolume	surfTypeEnum
Cant	FullSuperSta	PntList2D	TrafficVolume		crashIntersectionRelation	metWidth	surfVolCMethodType
CantStation	GPSAntennaDetails	PntList3D	TurnLane		crashSeverityType	monumentCategory	surveyFormatType
Center	GPSPosition	Pnts	TurnRestriction		crossSectionPnt	monumentCondition	surveyorRoleType
CgPoint	GPSQInfoLevel1	PointFile	TurnSpeed		crossSectSurfaceArea	monumentNameRef	surveyRoleType
CgPoints	GPSQInfoLevel2	PointFiles	TwoWayLeftTurnLane		crossSectSurfaceVolume	monumentPurpose	surveyStatusType
Chain	GPSReceiverDetails	PointResults	Units		crossSlope	monumentState	surveyType
Channel	GPSSetup	PostedSpeed	UnsymParaCurve		curbType	monumentType	survPntType
CircCurve	GPSVector	ProfAlign	Volume		curveType	observationType	titleTypeType
CircPipe	GradeModel	Profile	VolumeGeom		dataFormatType	offsetDistance	trafficControlPosition
CircStruct	GradeSurface	ProfSurf	Watershed		designLocationType	offsetElevation	trafficControlType
Classification	HazardRating	Project	Watersheds		direction	parcelClass	trafficTurnRestriction
ClimbLane	Imperial	Property	WideningLane		ditchBottomShape	parcelFormat	turnLaneType
ComplexName	InletStruct	PurposeOfSurvey	Zone		documentStatusType	parcelNameRef	useOfParcelType
Connection	InSpiral	PVI	ZoneCrossSectStructure		drivewayDensity	parcelNameRefs	volume
ConnSpiral	InstrumentDetails	RawObservation	ZoneCutFill		DTMAttributeType	parcelStateType	waterShedNameRef
Contour	InstrumentPoint	RectPipe	ZoneHinge		elevationType	pavementSurfaceType	xsVolCalcMethodType
Contours	InstrumentSetup	RectStruct	ZoneMaterial		ellipsoidElevationType	pipeNameRef	zenithAngle
ControlChecks	Intersection	RedHorizontalPosition	Zones		equipmentType	pipeNameRefs	zoneCategoryType
CoordGeom	Intersections	ReducedArcObservation	ZoneSlope		exclusType	pipeNetworkType	zoneHingeType
CoordinateSystem	Invert	ReducedObservation	ZoneWidth		FaceType	planFeatureNameRef	zoneMaterialType
Corner	IrregularLine	RedVerticalObservation			flatTypeType	planFeatureNameRefs	zoneNumberType
Corrections	LandXML	RetWall			floorLevelTypeType	Point	zoneOffsetType
CrashData	Lanes	RetWallPnt			functionalClassType	Point2dReq	zonePlacementType
CrashHistory	LaserDetails	RoadName			GPSSolutionFrequencyEnum	Point3dOpt	zoneSurfaceType
CrossSect	LaserSetup	Roadside			GPSSolutionTypeEnum	Point3dReq	zoneTransitionType



ejemplo de cómo ha de ser este documento. En el fichero se contemplarán las distancias entre estaciones, tiempos de observación por estación, satélites, etc.

FECHA DE OBSERVACION	ESTACION	ESTACION	LONGITUD	TIEMPO (<40 KM)	SAT (>40 min)	PDOP (>4)	(>5)
2003 9 30	003244	05671001	14606	2 10 30	6	4 290	
2003 9 30	003138	003244	30603	1 21 50	6	4 178	
2003 9 30	003138	005579	19846	4 31 30	4 *	10 021 *	
2003 9 30	003138	03175001	16620	4 21 30	3 *	10 292 *	
2003 9 30	003138	05631001	32008	1 32 40	6	4 245	
2003 9 30	003244	005579	19617	1 21 50	6	4 178	
2003 9 30	003244	03175001	15265	1 21 50	4 *	4 178	
2003 9 30	003244	05631001	9286	1 21 50	6	4 178	
2003 9 30	005579	03175001	8013	4 21 30	3 *	10 292 *	
2003 9 30	005579	05631001	15512	1 44 40	6	4 245	
2003 9 30	03175001	05631001	15397	1 25 0	4 *	4 237	
2003 9 30	003041	003138	26147	1 5 30	5	4 239	
2003 9 30	003041	005579	35347	1 3 50	5	4 239	
2003 9 30	003041	03116001	15206	1 2 30	5	4 239	
2003 9 30	003041	03175001	37826	1 1 30	4 *	6 125 *	
2003 9 30	003138	005579	19846	4 31 30	4 *	10 021 *	
2003 9 30	003138	03116001	12788	1 2 30	5	4 239	
2003 9 30	003138	03175001	16620	4 21 30	3 *	10 292 *	
2003 9 30	005579	03116001	20988	1 0 50	5	4 239	
2003 9 30	005579	03175001	8013	4 21 30	3 *	10 292 *	
2003 9 30	03116001	03175001	22650	0 58 30	4 *	6 125 *	
2003 10 1	005579	005635	18459	2 27 40	7	2 589	
2003 10 1	005579	008019	25149	2 53 30	6	2 590	
2003 10 1	005579	05614001	11371	0 15 10 *	5	3 616	
2003 10 1	005579	05614001	11373	0 37 20 *	5	7 048 *	
2003 10 1	005579	05614001	11373	0 20 50 *	5	6 894 *	
2003 10 1	005579	05614001	11373	0 10 50 *	4 *	9 466 *	

Fig. 177 Fichero de resultados del análisis de los ficheros Rinex del proyecto.

El ejemplo mostrado es el resultado de aplicar las funciones desarrolladas por el profesor Dr. Luís García Asenjo Villamayor. El software empleado por el contratista deberá reportar un listado de características similares.

