

2003-A

081450218

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
SUBDIVISIÓN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**



REPORTE GEOLÓGICO-TOPOGRÁFICO DEL PARQUE NACIONAL ISLA ISABEL, NAY., MÉXICO.

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE
INFORME DE PRÁCTICAS PROFESIONALES
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

LAURA ELIZABETH PEÑA GARCÍA

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. FEBRERO DE 2005



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología

078/ C. C. BIOLOGÍA

C. LAURA ELIZABETH PEÑA GARCÍA
PRESENTE

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **INFORME DE PRACTICAS PROFESIONALES** con el título : “ **REPORTE GEOLÓGICO-TOPOGRÁFICO DEL PARQUE NACIONAL ISLA ISABEL** ” para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptada como Director / a de dicho trabajo al **M en C. ROBERTO MACIEL FLORES** y como asesor / a **DR. JOSÉ G. ROSAS ELGUERA** y el/la **DR. MANUEL GUZMÁN ARROYO**

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
“PIENSA Y TRABAJA”

Las Agujas, Zapopan., 11 de Enero del 2005

DR. CARLOS ALVÁREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN



DRA. ANA ISABEL RAMÍREZ QUINTANA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

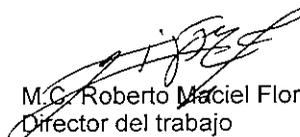
Dr. Carlos Álvarez Moya.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Carrera de Licenciado en Biología.
 CUCBA.
 Presente

Por medio de la presente nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad Tesis e Informes, opción II. Informe de prácticas profesionales, con el título: "Reporte Geológico Topográfico del Parque Nacional Isla Isabel" que realizó la pasante Laura Elizabeth Peña García con número de código 081450218 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jalisco, 1ro de noviembre de 2004


 M.C. Roberto Maciel Flores
 Director del trabajo


 Dr. José Rosas Elguera
 Asesor


 Dr. Manuel Guzmán Arroyo
 Asesor

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado el anteproyecto	Fecha de aprobación
Héctor G. Frias Urcón		03/004
Esteban López Urcón		08/11/2004
Miguel Guzmán Arroyo	Miguel Guzmán Arroyo	10/11/2004
Manuel Guzmán Arroyo	Manuel Guzmán Arroyo	05/12/2004

V.P. CUCBA
20/Nov/04

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

REPORTE GEOLÓGICO – TOPOGRÁFICO
DEL PARQUE NACIONAL ISLA ISABEL, NAY. MÉXICO.

PRESENTA

Laura Elizabeth Peña García

INFORME DE PRÁCTICAS PROFESIONALES BAJO LA DIRECCIÓN DE:

MC ROBERTO MACIEL FLORES
PROFESOR INVESTIGADOR
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES

ASESORES:

DR. JOSÉ G. ROSAS ELGUERA
DIRECTOR DE INGENIERIAS
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA.

DR. MANUEL GUZMÁN ARROYO.
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE LIMNOLOGÍA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS.
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA.

SINODALES:

1. MC. MIGUEL MAGAÑA VIRGEN
2. ING. HÉCTOR FRÍAS UREÑA
3. MC. ERNESTO LÓPEZ URIARTE

SINODAL SUPLENTE: DR. MANUEL GUZMÁN ARROYO -

A Dios

A mi Madre y mi Padre

Mi Hermana

A todos mis amigos y profesores

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer a Dios por darme el regalo de la vida y el coraje para alcanzar las metas propuestas a pesar del tiempo y los obstáculos encontrados y por haberme dado a toda esta gente maravillosa que me rodea: porque cuando se redactan los agradecimientos se incluyen en ella a las personas que hicieron el favor de apoyar al titular en diferentes ocasiones, sin embargo la lista completa, sería tan larga que ocuparía varias hojas para enumerarlas una por una, sin embargo quiero que todos aquellos que no encuentren su nombre en estas páginas no piensen que los olvide, sepan que mi agradecimiento y cariño a ustedes son eternos.

A mi Madre y mi Hermana quienes estuvieron conmigo brindándome cariño, sostén, amor y paciencia, pero mucha paciencia.

A mi Papi Paco quien a pesar de la distancia, me acompañó y disfruto conmigo los logros, agotamientos y angustias, y por si fuera poco, sobrellevo sin queja, mis grandes ausencias.

A mi profesor, amigo, compañero, guía, tutor y director de Tesis el **MC Roberto Maciel Flores**, para quien la palabra “gracias” no alcanza, ya que sin su confianza y apoyo nada de esto se hubiera logrado; mi mas profundo agradecimiento.

A esas hermosas personas que me regalaron tiempo y conocimientos, mis profesores y amigos que me acompañaron durante toda la licenciatura, y muy especialmente a los que fueron parte de este trabajo: Alejandro Martínez Zatarain, Martín Pérez Peña, Arturo Nuño Hermosillo, Eduardo Ríos Jara, Ernesto López Uriarte, Héctor Frías Ureña (**siempre** estuvo dispuesto a apoyarme), Pedro Topete, Raymundo Ramírez Delgadillo, Leticia Hernández y muchos más, para ellos todo mi cariño y agradecimiento.

Muy particularmente al Dr. José G. Rosas Elguera por su afecto, simpatía, colaboración y socorro en esos pésimos momentos de confusión; por insistir en que este paso se diera lo mas rápido posible, mi mas profundo reconocimiento.

Al Dr. Manuel Guzmán Arroyo por ser muy buen amigo, divertido, andariego, entusiasta y grande en conocimientos, por ayudarme a concluir el documento ágilmente.

A Karina quien todos los días es un ejemplo a seguir y que a pesar de la distancia, siempre ha estado cerca.

A mi gran amigo por su cariño y apoyo (a pesar de mis locuras) el Dr. Eduardo Gustavo González Arauz, quien en infinidad de ocasiones me ha invitado a ejercer como bióloga.

Y también al Dr. Juan Rubén Salazar Domínguez quien ha sido una finísima persona, a quién le gusta la investigación y es un excelente profesionista.

A Chela por su invaluable amistad quien con mucho cariño me ha acompañado en los momentos más difíciles de mi vida y en los felices se ha encargado de hacerlos más divertidos aún, por su consejo e incondicional apoyo, todo mi cariño.

A Lolis quien a pesar de las circunstancias (que nos han distanciado) siempre busca la forma de mantenernos unidas; a Lalo con quien nunca pensé tener una amistad tan agradable y abierta, Martha por tantos años de ser amigas en las buenas y las malas y porque, en unión con Karina, reiniciaron esta jornada al conocimiento; a Sandra, Norma y Mimí, por ser las mejores, incondicionales y pacientes amigas, quienes muchas veces (yo supongo) tuvieron ganas de “patear la escuela”. Vicente por ser el más grande amigo y cómplice, por invitarme a compartir pedacitos de vida y por darme la oportunidad de deleitarme con la incomparable compañía de Keny y Edy.

Al Dr. Ramón Zavala Comparan quien me insito a concluir esta aventura a pesar del tiempo, y que por si fuera poco, tuvo el cuidado de estar pendiente y socorrerme en todo momento, infinitamente gracias.

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	x
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES	5
3.- JUSTIFICACIÓN	10
4.- OBJETIVOS	11
4.1.- OBJETIVO GENERAL	11
4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
5.- METODOLOGÍA	12
5.1.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
TRABAJO DE GABINETE	12
5.2.- CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA ISLA	13
TRABAJO DE CAMPO	13
TRABAJO DE GABINETE	13
5.3.- USO DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GEOGRÁFICO.	13
TOPOGRAFIA: TRABAJO DE CAMPO	16
TRABAJO DE GABINETE	22
BATIMETRÍA: TRABAJO DE CAMPO	23
TRABAJO DE GABINETE	25
5.4.- AMENAZAS NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS	25
6.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
6.1.- GEOLOGÍA	27
6.2.- TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA	31
6.3.- AMENAZAS	31

6.3.1.- ELEMENTO DE ESTUDIO	36
6.3.1.1.- BIOTA TERRESTRE	37
6.3.1.2.- BIOTA MARINA	39
6.3.1.3.- LA ISLA COMO ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	42
7.- RESULTADOS	44
8.- CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	52
LITERATURA CITADA	53
LITERATURA CONSULTADA	56
PÁGINAS WEB	58
APÉNDICE 1	59
CÁLCULO DE ONDULACIONES GEOIDALES	59
APÉNDICE 2	60
2.1 PLANO TOPOGRÁFICO	
2.2 PLANO DE LOCALIZACIÓN DE CORALES	
2.3 PLANO BATIMÉTRICO	
2.4 PLANO GEOLÓGICO	

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1.1 PROVINCIAS FISIGRÁFICAS	1
FIGURA 1.2 RECORTE DE LA IMAGEN DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD, EN DONDE SE OBSERVAN LAS ISLAS MARÍAS (FLECHAS), MÁS NO LA ISLA ISABEL	2
FIGURA 5.1 SEGMENTO ESPACIAL. LEICA (1999)	14
FIGURA 5.2 LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DEL SEGMENTO CONTROL LEICA (1999)	14
FIGURA 5.3 EQUIPO DE POSICIONAMIENTO DIFERENCIAL DE FASE. LEICA (1999)	15
FIGURA 5.4 PUNTOS DE CONTROL PARA GEORREFERENCIACIÓN PRECISA DE LA ISLA. PROGRAMA LEICA SKI-PRO (2002)	18
FIGURA 5.5 RELACIÓN ENTRE LOS ELIPSOIDES Y LA SUPERFICIE TERRESTRE LEICA 1999.	22
FIGURA 5.6 PUNTO DE LOCALIZACIÓN DEL PROFUNDÍMETRO EN LA PANGA (HUMMINBIRD (2001)	23
FIGURA 5.7 TRANSECTOS REALIZADOS DURANTE EL LEVANTAMIENTO BATIMETRICO CON GPS NAVEGADOR Y ECOSONDA. LEICA SKI-PRO (2002)	24
FIGURA 6.1 PERÍMETRO COSTERO DE ZONAS DE SUBSIDENCIA DE PLACAS EN EL OCÉANO PACÍFICO, GENERADOR DE TSUNAMIS. FARRERAS (1997)	29
FIGURA 6.2 ESCENARIO SISMICO-TECTÓNICO DE LA COSTA DEL PACÍFICO DE MÉXICO Y SU POTENCIAL PARA GENERACIÓN Y RECEPCIÓN DE TSUNAMIS FARRERAS (1997)	30
FIGURA 6.3 TIPOS DE FORMACIÓN DE ARRECIFES. CENTRO PARA LA CONSERVACIÓN MARINA, WASHINGTON, D. C. (1999)	41

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	PÁGINA
FOTOGRAFÍA 5.1 LANCHA INFLABLE (A. NUÑO 2002)	13
FOTOGRAFÍA 5.2 EQUIPO GPS UTILIZADO COMO BASE SOBRE LA CANCHA DEPORTIVA. (A. NUÑO 2002)	16
FOTOGRAFÍA 5.3 EQUIPO GPS MOVIL (R. MACIEL 2002)	16
FOTOGRAFÍA 5.4 PUNTOS REALIZADOS CON EL EQUIPO MOVIL (R. MACIEL 2002)	17
FOTOGRAFÍA 5.5 GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS ACOMPAÑADOS POR PERSONAL DE SEMARNAT (A. NUÑO 2003)	18
FOTOGRAFÍA 5.6 ZONA DE ANIDACIÓN (R. MACIEL 2003) (A. NUÑO 2002, FOTOGRAFIA PEQUEÑA)	19
FOTOGRAFÍA 5.7 ÁRBOLES DERRIBADOS POSTERIOR AL PASO DEL HURACÁN KENNA (A. NUÑO 2003)	19
FOTOGRAFÍA 5.8 VEGETACIÓN DENSA QUE DIFICULTO LA CIRCULACIÓN CON EL GPS EN ALGUNAS ZONAS (A. NUÑO 2003)	20
FOTOGRAFÍA 5.9 ISLOTE PELÓN (SUPERIOR IZQUIERDA) (A. NUÑO 2002); ISLOTES LAS MONAS (SUP. DERECHA); INFERIOR ACERCAMIENTO DE LOS ISLOTES LAS MONAS (R. MACIEL 2002)	20
FOTOGRAFÍA 5.10 TOMA DE ALTURAS EN PUNTOS INACCESIBLES DURANTE LA MADRUGADA (R. MACIEL 2003).	21
FOTOGRAFÍA 5.11 PROFUNDÍMETRO O ECOSONDA UTILIZADO PARA BATIMETRÍA (A. NUÑO 2002)	23
FOTOGRAFÍA 6.1 PLAYA DEL OCASO, LAS FLECHAS INDICAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS FUMAROLAS ASÍ COMO LOS DEPOSITOS DE AZUFRE (R. MACIEL 2003)	28
FOTOGRAFÍA 7.1 IZQUIERDA, DETALLE DEL OJO DE AGUA; DERECHA, GEORREFEFRENCIACIÓN DEL MISMO (A. NUÑO 2003)	45

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
CUADRO 2.1 LOCALIZACIÓN Y DISTANCIA DE LA COSTA A ISLA ISABEL	
SEGÚN DIVERSOS AUTORES	8
CUADRO 2.2 DATOS DE ALTIMETRÍA SEGÚN DIVERSOS AUTORES	8
CUADRO 6.1 VALORES DE REFERENCIA DE LAS AMENAZAS	34
CUADRO 6.2 NIVELES DE VALORACIÓN DE LAS AMENAZAS	35
CUADRO 6.3 VEGETACIÓN PRESENTE EN LA ISLA ISABEL, SEGÚN CANELA 1991, GAVIÑO 1978 Y SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL)	38
CUADRO 6.4 FAUNA PRESENTE EN LA ISLA ISABEL, SEGÚN CANELA 1991, GAVIÑO 1978 Y SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL)	39
CUADRO 6.5 ESPECIES CORALINAS	40
CUADRO 7.1 COORDENADA DE LOCALIZACIÓN DE LA ISLA ISABEL	45
CUADRO 7.2 RESUMEN DE LAS AMENAZAS E IMPLICACIONES DE LAS MISMAS SOBRE LOS DIVERSOS ELEMENTOS DE ESTUDIO	47
CUADRO 7.3 VALORES OBTENIDOS DE LAS AMENAZAS A LA ISLA, SEGÚN EL ELEMENTO DE ESTUDIO	48
CUADRO 7.4 RESUMEN DE LOS VALORES DE LAS AMENAZAS SEGÚN EL ELEMENTO DE ESTUDIO	49
CUADRO 7.5 VALORES DE LAS AMENAZAS PARA LA ISLA ISABEL	49

RESUMEN

El presente informe de prácticas profesionales, es un resumen de los subproyectos realizados en la Isla Isabel para: a) Localizarla con precisión; b) Elaborar planos de topografía, planimetría y batimetría, c) Generar la cartografía geológica y d) Identificar y valorar las amenazas existentes. Estos formaron parte del proyecto denominado “Estudio previo justificativo para la declaratoria bajo régimen de protección de la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel”, financiado por el Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza, mediante el Programa México y la Universidad de Guadalajara.

La Isla Isabel se ubica en el Océano Pacífico, entre las Islas Mariás y el Puerto de San Blas, en la costa de Nayarit, México. Su longitud es de 1.6 Km y su anchura es de 900 metros, la máxima elevación corresponde a 80 msnm. Es un área natural protegida por la presencia de una variedad de flora y fauna terrestre, entre las que destacan las aves: *Larus heermanni*; *Sterna fuscata*; *Anous stolidus*; *Pelecanus occidentalis californicus*; *Phaethon aethereus mesonauta*; *Fragata magnificens*; *Sula sula*; *Sula leucogaster* y *Sula nebouxii*. Así como reptiles entre los que se pueden citar a la *Iguana iguana*; *Ctenosaura pectinata*; *Sceloporus clarni boulengeri*; *Cnemidophorus costatus huico*; y *Lampropeltis triangulum*. No se encontraron publicaciones sobre el ecosistema marino.

