

Bájné jezero Titicaca



Otto Horský

Brno, 2010

Napsat tuto knihu by bylo prakticky nemožné bez mé účasti na Expedici Titicaca. 2004.CZ. Je proto mojí milou povinností poděkovat na tomto místě všem účastníkům expedice a zejména profesorovi Ivo Bartečkovi, vedoucímu expedice, za její organizaci a dokonalý průběh celé cesty. Poděkování také patří těm, kteří přispěli buď cennými radami, nebo připomínkami k obsahu knihy, a to docentovi Pavlovi Bláhovi, profesorům Angel García Yagüemu z Madridu a Josému Luisovi Tellería Geigrovi z La Pazu, dále pracovníkům z výzkumné organizace PELT v městě Punu, geografovi Ing. Freddy Coila a řediteli projektů, Ing. Jorge Enrique Alatovi. Další poděkování patří p. Jiřímu C. Chalupovi za technické rady, mému příteli, malíři Karlu Janákovi a konečně, malíři Quispe S. Gervacioví, indiánovi z jezera Titicaca, jehož obrázky jsou ozdobou této knihy. Poslední poděkování, ale o to vřelejší, patří mé manželce Marii za revizi textu knihy.

Bájně jezero Titicaca

Text © Otto Horský, 2010

www.horsky.estranky.cz

Foto © Otto Horský, © Vladimír Šimek, www.google.cz

Malované obrázky © Quispe S. Gervacio, Karel Janák

1. vydání jako e-kniha © ukáš Vik, 2015

ISBN PDF formátu: 978-80-87749-49-4 (PDF)

Konverze do elektronických formátů:

grafik a webdesignér Lukáš Vik

www.lukasvik.cz

PŘEDMLUVA

Odborný zájem českých zemí o Latinskou Ameriku má svou staletou tradici. Na jejím počátku stanuly jezuitské misie 17. a 18. století, na které navázal cestovatelský zájem a hospodářská a kulturní spolupráce devatenáctého a dvacátého století.

Realizovaný projekt expedice Titicaca.2004.CZ, garantovaný českými odborníky z univerzit a odborných pracovišť, byl přednostně směřován k popisu současného stavu jezera Titicaca, a to v jeho přírodovědném i společenskovědném rozměru. Studie byly zaměřeny zejména na historicko-topografický popis jezera a jeho pevninského zázemí, včetně obrazové dokumentace, od geografických a biologických souvislostí po zaznamenání současných informací o stavu dědictví hmotné kultury a společností obývajících břehy a ostrovy jezera. To je, dokumentace krajiny a přítomnosti člověka tak, jak byly nalezeny v roce 2004.

Získané odborné poznatky doplňují tradici české latinoamerikanistiky, která na sebe upozornila v posledním desetiletí mimo jiné úspěšnou dokumentací pramenů Amazonky (B. Janský, 2000), v poslední době pak objevem záhadných skalních rytin nad ruinami Incawasi poblíž města Huayatara (O.Horský, 2004) a zejména pak objevem ruin nejvýše položeného sídelního komplexu na světě, severovýchodně od jezera Titicaca (Barteček, 2005). Kniha „Bájně jezero Titicaca“ je rovněž jedním z výsledků studií realizovaných během expedice Titicaca. Kniha, kromě přírodovědeckých poznatků, podává populární formou vizuální svědectví o krajině a člověku v oblasti jezera, zejména o formě života a zvycích místních indiánských komunit.

PREFACIO

El interés de los países checos por América Latina tiene tradición centenaria. Al principio fueron las misiones jesuíticas durante los siglos XVII y XVIII y después la cooperación económica y cultural en los siglos XIX y XX.

La “Expedición Titicaca. 2004. CZ”, respaldada por expertos de universidades y centros especializados checos, se orientó hacia la descripción de la situación actual del lago Titicaca, en sus aspectos natural y humano. El estudio se centró especialmente en la evolución morfológica del lago y sus alrededores, incluyendo amplia documentación del contexto geográfico y biológico, que abarca hasta el estado actual del patrimonio material y cultural de la población, que habita en las orillas e islas del lago y documenta el paisaje y la presencia humana encontrada en 2004.

