

Registro Nacional

**Registro Inmobiliario
Subdirección Catastral**



Guía de Georreferenciación

Noviembre 2020

Índice

Índice.....	2
Índice de figuras	3
Índice de tablas	4
Glosario.....	5
Introducción.....	6
Justificación	6
Antecedentes.....	7
Unificación del Registro de la Propiedad Inmueble y el Catastro en Registro Inmobiliario.....	7
Reglamento a la Ley de Catastro.	7
Materialización de la Red de Estaciones de Medición Continua	7
Terremotos y deriva continental	8
Oficialización de las primeras zonas catastradas.	8
Definición de la georreferenciación y de las tolerancias permitidas. ..	8
Proyecto de Actualización Cartográfica.....	9
Decreto de oficialización del nuevo marco de referencian nacional. ..	9
Directriz DRI-001-2020 del Registro Inmobiliario.....	9
Desarrollo.....	11
1. Marco Geodésico	11
1.1. Red de estaciones de medición continua	11
1.2. Red de primer orden.....	13
1.3. Geoide nacional	16
1.4. Época 2014.59	16
2. Insumos cartográficos	17
2.1. Ortofotos.....	17
2.2. Cartografía	19
3. Georreferenciación Catastral.....	21
3.1. Tolerancias.....	21
3.2. Mediciones con equipo GNSS.....	22
3.3. Metodologías de georreferenciación	24
Bibliografía	31

Índice de figuras

Figura 1. Estaciones de amarre para el nuevo sistema de referencia nacional	11
Figura 2. Mapa de las ubicaciones de las estaciones de medición continua de Costa Rica.....	13
Figura 3. Distribución geográfica de la red de vértices de primer orden, Costa Rica, época 2014.59	14
Figura 4. Cobertura a nivel nacional de la ortofoto 1:5000.....	18
Figura 5. Cobertura a nivel nacional de la ortofoto 1:1000	19
Figura 6. Restitución cartográfica catastral 1:5000, sobre Ciudad Quesada....	20
Figura 7. Restitución cartográfica catastral 1:1000, sobre Ciudad Quesada....	20
Figura 8. Fórmula para el cálculo de tolerancias catastrales 1:1000 y 1:5000.	21
Figura 9. Estación de medición GNSS ubicada en campo.....	22
Figura 10. Estaciones de medición continua con un radio de 60 Km.	23
Figura 11. Ejemplo de amarre de punto estático a la Red de Estaciones de Medición Continua de Costa Rica.	24
<i>Figura 12. Punto base estático con vectores a los puntos de detalles levantados con RTK.....</i>	<i>25</i>
Figura 13. Parte de los vectores del levantamiento con RTK con ortofoto 1:1000	26
Figura 14. Lindero de la presentación debidamente georreferenciada.	26
Figura 15. Levantamiento de detalles con dos puntos de amarre.	27
Figura 16. Lindero de la presentación georreferenciada	28
Figura 17. Levantamiento local con amarre al punto de la red primer orden, MAIZ.....	29
Figura 18. Puntos identificables en las ortofotos.	30
Figura 19. Levantamiento con amarre a puntos leídos de la ortofoto.....	30

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas cartesianas para la red de estaciones permanentes....	12
Tabla 2. Coordenadas geodésicas para la red de estaciones permanentes. ...	12
Tabla 3. Coordenadas de la estación NYCO, época 2014.59	12
Tabla 4. Coordenadas cartesianas para la red de primer orden	15
Tabla 5. Coordenadas geodésicas para la red de primer orden.....	16
Tabla 6. Herramienta para la transformación de coordenadas época actual a la 2014.59	17
Tabla 7. Tolerancias 1:1000 y 1:5000 según la exactitud del punto.....	21

Glosario

CR-SIRGAS: Sistema de referencia horizontal oficial para Costa Rica, según decreto ejecutivo N° 40962. ITRF2008, época 2014.59.

Estación de Medición Continua: Equipo GNSS instalado con los estándares internacionales de amojonamiento, el cual se encuentra midiendo datos constantemente los cuales sirve de referencia a distintos tipos de levantamientos de los diferentes usuarios.

Exactitud absoluta: Es la que obtenemos al amarrar un levantamiento de agrimensura a una red oficial de coordenadas de un país en una época específica.

Exactitud relativa: Es la que obtenemos de manera local, al realizar un levantamiento de agrimensura con los métodos e instrumentos topográficos correspondientes, adecuados a las necesidades de precisión y exactitud de este.

Geoide: Superficie equipotencial que contempla las masas de la Tierra en calma, describiendo la forma real de ésta. Sirve como referencia a sistemas verticales internacionales o regionales.

GNSS: Sistema global de navegación por satélite (Global Navigation Satellite System).

GPS: Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System).

Mapa Catastral: Herramienta tecnológica que muestra el estado parcelario de un área definida, contemplando la conciliación entre la información catastral y registral.

Proyección cartográfica: Es un sistema de representación gráfica que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana

Red geodésica: Consiste en un conjunto de vértices y observaciones geodésicas entre sí, situados sobre el terreno, dentro del ámbito del territorio nacional.

SIRI: Sistema de Información de Registro Inmobiliario.

SNIT: Sistema Nacional de Información Territorial.

Zona Catastrada: Es la parte del territorio nacional donde el levantamiento catastral ha sido concluido y oficializado.

Zona Catastral: Es la parte del territorio nacional en la cual el levantamiento catastral está en proceso.

Introducción

Justificación

El presente documento tiene como finalidad detallar la situación actual del país a la luz de los avances cartográficos, geodésicos y tecnológicos del sistema catastral nacional, los cuales impactan directamente en la presentación de los planos de agrimensura por parte de los profesionales respectivos, quienes hoy en día cuentan con mayor cantidad de insumos técnicos para llevar a cabo sus labores. Es por esto, que se vuelve trascendental la actualización continua de parte de la Subdirección Catastral del Registro Inmobiliario hacia los usuarios externos sean profesionales de la agrimensura o público en general, exponiendo los alcances técnicos a disposición con el objetivo de coadyuvar con la labor registral catastral y como resultado de esto la inscripción de planos y por ende la seguridad jurídica de los inmuebles.

A través de este documento denominado Manual de Georreferenciación, se pretende actualizar al usuario en temas asociados con el sistema nacional de referencia, cobertura cartográfica, los nuevos productos cartográficos, transformaciones, directrices, herramientas tecnológicas y demás insumos con los que cuenta como el SIRI y el SNIT con el objetivo de proporcionar herramientas para la presentación de planos de agrimensura ante el Registro Inmobiliario.

Desde el año 2013 (última versión del Manual de Georreferenciación), se han presentado varios hitos a nivel nacional que son necesarios tomar en cuenta en el tema de la georreferenciación, los cuales se detallan a continuación en el apartado de antecedentes. Estos acontecimientos son trascendentales para entender el escenario en el que está el país actualmente.

Posteriormente se exponen algunos conceptos de conocimiento necesario para la georreferenciación de planos o levantamientos a nivel catastral. Finalmente se presentan algunos ejemplos de georreferenciación.