El Instituto de Información Estadística, Geográfica e Informática de México, no genero información geográfica (topografía, planimetría o batimetría) de esta parte del territorio nacional. Solo se encontró un mosaico de fotografías aéreas y un croquis con su toponimia.

Para hacer la georeferencia y elaboración de planos se uso un Sistema de Posicionamiento Global, de precisión. Los planos fueron usados posteriormente por

diferentes especialistas para generar cartas temáticas. Las coordenadas del faro son: 408359.0106E; 2415540.8424N y con una elevación de 50.2695 msnm.

Al menos ocho diferentes eventos volcánicos eruptivos son los que dieron origen a la Isla. La composición de las tefras y lavas emitidas son básicas a intermedia, asignando una edad del pleistoceno-holoceno. Tiene una orientación NNW-SSE, afloran una gran cantidad de fallas y fracturas. Existen al menos dos zonas con fumarolas.

Las amenazas que pueden afectar en mayor grado los elementos bióticos y abióticos, son los incendios y derrames accidentales en el mar. Su evaluación se realizó considerando tres elementos de estudio, i) geomorfología de la Isla, ii) biota terrestre y iii) biótico marino. La parte más susceptible de daño es la biota terrestre.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo sintetiza diferentes estudios en los que participó la autora, asistiendo a investigadores del CUCBA, tal participación contribuyo principalmente en la investigación denominada “Estudio previo justificativo para la declaratoria bajo régimen de protección de la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel” cuyo responsable principal fue el Dr. Eduardo Ríos Jara, quien publica los resultados en Ríos *et al.* (2003), el documento incluyo subproyectos de investigación terrestre y marina. En especial este documento trata sobre la geología superficial, la altimetría y la batimetría de la Isla, su georreferenciación, el análisis de sedimentos marinos, así como la identificación y valoración de las amenazas existentes en ella y el grado de conocimiento de las mismas.



Figura 1.1 Provincias fisiográficas

El estado de Nayarit se ubica en el occidente del país, tiene la plataforma marina más ancha del territorio nacional en el Océano Pacífico, en la cual sobresalen

diversas Islas, como el Parque Nacional Isla Isabel (PNII), objeto del presente estudio, las Islas Marias y las Islas Marietas.

Nayarit se encuentra dentro de cuatro provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental, Llanura Costera del Pacífico, Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur (Figura 1.1).

Debido a sus pequeñas dimensiones el PNII es difícil de ubicar en un contexto regional mediante el uso de imágenes de satélite de la República Mexicana, un ejemplo es la imagen disponible en la página web de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Figura 1.2).

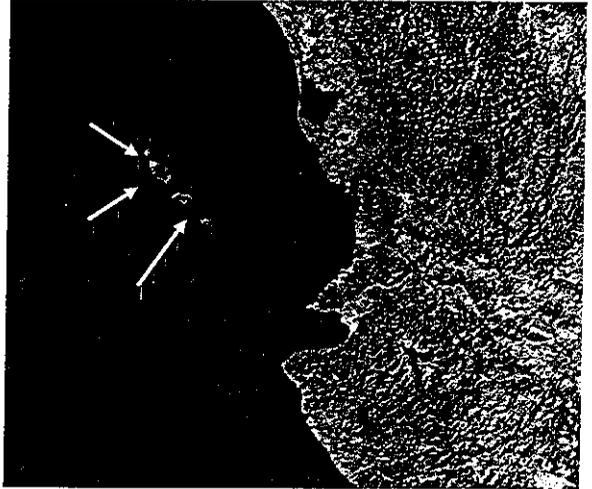


Figura 1.2.- Recorte de imagen de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en donde se observan las Islas Marias (fechas), más no la Isla Isabel.

En esta se observan solo a las Islas Marias, pero no la Isla Isabel. En la página web

del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en la imagen de la República Mexicana, se puede observar (con mucho acercamiento) un punto que representa el PNII. Sin embargo a diferencia de las Islas Marias (de las cuales se presentan topografía y otros rasgos fisiográficos en sus respectivos planos), no se contaba con información de la posición precisa de la misma, ni de infraestructura importante como el faro.

Entre los antecedentes sobre estudios topográficos de Isla Isabel, destaca el realizado por Sánchez (1980), elaborado mediante métodos fotogramétricos a partir de fotografías aéreas obtenidas en noviembre de 1970, restituida en un *aviografo Wild B-8* de la compañía Mexicana Aerofoto, S. A. Este estudio se hizo en proyección UTM; escala

1:8,000 y con equidistancia entre curvas de nivel a cada 5 m., quizás por el método empleado en el se encontró diferencia en altitud.

Inicialmente para el proyecto de Rios *et. al.* (2003), solo se propuso hacer la geología, sin embargo al observar la vaguedad de la información existente sobre localización y altimetría, se consideró necesario llevar un Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS) de precisión para situar geográficamente la Isla, modelar la topografía y la batimetría de su periferia y con estos datos generar planos topográficos y batimétricos.

Diferentes autores han hecho estudios en la Isla, los cuales se han enfocado fundamentalmente en el aspecto de fauna y de manera más general en vegetación. En cuanto a topografía se han utilizado métodos diversos para establecer las altitudes y la localización, sin embargo no se había hecho un trabajo formal y menos utilizando un GPS de precisión, hasta el presente trabajo.

La localización de la Isla tiene relevancia, ya que es un punto de interés turístico y ecológico, por tanto este material geográfico fue ofrecido a INEGI para ser incorporado como parte de sus productos disponibles.

Para el desempeño del trabajo en general se tuvieron pocos contratiempos, el principal fue la limitante para la recarga de baterías de los equipos GPS; la segunda, el no poder circular libremente en la Isla, esto por diversas situaciones, una la vegetación, que en algunos sitios es densa, otra las áreas de anidación de las aves y por último la inestabilidad del terreno en la zonas de acantilados y las pendientes muy fuertes en otras.

Los planos obtenidos como resultado del presente trabajo se encuentran en el Apéndice 2, los cuales están completamente georreferenciados, en el cuadro 2.1 se tiene las coordenadas de localización de la Isla Isabel, en el cuadro 7.1 los cinco puntos de control y en el cuadro 7.4 los valores de las amenazas asignados según el elemento de estudio.

Este trabajo contribuye a proporcionar información que a la fecha no se había generado o no se encontraba disponible y se considera básica para el conocimiento de nuestro territorio.

2. ANTECEDENTES

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas es un órgano desconcentrado de SEMARNAT, se encarga de la administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Según la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el objeto del establecimiento de las ANP es el de preservar los ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, asegurar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elementos, proporcionar un campo propicio para la investigación científica, el estudio de los ecosistemas y su equilibrio, generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías; proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, mediante zonas forestales en montañas donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico de las cuencas, y proteger los entornos naturales, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, zonas turísticas y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas.

Los tipos de ANP según la LGEEPA son: Reserva de la biosfera, parque nacional, monumentos naturales, área de protección de recursos naturales, área de protección de flora y fauna, santuarios, parques, reservas estatales y zonas de preservación ecológica en los centros de población.

En 1876, se crea la primera área protegida en México, El Desierto de los Leones; con el propósito de proteger los manantiales que abastecían de agua a la Ciudad de México. Sin embargo, es hasta 1930 que este proceso tiene un impulso significativo y se crean diferentes áreas protegidas y reservas. En 1988 se crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas que tiene como función el manejo y la administración de estas áreas.

La Isla Isabel ha sido estudiado por investigadores de diversas disciplinas científicas desde hace más de dos siglos, García (1899) menciona su descripción geográfica, en el Diccionario Geográfico Histórico y Biogeográfico de los Estados Unidos Mexicanos; en el se dice que la Isla Isabel está situada a 17 millas de la costa más cercana del Estado de Nayarit, con 1 milla de largo y dirección NW SE, y media milla de ancho en sentido opuesto y 225 pies de altura máxima aproximada. En el texto señala "...no puede obtenerse de ella ni leña, ni agua potable y sólo es visitada por los pescadores de lobos marinos...". La localización geográfica que proporciona esta basada en la carta 622 de la Oficina Hidrológica de los Estados Unidos, 21° 53' N y 105° 54' W. En el escrito de García (1899) se cita al libro de "El piloto del Pacífico Septentrional" escrito por J. Imray, en el se describe la Isla Isabel como "un islote árido y estéril" y la localización geográfica que él proporciona es N 21° 52'30'' y W 105° 50', él refiere la distancia existente que hay entre el Puerto de San Blas y la Isla, la cual estimó en 40 millas al WNW. En cuanto a la longitud y orientación de la Isla dijo que "...tiene casi dos millas de largo en dirección NO y cuarta al N, al SE cuarta, al sur 280 pies de altura y como media milla de anchura..." Mencionó los islotes que se encuentran alrededor de la misma. En particular nombra dos de forma piramidal y casi blancas. Respecto a las playas comentó "hay playas de arenas en donde, con buen tiempo, puede atracar una embarcación menor", con respecto a la profundidad habló de entre 15 y 21 brazas. Así mismo García relató la visita que realizó el Capitán Du Petit Thouars a la Isla en 1836, ahí comenta que es de altura mediana y casi totalmente árida, en donde el pasto y la vegetación son apenas perceptibles. También se refiere a la falta de agua y leña, pero él sólo cito una "caletita arenosa" para desembarcar sin peligro.

Otras de las referencias o estudios los hicieron autores como Bailey (1906), quien fue uno de los primeros en proporcionar datos de altimetría, longitud y ubicación de la Isla con respecto al continente y a la Islas Mariás. Muñoz (1919) describe a la Isla en su estudio geográfico. Mertens (1934) hace referencia a que esta es geológicamente de reciente formación (periodo cuaternario). Autores más recientes han desarrollado tesis a nivel licenciatura; entre los cuales están Macías (1979) con el tema "Estudio geográfico de un espacio insular", en el refiere la localización de la Isla en los N 21° 50' 00'', W 105° 55' 00''; la longitud máxima de la Isla la estimó en 1.7 Km. y la parte más estrecha

300 m. aproximadamente. También refiere la existencia de dos conjuntos de elevaciones longitudinales, con una altura promedio de 72 m. El Cerro del Faro 50 m. y por ultimo el Acantilado Mayor, mismo que representa la mayor altura, 82 m. Sobre el ojo de agua dice “Existe un pozo de agua dulce en el interior de la Isla. Según la información de los pescadores, fue perforado en 1957 con dinamita. El agua que emana de este no es salada, pero tiene un raro sabor, seguramente adquirido por la mineralización”. Otro autor Sánchez (1980) cuyo artículo se tituló “Cartografía de la Isla Isabel”, la localización geográfica que proporciona es N 21° 51'33.71'', S 21° 50'43.64'', E 105° 50'30.07'' y W 105° 51'27.3''; la longitud máxima 1.6 Km. La distancia a la que se ubica de la costa son 70 Km. Sobre las alturas dice que al oeste se encuentra una elevación de 79.2 m., al este otra con 55.6 m, al suroeste otra con 50.2 m. de este menciona que corresponde al Cerro del Faro y al sur una más con 45 m. Con respecto al origen geológico de la Isla dice “La Isla tiene un origen reciente y probablemente formó parte de la llanura costera como una colina”. Así mismo, se consultaron publicaciones hechas por profesionistas del área de ciencias de la tierra como son Ortega (1980) con el tema de Nódulos de Peridotita; Ruiz (1977), Fernández (1976) en su trabajo refieren que los suelos están constituidos principalmente por minerales derivados del vulcanismo; Alcocer (1997) efectuó mediciones en la Isla y con respecto al lago cráter comentó, que el borde de este se localiza entre 19 y 25 m por arriba del espejo del agua, quedando 7 m por encima del nivel del mar. Además instituciones como SEMARNAP, realizó la manifestación de impacto ambiental en 1997.

Vargas (1997) en la publicación sobre Parques Nacionales de México, dice que el PNII es de origen volcánico y por su proximidad al continente se encuentra en aguas someras, no se puede considerar como Isla oceánica; también hace mención a que formó parte del continente y que en su momento se separó, según “Power (1972) y Case (1975) señalan su presencia en las Islas que rodean a la Península de Baja California. Tal fenómeno fue posible debido a que el nivel del mar descendió al mínimo durante la glaciación Wisconsin (Wurm II), hasta alcanzar un nivel entre las actuales isobatas de 50 y 100 brazas Curray (1961). Si la Isla Isabel estuvo situada como una colina dentro del delta del río Santiago (Curray 1961), debió tener una alta tasa de inmigración debida a la

hidrocoria fluvial y poseer características semejantes a las existentes en las actuales costas de Nayarit.”

Cabral-Cano (1989) situó la Isla en los N 21° 52' W 105° 51', a unos 30 Km. aproximadamente frente a la costa de Nayarit.

En los cuadros 2.1 y 2.2 se muestran los resultados obtenidos de diferentes estudios sobre la localización geográfica y distancia desde la costa a Isla Isabel.

Cuadro 2.1 Localización y distancia de la costa a Isla Isabel según diversos autores.

AUTOR	LOCALIZACIÓN	DISTANCIA COSTA
García (1899)	N 21° 53' W 105° 54'	27.36 km. de la costa
Imray	N 21° 52' 30'' W 105° 50'	64.37 km. de San Blas
Macías (1979)	N 21° 50' 00'' W 105° 55' 00''	70 km. de San Blas
Sánchez (1980)	N 21° 51' 33.71'' S 21° 50' 43.64'' E 105° 50' 30.07'' W 105° 51' 27.3''	70 km. de San Blas
Cabral-Cano (1989)	N 21° 52' W 105° 51'	30 km. frente a la costa

Cuadro 2.2 Datos de altimetría según diversos autores

AUTOR	ACANT. MAYOR	ACANT. DEL FARO	ACANT. LOS RABIJUNCOS	ACANT. ORIENTAL	CERRO DEL FARO	CERRO LOS GATOS	CERRO LOS PELICANOS	INMEDIACIONES LAGO CRÁTER	LAS MONAS	ISLOTE PELÓN	DEPRES. CENTRALES
Cervantes (1986)	79.2	40.0	45.0	10.0	50.2	60.8	55.6	19.0 - 25.0	34.0 - 47.0	24.5	-2.5
Canela (1991)	85.0		50.0	15.0	40.0		75.0		40	15.0	
Sánchez (1980)	79.2		45.0		50.2		55.6				
Macías (1979)	82.0						72.0	30.0			
Imray					85.3						

El 8 de diciembre de 1980, se declara Parque Nacional a la Isla Isabel, este decreto fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, declarándose de interés público para la conservación y el aprovechamiento de sus valores naturales, con fines recreativos, culturales y de investigación científica.

En septiembre de 1994 se firmó un acuerdo con la federación para que la administración, acondicionamiento, conservación, desarrollo y vigilancia del parque, fuera concedido a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En octubre del mismo año se constituyó el Comité para el Manejo de la Isla Isabel.

Como se observa en los cuadros 2.1 y 2.2 respecto a la localización geográfica de la Isla, hay variación hasta de algunos minutos; de igual forma los datos altimétricos y el origen geológico de la Isla no coinciden en todos los casos.

Por lo anterior en el presente trabajo se utilizó un sistema de GPS que es la abreviatura de NAVSTAR GPS, que en Inglés quiere decir NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global con sistema de navegación por tiempo y distancia) Leica (1999).