El estudio complementa la rica tradición checa, que ha destacado con las notables y exitosas contribuciones sobre las fuentes del río Amazonas (B. Jansky, 2000), el descubrimiento de misteriosos grabados rupestres cerca de las ruinas de Incawasi, Huayatara (O. Horsky, 2004) y especialmente, de las ruinas del complejo residencial más alto del mundo, al Noroeste del lago Titicaca (I. Bartecek, 2005). El libro „El mítico lago Titicaca“ es uno de los resultados de los estudios realizados durante la expedición Titicaca. El libro, además de conocimientos científicos, lleva en forma popular un testimonio visual del paisaje y el hombre en la zona del Lago Titicaca, en particular sobre la forma y los hábitos de vida de las comunidades indígenas locales.

1 - Úvod

Příkladem vzájemného vztahu a spolupůsobení člověka a životního prostředí je již po celá tisíciletí jezero Titicaca. Díky laskavé přírodě a ohleduplnému využívání přírodních zdrojů se zde vytvořil ekosystém, který umožnil postupné osídlení okolí jezera již v dávné minulosti. Aby toto přírodní bohatství, které poskytuje jezero a jeho okolí, bylo možno využívat dnes a v budoucnosti, je třeba si vzít příklad z předchozích generací a chovat se ekologicky, hospodárně a ohleduplně.

Svaté jezero Inků umožnilo postupné osídlení až na dnešní úroveň kolem 450 000 obyvatel, soustředěných zejména v městských oblastech, jako jsou Puno, Juli, Pomata, Yunguyo, Huancané, Mohó, Conina, Ilave a Juliaca. Aby byl zaručen další pozitivní rozvoj těchto měst či městských aglomerací, je třeba postupovat v souladu mezi člověkem a přírodou.

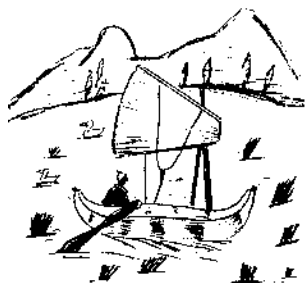
Jezero Titicaca se nachází na severní straně náhorní plošiny Collao mezi Peru a Bolivií. Jeho geografické umístění je následující: $15^{\circ}13'19''$ - $16^{\circ}35'37''$ jižní zeměpisné šířky a $68^{\circ}33'36''$ - $70^{\circ}02'13$ západní délky. Hladina jezera se v současné době vyskytuje na úrovni 3810 metrů a zasahuje na peruánské straně provincie Puno, San Román, Azángaro, Huancané, Moho, El Collao, Chucuito a Yungayo, všechny patřící do departementu Puno, na bolivijské straně jsou to provincie Ingavi, Murillo, Los Andes, Aroma, Pajajes, Camacho, Omasuyos a Manco Capac, patřící do departementu La Paz.

V povodí jezera se vyskytuje v přilehlých svazích 841 lagun či jezer, které jsou odvodňovány do jezera Titicaca a přinášejí v rozličném fyzickém stavu biologické a chemické materiály, tolik potřebné ke tvorbě biotopů vytvářejících životní podmínky k rozvoji asi 400 forem života, nepostradatelných pro zajištění zá-

kladních životních potřeb lidské populace a etnik, obývajících břehy jezera a jejich blízké okolí. Podle posledních odhadů se jedná o více než 360 000 obyvatel, bez stovek tisíc turistů, přijíždějících každoročně pokochat se krásami jezera.

Jezero Titicaca plní neodmyslitelnou základní úlohu pro rozvoj, přítomnost a zachování druhů divoce žijících ptáků a mnoha druhů ryb, při čemž mezi nejvýznamnější zdroje poskytující jim útočiště a potravu patří „totora“, všudepřítomný vodní rákos, který navíc působí i jako termoregulátor, zvyšující teplotu vody v jezeře v místech výskytu až o 3⁰ C. Rákos poskytuje možnost bezpečného hnízdění, kladení vajec a ochranu proti predátorům a umožňuje lépe snášet krutosti místního klimatu.