Antecedentes

A la luz del último manual de georreferenciación, el cual fue publicado en el año 2013, se han presentado varios acontecimientos a nivel que son necesarios tomar en cuenta:

Unificación del Registro de la Propiedad Inmueble y el Catastro en Registro Inmobiliario

En el año 2009 con el objetivo de unificar y conciliar la descripción gráfica y literal de los bienes inmuebles y los derechos asociados, se fusionan el Registro de la Propiedad Inmueble y el Catastro Nacional. Creando el Registro Inmobiliario que tiene como reto concluir la obra catastral a nivel nacional para potenciar la seguridad jurídica en el tráfico del mercado inmobiliario publicitando todas las inconsistencias existentes entre la información catastral y registral en procura de su saneamiento.

Reglamento a la Ley de Catastro.

El Decreto Ejecutivo N° 34331-J (Asamblea Legislativa, Reglamento a la Ley de Catastro, 2008), corresponde al Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, del 29 de noviembre del 2007, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 41 de 27 de febrero del 2008, en su artículo 26, dispone que el levantamiento del plano de un inmueble, se efectuará por medio de los métodos de agrimensura adecuados a las necesidades del mismo y que la precisión de los instrumentos geodésicos o topográficos utilizados en el levantamiento, estará acorde con la exactitud relativa exigida para levantamientos urbanos o rurales y la exactitud absoluta se conformará a la disposición de insumos que facilite el Catastro Nacional y/o el Instituto Geográfico Nacional, para el enlace del levantamiento por parte del agrimensor.

Materialización de la Red de Estaciones de Medición Continua

En el año 2010, se logra materializar las 8 estaciones de medición continua con todo su equipamiento, 7 de ellas en sedes del Banco de Costa Rica y la restante en la sede central del Registro Nacional. Por medio de un convenio vigente entre ambas instituciones. Lo que propicia una adecuada infraestructura informática y de seguridad que garantiza el flujo de comunicación con el servidor central.

Esta red opera desde el 01 de junio del 2010 y se constituye en un insumo para que los profesionales en topografía puedan enlazar sus trabajos al Marco

Geodésico de referencia en la época en que está oficializado el Mapa Catastral para aquellos distritos declarados Zona Catastrada.

Terremotos y deriva continental

La actividad sísmica a la que está expuesta el país afecta en forma significativa las posiciones de los vértices de la Red Oficial Nacional de Coordenadas. Para la deriva continental se tiene una estimación promedio de 2 cm por año de desplazamiento en dirección noreste; además los eventos sísmicos fuertes ocasionan saltos y cambios de dirección a la luz de ese patrón de comportamiento. Las particularidades geológicas y las fallas locales de las diferentes zonas del país agregan la variable de que no es un movimiento uniforme ni constante con poco estudio que permita estimar un modelo. La actividad volcánica suma una nueva incógnita que debe ser contemplada y modelada según el impacto que pueda generar.

Oficialización de las primeras zonas catastradas.

Con la primera declaratoria de Zona Catastral, Decreto Ejecutivo N° 36830-JP (Asamblea Legislativa, Declara Zona Catastrada, 2011), del año 2011, se genera una modificación en la forma de negociar la tierra dentro del mercado inmobiliario de Costa Rica, lo que genera que los profesionales en agrimensura tengan que referir sus levantamientos al Marco Geodésico oficial y respetar el estado parcelario en torno al predio objeto de medida.

Es a partir de esta declaratoria que se plantea el reto de elaborar un producto de igual magnitud para todo el territorio del país en procura de potenciar la seguridad jurídica en el tráfico del mercado inmobiliario.

Según los avances que se han presentado desde la primera declaratoria, a la fecha de hoy se cuenta con un total 262 distritos con levantamiento catastral de los cuales 170 están declarados como zonas catastradas. Por parte del Registro Inmobiliario, se pretende que en un aproximado de cinco años se pueda contar con este insumo para los 487 distritos que conforman el país.

Definición de la georreferenciación y de las tolerancias permitidas.

La Directriz RIM-001-2012 (Registro Inmobiliario, Definición de la georreferenciación y de las tolerancias, 2012), del Registro Inmobiliario, de fecha 17 de febrero del 2012, publicada en el Diario oficial La Gaceta N° 96, del 18 de mayo del 2012, la cual rige un mes después de su publicación, de “Definición de la georreferenciación y de las tolerancias permitidas que deben cumplir los levantamientos de agrimensura dentro del Territorio Nacional”, especifica

claramente las exactitudes relativas y absolutas a considerar de acuerdo al tipo de levantamiento de agrimensura a realizar en el país y al sitio donde se vayan a ejecutar los trabajos que cuente con ortofoto digital a escala 1:1000 o 1:5000 y las diferentes formas en que se pueden realizar dichos levantamientos y las normas y facilidades para entregar los planos derivados.

Proyecto de Actualización Cartográfica.

Debido a la desactualización continua de los elementos cartográficos del territorio nacional, el crecimiento urbano de las áreas densamente pobladas y la necesidad de mantener una cartografía que refleje la realidad; desde el año 2013 se planteó la propuesta de generar un nuevo vuelo fotogramétrico en las escalas catastrales, con el cual se obtendrán principalmente la restitución cartográfica y ortofotos en una nueva época de referencia y que servirá como principal insumo para referenciar el levantamiento catastral del resto del país.

Esta información conformará la base cartográfica de Costa Rica a través de los sistemas del Registro Nacional (SIRI y SNIT), y por tanto para las labores propias de la Subdirección Catastral, en elaboración de los mapas catastrales a escalas 1:1000 y 1:5000, donde los criterios basados en la interpretación de la ortofoto y la restitución cartográfica es trascendental.

Decreto de oficialización del nuevo marco de referencian nacional.

Por medio del Decreto Ejecutivo N° 40962-MJP (Asamblea Legislativa, Actualización del sistema geodésico de referencia horizontal oficial para Costa Rica, 2018) como actualización del Decreto Ejecutivo N° 33797-MJ-MOPT (Asamblea Legislativa, Datum horizontal oficial para Costa Rica, el CR05, 2007), establece en su artículo 1, el nuevo sistema de referencia horizontal para Costa Rica es denominado CR-SIRGAS, enlazado al ITRF2008 época 2014.59, constituyendo el Marco Geodésico Dinámico Nacional Oficial para la República de Costa Rica.

Además, para los fines catastrales, en el artículo 10 se le da potestad al Instituto Geográfico Nacional para publicar los parámetros de actualización conforme se consideren para los propósitos de cada usuario.

Finalmente es responsabilidad de cada dependencia pública la transformación de datos referenciados según su competencia, del CR05 al CR-SIRGAS.

Directriz DRI-001-2020 del Registro Inmobiliario.

En La Gaceta N° 245 del día 07 de octubre 2020, se realiza la publicación de la Directriz DRI-001-2020, denominada “Sobre el formato y enlace al Marco Geodésico para la georreferenciación de levantamientos con fines catastrales”. Esta directriz plantea dos puntos importantes, la presentación de los planos de agrimensura en formato shape (shp) dentro de todo el territorio nacional, así como la época de referencia, la cual debe 2014.59, ITRF2008, manteniendo la proyección CRTM05.

Desarrollo

1. Marco Geodésico

1.1. Red de estaciones de medición continua

Como parte inicial del proyecto de actualización cartográfica, se llevó a cabo una medición de los vértices de primer orden con amarre a las estaciones de referencia externas al territorio nacional, en el ITRF2008 época 2014.59. Todas las estaciones pertenecen a la red SIRGAS-CON. Para el cálculo de la altura ortométrica se utilizó en modelo EGMO08.