3. JUSTIFICACIÓN

Debido a las imprecisiones encontradas en la literatura en el área de geología, localización y altimetría de la Isla Isabel, fue necesario hacer la cartografía y georreferenciación de la misma dentro de un sistema de coordenadas estándar actual, como lo es el WGS 84. Esta información se encuentra en formato digital y existe una base de datos que respaldan al mismo. Este trabajo forma parte del proyecto general de Ríos *et al.* (2003) mediante el cual se pretende ampliar la protección a la zona marina adyacente del Parque Nacional Isla Isabel.

4. OBJETIVOS

4.1.- OBJETIVO GENERAL:

- Describir la geología regional superficial, altimetría, planimetría, batimetría y amenazas del Parque Nacional Isla Isabel, Nay. México.

4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la localización geográfica de la Isla usando un GPS.
- Reproducir mediante datos de campo los planos topográfico, batimétrico y la cartografía geológica de la Isla.
- Identificar las amenazas que incidan en la Isla.

5. METODOLOGÍA

5.1.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

TRABAJO DE GABINETE

La recopilación de la información bibliográfica se inició en el mes de mayo del 2002, con la intención de obtener datos preliminares (localización, geología, decreto del parque nacional, entre otros). Se consultaron documentos diversos tales como, artículos científicos, libros, tesis, reportes y páginas web (enlistados en el capítulo de literatura citada, consultada y páginas web). También se revisó la cartografía batimétrica y topográfica regional de organismos como el INEGI y CONABIO; se consultaron fotografías aéreas e imágenes de satélite, regionales y puntuales; Siendo necesario para este proyecto comprar una imagen de satélite reciente del área de estudio.

Para efectuar los siguientes trabajos se consideró necesario llevar el equipo GPS.

- Georreferenciar puntos de forma precisa para la ubicación de la Isla.
- Topografía y batimetría desarrollada en las diferentes salidas a campo

Las alturas máximas y mínimas registradas en la Isla con el GPS, no coinciden necesariamente con los autores antes descritos.

Otro de los puntos de discusión fue el origen geológico de la Isla y el número de cráteres que en ella afloran.

5.2.- CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA ISLA

TRABAJO DE CAMPO

Se realizaron tres salidas de campo en diferentes épocas del año, recorriendo playas, acantilados, planicies e islotes. Observando la litología y los aparatos volcánicos presentes, algunos de estos visibles a simple vista, de otros se observaron evidencias del conducto o cráter por donde se emitió el material ígneo; además con ayuda de una lancha se visitó la periferia de la Isla y se tomaron datos de rumbo y echado de las tefras, con lo cual se evidencia el lugar de origen, ver plano 2.4 del apéndice 2.

Cuando se navegó alrededor de la Isla y de los islotes adyacentes, se utilizó tanto la



Fotografía 5.1 Lancha inflable. (A. Nuño 2002)

panga de 23 pies de longitud (motor de 75 hp.), como una lancha inflable de 9 pies (motor de 7 hp); Esta última por sus pequeñas dimensiones (Fotografía 5.1) puede transportar únicamente 5 personas, pero funcionó muy bien para hacer los recorridos en áreas someras y sin peligro de encallar.

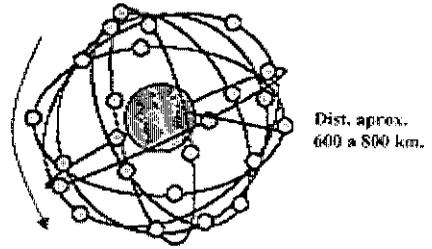
TRABAJO DE GABINETE

Los datos geológicos obtenidos en campo se transfirieron al programa de CorelDRAW 11 sobre la fotografía aérea, dibujando rumbos y echados. La información obtenida del GPS se procesó con el programa SKI PRO.

5.3.- USO DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GEOGRÁFICO

El sistema GPS comprende tres segmentos diferentes según Leica (1999):

1. El Segmento Espacial, consiste de 24 satélites o más, que giran en órbitas de aproximadamente 20,200 Km. alrededor de la tierra. Pasan por el mismo punto cada 12 horas. Su altura varía entre los 600 y los 800 Km. (Figura 5.1). Este segmento está diseñado de tal forma que se puede contar con un mínimo de 4 satélites visibles por encima de un ángulo de elevación de 15° en cualquier punto de la superficie terrestre, esto brinda al usuario una posición precisa durante las 24 horas del día.



Órbita aprox. 20,200 km.

Figura 5.1 Segmento espacial Leica (1999).

2. El Segmento de Control, consiste de una estación de control maestro, 5 estaciones de observación y 4 antenas de tierra distribuidas entre 5 puntos muy cercanos al ecuador. El segmento de control rastrea los satélites GPS, actualiza su posición orbital, calibra y sincroniza sus relojes. Otra función importante consiste en determinar la órbita de cada satélite y predecir su trayectoria para las siguientes 24 horas. Esto permite al receptor GPS conocer la ubicación de cada satélite. Las señales de los satélites son leídas desde las estaciones: Ascensión, Diego García, Islas Hawaii y Kwajalein. Estas mediciones son entonces enviadas

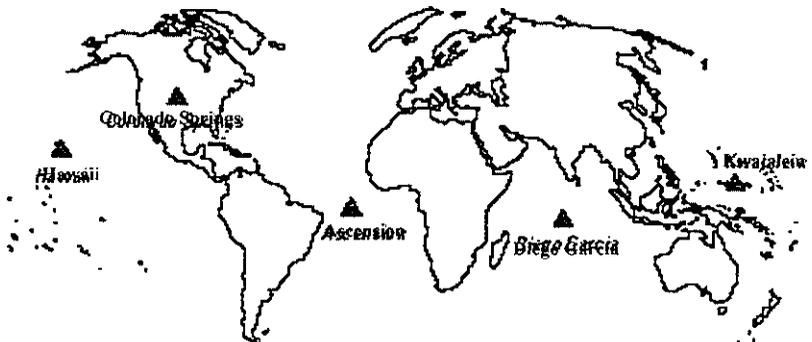


Figura 5.2 Localización de la estaciones del segmento Control. Leica (1999)

a la Estación de control maestro en Colorado Springs, donde son procesadas para determinar cualquier error en cada satélite. La información es enviada posteriormente a las cuatro estaciones de observación equipadas con antenas de tierra y de ahí cargadas a los satélites (Figura 5.2).

3. El Segmento de Usuarios, comprende a cualquiera que reciba las señales GPS con un receptor, determinando su posición y/o la hora.

Existen diferentes métodos para obtener una posición empleando el GPS. El método a utilizar depende de la precisión requerida por el usuario y el tipo de receptor disponible. Se pueden clasificar en tres clases:

Navegación Autónoma empleando sólo un receptor simple: Utilizado por excursionistas, barcos en alta mar y las fuerzas armadas. La Precisión varía para usuarios civiles hasta en 100 m y alrededor de 20 m para usuarios militares.

Posicionamiento Diferencial Corregido: Más comúnmente conocido como DGPS, el cual proporciona precisiones del orden de 0.5-5 m. Utilizado para navegación costera, adquisición de datos para SIG (Sistemas de Información Geográfica = GIS), agricultura automatizada.

Posicionamiento Diferencial de Fase:
Ofrece una precisión de 0.5-20 mm.
Utilizado para diversos trabajos de topografía, control de maquinaria, entre otras.

Este tipo de equipo fue el utilizado en el presente estudio (Figura 5.3).

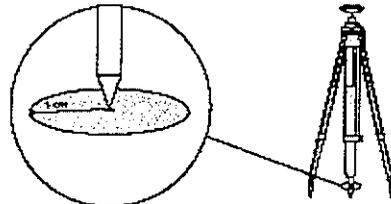
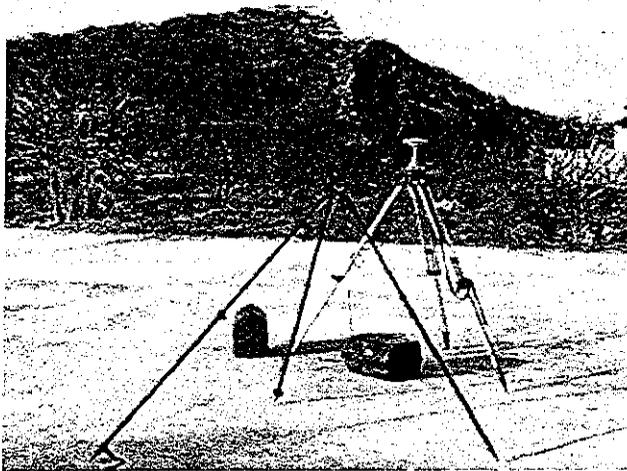


Figura 5.3 Equipo Posicionamiento Diferencial de Fase. Leica (1999)

TOPOGRAFÍA: TRABAJO DE CAMPO

Para el levantamiento topográfico, se manejó un equipo de geo-posicionamiento, marca Leica, modelo 510 de recepción satelital. Este GPS, consiste en dos aparatos de características similares, uno de ellos utilizado como base (Fotografía 5.2), al sur de la Isla.



Fotografía 5.2 Equipo GPS utilizado como base sobre la cancha deportiva (A. Nuño 2002)



Fotografía 5.3 Equipo GPS móvil (R. Maciel 2002)

Se seleccionó este lugar porque no existe vegetación y la morfología facilita la recepción satelital. El segundo equipo se usó como móvil, la unidad de procesamiento se transportó dentro de una mochila, el teclado en un soporte de mano, la antena se instaló sobre un bastón de 2 metros de altura, el cual puede ser apoyado en un triple (Fotografía 5.3). Este sistema de GPS, permite obtener las coordenadas de los puntos marcados con una precisión

de hasta 5mm en X e Y, y 10mm en Z.



Fotografía 5.4 Puntos realizados con el equipo móvil (R. Maciel 2002)

La metodología utilizada para el levantamiento topográfico fue el “Stop and Go”, que consiste principalmente en tomar todos los puntos necesarios, dando un tiempo de 30 segundos, para cada punto con el equipo móvil; mientras que el equipo fijo o base, se mantiene encendido desde 10 minutos antes de iniciar la actividad con el móvil. La base se apaga 10 minutos después de apagar el móvil, con lo que se asegura que durante el post-proceso se pueden ajustar, con los datos del equipo fijo, los puntos tomados con el móvil y así resolver ambigüedades.

El modelo geodésico (Datum) estándar actual es el WGS84 (World Geodetic System 1984), este fue el empleado en los equipos de GPS manejados en este estudio. Lo primero que se hizo fue la georeferenciación de la Isla con dicho equipo, para esto se colocó la base al sur de la Isla, cercana al campamento. Se hicieron 5 estaciones o puntos de control (Figura 5.4), el tiempo de permanencia en cada uno de ellas fue de 20 minutos. Estos puntos se efectuaron con el equipo móvil (Fotografía 5.4).

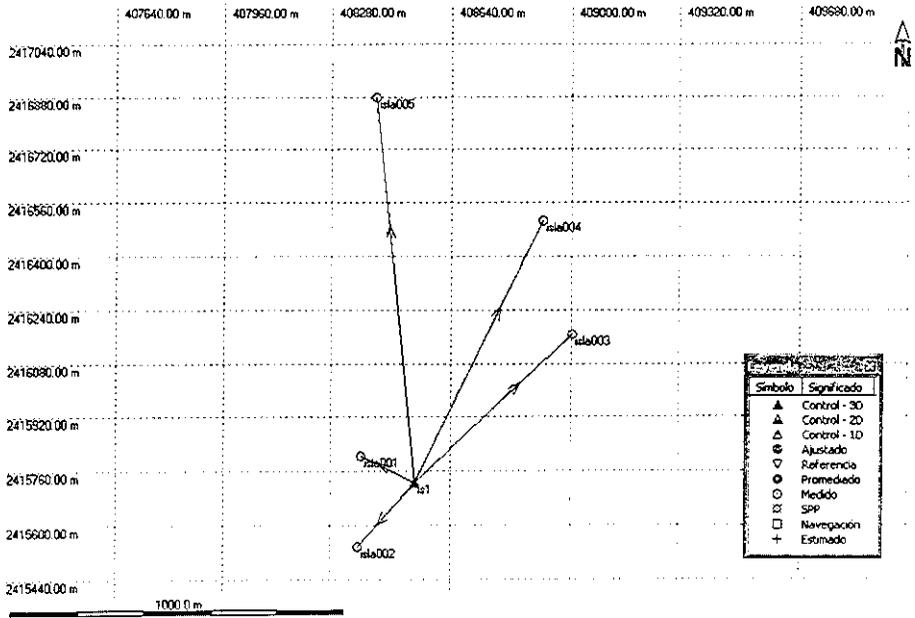


Figura 5.4 Puntos recontrol para georreferenciación precisa de la Isla. Programa Leica SK1-Pro (2002).

La construcción del plano topográfico se generó con los datos obtenidos en las 3 salidas de campo, octubre y diciembre de 2002 y junio de 2003.



Fotografía 5.5 Georreferenciación de puntos acompañados por personal de SEMARNAT (A. Nuño 2003)



Fotografía 5.6 Zona de anidación (R. Maciel 2003) (Nuño 2002, fotografía pequeña)

La georreferenciación se inició por los senderos permitidos, ya que el reglamento del PNII así lo establece. Sin embargo la persona que nos acompañaron de la SEMARNAT (Fotografía 5.5) fue examinando hasta que punto podíamos caminar fuera de estas áreas y circular dentro de las zonas de anidación sin perturbar a las aves (Fotografía 5.6). Otra



Fotografía 5.7 Árboles derribados posterior al paso del huracán Kenna (A. Nuño 2003)

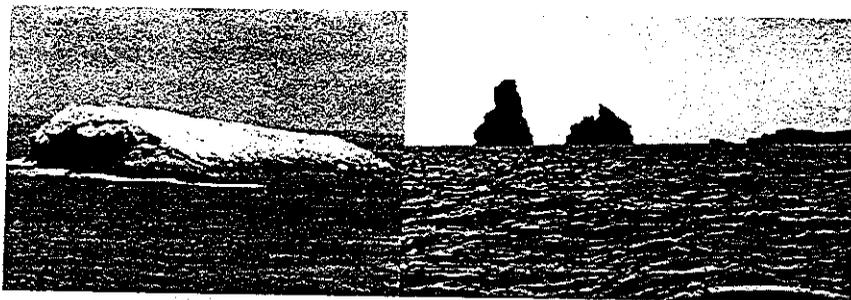
limitantes fue la vegetación, que en algunas partes es densa. Y a pesar de que una de las salidas fue posterior al paso del huracán Kenna (Fotografía 5.7), ésta no nos permitía caminar con el equipo y, desafortunadamente, tampoco está permitido abrir camino para transitar en este tipo de circunstancias.



Fotografía 5.8 Vegetación densa que dificultó la circulación con el GPS en algunas zona (A. Nuño 2003)

Pese a ello se obtuvieron 459 mediciones en campo, más los 5 puntos de control (Figura 5.4 y 6.1).

Los montículos de rocas que rodean a la Isla, del Islote Pelón y Las Monas las



Fotografías 5.9 Islote Pelón (superior izquierda) (A. Nuño 2002); Islotes Las Monas (sup. derecha); inferior, acercamiento de los Islotes Las Monas (R. Maciel 2002).

Estos sitios fueron denominados inaccesibles, ya que la topografía y el oleaje no permitieron el descenso.

denominamos inaccesibles; ya que el descender y caminar sobre ellas no fue posible (Fotografía 5.9). Por lo tanto para la toma de alturas en estos puntos se optó por usar un distanciómetro láser marca Leica de precisión milimétrica. Para hacer el cálculo de altura se disponen tres puntos, uno en la base, otro a la mitad y el tercero en la parte más alta. Este trabajo se realizó a las 5:30 de la mañana para evitar que la luz del día inhibiera la visión del rayo láser del distanciómetro (Fotografía 5.10).