Zejména v posledním desetiletí se vedou seriózní diskuze o nebezpečí kontaminace naší planety a o negativním vlivu lidské činnosti na životní prostředí, vyvolávající změny globálního klimatu a ohrožující bezprostředně budoucnost Země. Jezero Titicaca nezůstává stranou od tohoto ohrožení. Také jeho se týkají tyto negativní vlivy a pokud jim nebudeme čelit, naše budoucí generace přijdou o možnost obdivovat tento opravdový klenot And. Ale nejen to. S tím souvisí další pozitivní rozvoj nejen přírodní, ale i kulturní, historický, demografický. Je proto velmi záslužným činem, že vznikla a vzniká celá řada bilaterálních a mezinárodních projektů na záchranu jezera Titicaca tak, aby bylo zachováno ve stejném či lepším stavu pro budoucí generace.



2 – Legendy jezera Titicaca



Manco Capac a Mama Ocllo dle současného malíře

Jedna z pověstí o jezeru Titicaca praví, že když se vytvořil vesmír, existovalo zde pouze toto jezero a jeho vody byly svaté. Bůh Stvořitel, Wira-cocha, nařídil Slunci a Měsíci, aby se vynořili z jeho vod a aby dali světu více světla. Když vystupovali z vod, Měsíc prý zářil více než Slunce. Když vesmír viděl tuto nespravedlnost, zesmutněl. Měsíc i Slunce potemněly, nebo ztmavlo a vesmír se rozplakal. Jeho slzy

byly tak velké, že zaplavily celý svět při potopě zvané Una Pachacuti, což znamená „Voda, která změnila svět“. Tuto potopu přežili pouze dva lidé, plavící se na malé lodičce. Kolem nich plavala nafouknutá a páchnoucí mrtvá těla pum s vnitřnostmi vyvrhnutými na vodní plochu. V aymarštině, která je údajně starším jazykem než jazyk kečua, „titi“ znamená divoká kočka, nebo puma, „caca“ znamená věčné město. A skutečně, celá řada expedic v minulém století, mezi nimi zejména expedice Francouze Jacquese Cousteaua v roce 1961, objevila a zdokumentovala pod vodou v hloubce asi

pěti metrů zbytky města. Dnes je známé, že asi kolem roku 1200 naší éry se dostavila obrovská sucha. Do jezera nepřitékala skoro žádná voda, a tak odpařováním výrazně poklesla jeho hladina. Obnažené břehy poskytovaly velmi úrodnou půdu. Místní obyvatelstvo je rychle zalidnilo. Archeologové se domnívají, že později se klima opět upravilo, přestala sucha a někdy kolem roku 1500 se voda vrátila do původní úrovně. Venkované museli postupně již zalidněnou oblast opustit a opět ponechat jezeru.

Stejný scénář se opakoval i v dávnější minulosti. Důkazy o tom přinesly expedice následující po Cousteaovi, které přišly s ještě zajímavějšími objevy. V blízkosti ostrovů Slunce a Měsíce zdokumentovali ruiny jiného města v hloubce přesahující třicet metrů. Toto již nelze vysvětlit obdobím sucha kolem roku 1200. Došlo snad k tektonickému poklesu části zemské kory po výbuchu některé blízké sopky? Nebo drastická sucha trvala dlouhá staletí? V každém případě se archeologové začínají domnívat, že zde existovaly i dřívější civilizace, než dosud popsané. Civilizace, o nichž zatím nemáme ani ponětí.

Místní indiánské obyvatelstvo považuje pověsti o božském původu Inky za svaté. Proto také inckému vladaři říkali Bůh Slunce. Inka byl natolik božský, že dokonce měl i svůj vlastní jazyk, jemuž normální poddaní nerozuměli. Jedna z dalších pověstí praví, že z vod jezera Titicaca se vynořil Bůh Stvořitel a stvořil první Inky, Manco Capaca a jeho sestru Mama Ocllo. Bůh je pověřil, aby ho zastupovali na zemi a aby ji postupně osídlili. Manco Capac si vzal svoji sestru za ženu a vypravili se spolu na dlouhou cestu na sever za hledáním země zaslíbené. Po strastiplné cestě dorazili do úrodného údolí, kde založili město Cusco.

Tato mytologie je v souladu s výsledky archeologických výzkumů. Dnes je známé, že příslušníci vyspělé civilizace Tiahuanaco, kteří dosáhli největšího rozkvětu někdy ke konci prvního tisíciletí naší epochy, migrovali na sever za hledáním úrodnější půdy.

Mohlo to být i o něco později, když nastala již uvedená obrovská sucha.

