POLÍTICA NÚM: TIG-005
Tema: Geomática: {Geodesia, Cartografía, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, Sistemas de posicionamiento global (GPS)**}**
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GUBERNAMENTAL
OFICINA DE GERENCIA Y PRESUPUESTO

POLITICA NÚM. : TIG-005 **FECHA DE EFECTIVIDAD:**
FECHA DE REVISIÓN:

TEMA: **Geomática:** Geodesia, Cartografía, Sistemas de información geográfica, Teledetección, Sistemas de posicionamiento global (GPS).

DESCRIPCIÓN
El propósito de este documento es establecer una serie de estándares y guías para las actividades relacionadas a la información geográfica y ciencias geomáticas. Estas ciencias engloban disciplinas tales como geodesia, cartografía, sistemas de información geográfica, teledetección y GPS.

BASE LEGAL
Ley Núm. 151 del 22 de junio de 2004 establece que la Oficina de Gerencia y Presupuesto tendrá la facultad para instrumentar, establecer y emitir la política pública a seguir y las guías que regirán la adquisición e implantación de los sistemas, equipos y programas de información tecnológica para los organismos gubernamentales con el objetivo primordial de lograr la interconexión de los organismos para facilitar y agilizar los servicios al pueblo.

ALCANCE
Esta política aplica a todas las **entidades gubernamentales** del Estado Libre Asociado de Puerto Rico **que utilizan información geográfica en sus distintas manifestaciones, oficinas que poseen programas SIG, Cartografía digital, Teledetección, GPS**.

MANTENIMIENTO DE LA POLÍTICA
La División de Gobierno Electrónico de la Oficina de Tecnologías de Información Gubernamental de la Oficina de Gerencia y Presupuesto es responsable por el mantenimiento y actualización de esta política.

POLÍTICA
La siguiente política contendrá una serie de estándares y guías relacionadas a las actividades que tienen que ver con las distintas modalidades de la información geográfica.

Estándares:
- Documentación de la información cartográfica digital: Metadatos
- Sistemas de coordenadas
- Códigos de áreas geográficas

- Exactitud posicional de geodatos
- Exactitud con equipos GPS

Guías

- Calidad de los geodatos: guías para revisar integridad de los datos.
- Contratación de consultores
- Conversión de datum horizontal
- Prácticas recomendadas para la entrada de datos
- Guía GPS

Estándar TIG-005-002:
Sistemas de Coordenadas y proyecciones cartográficas:
Referencia geográfica de los datos geoespaciales.

Resumen:

1. La **Ley 264 de 2002** establece el sistema de coordenadas y proyección cartográfica oficial de las agencias del gobierno estatal:
   Sistema estatal de coordenadas planas con proyección cartográfica Cónica Conforme de Lambert con datum NAD83 o su versión más actualizada.
2. El sistema de medida es el **metro**.
3. Se permite el uso de otros sistemas y proyecciones para agencias que trabajan con agencias federales o instituciones internacionales.
4. No fomentamos el uso de **sistemas de coordenadas arbitrarias** porque no permiten la integración con otros geodatos que utilizan sistemas estandarizados.
5. Para facilitar el intercambio de información, **todo geodato deberá estar acompañado por una definición de su sistema de referencia geoespacial**, ya sea de manera interna o externa en un archivo aparte.

Propósito:

La referencia geográfica es necesaria para asegurar la compatibilidad con otros consumidores de datos geoespaciales. Facilitar el intercambio de información. Reducir la actividad de cómputos de traslación de coordenadas.

Necesidad:

Como se mencionó en el apartado anterior, los datos geoespaciales necesitan estar referenciados a un sistema de coordenadas y proyección estándar. Los datos geográficos que no tienen referencia geográfica estándar no pueden ser visualizados en la misma área geográfica en la que están referidos los mapas que están utilizando sistemas de coordenadas y proyección estándar.

Descripción:

La **Ley 264 de 2002** establece un sistema de coordenadas y proyección cartográfica oficial para las agencias de gobierno de Puerto Rico. El sistema de coordenadas y proyección cartográfica oficiales son:

- **Sistema estatal de coordenadas planas** (State Plane Coordinate System)
- **Proyección Cónica Conforme de Lambert** (Lambert Conformal Conic)
- **Referencia (datum)**: Datum Norteamericano de 1983 (NAD83) o su versión más reciente.