DISTANCIOMETRO



Fotografía 5.10 Toma de alturas en puntos inaccesibles durante la madrugada (R. Maciel 2003). De izquierda a derecha: Laura, MC Alejandro Martínez Z., abajo MC Roberto Maciel Flores.

TRABAJO DE GABINETE

Una vez elaborado el trabajo de campo, se prosiguió a realizar el análisis de los datos, mediante el post-proceso de los mismos. Para esto se utilizó el programa de Leica SKI-Pro. Este procesa los datos y resuelve ambigüedades entre los puntos, dando como

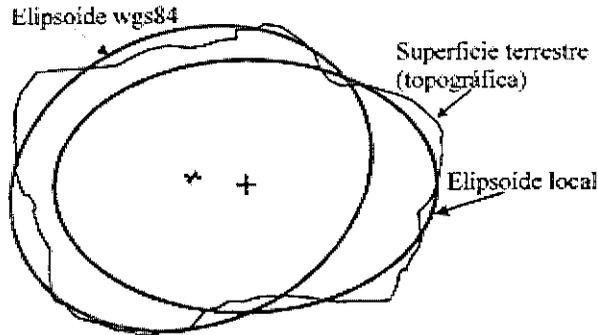


Figura 5.5 Relación entre los elipsoides y la superficie terrestre.
Leica (1999)

resultado el cálculo preciso de las coordenadas X e Y. La medición de la altura media sobre el nivel del mar. Este programa involucra métodos de nivelación geodésica y la consideración de la forma y dimensiones de la Tierra por medio de un elipsoide y un geode (Figura 5.2), lo que asigna valores de Z con error de hasta 5 mm (Apéndice 1).

Sin embargo los puntos obtenidos en campo no fueron suficientes para la elaboración de los planos. Por lo que fue necesario utilizar la imagen de satélite. Esta se exportó al programa Idrisi 32 y en él se efectuó el trabajo restante. La imagen se encuentra completamente georreferenciada en Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) con el datum WGS84. Una de las características de Idrisi es que arrastrando el cursor sobre la superficie de la imagen, muestra en pantalla las coordenadas X e Y. Así que con el cursor se recorrió el perímetro de la Isla, los islotes adyacentes y el lago cráter. Las coordenadas se fueron transcribiendo al programa Excel y se les asignó el valor de cero en Z. Se editaron 660 puntos perímetro y 67 de altimetría de sitios inaccesibles; Los cuales se evaluaron conforme a los datos obtenidos en campo, los recopilados en la literatura y la información obtenida con el altímetro láser. El número total de coordenadas obtenidas fue de 1191.

Después de efectuar el post-proceso de los datos de GPS, se importaron al software Surfer 32, junto con los datos del perímetro de la Isla, el lago y los islotes. En él se procesaron los datos de altimetría y planimetría y se editó el plano topográfico que se encuentra adjunto en el apéndice 2 de este estudio.

BATIMETRÍA: TRABAJO DE CAMPO

Para la batimetría se trabajó en colaboración con el MC Alejandro Martínez Zatarain quien empleó un profundímetro (ecosonda) Marca Humminbird, modelo Piraña 2 (Fotografía 5.11), con capacidad de 600 pies. La cobertura del sonar es de 24° a -10db. El transductor del profundímetro se colocó en el fondo de la parte trasera de la panga (Figura 5.6), este a su vez se conectó



Fotografía 5.11 Profundímetro o ecosonda utilizado para batimetría (A. Nuño 2002)

a una batería de auto y en seguida a la pantalla. En ella se observa profundidad, temperatura, peces, tipo de fondo marino y material presente. Es importante mencionar que para validar que el profundímetro funcionaba adecuadamente, se amarró un

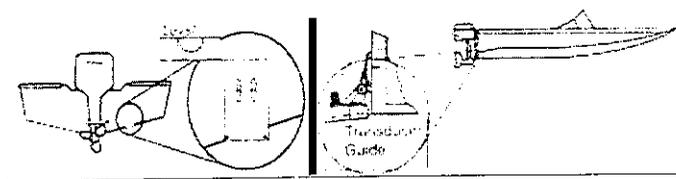


Figura 5.6 Punto de localización del profundímetro en la panga. Humminbird (2001)

“muerto” a una soga, la cual se marcó a cada metro y se observó que los datos proporcionados por el profundímetro y la soga coincidieran. Asimismo para obtener las coordenadas en X e Y, se usó un GPS tipo navegador Marca Garmin 12 XL, con una esfera de error de 3 metros en X e Y (se intentó realizar la georreferencia con el GPS de precisión pero el movimiento de la embarcación no permitió su uso adecuado).

La metodología utilizada fue la siguiente, se imprimió la fotografía aérea y sobre ella se trazo una red de puntos de apoyo en dirección a los cuatro puntos cardinales y dos más en dirección NE SW. En total se efectuaron 11 transectos (Figura 5.7). Se hizo el cálculo

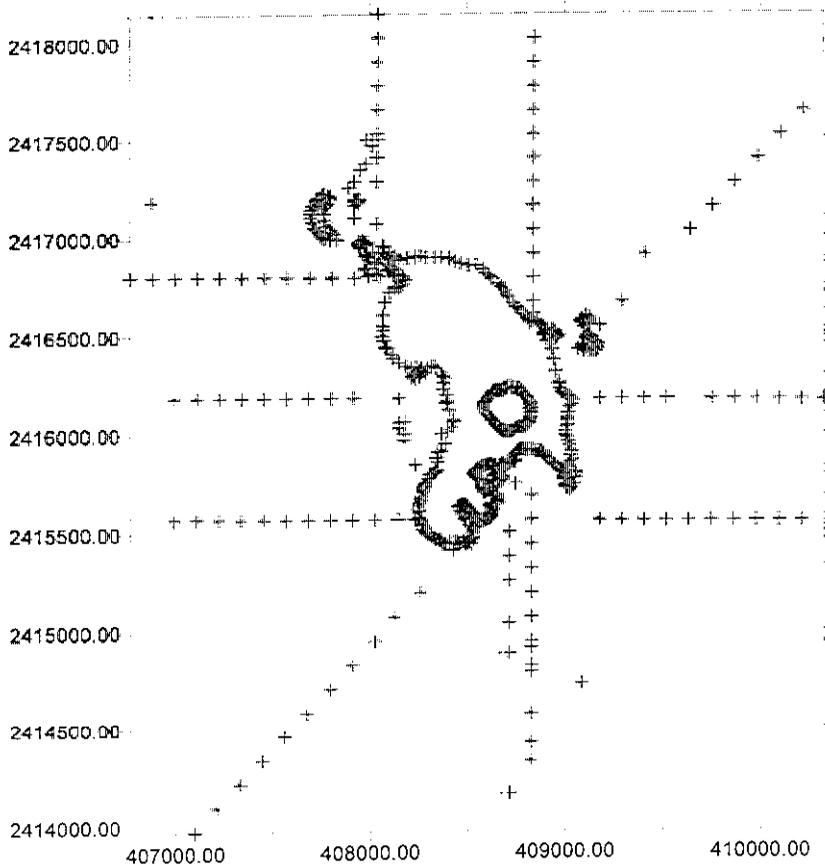


Figura 5.7 Transectos realizados durante el levantamiento batimétrico con GPS navegador y ecosonda. Leica SKI-Pro (2002)

en coordenadas geográficas y esta información se almacena en la memoria del navegador. El método para hacer los transectos en el mar, fue el "Go to" del navegador, y al llegar al punto deseado se arrojaba el ancla y se tomaban los datos de profundidad. Los datos obtenidos del profundímetro se depositaron en una bitácora, junto con la identificación de coordenadas. La variación de las mareas se observó desde la playa de

los pescadores, donde se enterró un estadal y con el se midieron las variaciones de la marea cada hora, durante 24 horas.

TRABAJO DE GABINETE

Se obtuvo un total de 144 puntos en campo, a los cuales se le agregaron los 660 puntos de perímetro como "cota cero". En total se trabajó con 804 puntos, mismos que se integraron en el software Surfer 32, con el cual se procesaron y se editaron para realizar el plano batimétrico adjunto en el apéndice 2, plano 2.3 de este estudio.

5.4.- AMENAZAS NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS

Las amenazas se clasifican en naturales y antropogénicas. Dentro de las primeras se incluyen eventos geológicos como: vulcanismo, sismicidad, movimientos de masas, concentración de sales o gases, y fenómenos hidrometeorológicos, (ciclones, tornados, temperaturas extremas, granizadas, sequías, precipitaciones extraordinarias, tormentas eléctricas, entre otros). Las amenazas antropogénicas son eventos potencialmente desastrosos, derivados de obras o actividades humanas. Estos se clasifican como: socio-organizativos, sanitario-ecológicos y físico-químicos.

La intención de un estudio de riesgos es prevenir a la población, sin embargo en este caso no existe una población fija, por lo que los elementos de estudio son: a) la biota (marina y terrestre) y b) la Isla como elemento geomorfológico. Posterior al reconocimiento de las amenazas existentes, es posible dar recomendaciones y de esta forma minimizar la vulnerabilidad y en consecuencia disminuir el riesgo del elemento de estudio.

La evaluación de las amenazas se realizó en las salidas de campo; se analizaron en forma puntual y regional, considerando que algunas de ellas pueden generarse en el PNII y otras provenir de fuera. Se consideró necesario hacer el análisis individual de tres elementos de estudio, a) La biota terrestre, b) La biota marina de la zona costera y c) La

Isla como elemento geomorfológico (abiótico). La metodología empleada para el análisis y la evaluación de las amenazas fue la de Maciel-Flores *et al.* (2001).

6. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

6.1 GEOLOGÍA

Maciel-Flores (2003) refiere que el PNII se ubica dentro del Océano Pacífico, en la parte media de la plataforma marina. En la porción occidente de la parte central del Estado de Nayarit, que es una de las más anchas de México.

Esta localidad es lo que se podría considerarse como la intersección de la placa Continental y la placa del Pacífico (Figura 6.1). Según la USGS (1999), estas placas se mueven a una velocidad de 2 centímetros por año, sin embargo algunas otras, como la placa Filipina, se mueve a una relación de 8 centímetro por año.

En las inmediaciones existen otras Islas como las Marías, que al igual que el PNII tiene rocas de origen volcánico de edad reciente y de composición básica (INEGI 2000).

Es un centro volcánico que se generó en un periodo de tiempo corto (menor a un millón de años). La Isla es la manifestación superficial de al menos ocho diferentes eventos volcánicos, por lo que se aprecia en superficie. Las estructuras regionales presentes en la Isla y sus inmediaciones están asociadas al movimiento de las placas tectónicas Americana y Pacífico, las cuales en la zona generan fallas de carácter transformante de componente izquierdo (Maciel 2003).

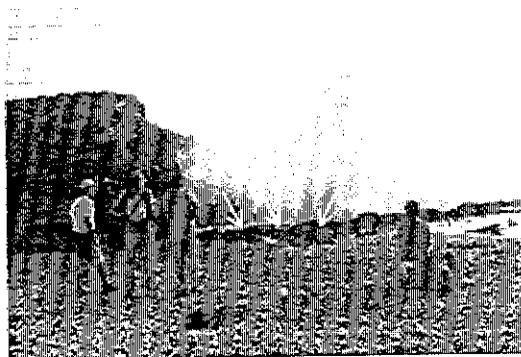
Sobre la fotografía aérea que se llevo, se colocaron las principales estructuras con reflejo superficial, esto incluye fallas y fracturas, rumbos y echados. No existen evidencias de fosilización. Las rocas presentes en la zona no son rocas competentes, por lo que no existen plegamientos como los que se presentan en rocas sedimentarias por

Ejemplo. La presencia de fumarolas en la zona y lo joven de las rocas es indicativo de que este es un complejo volcánico factible de tener una reactivación (Maciel 2003).

En términos generales el material presente se puede considerar como material ígneo extrusivo básico (basalto). A diferencia de otros centros volcánicos, en este, aún cuando diferentes cráteres están disectados, no se aprecian diques. En un mayor porcentaje el material corresponde con productos piroclásticos y en una menor proporción derrames de lava; la zona representativa es la Playa del Ocaso.

La edad de este centro volcánico se puede considerar del cuaternario. Esto se desprende de las observaciones de campo hechas durante las tres visitas desarrolladas, en las cuales se logró apreciar que los conos existentes tienen un drenaje poco marcado y existen aún estructuras primarias (rizaduras) en los productos piroclásticos emitidos, así como una

pobre presencia de intemperismo y consecuente escasa formación de suelo. Las fumarolas en la Isla se pueden observar en la Playa del Ocaso (Fotografía 6.1) y dentro del mar, al oriente de Las Monas. En la primera es evidente el olor a azufre y depósito del mismo en las rocas, en la segunda solo se aprecia el constante burbujeo en la superficie del mar. Es importante obtener datos de estas para determinar origen y composición.



Fotografía 6.1 Playa del Ocaso, las flechas indican la localización de las fumarolas, así como los depósitos de azufre (R. Maciel 2003)

Ortega y Gonzáles (1980), reportan haber encontrado nódulos de peridotita, con lo cual hacen la consideración de que la Isla es de origen oceánico. Además los mismos autores mencionan que la Isla sufrió los efectos del final del periodo glacial Wisconsin Wirm hace 12,000 años, generándose una erosión mecánica. Esto aunado a los movimientos de

tectónica de placas, se pudo haber tenido como reflejo la desintegración de conos o islote.

“El alineamiento general del PNII y de los cráteres presentes es NW-SE, lo que seguramente está asociado a estructuras regionales con este rumbo. Regionalmente existen en la zona fallas laterales, aún cuando puntualmente algunas de las estructuras perpendiculares deben de ser reflejo del esfuerzo principal”.

“La expresión volcánica superficial de esta Isla, es solo un reflejo de la actividad volcánica oceánica desarrollada previamente. A nivel submarino, fue factible observar algunos conos que aparentemente reflejan otros centros emisivos que dieron sustento a material piroclástico que subyace al aflorante sobre el nivel del mar” Maciel-Flores (2003)

Examinando la juventud geológica del PNII se considera que lo existente en el fondo

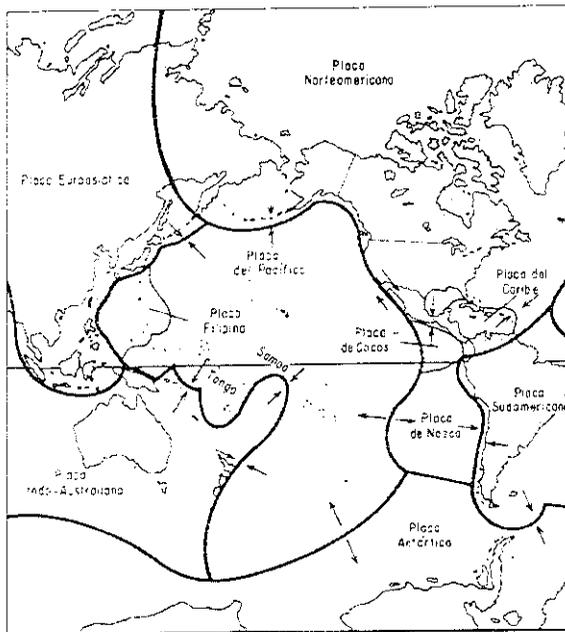


Figura 6.1 Perímetro costero de zonas de subsidencia de placas en el Océano Pacífico, generador de tsunamis. Farreras (1997)

marino adyacente a la Isla es de las pocas manifestaciones volcánicas recientes existentes en el mar en territorio nacional; por tanto es un sitio de atracción para aquellos que se dedican a realizar geología marina y consecuentemente un sitio ha preservar.