Tito noví příchozí obsadili úrodná území u Cusca a podmanili si původní obyvatelstvo. Postupně pak vybudovali město Cusco a Inckou říši. Tato dosahovala největšího rozkvětu za Inky Pachacuteca (někdy kolem roku 1438). Byl to velký dobyvatel, ale i tvůrce zákonů, myslitel, stavitel a sjednotitel říše. Za jeho vlády došlo k rekonstrukci města Cusca a jeho paláců a svatostánek do podoby, známé pozdějším dobyvatelům. Na všech těchto stavbách, ale i v jiných částech Peru, je patrný vliv předchozí kultury Tiahuanaco.



Posvátné údolí Inků poblíž královského města Cusca. Tudy kráčel první Inka, když hledal místo, kde by se usadil.

3 - Historie jezera a Altiplana



Relikt vstupní brány v Tiawanacu

Historie a prehistorie osídlení okolí jezera Titicaca je velmi složitá a pohnutá. K jejímu objasnění přispívá nejen archeologie, ale i geologie, geofyzika, paleontologie, limnologie a další příbuzné obory. Výsledky dosavadního výzkumu poukazují na skutečnost, že osídlení a pohyby obyvatelstva v různých údobích či epochách zde byly vždy úzce spjaty s probíhajícími klimatickými změnami.

Historii oblasti jezera Titicaca a přilehlého Altiplana můžeme rozdělit na tři

základní velké epochy: prehispánskou, koloniální a republikánskou.

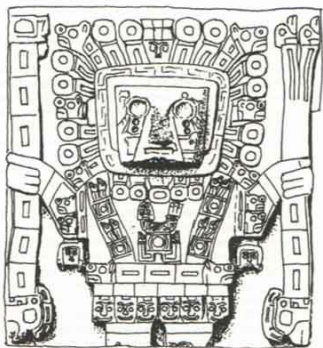
Evoluci **prehispánských** civilizací můžeme dále rozdělit do čtyř velkých period, a to: formativní, klasickou, postklasickou a inckou.

Formativní perioda začala přibližně 1200 roků před n. l. a trvala do roku 133 n. l. Její začátek klademe do období, kdy se v oblasti usadily první společnosti věnující se zemědělství a pastevectví. Na Altiplanu se jednalo o kultury Tiawanacu I a II.

Perioda klasická trvala od roku 133 n. l. do roku 1200 n. l. a obvykle je dál dělena na tři kulturní horizonty: Tiawanacu III, nebo také Tiawanacota (133 až 375 n. l.), Tiawanacu IV, nebo také vyspělý horizont (375 až 715 n. l.), Tiawanacu V, nebo také horizont expanze (715 až 1200 n. l.). V klasické periodě se úspěšně rozvíjelo zemědělství, spojené s dobře propracovaným závlahovým hospo-

dářstvím a pravděpodobně i s využíváním přirozených hnojiv, zejména guána. Významný rozvoj zaznamenalo stavebnictví, architektura, budování komunikační sítě, obchod, hrnčářství a umělecká výroba, založená hlavně na zpracování kovů, zejména zlata a stříbra. Byly budovány větší městské aglomerace s výstavbou domů z nepálených cihel - adobe, chrámů, pevností a sídel vládnoucí vrstvy z kamene. Mezi nimi dominuje hlavně Tiawanacu s chrámy Kalasaya, Pumapunku, Podzemní chrám a stupňovitá pyramida Acapana. V chrámu Kalasaya se nachází i známá megalitická vstupní „Brána slunce“ s hrozivě vypadajícím bohem se žezly v obou rukou a s dvanáctiměsíčním ideografickým kalendářem.

Organizuje se dobře fungující stát s většími osadami a městy, s centrálním vládním a církevním zřízením, dochází ke stratifikaci společnosti. Z Tiahuanaka (Tiawanaco) se stalo teokratické centrum a hlavní sídlo hegemonistického státu, který vnucoval svůj nábo-



ženský vliv menším střediskům i ve vzdálených oblastech. Během této historické fáze byl po celé oblasti rozšířen dávný monoteistický kult Boha se žezly. V kulturním horizontu Tiawanacu IV sahala říše od peruánského Ayacucha až po Aricu a Atacamu v Chile, v posledním, expanzivním horizontu od severního Peru až na severovýchod Argentiny.