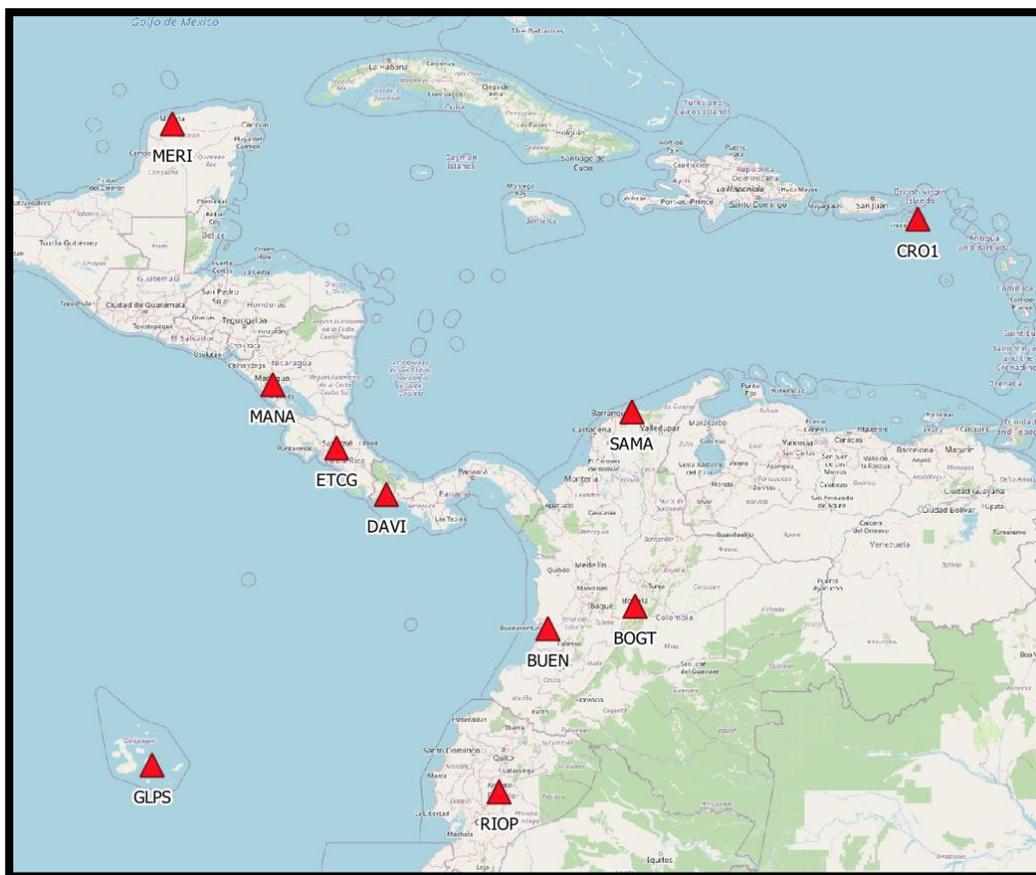


Figura 1. Estaciones de amarre para el nuevo sistema de referencia nacional

Las coordenadas en el ITRF2008 época 2014.59, para las estaciones activas de medición continua se detallan en la siguiente figura:

Estación	Este (m)	Norte (m)	h elipsoidica (m)
CIQE	452808.9335	1141453.3710	680.6184
LIBE	342665.1438	1175853.5288	163.8002
LIMN	606744.8070	1105137.6517	25.0628
NEIL	616178.5354	955980.8943	66.5295
PUNT	408765.6653	1103633.6950	23.6553
RIDC	494618.9697	1096862.0356	1212.1549
SAGE	532482.3839	1036430.2940	723.1668
ETCG	488390.7139	1105689.0363	1193.6106

Tabla 1. Coordenadas cartesianas para la red de estaciones permanentes.

Fuente: Registro Inmobiliario.

Estación	Latitud				Longitud			
	°	'	"	°...	°	'	"	°...
CIQE	10	19	21.31052	10.32258626	-84	25	51.21061	-84.43089184
LIBE	10	37	50.20557	10.63061266	-85	26	16.37765	-85.43788268
LIMN	9	59	35.13152	9.99309209	-83	1	34.92564	-83.02636823
NEIL	8	38	39.67209	8.64435336	-82	56	39.80539	-82.94439039
PUNT	9	58	47.56243	9.97987845	-84	49	55.68810	-84.83213558
RIDC	9	55	10.86417	9.91968449	-84	2	56.66015	-84.04907227
SAGE	9	22	23.29639	9.37313789	-83	42	15.31851	-83.70425514
ETCG	9	59	58.14219	9.99948394	-84	6	21.22732	-84.10589648

Tabla 2. Coordenadas geodésicas para la red de estaciones permanentes.

Fuente: Registro Inmobiliario.

A continuación, se detalla a nivel gráfico la ubicación de las estaciones de las tablas 1 y 2.

Actualmente estas estaciones se encuentran en administración del Instituto Geográfico Nacional dentro del portal: <https://gnss.rnp.go.cr/SBC>

La estación NICY, ya no se encuentra en funcionamiento, en sustitución del vértice se cuenta con la estación NYCO, la cual tiene estas coordenadas extrapoladas a la época 2014.59.

Estación	Este (m)	Norte (m)	h elipsoidica (m)	Latitud			Longitud				
				°	'	"	°...	°	'	"	°...
NYCO	340543.9036	1122027.5439	155.5397	10	8	38.42675	10.14400743	-85	27	18.03969	85.455011103