En el aspecto oceanográfico Farreras (1997) hace una contribución interesante, dice: *de los aproximadamente 2000 tsunamis (observados y/o*

6.2.- TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

La localización geográfica efectuada con el equipo de geo-posicionamiento ubica al faro a los 50.2695msnm, la planicie norte a los 0 msnm, el ojo de agua a los 2.0116 msnm, las depresiones centrales a los 3.9437 msnm. y la cancha deportiva a los 4.8762 msnm.

6.3.- AMENAZAS

La “Amenaza o Peligro” (A), es un fenómeno físico de origen natural o tecnológico, que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con cierta intensidad, en un cierto sitio y en un cierto periodo de tiempo.

El “Elemento de Estudio” (e), se puede considerar como tal, a la población del área en estudio, una especie de flora o fauna en particular, o bien elementos abióticos como edificios, infraestructura, monumentos, piezas de arte, entre otros.

La “Vulnerabilidad” (V), puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daños debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible, con el ambiente peligroso.

El “Riesgo” (R), o daño, destrucción o pérdida esperada, obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas. Matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto periodo de tiempo.

“La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo esta en que, la amenaza se relaciona con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo esta relacionado con la posibilidad de que se

presenten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente conectadas no solo con el grado de exposición de los elementos sometidos, sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento” Maciel-Flores (2001).

Para la evaluación de los niveles de riesgo se emplea la siguiente fórmula:

$$R = (AV) e$$

Para la fórmula antes señalada, es necesario asignar valores a las **amenazas** considerando los criterios que se describen a continuación y en el cuadro 6.1:

- a) Consecuencias a la salud y a la vida.
- b) Consecuencias al medio ambiente.
- c) Consecuencias en la propiedad.
- d) Velocidad y manifestación.
- e) Probabilidad de ocurrencia.

En los cuadros 6.1 y 6.2 se colocaron los valores comparativos por gravedad de consecuencias, con ellos se hace una evaluación cuantitativa. Los parámetros originales propuestos por Maciel-Flores (2001) no se aplican, ya que la Isla no está habitada en forma permanente y la infraestructura con que se cuenta es mínima, por lo que en este trabajo se modifica esta metodología.

En el punto referente a “Consecuencias a la salud y a la vida de las especies” en donde se considera **sin importancia**, la afectación se puede generar simplemente por la pesca de una especie (pesca deportiva por ejemplo), la cual se puede reproducir y no implica la destrucción de la especie como tal. **Serias** se entendería la afectación que se puede dar a una comunidad por el arrastre de las redes de pesca o por el anclaje de barcos de gran calado o el encallamiento de estos. **Catastrófica** se debe de asignar cuando por efecto de una amenaza (evento volcánico por ejemplo), la calidad del agua cambia, la temperatura se eleva, existe la emisión de gases y el depósito de lava o ceniza sobre el lecho rocoso, ocasionando con esto, la desaparición de un ecosistema (coralino por ejemplo), una o

más especies en la zona. Situaciones intermedias se pueden asignar para definir si la consecuencia es **limitada o muy seria**.

En el parámetro de “Consecuencias a la propiedad”, es necesario considerar que una localidad no necesariamente se valúa en base a las edificaciones u obras existentes, sino al servicio que da, o la actividad que genere en ella, por ejemplo la Catedral de México tiene un valor por la infraestructura. Pero el número de visitantes y los donativos que recibe, es un valor agregado de la misma. En el caso de la Isla solo existe un edificio y un faro, pero como Parque Nacional se cobra un impuesto a los visitantes que van a pescar, bucear, observar aves, conocer los edificios volcánicos recientes y su disección. Además, la Isla es un punto estratégico de refugio y descanso para los pescadores y también funciona como referencia a los navegantes. Por lo que el valor de la Isla no se da por un factor sino que son diferentes los parámetros a identificar antes de asignar el valor total del mismo.

A continuación se definen los criterios antes mencionados y los valores de referencia de las amenazas:

Cuadro 6.1.- Valores de referencia de las amenazas

A) CONSECUENCIAS A LA SALUD Y A LA VIDA DE LAS ESPECIES	CARACTERÍSTICAS
1 Sin importancia	Extracción o desalojo de una especie
2 Limitadas	
3 Serias	Daño a una comunidad
4 Muy serias	
5 Catastróficas	Daño a un ecosistema y desaparición de una o más especies
B) CONSECUENCIAS AL MEDIO AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS
1 Sin importancia	Sin contaminación y efectos localizados
2 Limitadas	Contaminación simple y efectos localizados
3 Serias	Contaminación simple y efectos diseminados
4 Muy serias	Contaminación grave y efectos localizados
5 Catastróficas	Contaminación muy grave y efectos diseminados
C) CONSECUENCIAS A LA PROPIEDAD	CARACTERÍSTICAS
1 Sin importancia	Menos de 0.5 millones de dólares
2 Limitadas	0.51 a 1 millones de dólares
3 Serias	1.1 a 5 millones de dólares
4 Muy serias	De 5.1 a 20 millones de dólares
5 Catastróficas	Más de 20.1 millones de dólares
D) VELOCIDAD DE MANIFESTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
1 Sin importancia	Efectos localizados sin daño
2 Limitadas	
3 Serias	Efectos pequeños y con alguna distribución
4 Muy serias	
5 Catastróficas	Efectos ocultos hasta que estén completamente manifiestos
E) PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	CARACTERÍSTICAS
1 Sin importancia	Menos de una vez cada 1000 años
2 Limitadas	Un evento en un lapso de 100.1 a 1000 años
3 Serias	Un evento en el lapso de 10.1 a 100 años
4 Muy serias	Al menos una vez cada 10 años
5 Catastróficas	Más de una vez por año

Para efectuar la sumatoria de las amenazas existentes en el área de estudio o en un cuadrante, se emplearan los niveles de valoración que se citan en el cuadro 6.2.

Cuadro 6.2 Niveles de valoración de las amenazas.

CATEGORÍA	PUNTAJE
Muy bajo	< 5
Bajo	5.1 – 10
Medio	10.1 – 15
Alto	15.1 – 20
Muy alto	> 20.1

El nivel de detalle que se obtenga estará en función a los elementos analizados y a la determinación del valor relativo que se le asigne a cada una dentro del área de estudio. Cuando existen varias amenazas se efectúa una sumatoria, pero para obtener el valor de cada amenaza se promediaron los valores obtenidos de cada parámetros referido en la tabla 6.6.

Por otro lado se considera que la valuación de la **vulnerabilidad** del elemento de estudio es mas compleja que la amenaza y es la resultante de relacionar dos factores, por un lado demanda (**D**) y por otro la oferta (**O**); Que no se determina por lo anteriormente citado, en el sentido de que no existe población permanente en la Isla, tampoco se propone modificación de los parámetros para definir la vulnerabilidad, como se hizo en el tópico de amenazas, dado que el objetivo del estudio es el de definir el valor de amenazas y no el de riesgo.

Los factores para valorar cada uno de estos elementos de estudio son: $V = D/O$

La “**Demanda**” (**D**) esta definida en el caso de que sea la población el elemento de estudio, como la necesidad de servicios de salud que presenta la población, en situaciones de desastre. Requieren valuación:

- 1) Estructura de la población según la edad.
- 2) Ingreso económico familiar.
- 3) Densidad de población.
- 4) Infraestructura de la población.

Evidentemente estos parámetros son necesarios de modificar si se cambian los elementos de estudio.

La “Oferta” (O) es la capacidad que tienen los servicios de salud para actuar en caso de un desastre. Requiere el conocimiento de los siguientes aspectos relativos a la organización de los servicios de salud, como:

- 1) Niveles de atención.
- 2) Número de unidades de salud.
- 3) Número de camas y recursos humanos.
- 4) Planes de emergencia hospitalarios.
- 5) Sistema de vigilancia epidemiológica.

Lo relevante de esta metodología es que esta evaluación se debe hacer con un equipo multidisciplinario, según sea el elemento de estudio, lo cual dará como resultado una evaluación más objetiva del área de estudio.

6.3.1.- ELEMENTO DE ESTUDIO

El elemento de estudio para el presente trabajo es la Isla Isabel en su parte abiótica y biótica (terrestre y marina). Las amenazas naturales y las antropogénicas se analizaron en forma puntual y regional, considerando que algunas amenazas pueden generarse en el PNII y otras provenir de otras regiones, como derrames de hidrocarburos, o bien ser el resultado del efecto de fenómenos regionales o globales como La Niña y El Niño, el cambio climático por el uso de hidrocarburos que ha ocasionado el incremento de CO₂ y otros gases en la atmósfera, el efecto invernadero, el blanqueamiento de los corales y la limitación de la migración de las especies. Por lo que se consideró necesario realizar un análisis individual de tres elementos de estudio que son:

- a) La biota terrestre del PNII
- b) La biota marina de la zona costera del PNII

c) La Isla como elemento geomorfológico (abiótico)

6.3.1.1.- BIOTA TERRESTRE

La parte biótica de la Isla Isabel se puede clasificar en vegetación, fauna y población flotante (pescadores) cuyo campamento se ubica frente a la bahía tiburoneros y consta de armazones cubiertos con palma para alojamiento, cuentan con una serie de letrinas dispuestas al fondo del campamento, en la orilla del “charco”. Investigadores, estudiantes y visitantes se alojan en una construcción que se encuentra en obra negra, la cual cuenta con una explanada que se utiliza para acampar, una cocina, dos aljibes que se llenan con agua pluvial y el área de comedor, es una pequeña terraza con vista al cerro del faro.

Gran parte de la superficie de la Isla se encuentra cubierta por vegetación tipo caducifolio, la cual forma pequeños manchones de bosque. La especie dominante es *Crataeva tapia*, nombre común “roache”, la segunda en importancia es *Euphorbia schlectendalli*, nombre común “papelillo”. Los cuales sirven para la anidación de algunas especies como *Fragata magnificens* y *Pelecanus occidentalis* También se observan pastos de diferentes especies.

En los cuadros 6.3 y 6.4 se encuentran respectivamente los listados de vegetación y fauna presentes en la Isla según Canela 1991, Gaviño 1978 y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Cuadro 6.3 Vegetación presente en la Isla Isabel, según Canela 1991,
Gaviño 1978 y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

ESPECIES NATIVAS		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Gramineae	<i>Jouvea pilosa</i>	Pasto playero
Gramineae	<i>Cenchrus viridis</i>	Codillo, guachapure
Gramineae	<i>Digitaria insularis</i>	Zacate de las Islas
Gramineae	<i>Chloris chloridea</i>	Verdillo Chinguiringui
Gramineae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pata de gallo
Gramineae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Zacate cangrejo velludo
Gramineae	<i>Eulisia indica</i>	Zacate guácima
Capparidaceae	<i>Crataeva tapia</i>	Ruache
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia schlechtendalli</i>	Papelillo
Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i>	Zacate
Cyperaceae	<i>Cyperus polystachyus</i>	Zacate
Leguminosae	<i>Sesbania macrocarpa</i>	Zacate de agua
Leguminosae	<i>Desmodium purpureum</i>	-----
Amarantaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Cajaratia
Amarantaceae	<i>Iresine celosia</i>	-----
Convolvulaceae	<i>Quamoclit pinnata</i>	Bejuco estrella
Convolvulaceae	<i>Ipomea purpurea</i>	-----
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Capulín
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Amate
Compositae	<i>Conyza lyrata</i>	-----
Cucurbitaceae	<i>Luffa operculata</i>	Estropajo
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Malva de castilla
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Chemis
Phytolaccaceae	<i>Stegnosperma halimifolium</i>	Ojo de zanate
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
ESPECIES INTRODUCIDAS		
Gramineae	<i>Sahcharum officinarum</i>	Caña de azúcar
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón
Palmae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i>	Piña
Leguminosae	<i>Senna alata</i>	-----
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Jitomate
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya

Cuadro 6.4 Fauna presente en la Isla Isabel, según Canela 1991, Gaviño 1978 y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

AVES		
ESPECIES MIGRATORIAS		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Laridae	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota
Laridae	<i>Sterna fuscata</i>	Pericote
Laridae	<i>Anous stolidus</i>	Golondrina café
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis californicus</i>	Pelicano café
Phaethontidae	<i>Phaethon aethereus mesonauta</i>	Rabijunco
ESPECIES RESIDENTES		
Fragatidae	<i>Fragata magnificens</i>	Tijereta
Sulidae	<i>Sula neboxii</i>	Bobo de patas azules
Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo de patas amarillas
Sulidae	<i>Sula sula</i>	Bobo de patas rojas
REPTILES		
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana café
Iguanidae	<i>Sceloporus clarni boulengeri</i>	Lagartija Escamosa
Tejidae	<i>Cnemidophorus costatus huico</i>	Lagartija rayada
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falso coralillo

En relación a los mamíferos presentes en la Isla únicamente se cuenta con rata doméstica *Rattus sp.* las cuales fueron introducidas por el hombre.

6.3.1.2.- BIOTA MARINA

Según Ríos et al (2003) los principales grupos de organismos presentes en la zona marina de la Isla Isabel son las siguientes: fitoplancton, zooplancton, ictioplancton, macroinvertebrados del intermareal y submareal, peces y macroalgas. Así como algunas tortugas marinas, principalmente de las especies (*Lepidochelys olivacea*) golfina, (*Chelonia agassizii*) prieta y (*Eretmochelys imbricata bissa*) Carey. Algunas especies de tiburones y rayas en aguas cercanas a la Isla. También se pueden observar ejemplares de (*Rhincodon typus*) tiburón ballena. Y durante la temporada de invierno “Isla Isabel se encuentra en la ruta de la ballena jorobada (*Megaptera novoangelensis*), que se puede observar en su trayecto hacia al sur (Bahía de Banderas). También se tienen

avistamientos del lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y numerosos delfines y la orca (*Orcinus orca*), entre las especies mayores”.

López (2003) especifica que “la comunidad de coral de Isla Isabel está compuesta por siete especies de corales. Tres especies con crecimiento ramificado del género *Pocillopora* spp. (*Pocillopora verrucosa*, *P. meandrina*, *P. capitata*) y tres especie con crecimiento masivo de tres géneros: *Porites lobata*, *P. panamensis*, *Pavona gigantea* y *Psammocora stellata* especie incrustante”. La especie *Pocilloporus eudoxy* fue incluida en este trabajo. En el cuadro 6.5 se encuentran dichas especies. Su distribución se puede observar en el plano de localización de corales en el apéndice 2, plano 2.2.

Cuadro 6.5 Especies coralinas.

CORALES PETREOS		
Corales ramificados		<i>Pocilloporus verrucosa</i>
		<i>Pocilloporus meandrina</i>
		<i>Pocilloporus capitata</i>
		<i>Pocilloporus eudoxy</i>
Corales masivos		<i>Porites lobata</i>
		<i>Porites panamensis</i>
		<i>Pavona gigantea</i>
		<i>Psammocora stellata</i>

Según el Centro para la Conservación Marina, Washington, D. C.(1999) los corales formadores de arrecifes viven en aguas claras y tibias; esta temperatura no debe bajar de 20° C. y generalmente no más profunda de 100 metros (325 pies). Estas condiciones se cumplen en aguas tropicales cercanas al ecuador, en los lados orientales de los continentes y alrededor de Islas oceánicas.

Cuando un arrecife se forma cercano a la orilla se denomina arrecife bordeante. A medida que el arrecife madura, los corales más viejos, cerca de la orilla se van muriendo y el arrecife se convierte en un arrecife de barrera costero con una laguna entre éste y la orilla. Cuando los corales crecen alrededor de una Isla volcánica se forman atolones a medida que la Isla se va hundiendo, dejando solamente un anillo de corales visible cerca de la superficie del agua. Cambios en el nivel del mar también pueden exponer

porciones de un arrecife bordeante o de barrera, formando pequeñas islas coralinas (Figura 6.3).