Nedá se prokázat, zda ke vzniku tak rozsáhlé říše docházelo na základě dobovačných válek, či z prostého důvodu šíření náboženského kultu. Předpokládá se, že kultura Tiawanacu vymizela někdy v letech 1150 až 1200 n. l., pravděpodobně z důvodů dlouhotrvajícího sucha, které postihlo danou oblast.

Perioda postklasická, nazývaná také Post Tiawanacu, je kladena do období 1200 až 1430 n. l. V průběhu této periody prošla oblast

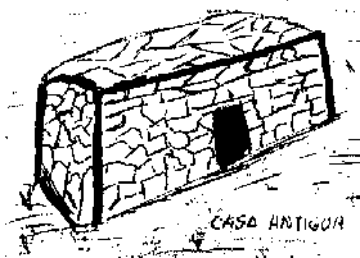
Altiplana fází politického a kulturního zvratu. Pro toto období je charakteristický vznik nových obřadních center a drobných regionálních států, z nichž nejvýznamnějším se stal stát s kulturou a civilizací Colla, nebo také Aymara. stát sahal až do oblasti dnešního peruánského Cusca a do Chuquisaca v Bolívii. Mezi nejvýznamnější kultury na Altiplanu patřily Pacajes podél řeky Desaguadero, Charcas severovýchodně od jezera Poopó, Lupacas mezi Punem a Desaguaderem a Carancas v místech dnešního Orura v Bolívii.

Incká perioda je kladena do let 1430 až 1532. Je charakterizována na Altiplanu dobytím území civilizace Colla Inky, kteří se dostali ke konci patnáctého století až do Chuquisaca a Tarija v Bolívii. Začátek incké dynastie se počítá od panování Inky Pachacuteca. Inka Huayana Capac kolonizoval i údolí řeky Cochabamba v Bolívii. Těsně před příchodem Španělů byla většina Altiplana Inky podmaněna. Mezi nejvýznamnější hospodářské aktivity incké periody patřilo dobře organizované a fungující zemědělství s důmyslným závlahovým hospodářstvím, dobytkářství, hornictví s těžbou zlata, stříbra a mědi a uměleckým zpracováním kovů. Práce byly organizovány a řízeny centrálně jako společenské aktivity, s velmi přísným pracovním režimem a přidělovým systémem. Stáda lam a alpák sloužila jako zdroj obživy a vlny potřebné k oblečení ve velmi drsném klimatu Altiplana.

Koloniální epocha začíná příchodem Španělů v roce 1532. Koloniální správa totálně změnila situaci. Země byla rozdělena na „encomiendas“, tedy indiánské vesnice dané v léno a na správní celky „repartimientos“. Hlavní důraz kladli Španělé na dobývání zlata, stříbra a mědi. K této práci využívali místní indiánské obyvatelstvo, zejména v Bolívii. Bylo zanedbáváno pěstování alpák (alpaka je domestikovaná lama, která se chová kvůli produkci velmi kvalitní vlny), přednost se dávala importovanému hovězímu a ovčímu dobytku a lamám (lamy jsou také známé pod pojmem velbloud Jižní Ameriky), které sloužily k dopravování těžkých nákladů, zejména

pro převoz vytěžených minerálů do přístavů. Byl vytvořen politico-administrativní systém, organizovaný kolem vznikajících a rostoucích městských aglomerací.

Počátek **republikánské epochy** je spojován s datem vyhlášení republiky. V Peru byla republika vyhlášena v roce 1821 a v Bolívii v roce 1825. Během této epochy se velmi prohloubilo zabírání půdy patřící původnímu indiánskému obyvatelstvu ve prospěch španělských dobyvatelů a postupně se vytvářející vrstvy zbohatlých kreolů (potomků evropských přistěhovalců). Vznikaly velké farmy a statky, neboť se ukázalo, že původní systém stavěný na „encomiendas“ již nestačil uspokojovat všechny zájmy a potřeby rozvíjejícího se hospodářství. Tento systém velkostatků se udržoval na peruánském Altiplanu až do roku 1953 a v Bolívii až do roku 1969, kdy byly uvedeny v platnost zemědělské reformy. Na mnoha místech systém velkostatků dále přežívá, protože v podmínkách Altiplanu je výhodnější než rozdělení půdy na malá políčka. Začala být znovu věnována pozornost pěstování vlny, která na počátku dvacátého století byla pro země Altiplanu hlavním vývozním artiklem, po zemědělských reformách však její produkce stagnovala.