Tabla 3. Coordenadas de la estación NYCO, época 2014.59

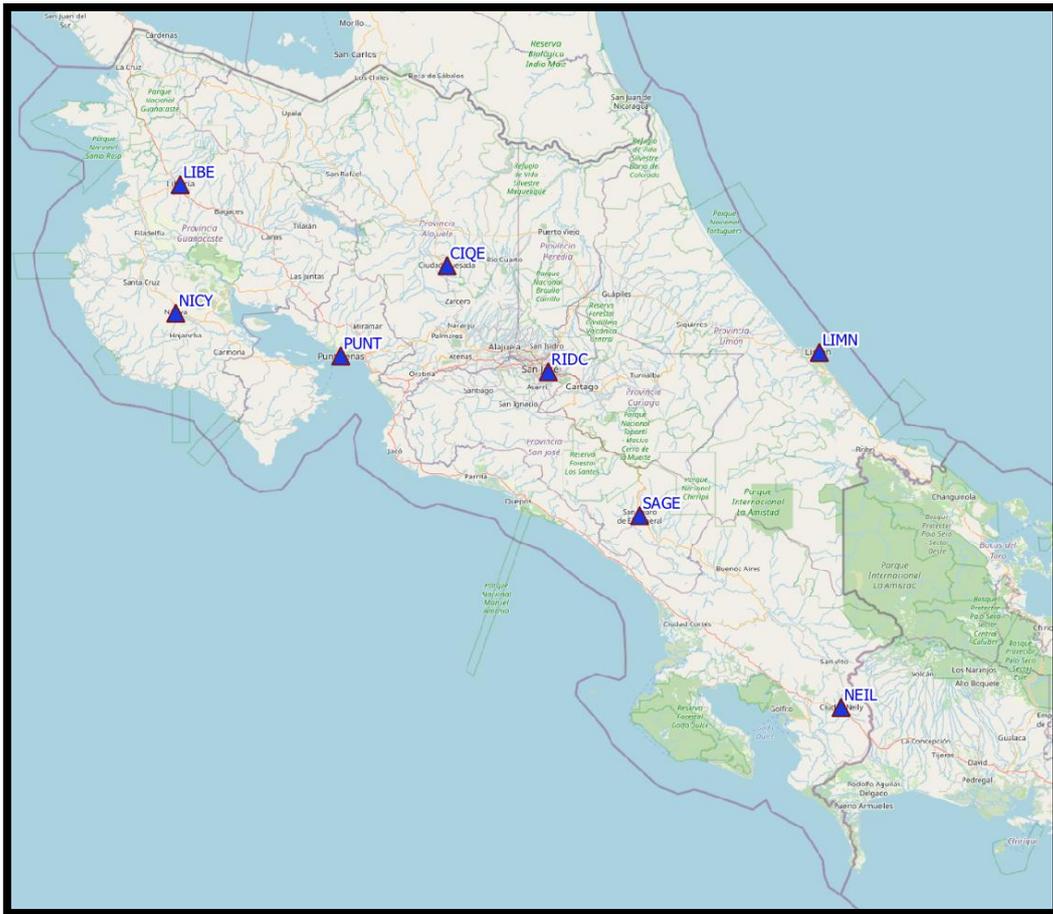


Figura 2. Mapa de las ubicaciones de las estaciones de medición continua de Costa Rica.

1.2. Red de primer orden

Como parte fundamental del mantenimiento y actualización de los vértices de la red nacional de coordenadas, los puntos de primer orden se midieron en una campaña GNSS para obtener coordenadas de estos en la época de interés.

Desde el establecimiento de la red de primer orden (2005) algunos de los puntos han sufrido destrucción o pérdida por lo que se optó por la sustitución de algunos puntos nuevos. El total de puntos de la red para esta materialización fue de 33 puntos, distribuidos como se observa en la siguiente figura.

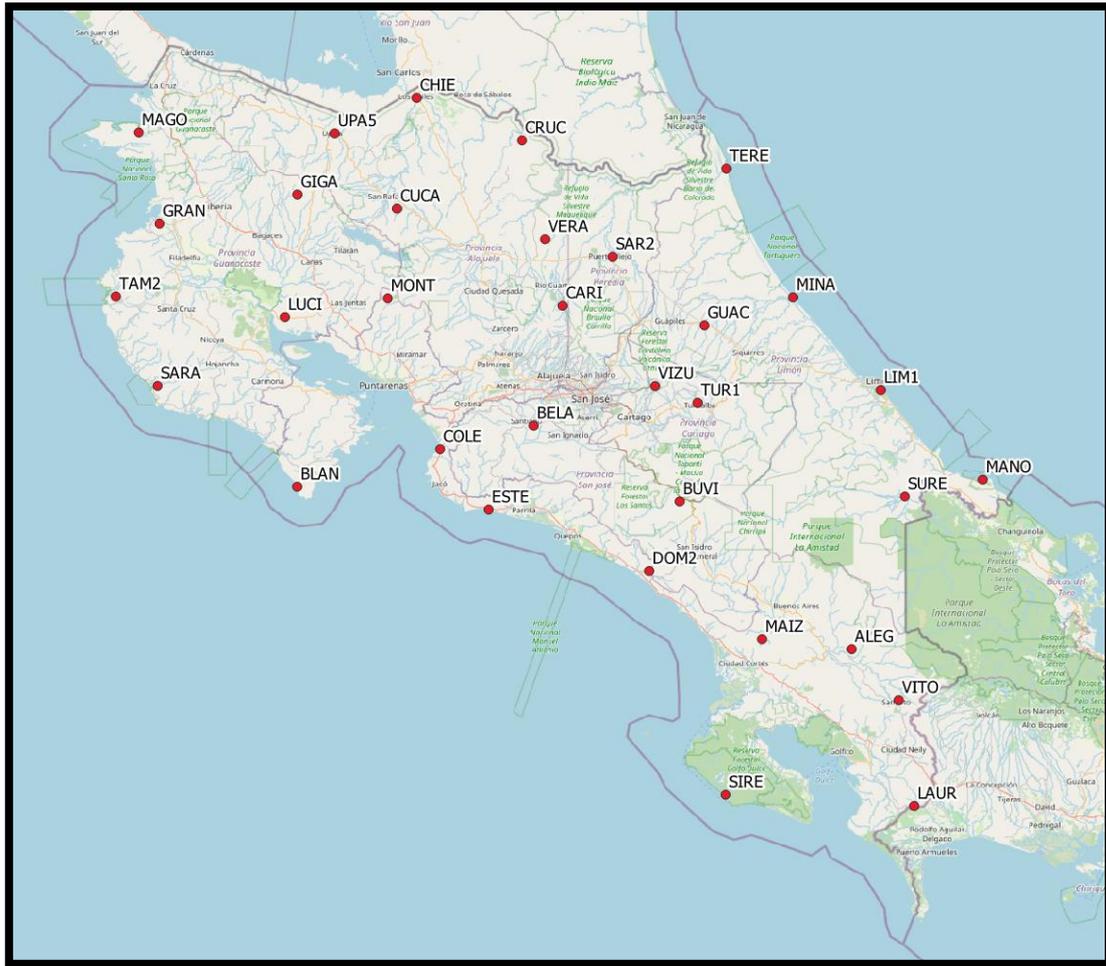


Figura 3. Distribución geográfica de la red de vértices de primer orden, Costa Rica, época 2014.59

Las coordenadas de los vértices de primer orden se detallan a continuación:

Estación	Este (m)	Norte (m)	h elipsoidica (m)
Alegre	595407.2741	996738.5749	334.2017
Bella	468522.7710	1087136.5155	802.2154
Blanca	374258.8883	1062619.2838	13.6990
Buvis	526721.3660	1056434.9869	3509.0320
Cariblanco	480098.9103	1135754.9298	851.9878
Crucitas	464025.6623	1202724.6629	83.3608
Cucaracha	414316.6160	1175181.1519	198.7705
Dominical_2	514585.8247	1028273.3013	351.9420
Esterillos	450561.7082	1053186.8895	14.7369
Giganta	374765.7502	1180982.0752	669.7872

Estación	Este (m)	Norte (m)	h elipsoidica (m)
Grande	319957.6747	1169407.0795	168.7429
Guacimo	536509.9744	1127784.9476	118.7035
Irazu	516892.7089	1103215.1818	3364.0482
Laurel	620593.3171	933276.4502	30.7001
Limon_1	606766.9922	1101718.7053	12.8260
Los Chiles	422270.3086	1220010.5371	49.7094
Lucia	369629.2564	1131336.9311	122.2682
Maiz	559621.4549	1000705.5413	327.4403
Manzanillo	647512.5667	1065562.1433	11.9066
Monteverde	410548.0835	1138825.5294	1358.2976
Murcielago	311855.5062	1206417.3583	20.5693
Nosara	318818.9390	1103719.6072	19.2479
Parismina	571740.5637	1139172.0131	12.2186
San Vito	614317.7941	976131.7783	1006.4644
Sirena	545190.3778	937708.9113	24.8567
Suretka	616477.2567	1058638.4462	68.9031
Tamarindo_2	302391.1969	1140007.2091	36.4936
Teresita	545164.6413	1191301.4374	10.4704
Turri_1	533835.2911	1096415.9321	721.8175
Upala_5	389655.1801	1205708.4385	53.6355
Veracruz	473157.7841	1162669.9339	102.7144