Los corales contienen plantas microscópicas llamadas zooxantelas. Estas plantas unicelulares utilizan la luz solar y el bióxido de carbono para llevar a cabo la fotosíntesis. Sin ellas, los corales no pueden sobrevivir o remover las grandes cantidades

de caliza que contienen sus esqueletos. Cuando los corales están estresados, las zooxantelas salen y los corales se vuelven blancos o más claros; si las zooxantelas no regresan a los tejidos coralinos, estos mueren.

Según Hoegh-Guldberg (1999) en su artículo "Climate change, coral bleaching and the future of the World's coral reefs", el incremento de la temperatura de los océanos están causando un aumento en la intensidad, frecuencia y extensión del fenómeno del blanqueo del coral. Los seis episodios principales de blanqueo de coral en los últimos 20 años han sido producidos durante períodos en los que la temperatura del agua había aumentado. Los corales son extremadamente sensibles y sólo pueden vivir en aguas a una temperatura que varía entre los 18 y 30° C. La mayoría de estos episodios se presenta cuando hay un incremento de tan sólo 1° C por encima de la máxima temperatura del agua en verano. La temperatura de los mares tropicales ha aumentado en 1° C a lo largo de los últimos 100 años, y está aumentando actualmente a razón de 1-2 grados por siglo.

Tanto los corales duros como los corales blandos son vulnerables a olas excepcionalmente fuertes y a cambios dramáticos en la temperatura y salinidad del agua.

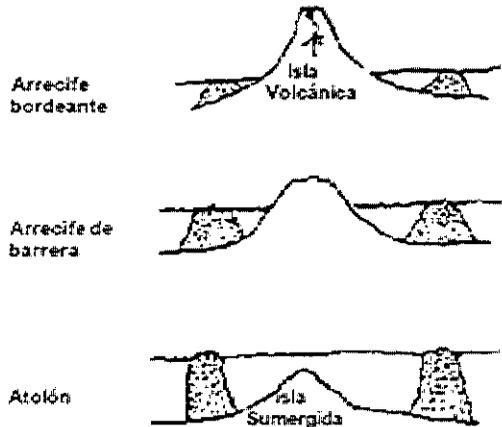


Figura 6.3 Tipos de formación de arrecifes. Centro para la Conservación Marina, Washington, D. C. (1999)

La depredación por peces, caracoles, gusanos, cangrejos, camarones, estrellas de mar y el sobre crecimiento de algas carnosas, así como la contaminación, deforestación, pesca y recolección también puede matar a los corales

Es importante resaltar que tanto los peces como los cangrejos, gusanos y otras criaturas del arrecife dependen de la salud y crecimiento del arrecife de coral para su existencia.

6.3.1.3.- LA ISLA ISABEL COMO ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico es importante mencionar que el PNII apareció hace poco tiempo (pleistoceno–holoceno) y durante su proceso de formación se desarrollaron varios eventos volcánicos con explosiones paroxismales que destruyeron parte de los edificios volcánicos que se crearon con antelación, por lo que la posibilidad de que exista otro evento de esta clase, no se puede descartar porque el estudio geológico de la Isla no es tan completo como para tener la historia completa de la misma, Maciel-Flores (2003). Para hacer este análisis es necesario identificar los mecanismos o parámetros previos al desarrollo de un evento que puede ser potencialmente peligroso en la zona de estudio. Una de las amenazas para la permanencia del PNII como elemento geomorfológico son los eventos de origen volcánico, la característica principal de la región es ser una de las manifestaciones volcánicas de la región que está por arriba del nivel del mar, otras son las Islas Marías. La batimetría registrada en la región, reflejada en la imagen de satélite de CONABIO, muestra que existen diversos aparatos volcánicos submarinos, de los cuales se tiene poca información y solo se puede apreciar que están alineados a algunas estructuras regionales con reflejo en el continente, sobre todo en la provincia fisiográfica denominada Faja Volcánica Mexicana.

En esta Isla se tienen cráteres bien conformados y algunos parcialmente destruidos. Existen pocos derrames de lava, por lo que la morfología sensiblemente plana asociada a esta génesis solo se aprecia en la parte central norte y en la porción sur cerca de la playa de los pescadores, la presencia de tefras en la mayor parte de la Isla indica que un alto porcentaje de los eventos volcánicos fueron de carácter explosivo.

Otras amenazas existentes es la tectónica, la cual se puede considerar como reciente y activa. La erosión sobre todo marina que es bastante activa en la Isla, la erosión eólica, sobre todo cuando pasa o se estaciona sobre de esta algún fenómeno hidrometeorológico (ciclón, granizada, tornado) y finalmente puede ser también el deposito de sedimentos sobre las playas o el colapsamiento de algunos acantilados o peñascos durante un evento sísmico.

7. RESULTADOS

Desde el punto de vista geológico al PNII se le asigna una edad menor a un millón de años (pleistoceno–holoceno). Sobre la base que las estructuras primarias que se aprecian en los derrames y tetras emitidos, no están erosionados, aún cuando la exposición a la erosión marina es alta. Durante su formación se desarrollaron varios eventos volcánicos con explosiones paroxismales que destruyeron parte de los edificios volcánicos. No existió un solo centro emisor, fueron al menos ocho los que se manifiestan en la superficie.

El material presente es ígneo extrusivo básico (basalto andesítico), productos piroclásticos en mayor cantidad y en menor proporción derrames de lava. Se observan cráteres disectados mas no diques. Los conos tienen drenaje poco marcado, con estructuras primarias (rizaduras) y pobre intemperismo por lo tanto escasa formación de suelo. Una observación importante es que se encontraron fumarolas en la Playa del Ocaso y dentro del mar al oriente de Las Monas. En el primer punto el olor a azufre es evidente, así como el depósito del mismo en las rocas; en el segunda solo se percibe un constante burbujeo en la superficie del mar. No existe termalidad.

Existen diversas estructuras (fallas normales y fracturas), consideradas recientes y activas, no se tiene evidencias de plegamientos. Por lo tanto se puede considerar que la zona es volcánica y tectónicamente activa.

A continuación en el cuadro 7.1 se presentan las coordenadas UTM y las alturas en msnm, de las cinco localidades con las que se ubico con presión el PNII,:

Cuadro 7.1 Coordenadas de localización de la Isla Isabel.

PUNTO	X	Y	ALTURA
BASE	408533.0170	2415726.5692	4.8762
ISLA 01	408371.7294	2415804.6787	4.3112
ISLA 02	408364.6225	2415535.1360	53.4677
ISLA 03	409004.1498	2416167.6278	4.6243
ISLA 04	408913.8059	2416508.1122	5.1303
ISLA 05	408413.1181	2416877.3552	4.2229

Para el plano batimétrico (Apéndice 2, plano 2.3) se tomaron los datos obtenidos del profundímetro, las coordenadas del GPS navegador y los datos del perímetro de la Isla, en total 804 puntos con los cuales se construyó el plano. En este punto es interesante mencionar que, en gabinete se comparó dicho plano con la carta de la Secretaría de Marina, escala 1:750,000 costa Oeste, Cabo San Lucas a Manzanillo e Islas Revillagigedo y se observó que las cotas extremas reflejadas en el plano batimétrico del PNIH coinciden con las observadas en la Carta Naval de la Secretaría de Marina (1978).

Una parte de los datos de planimetría se obtuvo de la georreferenciación de puntos, como la ubicación de la cancha deportiva, la casa, el faro, el ojo de agua (Fotografías 7.1), el charco y las fumarolas. Los demás datos toponímicos fueron tomados de



Fotografías 7.1 Izquierda, detalle del ojo de agua; derecha, georreferenciación del mismo
(A. Nuño 2003)

SEDESOL, del Reglamento Interno del Parque Nacional Isla Isabel; Nay. México. y de Sánchez (1980).

Durante la identificación de las amenazas se observó que éstas deberían ser evaluadas de manera independiente, en base a la vulnerabilidad de cada elemento por lo que se catalogaron en tres áreas:

- a) Biota Terrestre.
- b) Biota Marina.
- c) Geomorfología.

Facilitando así su estudio y puntualizar cuantitativamente el valor de las amenazas para cada uno de estos elementos. De este análisis se concluye que las amenazas afectan de diferente forma según sea el elemento de estudio.

En el cuadro 7.2 se hace un resumen de las amenazas, posteriormente en el cuadro 7.3 se encuentran los resultados de los valores de las amenazas y en ambos, las implicaciones que tendrían sobre los diversos elementos de estudio;

Cuadro 7.2 Resumen de las amenazas e implicaciones de las mismas sobre los diversos elementos de estudio.

CLASIFIC. GENERAL	CLASIFIC. PARTICULAR	ELEMENTO BIÓTICO TERRESTRE	ELEMENTO BIÓTICO MARINO	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	
NATURALES	Geológicas	Vulcanismo	Al presentarse un evento de esta naturaleza la flora y la fauna presente, muere.	Muerte de las poblaciones coralinas por cambio de temperatura, sedimentos, gases o derrames de lava.	Si hay evidencias de ser un centro volcánico activo que puede modificar la geomorfología.
		Sismicidad y tsunamis	Existen datos al respecto, así que puede haber lesionados o muertos, tanto de la población flotante como de fauna, por deslizamientos o acarreo de material producto de los eventos.	Disminución o muerte de las poblaciones de coral por acarreo de sedimentos y fuerte oleaje.	Hay registro de actividad reciente y estos pueden modificar la costa y cantiles.
		Movimientos de masa	Lesionados o muertos, principalmente de fauna, por fracturamiento o deslizamiento de material.	Afectación puntual de las comunidades, dependiendo de la localización y magnitud del evento; sin embargo la posibilidad de afectación en los alrededores puede ser importante por la turbidez en el agua.	Existen fallas que se consideran activas, hay erosión marina, pero también por explosiones volcánicas y erosión eólica.
		Concentración de sales y gases	Puede haber intoxicados con agua o gases, ya que estos se encuentran presentes en algunos puntos del PNII.	Se encuentran presentes en algunos puntos del PNII, de aumentar la cantidad de los mismos afectaría directamente a la salud de los corales ya que estos son altamente sensibles a la turbidez del agua.	Existen fumarolas en el PNII e interacción con el agua y aire, puede existir una explosión freática.
	Hidrometeorológicas	Precipitaciones extraordinarias	Regularmente presentes y pueden generar disminución o muerte de crías y algunos adultos.	Regularmente presentes, lo cual impacta negativamente a los arrecifes de coral con fuertes oleajes e incremento en los sedimentos presentes.	Históricamente están presentes y pueden generar una erosión del suelo y rocas aflorantes.
		Vientos fuertes	Registro de estos eventos por lo que en el caso de la población flotante y la fauna, lesionados muertos o desaparecidos; en cuanto a la vegetación puede haber corte, acostamiento o desarraizado.	Regularmente presentes, lo cual impacta negativamente a los arrecifes de coral con fuertes oleajes e incremento en los sedimentos presentes.	Registros de estos eventos.
		Ciclones, granizadas, tormentas	Se presentan anualmente y repercuten a la reproducción y crianza de la fauna. Hay pescadores desaparecidos o lesionados.	Regularmente presentes, lo cual impacta negativamente a los arrecifes de coral con fuertes oleajes e incremento en los sedimentos presentes.	Anuales.
		Temperaturas extremas	Se encuentran presentes cíclicamente y provocan deshidratación en organismos o muerte.	Regularmente presentes, afectando de manera importante a los corales ya que estos son muy sensibles a estos cambios.	Se presenta en forma cíclica.
		Sequías	Se encuentran presentes cíclicamente y provocan deshidratación en organismos o muerte.	No se considera una afectación directa localmente.	Cíclicas.

ANTROPOGÉNICAS	Socio-organizativos	Extracción o destrucción de especies endémicas	Debido a que la ubicación de la letrina para orinar colinda con uno de los aljibes, puede haber infiltración y por consiguiente contaminación del agua para uso doméstico de los habitantes.	Por anclaje, visita excesiva de buzos y nadadores, los cuales se pueden parar sobre los corales rompiéndolos, o coleccionando indiscriminadamente y agitando los sedimentos con las aletas.	Incremento en la erosión en los senderos y posibles deslizamientos.
		Incendios	Desaparecen árboles, mueren crías de aves y se queman huevos.		Incremento de materia orgánica en el suelo.
	Sanitario ecológico	Plagas	Se supera la capacidad de carga de la Isla y por lo tanto los recursos son insuficientes; además de generar estrés a la fauna y deterioro en la vegetación de los alrededores del campamento y los senderos.	Sobre población de algunas especies que puede matar o desequilibrar a las comunidades coralinas.	
			Históricamente se han presentado (gatos), actualmente ratas y cucarachas; pueden repercutir en cuanto a disminución o extinción de algunas especies.		
Físico-químicos		Derrames accidentales o provocados	Perdida del alimento de las aves, contaminación del plumaje de las aves, generando aves lesionadas o muertas.	Por contaminación por derrames accidentales, anclaje o depósitos de basura en el perímetro de la Isla	

Cuadro 7.3 Valor obtenidos de las amenazas a la Isla, según el elemento de estudio

CONCEPTO	BIÓTICO	BIÓTICO	GEOMORFOLOGÍA
	TERRESTRE	MARINO	
Vulcanismo	3.2	3.2	3.2
Sismicidad y Tsunamis	2.6	2.6	2.6
Movimiento de masas	2	2	2
Concentración de sales y gases	2.2	2.2	
Precipitación extraordinaria	2.6	2.6	2.6
Vientos fuertes	2.6	2.6	2.6
Ciclones, granizadas, tormentas	3.2	3.2	3.2
Temperaturas extremas	3	3	
Sequías	3.2		
Extracción o destrucción de especies	2	2	
Incendios	3.8		
Plagas	1.8	1.8	
Derrames accidentales o provocados	3.8	3.8	
TOTAL	36	29	16.2

En el cuadro 7.4 se observan las conclusiones sintetizadas.

Cuadro 7.4. Resumen de los valor de las amenazas según el elemento de estudio.

ELEMENTO DE ESTUDIO	VALOR DE LAS AMENAZAS
BIÓTICO TERRESTRE	36
BIÓTICO MARINO	29
GEOMORFOLOGÍA	16.2

De lo que se concluye que la parte biótica de la Isla es más susceptible que los elementos abióticos de la misma y los bióticos terrestres más que los marinos. De las amenazas estudiadas, los derrames de sustancias peligrosas y los incendios son los eventos que mayor afectación pueden provocar al Parque Nacional Isla Isabel; En segundo termino el vulcanismo puede generar también un daño mayor, en tercer termino tanto las sequías como los fenómenos hidrometeorológicos representados por ciclones, tornados, granizadas entre otros, pueden ocasionar daños importantes a los elementos bióticos y abióticos del lugar, cuadro 7.5.