El sistema de coordenadas planas y proyección cartográfica fueron escogidos para poder simplificar los cómputos para cartografía a escalas detalladas y para trabajos de agrimensura. En casos de áreas pequeñas y trabajos de agrimensura, el error inducido por no considerar la curvatura terrestre es insignificante.
La proyección escogida "**Cónica Conforme de Lambert**" fue escogida por la forma rectangular de la Isla. De esta manera se minimizan las distorsiones de forma, área y

otras inherentes al hacer la proyección de coordenadas angulares esféricas a coordenadas planas..

Existen otros sistemas de coordenadas que son usados en el gobierno, especialmente por agencias que trabajan proyectos y propuestas con el Gobierno Federal o con entidades internacionales.

- Coordenadas angulares (**latitud, longitud** en **formato decimal**)
- Coordenadas planas utilizando proyección **Universal Transverse Mercator** (**UTM**)

Estos sistemas son estándares y son compatibles con el sistema de coordenadas estipulado por la Ley 264 de 2002, siempre y cuando estén utilizando la misma referencia o "datum":

- **North American Datum 1983** (**NAD83**) para geodatos registrados en UTM
- **World Geodetic System, 1984** (**WGS84**) para geodatos registrados en coordenadas angulares latitud y longitud.

Detalles técnicos sobre la proyección usada en Puerto Rico:

Definición:

Una proyección cartográfica es el resultado de una transformación geométrica-matemática de puntos geográficos expresados en coordenadas geográficas y llevadas entonces a coordenadas cartesianas (planas).
Desde un punto de vista matemático, una proyección permite establecer una correspondencia entre la superficie de la tierra y un plano o mapa, tal que:

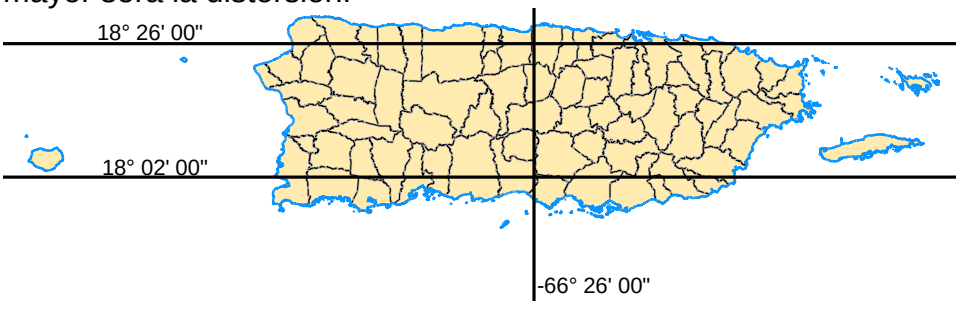
$$x = f_1(\varphi, \lambda),\ y = f_2(\varphi, \lambda)$$

Donde,

x e *y* son coordenadas *planas (en nuestro caso, **metros**)*
φ (phi) es la longitud
λ (lambda) es la latitud
f_1, f_2 son funciones para la transformación de coordenadas

Características de la proyección cónica:
Superficies: Minimiza el error en la medición de ángulos, por consiguiente, la forma de la zona que se pretende cartografiar.

El siguiente diagrama muestra las latitudes (standard base latitude) y meridiano central (central meridian) utilizados para cartografiar la Isla usando la proyección **Cónica Conforme de Lambert**. A medida que nos alejamos de cada una de estas líneas, mayor será la distorsión.



Datum:

Un **datum** es un **conjunto de puntos de referencia** (**puntos de control geodésicos**) en la superficie de la tierra, en los cuales **se ha determinado su posición** mediante métodos de agrimensura con instrumentos muy especializados (geodésicos). Se le reconoce frecuentemente como un modelo matemático de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) el cual define un sistema de coordenadas geográficas. Estos puntos de control están esparcidos a lo largo y ancho del territorio y definen la **Red Geodésica**.