Během historické fáze Tiawanacu III byl po celé oblasti rozšířen dávný monoteistický kult Boha se žezly (postava na levém bloku skalní rytiny v Incawasi). Foto O. Horský, kresba K. Janák

4 - Ekosystém andského Altiplana



*Manco Capac a Mama Ocllo
vystupují z vod jezera Titicaca*

Podle mytologie, synové Boha Slunce, Manco Capac a Mama Ocllo, se vynořili z hlubokých vod jezera Titicaca, aby založili incké impérium, srovnatelné svou s římským či egyptským. Inkové dokázali postavit na vysokou úroveň zemědělství, vodní hospodářství i stavebnictví a podle vzoru svých dávných předků, naučili se žít v souladu s přírodou v drsném a nehostinném prostředí andského Altiplana. Je proto naší povinností usilovat o zachování biodiverzity přírodního prostředí a původního ekosystému.

Po velkých záplavách v oblasti andského Altiplana v letech 1986 až 1987, podepsala Evropská Unie s Peru a Bolivií dohodu o spolupráci při vypracování binacionálního plánu racionálního využívání vodních zdrojů jezera Titicaca, řeky Desaguadero a jezer Poopó a Salar de Coipasa a jejich ochrany a prevence před povodněmi. Zkráceně byl tento plán nazván začátečními písmeny hlavních objektů studia – TDPS. Jedná se tedy o projekt mezinárodní, vycházející z potřeb využívání přírodních a vodních zdrojů a jejich ochrany na území dvou států, Peru a Bolívie. Za účelem realizace tohoto ambiciózního projektu byla vytvořena mezinárodní organizace

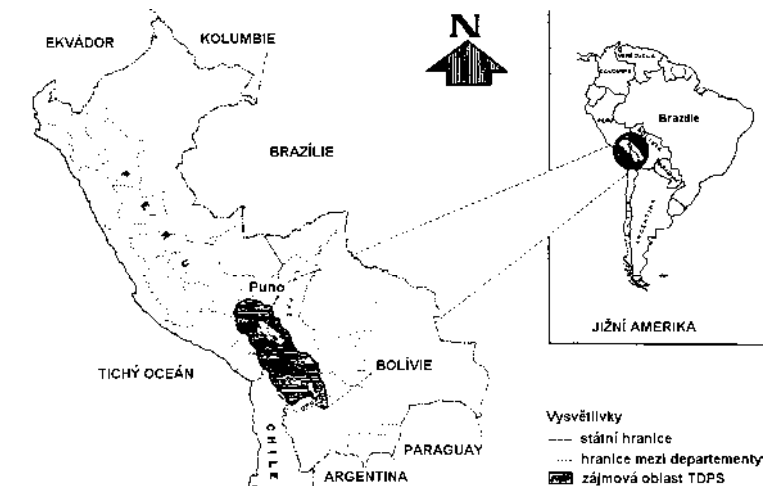
s názvem PELT (Proyecto Especial Lago Titicaca) se sídlem v Punu na peruánské straně a v La Pazu v Bolívii.

Evropská Unie jmenovala odbornou komisi evropských konzultantů, kteří v letech 1991 až 1993 spolupracovali s organizací PELT na zpracování základních představ a potřeb k realizaci binacionálního plánu racionálního využití a ochrany celé oblasti TDPS. Následně byly zpracovány rešerše všech dosud existujících materiálů a jejich ověření studii a měřeními přímo v terénu. S využitím existujících topografických podkladů a družicových snímků byly postupně zpracovány studie a mapy zahrnující celou oblast TDPS, a to geologické, geomorfologické, hydrogeologické, ekologické, socio-ekonomické, studie kvality vody a další. Na řece Desaguadero a na jezeru Titicaca byla realizována nová topografická měření. Všechny studie byly začleněny do komplexního programu modernizace a ochrany hydrologického systému TDPS a jsou již využívány v dalších doplňkových programech péče o přírodní prostředí. Nedílnou součástí již hotové závěrečné zprávy je i studie kulturní a socio-ekonomická, hodnotící z historického pohledu současnou situaci indiánského obyvatelstva žijícího na Altiplanu.