Cuadro 7.5 Valores de las amenazas para la Isla Isabel

AMENAZA	A	B	C	D	E	MEDIA
VULCANISMO	5	4	2	4	1	3.2
SISMICIDAD Y TSUNAMIS	4	2	1	3	3	2.6
MOVIMIENTO DE MASAS	1	1	1	2	5	2
CONCENTRACIÓN DE SALES Y GASES	1	1	1	3	5	2.2
PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA	2	2	1	3	5	2.6
VIENTOS FUERTES	2	3	1	2	5	2.6
CICLONES, GRANIZADAS, TORMENTAS ELECTRICAS, TORNADOS, ENTRE OTROS.	3	3	1	4	5	3.2
TEMPERATURAS EXTREMAS	2	3	1	4	5	3
SEQUIAS	3	3	1	4	5	3.2
EXTRACCIÓN O DESTRUCCIÓN DE ESPECIES	2	1	1	1	5	2
INCENDIOS	5	4	2	4	4	3.8
PLAGAS	2	1	1	2	3	1.8
DERRAMES ACCIDENTALES O PROVOCADOS	5	4	3	4	3	3.8

8. CONCLUSIONES

La Isla en opinión de algunos autores, es solo parte de la migración de un macizo continental, sin embargo la evidencia de cráteres volcánicos en la Isla, así como las estructuras recientes encontradas en algunos derrames (lavas cordadas) y la casi nula presencia de arroyos y ríos, como elementos erosivos que indiquen que la localidad ha estado sometido a un proceso erosivo por un largo tiempo geológico, evidencian que esta Isla es el resultado de una serie de eventos volcánicos recientes asociados a estructuras geológicas regionales que sirvieron como conducto para que el magma ascendiera hacia la superficie. La presencia de fumarolas y sulfatadas tanto en la Isla como dentro del mar, evidencian la actividad remanente de estos eventos volcánicos. Por tanto es factible concluir que el PNII es un centro volcánico y tectónico activo, formado en el lugar y no un macizo continental a la deriva.

A comparación de otros autores, se realizaron en las tres campañas de campo mediciones con un sistema de posicionamiento global de precisión y los resultados nos dan una constancia en cuanto a ubicación de la Isla, lo que nos obliga a pensar que los otros autores no dispusieron de un sistema de precisión como el que usamos para localizar en un contexto general a este PNII. No se puede pensar que la Isla haya cambiado de posición asociado al fenómeno de deriva continental ya que se conoce que a nivel mundial el mayor desplazamiento de una placa con relación de otra, g no supera los 8 centímetros por año y la diferencia encontrada es del orden de dos minutos.

Se edita por primera vez un plano batimétrico y topográfico de la zona, hasta la fecha solo existía un bosquejo de la Isla con la toponimia. Ambos son factibles de ser perfeccionados si existiera otra campaña de campo en tiempo de estiaje para evitar problemas con la vegetación.

Las amenazas naturales y antropogénicas se identifican por primera vez. El siguiente paso es crear un plan de emergencia ante estas posibles eventualidades y delimitar un área para restringir la circulación de barcos cargueros y de pesca que transporten sustancias peligrosas (como hidrocarburos), así como practicas de pesca o anclaje que dañen las especies marinas.

La ampliación de la zona de protección del Parque Nacional Isla Isabel hacia la zona marina, implicara mantener una adecuada salud ambiental en la parte biótica marina, a la que no se le ha dado una protección directa o indirecta, por lo que las actividades que se realizan en sus inmediaciones no se pueden regular porque no existía el soporte técnico que fundamentara legalmente su ampliación.

RECOMENDACIONES

Los datos obtenidos sobre geología indican que esta es una región con diferentes tipos de amenazas, tanto naturales como antrópicas, algunas de ellas son el aspecto volcánico y el tectónico activo, por lo que requiere un monitoreo volcánico y sísmico, además de un plan de emergencia ante las amenazas detectadas.

Por lo antes expuesto se recomienda:

- a. Colocar mojoneas de precisión, para monitorear en forma regular la Isla ya que la deformación de un edificio volcánico es uno de los fenómenos premonitorios de un evento volcánico.
- b. Muestrear las fumarolas existentes y continuar con su monitoreo, por el mismo fundamento expresado en el párrafo anterior.
- c. Instalar una red sismográfica en la región por al menos un año (incluir a las Islas Marías).
- d. Medir la erosión marina.
- e. Generar un plan de emergencia.
- f. Considerar la posibilidad de colocar rompeolas para minimizar la erosión marina.
- g. No permitir tirar anclas en la única playa donde desembarcan los pescadores, es viable instalar un sitio común de amarre (muerto) para todos los pescadores, con esta medida se pretende evitar daños a los corales de esta zona.
- h. No permitir que lanchas de lugares distantes anclen cerca de la Isla, por la razón de que estas pueden transportar en sus cascos organismos dañinos para los presentes en las inmediaciones del PNII.

LITERATURA CITADA

- Bailey, H. H., 1906.** Ornithological notes from Western Mexico and the Tres Mariás and Isabella Islands. *Auk*, 23: 369-391.
- Cabral-Cano E. et al., 1989.** Reconocimiento geológico y Paleomagnetico de la Isla Isabel, Nay. México. *Revista Geofísica* N° 31. Pp. 160-183. México.
- Canela, R. J., 1991.** Bases para el Manejo de la Isla Isabel, Nayarit. México como un Área Natural Protegida. Tesis para obtener el título de Biólogo. UNAM. México.
- Centro para la Conservación Marina, Washington, D. C. 1999.** 1.- Arrecifes de Coral - Hoja de datos. Centro para la Conservación Marina, Washington, D. C.
- Cervantes, A. M., 1986.** Aspectos ecológicos para el planteamiento de un programa integral de desarrollo para la reserva ecológica Isla Isabel, Nay. Tesis para obtener el título de Biólogo. UNAM. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2003.** México: Imagen desde el espacio. Conabio, México. Mosaico 2002 de imágenes Modis sin nubes del satélite Terra, bandas 1, 4, 3 (RGB), resolución espacial 250 metros, sobre un modelo digital de terreno.
- Farreras, S., 1997.** Tsunamis en México, en M. F. Lanvin, editor. Contribución a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana. P. 75-98. México.
- Fernández, M. y Ruiz, A., 1976.** Algunos aspectos ecológicos de la Isla Isabel, Nayarit. Reporte de Biología de campo. Enero-Junio de 1976. Facultad de Ciencias UNAM. Mimeografiado.
- García C. A., 1899.** Diccionario Geográfico Histórico y Biogeográfico de los Estados Unidos Mexicanos.
- Gaviño, de la T. G. y Uribe, P. Z., 1978.** Algunas observaciones ecológicas en la Isla Isabel, Nayarit, con sugerencias para el establecimiento de un parque nacional. Instituto de Biología, UNAM. (mimeografiado)
- Leica, 1999.** Introduccción al Sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global). GPS System 500. Versión 1.0 Español. Leica Geosystems AG. Suiza.
- Leica, 2002.** Manual / Programa SKI-Pro. GPS Basics. Versión 2.5 Español. Leica Geosystems AG. Suiza.
- López, P. J., 1980.** Decreto por el que se declara Parque Nacional a la Isla Isabel, ubicada frente a las costas del estado de Nayarit, declarándose de interés público la conservación y aprovechamiento de sus valores naturales, para fines recreativos, culturales y de investigación científica. Página 6. Diario Oficial de la Federación. México.

- López, U. E., 2003.** Informe técnico del grupo sublitoral Isla Isabel, en Ríos, *et. al.*, 2003. Estudio previo justificativo para la declaratoria bajo régimen de protección de la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel. C.U.C.B.A. U. de G. Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF)- Programa México y la Universidad de Guadalajara. México. (No publicado).
- Macias, M. J. M., 1979.** La Isla Isabela, Nayarit: Estudio geográfico de un espacio insular. Tesis para obtener el título Licenciado en Geografía. UNAM. México.
- Maciel-Flores, R., et. al., 2001.** Los peligros geológicos y la sociedad. De VinCi. Año 3. Núm. 7. Universidad de Guadalajara. México.
- Maciel-Flores, R., 2003.** Reporte geológico de la Isla Isabel, en Ríos, *et. al.*, 2003. Estudio previo justificativo para la declaratoria bajo régimen de protección de la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel. C.U.C.B.A. U. de G. Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF) - Programa México y la Universidad de Guadalajara. México. (No publicado).
- Mertens, V. J., 1934.** Die Insel Reptilien, ihre Avsbreitung Variation und Artbildung. Zoologica (Stuttgart) 84(6):1-209.
- Martínez, Z. A., 2003, en Ríos, et. al., 2003.** Estudio previo justificativo para la declaratoria bajo régimen de protección de la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel. C.U.C.B.A. U. de G. Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF) - Programa México y la Universidad de Guadalajara. México. (No publicado).
- Muñoz, M. L., 1919.** Algunos datos sobre las Islas mexicanas. Anales del Instituto de Geografía. 1 (7): 1-56.
- Ortega y González., 1980.** Nódulos de Peridotita en la Isla Isabel, Nayarit. Anales del Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Ríos, J. E., et. al., 2003.** Estudio previo justificativo para la declaratoria bajo régimen de protección de la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel. C.U.C.B.A. U. de G. Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF) - Programa México y la Universidad de Guadalajara. México. (No publicado).
- Ruiz, L. A. J., 1977.** Algunos Aspectos ecológicos de la Isla Isabel, Nay. Tesis de Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Sánchez, T., 1980.** Cartografía de la Isla Isabel. Tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía. UNAM. México.
- Secretaría de Marina. Dirección General de Oceanografía Naval** 1978. S. M. 400. Costa oeste. Cabo San Lucas a Manzanillo e Islas Revillagigedo. Escala 1:750,000. Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Marina. México.
- SEDESOL.** Parque Nacional "Isla Isabel" (Documento interno).

SEMARNAT, 2003. Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Purrua. México.

Vargas, M. F., 1997. Parques Nacionales de México. Volumen 1: Zona Occidente, Nayarit y Jalisco. INE. SEMARNAT. México.

LITERATURA CONSULTADA

- Banco Mundial, 1992.** Informe sobre el Desarrollo Mundial, 1992, Desarrollo y Medio Ambiente, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.
- Bifani P., 1997.** Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad de Guadalajara. México.
- Bocco, G., 1997.** Manifestación de Impacto Ambiental. Parque Nacional Isla Isabel. Nayarit, México. Instituto de Ecología, Unidad Morelia, UNAM. (Documento interno en el Parque Nacional Isla Isabel).
- Case, 1975 en Vargas, 1997.** Parques Nacionales de México. Volumen 1: Zona Occidente, Nayarit y Jalisco. INE. SEMARNAT. México.
- Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, 1991.** Nuestra Propia Agenda Sobre Desarrollo y Medio Ambiente. Banco Interamericano de Desarrollo. Fondo de Cultura Económica. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Curiel, B. A., 1997.** Areas naturales prioritarias para la conservación en la región II. Universidad de Guadalajara-SEMARNAP. México. Pp. 147, 177, 183 y 184
- Dewey, J. I. 1980.** Tectónica de Placas. Información científica y tecnológica. Vol. 11. num. 33: CONACYT. México.
- Curry, 1961 en Vargas, 1997.** Parques Nacionales de México. Volumen 1: Zona Occidente, Nayarit y Jalisco. INE. SEMARNAT. México.
- Gómez-Graciano, F. S. 1999.** La técnica de análisis de amenazas: herramienta para la evaluación ambiental del estero El Salado, Bahía de Banderas, México. Tesis de licenciatura en Biología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México.
- Hanna, G. D. 1926.** Geology of west Mexican Islands. Pan American Geology 48:1-24
- Hoegh-Guldberg, O. 1999.** Climate change, coral bleaching and the future of the World's coral reefs. Greenpeace.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1997.** División Territorial del Estado de Jalisco de 1810 a 1995. México.
- INEGI, 2000.** Síntesis de Información Geográfica del Estado de Nayarit. INEGI. México.
- INEGI, 1995.** Estadísticas del Medio Ambiente México 1994. INEGI. México.

- Nelson, E. W., 1899.** Birds of the Tres Mariás Islands. N. Amer. Fauna 14: 21-62.
- Power, 1972** en Vargas 1997. Parques Nacionales de México. Volumen 1: Zona Occidente, Nayarit y Jalisco. INE. SEMARNAT. México.
- Oceana, 1978.** Plan Maestro para el establecimiento del Parque Nacional Isla Isabel. SEDUE. México. (No publicado).
- Ortiz, S. R., 1993.** Problemática Geoambiental y Desarrollo. V Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Murcia España
- SEMARNAP, INE, Consejo Nacional de Áreas Natural Protegidas (CONANP), 2002.** Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales. Volumen I. SEMARNAT. México.
- Universidad de Guadalajara, 1994.** Atlas de Riesgos de la Zona Metropolitana de Guadalajara, U. de G. Colección del Medio Ambiente. México.
- Universidad de Guadalajara, 1995.** Estudio de Riesgo Naturales en Ciudad Guzmán, Jal. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.
- U. S. Geological Survey National Earthquakes Information Center Earthquakes and Plate Tectonics.
- Varnes D. J., 1984.** Landslide Hazard Zonation: a Review of Principles and Practice (Natural hazards 3). United Nations Educational, UNESCO, Francia.
- World Resources Institute, 1994.** World Resources 1994 - 1995. World Resources Institute The United Nations Environment Programme and The United Nations.

PÁGINAS WEB

<http://www.planeta.com/ecotravel/mexico/parques/navarit.html>

<http://www.ine.gob.mx>

<http://www.cdc.noaa.gov>

<http://www.cdc.noaa.gov/ENSO/Compare/index.html>

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>

<http://www.inegi.gob.mx>

http://www.neic.cr.usgs.gov/neis/current/m_america.html

<http://tlacael.ligeofcu.unam.mx/>

<http://www.ssn.unam.mx/>

<http://www.ssn.unam.mx/SSN/ssn-ultimos.html>

<http://www.angelfire.com/nt/terremotos>

<http://orbita.starmedia.com/~martzolis/PLACAS%20TECTONICAS.htm#A>

<http://tlacael.ligeofcu.unam.mx/~GeoD/estudiantes/caridad/Html/placas.html>

<http://www.udec.cl/geologia/igNeal/tectonica/Islas.htm>

http://www.udec.cl/geologia/igNeal/tectonica/figura_global_de_las_placas_tect.htm

<http://conanp.gob.mx>

<http://www.leica-geosystems.com>

<http://www.gttnetcorp.com>

<http://www.dnr.state.sc.us/marine/pub/seascience/artreef.html>

<http://www.hmcs-yukon.org>

<http://www.swflareefs.org>

<http://nwis.bc.ca/spars/main.html>

<http://www.reefball.org/>

<http://www.wri.org/wri/indictrs/rstatus.htm>

APÉNDICE I

CALCULO DE ONDULACIONES GEODIALES

Los pasos que se siguen en el programa de Leica SKI-Pro para este procedimiento son los siguientes:

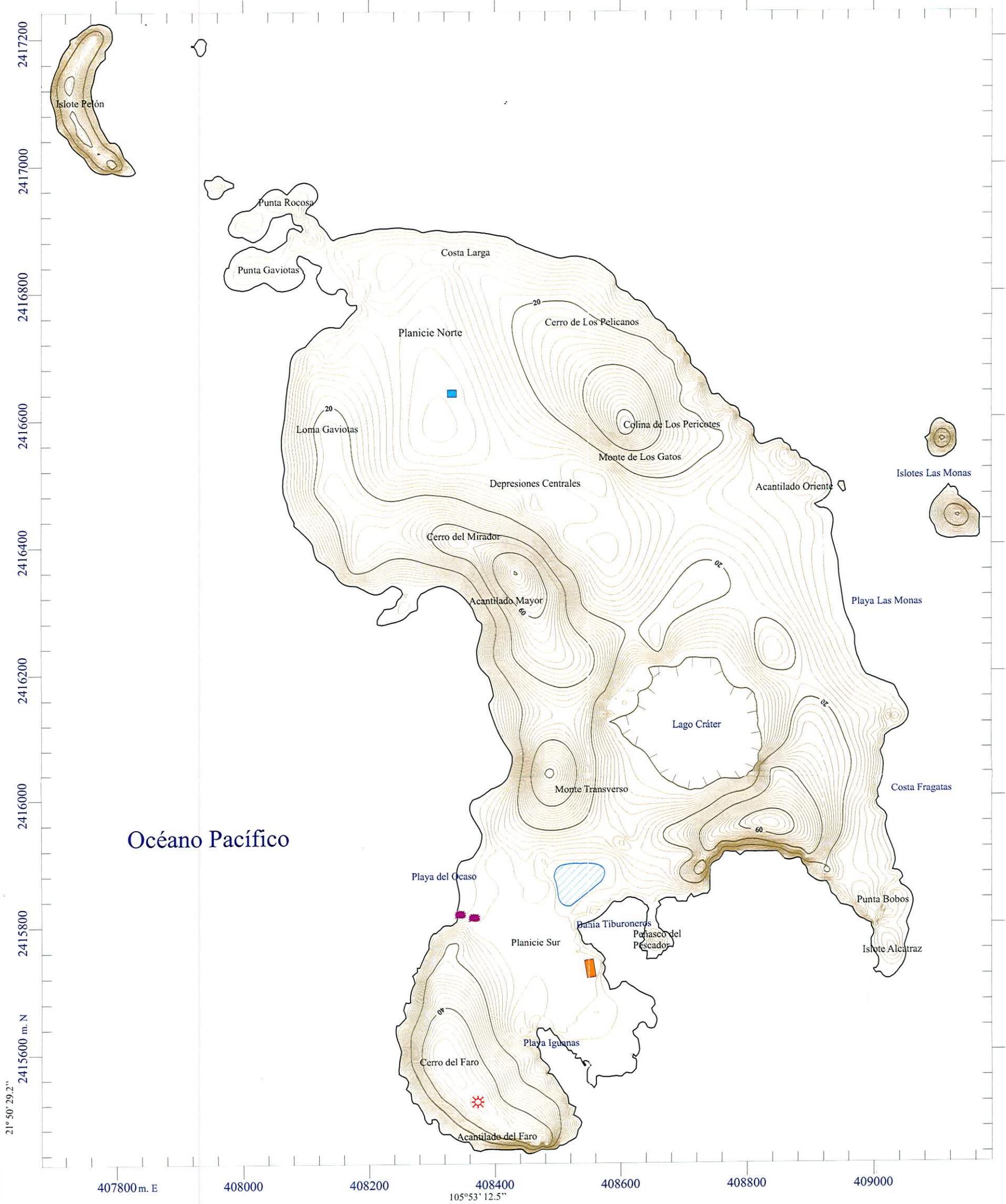
1. Tener definido un Modelo Geoidal en el Sistema de Coordenadas relacionado con su proyecto o juego de Coordenadas.
2. Abra el proyecto para el cual desea calcular las ondulaciones geoidales.
3. Desde el menú Herramientas, seleccione Calcular Ondulaciones Geoidales. Para cada punto se calculará y guardará el valor de Ondulación Geoidal.

La formula utilizada para el cálculo de las Ondulación geoidales es:

$$\text{Altura elipsoidal (h)} = \text{Altura ortométrica (H)} + \text{Ondulación geoidal (N)}$$

APÉNDICE 2

- 2.1 Plano topográfico
- 2.2 Plano de localización de corales
- 2.3 Plano batimétrico
- 2.4 Plano geológico



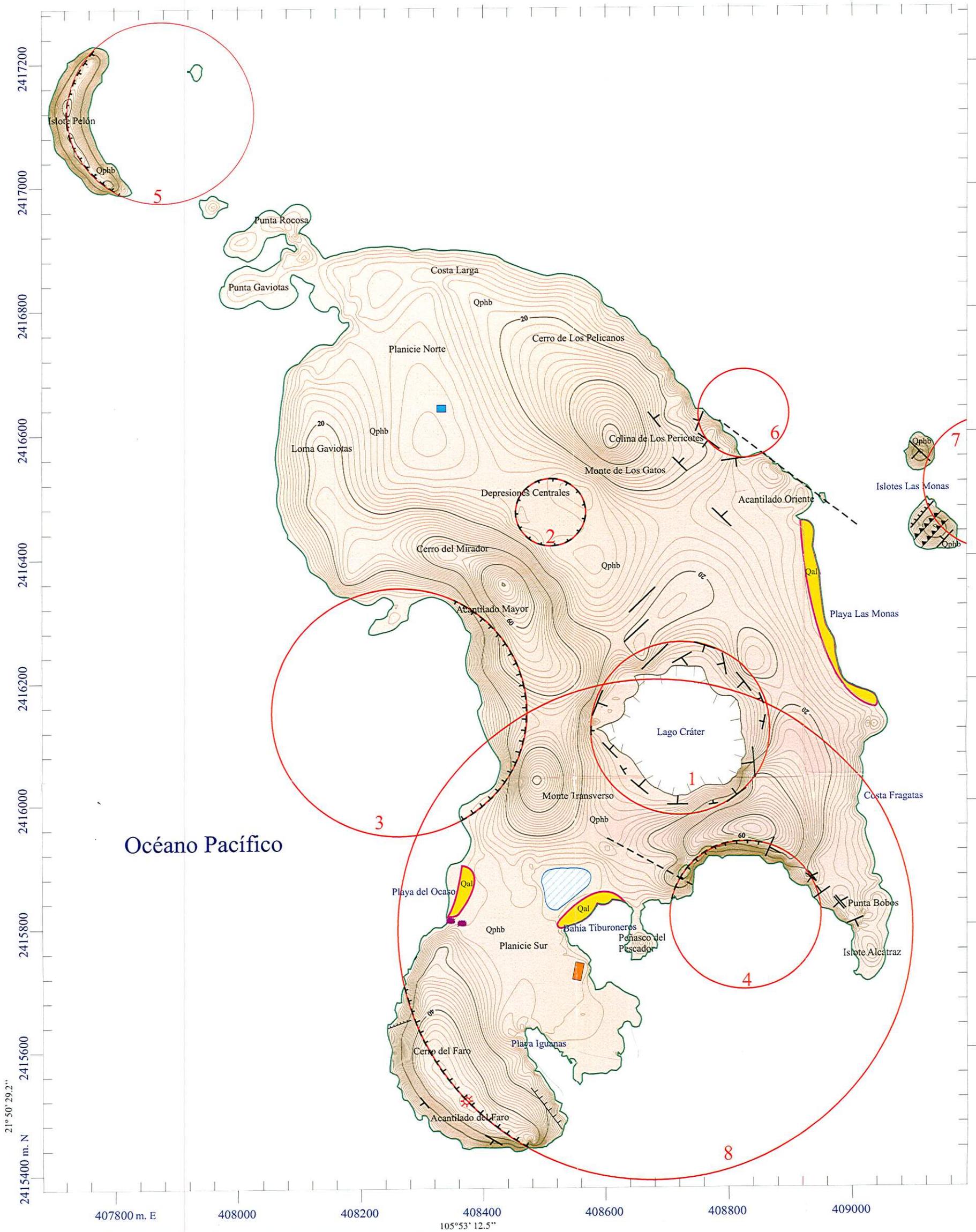
Reporte Geológico Topográfico
Parque Nacional Isla Isabel, Nayarit. México

TOPOGRAFÍA

Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA)
División Ciencias Biológicas y Ambientales
Elaboro: Laura Elizabeth Peña García.

SIMBOLOGÍA

-  Curvas maestras
-  Curvas secundarias
-  Cota cero



Océano Pacífico

Reporte Geológico Topográfico
Parque Nacional Isla Isabel, Nayarit. México

GEOLÓGICO

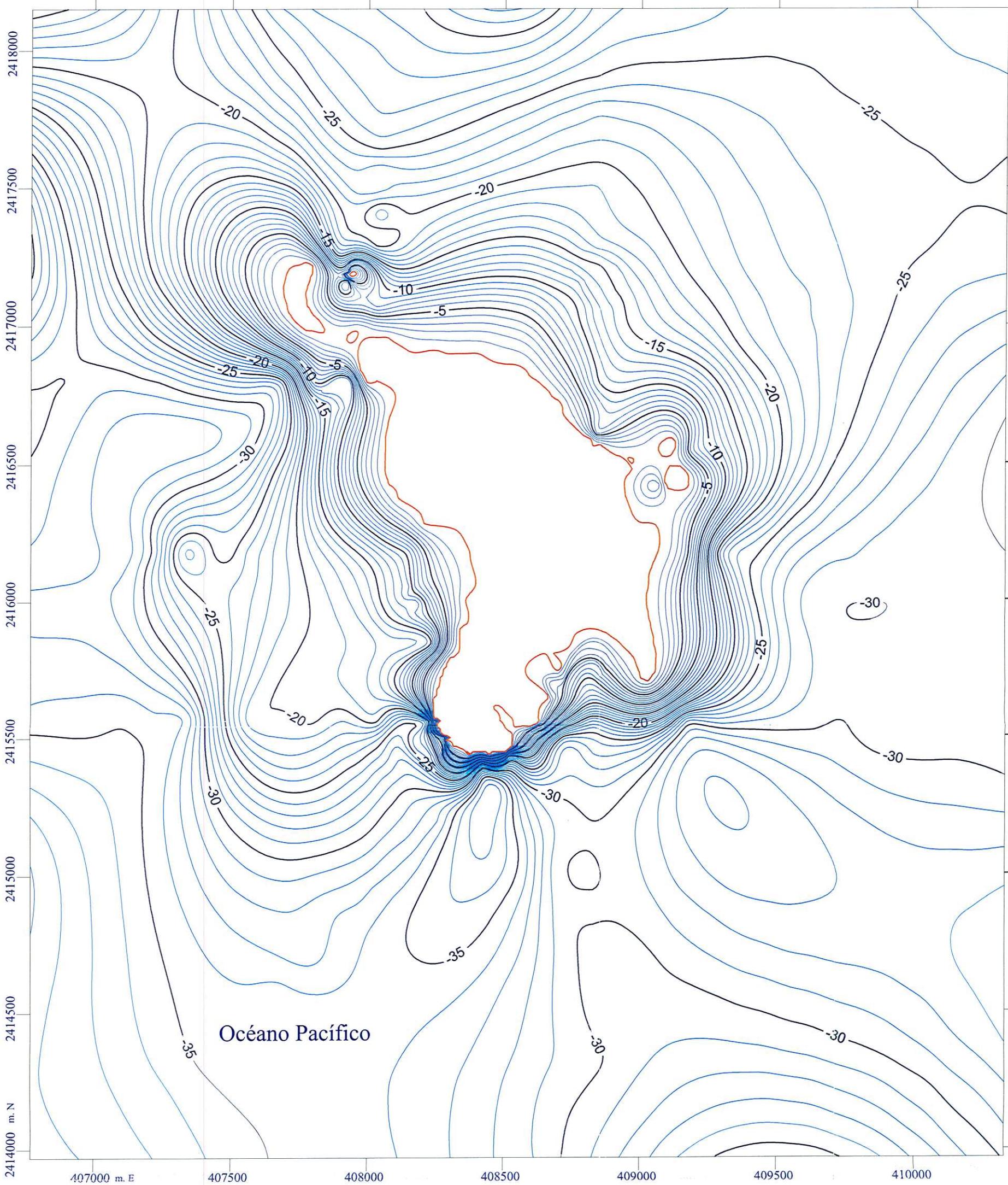
Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA)
División Ciencias Biológicas y Ambientales
Elaboro: Laura Elizabeth Peña García.

SIMBOLOGÍA

- Curvas maestras
- Curvas secundarias
- Cota cero
- Fractura

LEYENDA

- Tefras y lavas básicas
- Aluvión y arenas
- Fractura
- Falla normal

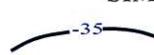


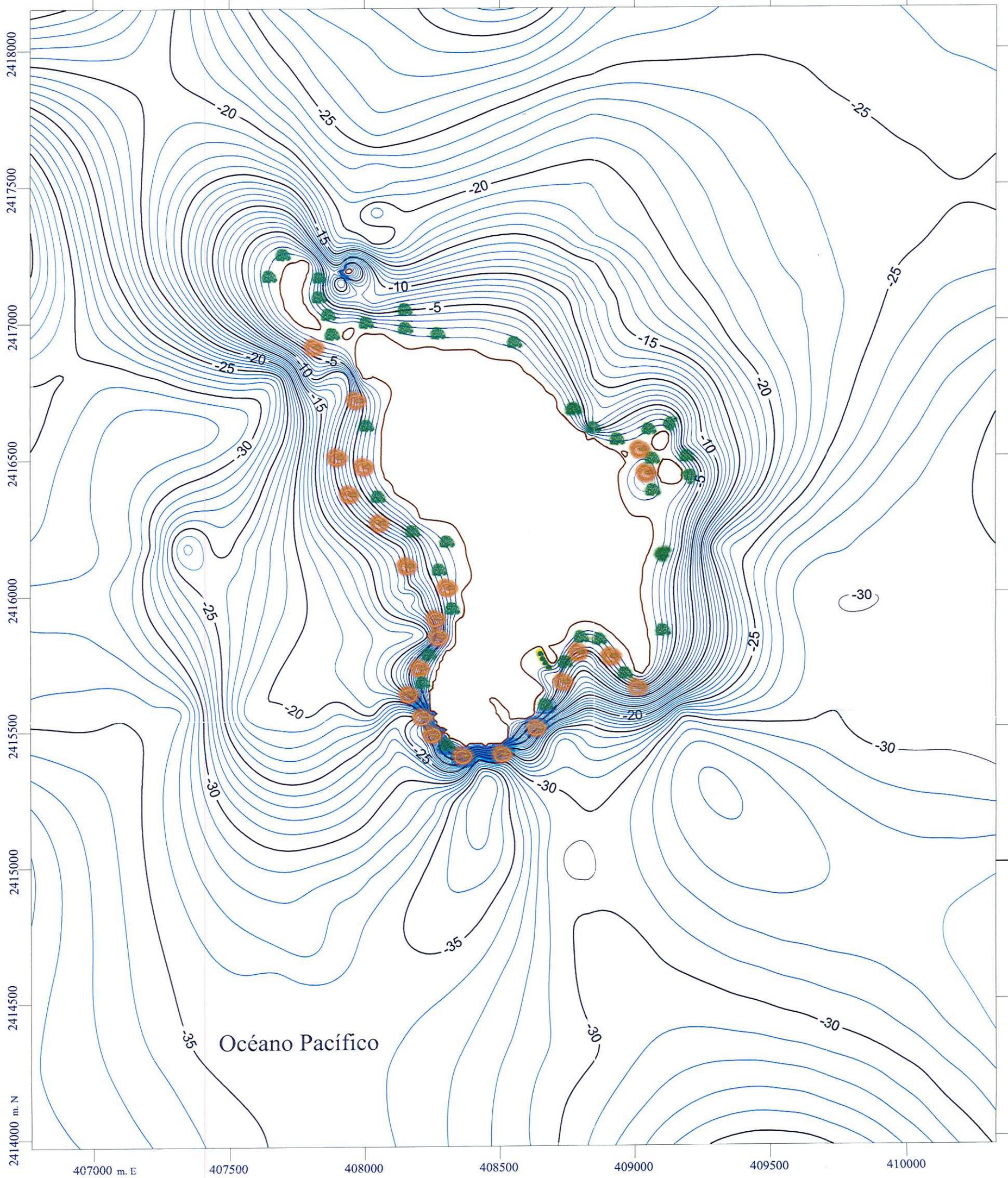
Reporte Geológico Topográfico
Parque Nacional Isla Isabel, Nayarit. México

BATIMETRÍA

Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA)
División de Ciencias Biológicas Ambientales

SIMBOLOGÍA

 Curvas maestras



Reporte Geológico Topográfico
Parque Nacional Isla Isabel, Nayarit. México

LOCALIZACIÓN DE CORALES

Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA)

SIMBOLOGÍA

LEYENDA