Tabla 4. Coordenadas cartesianas para la red de primer orden

Estación	Latitud			°...	Longitud			°...
	°	'	"		°	'	"	
Alegre	9	0	48.00292	9.01333415	-83	7	56.07408	-83.13224280
Bella	9	49	53.86412	9.83162892	-84	17	13.12422	-84.28697895
Blanca	9	36	29.40585	9.60816829	-85	8	44.00625	-85.14555729
Buvis	9	33	14.62128	9.55406147	-83	45	23.68920	-83.75658033
Cariblanco	10	16	16.67752	10.27129931	-84	10	54.06489	-84.18168469
Crucitas	10	52	36.06048	10.87668347	-84	19	44.63976	-84.32906660
Cucaracha	10	37	36.66143	10.62685040	-84	46	59.17728	-84.78310480
Dominical_2	9	17	58.12590	9.29947942	-83	52	2.01632	-83.86722675
Esterillos	9	31	28.15080	9.52448633	-84	27	1.14748	-84.45031874
Giganta	10	40	41.44681	10.67817967	-85	8	41.04349	-85.14473430
Grande	10	34	16.79590	10.57133220	-85	38	42.14184	-85.64503940
Guacimo	10	11	56.82392	10.19911776	-83	40	.34676	-83.66676299
Irazu	9	58	37.54898	9.97709694	-83	50	45.31317	-83.84592033

Estación	Latitud			°...	Longitud			°...
	°	'	"		°	'	"	
Laurel	8	26	20.29695	8.43897138	-82	54	17.52421	-82.90486784
Limon_1	9	57	43.85633	9.96218231	-83	1	34.52782	-83.02625773
Los Chiles	11	1	56.32293	11.03231193	-84	42	40.93832	-84.71137175
Lucía	10	13	45.22728	10.22922980	-85	11	23.88756	-85.18996877
Maíz	9	2	59.37747	9.04982707	-83	27	27.57133	-83.45765870
Manzanillo	9	38	2.60418	9.63405672	-82	39	21.68942	-82.65602484
Monteverde	10	17	53.09921	10.29808311	-84	49	.06582	-84.81668495
Murcielago	10	54	19.48480	10.90541245	-85	43	15.37828	-85.72093841
Nosara	9	58	39.35912	9.97759976	-85	39	8.47360	-85.65235378
Parismina	10	18	5.70014	10.30158337	-83	20	42.01019	-83.34500283
San Vito	8	49	35.70198	8.82658388	-82	57	38.84758	-82.96079099
Sirena	8	28	49.31835	8.48036621	-83	35	22.38930	-83.58955258
Suretka	9	34	20.81526	9.57244868	-82	56	20.19140	-82.93894206
Tamarindo_2	10	18	17.15484	10.30476523	-85	48	14.25105	-85.80395862
Teresita	10	46	23.88976	10.77330271	-83	35	13.23645	-83.58701012
Turri_1	9	54	55.84537	9.91551260	-83	41	29.20056	-83.69144460
Upala_5	10	54	7.82949	10.90217486	-85		33.82169	-85.00939491
Veracruz	10	30	52.60057	10.51461127	-84	14	42.87220	-84.24524228

Tabla 5. Coordenadas geodésicas para la red de primer orden

1.3. Geoide nacional

Según el decreto ejecutivo N° 40962-MJP, en su artículo 4 indica que mientras no se disponga de una red de referencia vertical actualizada, modelo de geoide, red gravimétrica y mediciones de mareógrafos oficiales para Costa Rica asociado al datum geodésico horizontal CR-SIRGAS, el datum o nivel de referencia vertical seguirá siendo el tradicional.

1.4. Época 2014.59

Para las labores catastrales, el datum dinámico CR-SIRGAS presenta un reto, ya que los productos generados dentro del Mapa Catastra encuentran generados en una base cartográfica establecida en una sola época (2005.83 o 2014.59). Por esta razón, la Dirección del Registro Inmobiliario, emite la directriz DRI-001-2020, donde se establece que las presentaciones de planos de agrimensura deben georreferenciarse al CR-SIRGAS en su época 2014.59, ya que los insumos cartográficos son acordes con esta realización del CR-SIRGAS; dando las herramientas tecnológicas necesarias a los agrimensores para que puedan

cumplir con este lineamiento. Para la transformación se ha generado la siguiente tabla que permite llevar coordenadas de la época actual a la época 2014.59.

 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS 						
Método de Molodensky-Badekas para el paso directo de la época 2019.24 a 2014.59 y viceversa ambos en la proyección CRTM05. Elija a la derecha la época de sus <i>Datos entrada</i>				Datos entrada: 2019.24		
				Datos Salida: 2014.59		
PUNTO	Norte[m]	Este[m]	Altura[m]	Norte[m]	Este[m]	Altura[m]

Tabla 6. Herramienta para la transformación de coordenadas época actual a la 2014.59

2. Insumos cartográficos

2.1. Ortofotos

Actualmente se cuenta con los insumos de las ortofotos, a escala 1:5000 y 1:1000, para la elaboración de los mapas catastrales, así como para la calificación de los documentos presentados para su inscripción (planos de agrimensura) ante el Registro Nacional, como planos catastrados. Además, este insumo se utiliza para el mantenimiento de los Mapas Catastrales actuales, así como para la resolución de casos particulares, advertencias administrativas, conciliaciones, avisos catastrales, conformación del mapa, apelaciones, oposiciones y ocurso.

La cobertura de las ortofotos 1:5000 corresponde a todo el territorio nacional, teniendo como superficie efectiva un 99.1% de todo el país, lo que permite completar el proceso de levantamiento catastral en aquellas zonas que anteriormente por la falta de este insumo no se podía finalizar. Este producto tiene como características el tamaño de píxel o resolución espacial de 50 cm.



Figura 4. Cobertura a nivel nacional de la ortofoto 1:5000.

Para la escala 1:1000, se completó el 100% de lo esperado del Proyecto de Actualización Cartográfica, para un total aproximado de 4120 Km², el área de cobertura de estas ortofotos corresponde a los principales centros urbanos del país, ciudades, cabeceras de provincias, cantón o distrito. Este producto tiene una resolución espacial de 12 cm en cada píxel.