Oblast TDPS je tvořena povodími jezera Titicaca, řeky Desaguadero, jezera Poopó a solného jezera Salar de Coipasa. Geograficky se nachází mezi republikami Peru, Bolívie a Chile, přibližně mezi 14⁰03' a 20⁰00' jižní šířky a 66⁰21' a 71⁰07' západní délky dle Greenwiche. Hlavní součástí TDPS je náhorní plošina, Altiplano, umístěná mezi hřbety andských Kordiller, které se od 14⁰ jižní šířky rozdělují na dvě ramena, a to na Západní Kordillery (Cordillera Occidental) a Východní Kordillery (Cordillera Oriental, nebo také Real). Na severovýchodě Východní Kordillery oddělují systém TDPS od povodí řeky Amazonky, na jihovýchodě pak od povodí řeky Rio de la Plata.

Z hlediska geomorfologického můžeme rozdělit systém TDPS na pohoří s horami přesahujícími 4 200 metrů, svahy a úbočí

s výškami mezi 4 000 až 4 200 metrů a náhorní plošiny s výškami od 3 657 m do 4 000 m. Třetina území TDPS (39%) je zastoupena horami, další třetina je řazena k jednotkám typickým pro Altiplano, asi pětina je tvořena pahorky a náhorními plošinami. Méně než desetinu z celkové plochy systému TDPS zaujímají vodní plochy.



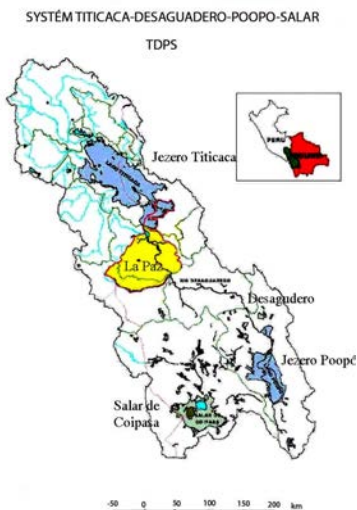
Situace umístění hydrologického systému Titicaca, Desaguadero, Poopó, Coipasa (TDPS)

Altiplano je pustá a bezodtoká kotlina se sladkovodním jezerem Titicaca na severu, se středně slanými jezery na jihu, z nichž největší je jezero Poopó a se solnými jezery Salar de Coipasa a Uyuni v jižní Bolívii. Altiplano je průměrně 200 km široké. Z Peru pokračuje přes Bolívii k jihu v délce asi 900 km. Vzhledem k vysoké nadmořské výšce pánve a jejímu geografickému umístění v tropickém pásmu, je vystavena celá tato oblast intenzivnímu slunečnímu záření, nízkým teplotám a suchému vzduchu.

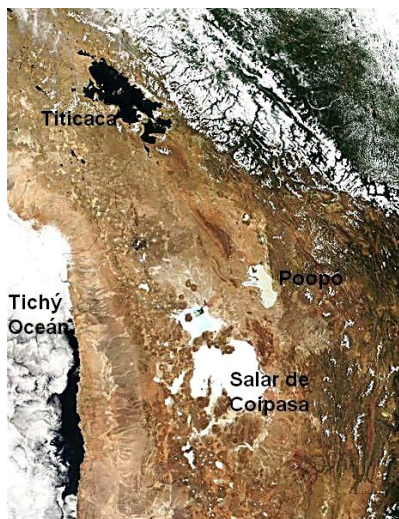
Během čtvrtohor byla a je evoluce Altiplana úzce spjata s globálními změnami klimatu. Výrazné nástupy suchých a vlhkých period, období horka či zalednění, vždy hrály zásadní roli při velikosti rozlohy jezer v celé oblasti a při výšce jejich hladiny. Ve svrchním pleistocénu byla oblast poznamenána několika ledovými dobami (glaciály a interglaciály), které zásadním způsobem ovlivnily rozsah jezer na Altiplanu. Nejstarší čtvrtohorní jezera Mataro a Cabana pokrývaly prakticky celé Altiplano a jejich hladina byla asi o 200 m výše, než je tomu dnes. Zatopená plocha dosahovala asi 50 000 km² ve srovnání s dnešní zatopenou plochou jezera Titicaca 8 400 km². Pozdější následná holocenní jezera Ballivian na severu a Escara na jihu Altiplana již měla výškovou úroveň vodní hladiny nižší a byla od sebe oddělena úžinou Ulloma-Callapa. Podle doložených indicíí byla hladina jezera v některých údobích dokonce o 30 až 60 metrů nižší, než je tomu dnes. Svědčí o tom archeologické nálezy a pohřbená fosilní řečiště pod vodní hladinou. Celková plocha systému Titicaca, Desaguadero, Poopó a Salar de Coipasa je 143 900 km².