La Red Geodésica local ha tenido varias revisiones entre las cuales las más importantes son

- **PR Datum 1940**, revisión 1969 (alias **NAD27**)
- **NAD83** –el cual utiliza como origen el centro de masa del Planeta. En Puerto Rico fue publicado en **1986**.
- **NAD83** ha tenido algunas revisiones
    - **1993 High Precision Grid Network** (HPGN) o High Accuracy Reference Network
    - **1996**-97 Revisión geodésica para el proyecto de mapa base catastral del CRIM

La agencia federal **National Geodetic Survey** (**NGS**) tiene a su cargo el mantenimiento de los puntos de control geodésicos y comparte su responsabilidad con otras agencias federales que mantienen sus propios puntos de control. Al presente (2009) la NGS está manejando el **Proyecto de Nivelación Geodésica**, el cual servirá para:

- Realizar un nuevo **modelo de geoide** en nuestra zona,
- Establecerá una **red de controles geodésicos en el plano vertical**
- Añadirá más puntos de control a la Red Geodésica

Intercambio de sistemas de coordenadas:

Los sistemas de información geográfica (SIG) tienen funciones integradas en su programación para intercambiar entre proyecciones cartográficas y transformación de coordenadas. Recomendamos la conversión de los datos al sistema mencionado en la Ley 264 de 2002.

Aquellos que utilicen los programas SIG de ESRI y otros deben hacer las **transformaciones entre datums**, utilizando los estándares de la NGS. Para nuestra zona (PR e Islas Vírgenes) existe una función para determinar la transformación de coordenadas.

Definición típica del Sistema estatal de coordenadas planas con el datum de Puerto Rico, 1940:

Projection	**Lambert Conformal Conic**
Center latitude	**17.833333333333329**
Center longitude	**-66.433333333333337**
1st standard latitude	**18.033333333333331**
2nd standard latitude	**18.43333333333333**
False easting (x) metros	**152400.30480060959**
False northing (y) metros	**0**
Units	**meters**
Datum: D_North_American_1927	En el caso de usar software ESRI, usar **NAD 1927 StatePlane Puerto Rico FIPS 5201.prj**. Si usan otros como Manifold, usar **Puerto Rico Datum**
Prime Meridian: Greenwich	0.0
Spheroid:	Clarke_1866
Semimajor Axis	6378206.4000000004
Seminor Axis	6356583.7999989809
Inverse Flattening	294.9786982

Definición típica del Sistema estatal de coordenadas planas con el datum NAD83:

Projection	**Lambert Conformal Conic**
Center latitude	**17.833333333333329**
Center longitude	**-66.433333333333337**
1st standard latitude	**18.033333333333331**
2nd standard latitude	**18.43333333333333**
False easting (x) metros	**200,000**
False northing (y) metros	**200,000**
Units	**meters**
Datum Datum: D_North_American_1983	En el caso de usar software ESRI, usar **NAD 1983 StatePlane Puerto Rico Virgin Islands FIPS 5200.prj**. Si usan otros como Manifold, usar **Puerto Rico Datum**
Prime Meridian: Greenwich	0.0
Spheroid	**GRS_1980**
Semimajor Axis:	6378137.0
Seminor Axis:	6356752.3141403561
Inverse Flattening:	298.25722210100002

Transformación datum PR1940(rev69) a NAD83:

En los programas ESRI se utiliza el término **NAD27** para designar el **Datum de Puerto Rico** de **1940**.

Para hacer transformaciones de datum:

- **PR1940** a **NAD83** (ver.1986)

se debe escoger la transformación

- **NAD_1927_To_NAD1983_PR_VI**

Esta contiene los términos correctos para la traslación de coordenadas.

Transformaciones a datums subsiguientes:

No hay transformaciones directas entre **PR1940** y revisiones subsiguientes del **NAD83** (vers 1986) ya sea **HARN**, etc. Para estos propósitos se deberá transformar:

- **PR1940 (NAD27)** a **NAD83** usando
- **NAD_1927_To_NAD1983_PR_VI**

Luego transformar **NAD83** a la próxima revisión (**HARN**)

Usando

- **NAD_1983_To_HARN_PR_VI**

En otros programas comerciales no se reconoce el datum **NAD27** para Puerto Rico. En realidad este datum no existió para la Isla por la separación oceánica y la distancia entre los EEUU continentales y Puerto Rico.

Estos programas utilizan la definición **Puerto Rico Datum** para designar el llamado **NAD27** de Puerto Rico.

Estándar de nombres de sistemas de referencia espacial:

European Petroleum Survey Group EPSG Codes:

Este estándar se utiliza para designar a los diferentes sistemas de coordenadas con un código único. Los **programas gratuitos y de código abierto** (FOSS) utilizan estos códigos para referirse a sistemas particulares.

Sistema de coordenadas	Código EPSG
SPCS Puerto Rico, datum NAD83	**32161**
SPCS Puerto Rico, datum NAD27	**3991**
World Geodetic Survey 1984 (WGS84)	**4326**