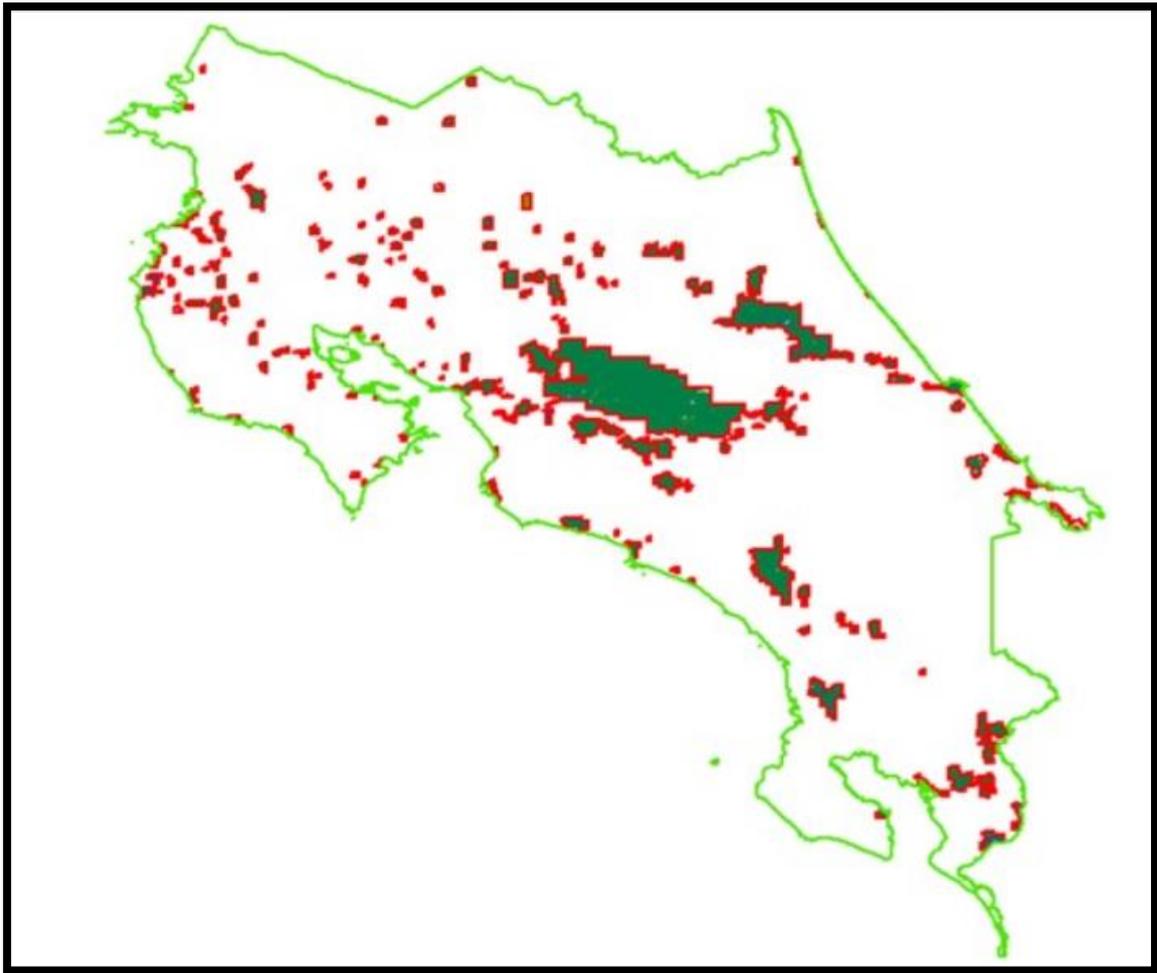


Figura 5. Cobertura a nivel nacional de la ortofoto 1:1000

2.2. Cartografía

De forma paralela a la producción de las ortofotos, se generó un producto de restitución cartográfica, el cual contempla archivos en formato vectorial (shape), con información necesaria desde el punto de vista catastral; como lo son: la restitución de vías, hidrografía, edificaciones, así como la delimitación de parcelas o elementos catastrales de interés.

Como en el caso de las ortofotos este producto se generó para la escala 1:1000 y 1:5000, para las áreas anteriormente descritas (1:5000 todo el territorio nacional, 1:1000 centros urbanos).

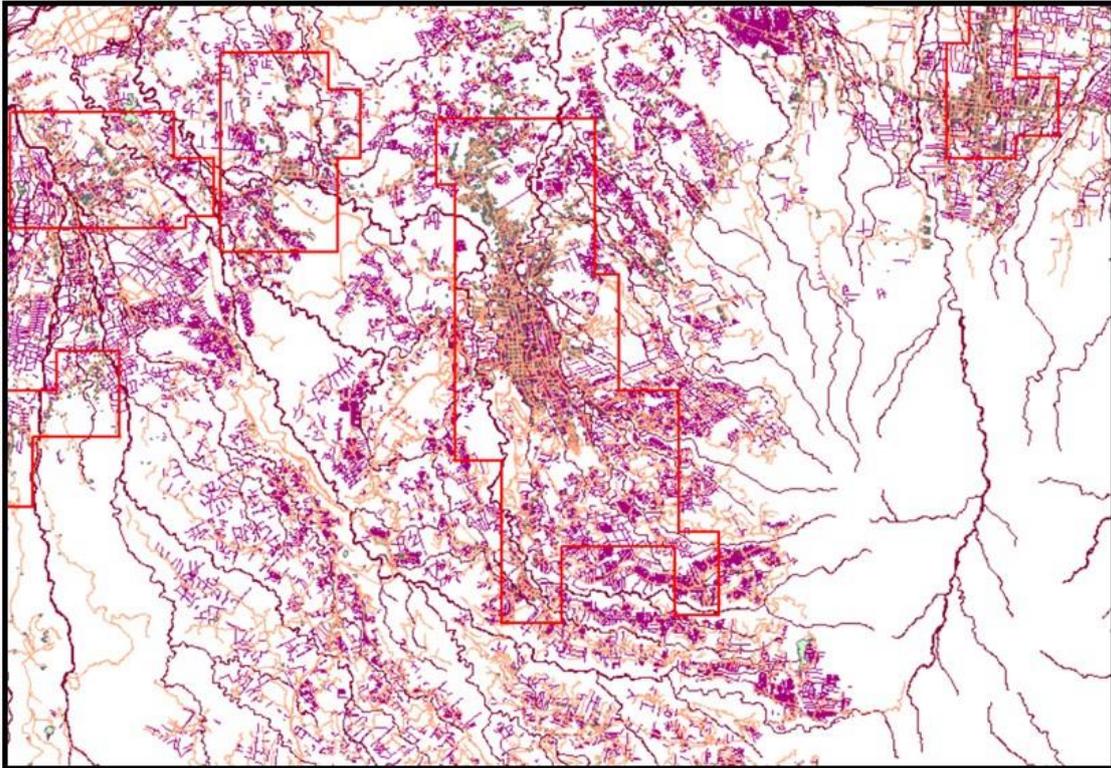


Figura 6. Restitución cartográfica catastral 1:5000, sobre Ciudad Quesada.



Figura 7. Restitución cartográfica catastral 1:1000, sobre Ciudad Quesada.

Tanto en el SIRI como en el SNIT, se encuentran publicados estos productos.

3. Georreferenciación Catastral

3.1. Tolerancias

Dentro del Capítulo IV, De la precisión, del Reglamento a la Ley de Catastro, se definen que la exactitud requerida:

Para coordenadas de puntos de apoyo (como enlace al Sistema Nacional de Coordenadas), obtenidas de puntos identificables en la cartografía y ortofoto en zonas urbanas destinadas al mapeo 1:1000 es de ± 0.20 m y para zonas rurales destinadas al mapeo 1:5000 es de ± 1.00 m.

Para coordenadas de puntos de apoyo (como enlace al Sistema Nacional de Coordenadas), obtenidas por métodos convencionales topográficos y geodésicos en zona urbana 1:1000 es de ± 0.05 m y para zonas rurales destinadas al mapeo 1:5000 es de ± 0.10 m.

Aplicando la fórmula para el cálculo de tolerancias definidas por el Manual de Compatibilización del Mapa Catastral, tomando en cuenta que se utilizan las precisiones de puntos identificables en la cartografía y/u ortofoto, se puede resumir en la siguiente tabla las tolerancias en metros de las escalas 1:1000 y 1:5000.

$$T = \pm 3 \cdot ep \cdot \sqrt{2}$$

Figura 8. Fórmula para el cálculo de tolerancias catastrales 1:1000 y 1:5000.

Donde ep: exactitud punto.

Escala	Exactitud punto ep (m)	Tolerancia T (m)
1:1000	0.20	0.85
1:5000	1.00	4.25

Tabla 7. Tolerancias 1:1000 y 1:5000 según la exactitud del punto.

3.2. Mediciones con equipo GNSS

La medición de puntos en el terreno con equipo GNSS permite la ubicación del vértice (así como todas las mediciones referidas a él), dentro del sistema nacional de coordenadas. Dentro de toda la gama de opciones de tipos de levantamientos con equipo GNSS, para obtener coordenadas de los puntos con exactitudes catastrales, se debe de utilizar en al menos uno de los puntos del levantamiento, la metodología de medición estática con postproceso, la cual garantiza la mejor precisión al momento de calcular las coordenadas de un punto.



Figura 9. Estación de medición GNSS ubicada en campo.

Mediante algún programa de post procesamiento, se puede realizar el amarre del punto(s) base a la Red de Estaciones de Medición continua del país (ver figura 2).

Dependiendo de la ubicación del punto, así como de la distancia a las estaciones de amarre, se define el tiempo de medición. A partir de experiencias previas aplicadas dentro del territorio nacional, donde todas las estaciones GNSS de medición continua con un radio de 60 Km cubren prácticamente todo el territorio nacional (ver siguiente figura), se puede concluir que por más lejos que se esté (siempre dentro de área de Costa Rica) no se generarán vectores mayores a 60 Km; por lo tanto, se recomienda que el tiempo de medición de los vectores no sea menor a 2 horas.

Es importante recalcar que las demás variables asociadas a la medición con equipos GNSS deben verificarse en todo momento: calidad del horizonte, máscara de elevación, PDOP, HDOP, VDOP, disponibilidad de satélites, tipos de antena, altura del instrumento, intervalo de medición. Las cuales deben ser acorde con las exactitudes buscadas, según la aplicación del trabajo que se realiza.

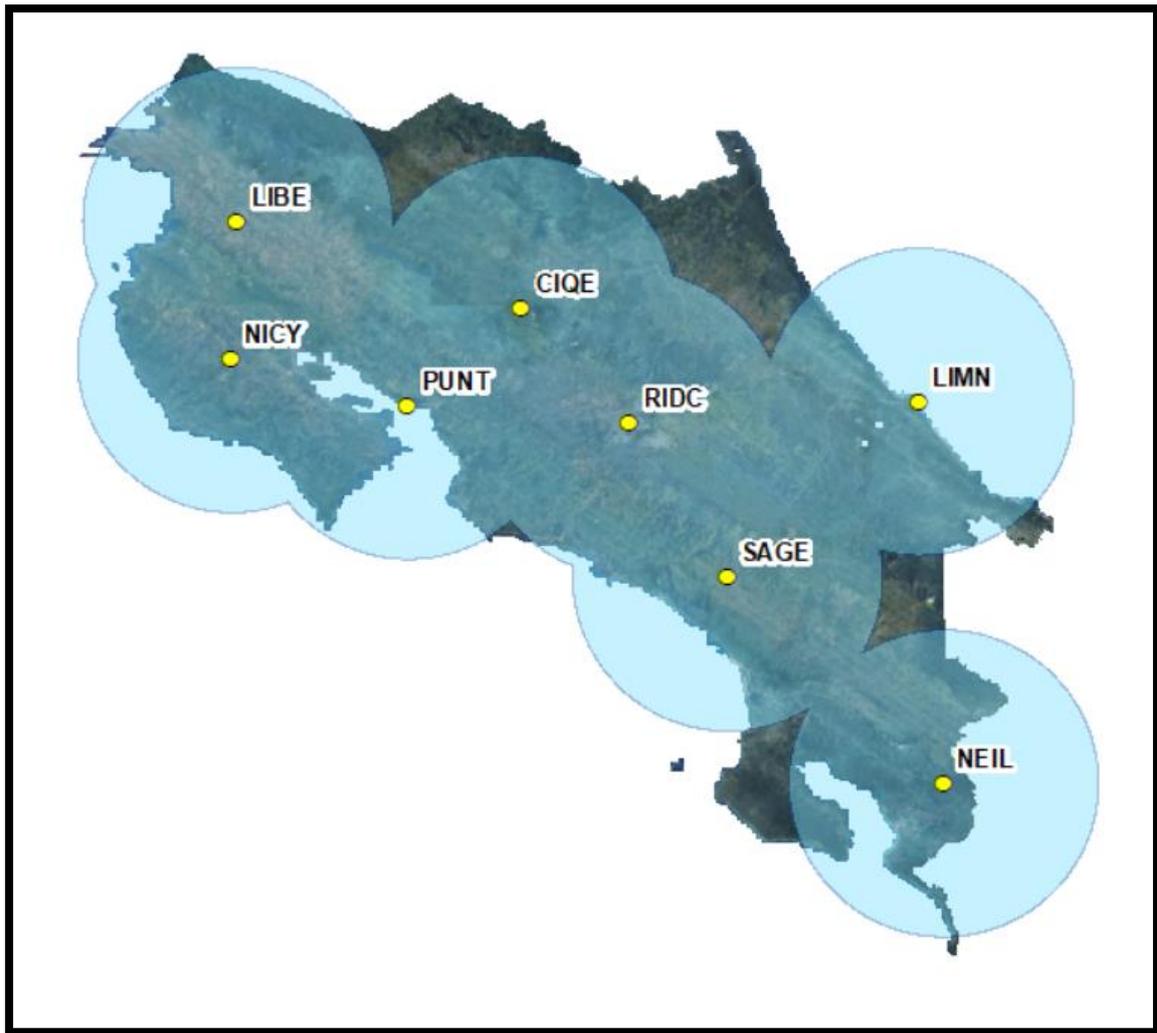


Figura 10. Estaciones de medición continua con un radio de 60 Km.

Para el amarre a estaciones de medición continua, se recomienda hacerlo a mínimo tres de ellas.



Figura 11. Ejemplo de amarre de punto estático a la Red de Estaciones de Medición Continua de Costa Rica.

Para el post procesamiento es imprescindible contar con los archivos rinex de observación de la estación local, así como la de las estaciones de medición continua, las cuales se pueden descargar dentro de este sitio: <https://gnss.rnp.go.cr/SBC/>

Se recomienda el uso de efemérides precisas, pero si se cuenta solamente con las efemérides transmitidas, se pueden utilizar éstas, ya que para sesiones de más de 2 horas se ha detectado que se obtienen resultados similares.

Las coordenadas del punto base post procesadas deben contar con la exactitud requerida para los trabajos catastrales.

3.3. Metodologías de georreferenciación

A continuación, se detallarán algunas metodologías aplicables para la georreferenciación de levantamiento y/o planos de agrimensura:

3.1.1 Medición de un punto GNSS con RTK

Al utilizar la metodología de RTK (Cinemático en Tiempo Real), una sola estación base de referencia, proporciona correcciones a los puntos levantados

obteniendo exactitudes centimétricas muy adecuadas para las labores catastrales.

Luego del post procesamiento de la estación base con amarre a la red de estaciones de medición continua se obtienen coordenadas del punto en el sistema CR-SIRGAS época 2014.59.

Este tipo de levantamiento permite obtener una cantidad grande de puntos en un período de tiempo corto, optimizando los tiempos de medición y recursos de personal, ya que cada punto levantado se mide en segundos y en el post procesamiento se calculan con muy buenas exactitudes.

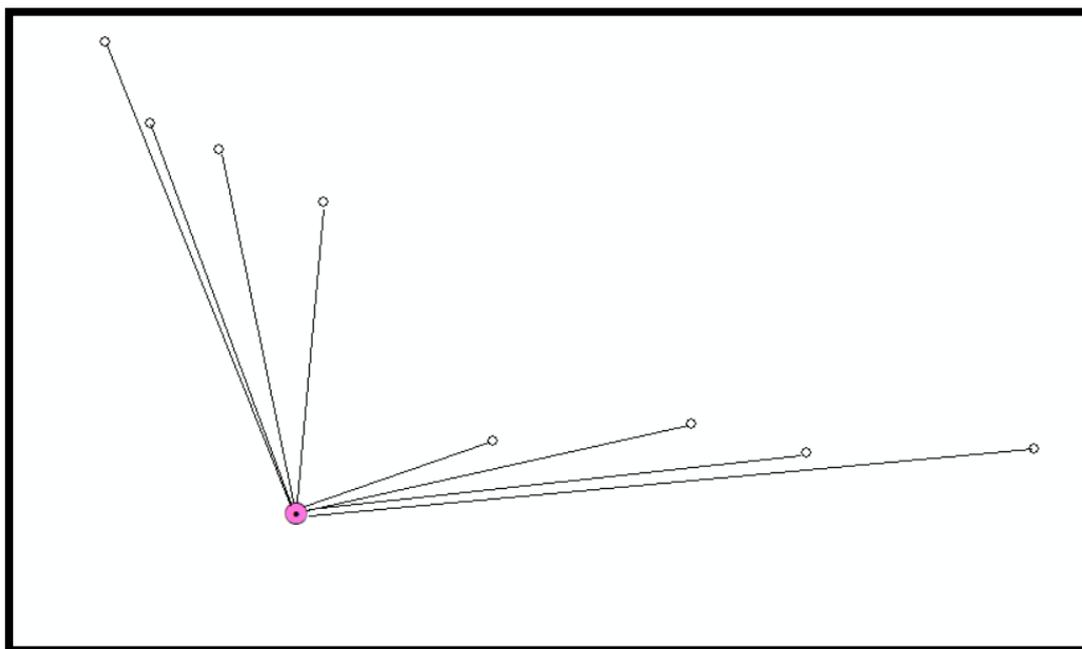


Figura 12. Punto base estático con vectores a los puntos de detalles levantados con RTK

Como producto final, se obtienen las coordenadas de todos los puntos, procesados con exactitud centimétrica y debidamente georreferenciados al sistema CR-SIRGAS. Si se la opción de obtener los puntos en formato shape, se pueden exportar a un sistema de información geográfica donde se puede sobreponer con las ortofotos y la restitución cartográfica.



Figura 13. Parte de los vectores del levantamiento con RTK con ortofoto 1:1000

Los puntos de detalles correspondientes a linderos generan el contorno que será parte fundamental de la presentación ante el Registro Nacional.



Figura 14. Lindero de la presentación debidamente georreferenciada.

3.1.2 Medición de varios puntos GNSS con levantamiento local.

Si se utiliza levantamiento convencional con estación total, se recomienda medir dos puntos con GNSS, para tener un azimut de amarre entre los puntos con coordenadas nacionales.

En el caso de que se cuente con puntos de inicio amarrados al sistema nacional de coordenadas CR-SIRGAS, el levantamiento ya estaría georreferenciado en el sistema oficial de coordenadas para Costa Rica. Si no, se puede levantar en un sistema local con los dos puntos de amarre en ambos sistemas y realizar una transformación de Helmert para obtener los puntos del levantamiento en el sistema nacional de coordenadas CR-SIRGAS.



Figura 15. Levantamiento de detalles con dos puntos de amarre.

Como en el caso anterior, a partir de los puntos levantados, se procede a definir el contorno del lindero, para su presentación para la calificación.



Figura 16. Lindero de la presentación georreferenciada

3.1.3 Medición local con puntos de la Red de Primer Orden cercanos

Si se cuenta con alguna estación de la red de primer orden, con coordenadas, cerca de la zona de trabajo o con algún punto con coordenadas conocidas en el sistema nacional, se pueden “jalar” las coordenadas al sector del levantamiento de interés. De esta forma se tiene el levantamiento debidamente georreferenciado sin la necesidad de tener un equipo GNSS.



Figura 17. Levantamiento local con amarre al punto de la red primer orden, MAIZ

3.1.4 Medición local con puntos identificables en la ortofoto

Para este caso se recomienda realizar la valoración de las ortofotos en primera instancia con el propósito de identificar puntos en la ortofoto que se puedan localizar en el terreno, tales como tragantes, alcantarilla, entre otros que garanticen su permanencia en el terreno.



Figura 18. Puntos identificables en las ortofotos.

Si se utiliza el SIRI, el SNIT o cualquier otro sistema de información geográfica, las coordenadas de los puntos pueden ser extraídas de la ortofoto y utilizadas como amarre al momento de realizar el levantamiento del predio de interés. Estas coordenadas ya se encuentran en el sistema CR-SIRGAS, época 2014.59, debidamente georreferenciadas.



Figura 19. Levantamiento con amarre a puntos leídos de la ortofoto.

Bibliografía

- Asamblea Legislativa. (25 de Marzo de 1981). Ley del Catastro Nacional. *Ley del Catastro Nacional N°6545*. San José, San José, Costa Rica: La Gaceta.
- Asamblea Legislativa. (30 de Marzo de 2007). Datum horizontal oficial para Costa Rica, el CR05. *Datum horizontal oficial para Costa Rica, el CR05*. San José, San José, Costa Rica: La Gaceta.
- Asamblea Legislativa. (27 de Febrero de 2008). Reglamento a la Ley de Catastro. *Reglamento a la Ley de Catastro*. San José, San José, Costa Rica: La Gaceta.
- Asamblea Legislativa. (31 de Octubre de 2011). Declara Zona Catastrada. *Declara Zona Catastrada*. San José, San José, Costa Rica: La Gaceta.
- Asamblea Legislativa. (17 de Abril de 2018). Actualización del sistema geodésico de referencia horizontal oficial para Costa Rica. *Actualización del sistema geodésico de referencia horizontal oficial para Costa Rica*. San José, San José, Costa Rica: La Gaceta.
- Instituto Geográfico Nacional. (01 de Enero de 2016). Estándares para la publicación web de información geográfica de Costa Rica. *Estándares para la publicación web de información geográfica de Costa Rica*. San José, San José, Costa Rica.
- Instituto Geográfico Nacional. (01 de Julio de 2020). *Red de Estaciones GNSS del Registro Nacional*. Obtenido de Red de Estaciones GNSS del Registro Nacional: <https://gnss.rnp.go.cr/SBC>
- Registro Inmobiliario. (17 de Febrero de 2012). Definición de la georreferenciación y de las tolerancias. *Definición de la georreferenciación y de las tolerancias*. Curridabat, San José, Costa Rica.
- Registro Inmobiliario. (01 de Febrero de 2013). Guía de georreferenciación. *Guía de georreferenciación*. San José, San José, Costa Rica.
- Registro Inmobiliario. (01 de Diciembre de 2018). Manual de conformación del Mapa Catastral v.15. *Manual de conformación del Mapa Catastral v.15*. San José, San José, Costa Rica.