Typické Altiplano v blízkosti jezera Titicaca



Hydrologický systém TDPS



Družicový snímek systému TDPS

Charakteristiky jednotlivých povodí jsou následující:

Titicaca

Plocha povodí: 61 102 km²

Střední výška hladiny: 3 810 m

Změřená maximální hloubka: 283 m

Plocha jezera při střední výšce hladiny: 8 400 km²

Objem vody při střední výšce hladiny: 932 milionů m³

Podíl povodí z celkové plochy TDPS: 39%

Desaguadero

Plocha povodí: 31 153 km²

Délka řeky: 398 km

Střední spád: 0,045%

Poopó

Plocha povodí: 23 880 km²

Střední hodnota plochy jezer Poopó a Uru Uru: 3 191 km²

Střední výška hladiny: 3 686 m

Maximální hloubka: 3 m

Podíl povodí z celkové plochy TDPS: 38% včetně povodí Desaguadera

Salar de Coipasa

Plocha povodí: 32 699 km²

Střední hodnota plochy solného jezera: 2 225 km²

Střední výška povrchu jezera: 3 657 m

Podíl z povodí celkové plochy TDPS: 23%

Nejdůležitějším článkem hydrologického systému TDPS je jezero Titicaca, vyplňující hlubokou příkopovou propadlinu tektonického původu. Tato je asymetrická a dosahuje hloubky přesahující 250 metrů. Hlavní zdroje vody, zásobující jezero, procházejí peruánským územím, a to řeky Ramis, Ilave, Coata a Huancané.

Vodní síť přináší do jezera Titicaca během hydrologicky průměrného roku celkem 201 m³/s vody, vodní srážky pak dalších 270 m³/s, což je dohromady 471 m³/s. Vzhledem k poměrně vysoké teplotě vzduchu během dne a velmi intenzivní sluneční radiaci, skoro 95% vody přitékající do jezera Titicaca, či vody z dešťových srážek, se vypaří a jen asi 5% se dostává do vytékající řeky Desaguadero. Odpařování vody a další ztráty byly vyčísleny hodnotou 436 m³/s, což znamená, že do řeky Desaguadero se dostane jen 35 m³/s. Díky tomu, že řeka během svého průběhu územím Bolívie přijímá vodu i z dalších toků, vlévá do jezera Poopó během roku průměrně 89 m³/s.

Vysoký odpar vody je jednou z hlavních příčin, proč tak obrovské zásoby vody nelze využívat energeticky a jen velmi omezeně k závlahám či k jiným účelům. Voda v jezeře je zásaditá, její PH se

pohybuje v rozmezí mezi 7.75 až 8.00. Je bohatá na různé soli, vyživující plankton, který zase je základní potravou pro celou řadu organismů, žijících v jezeře. Chaluhy (*algas*) v příbřežních oblastech jsou důležitou potravou pro dobytek. Rákos (*totorá*) je potřebným stavebním prvkem pro místní etnikum, ale i potravou, hnízdištěm ptactva i významným tepelným a biologickým regulátorem. Všudypřítomný plankton je důležitý pro výživu ryb, z nichž nejdůležitější jsou orestie (19 druhů) a trichomycterus (2 druhy), dále měkkýši, krabi a obojživelníci (18 druhů), z nichž nejznámější jsou gigantické žáby (*ranas gigantes*), vyskytující se zejména v oblasti bolivijské strany jezera a dosahující váhy až 3 kg. Ptáci se vyskytují v nevelkém počtu. Nejvíce se zde objevují kačeny a husy, dále pak čírky (*zarcetas*), sluky (*becacinas*), tenkozobec opačný (*avoce-ta*), břehouš-koliha (*chorlito*) a ibis. Místní obyvatelstvo většinu těchto ptáků loví pro chutné maso, nebo je využívá pro sběr vajec. Celkem je uváděno až 60 různých druhů ptáků.

Zatímco jezero Titicaca má sladkou vodu, řeka Desaguadero má v závislosti na výšce hladiny v jezeru Titicaca měnící se stupeň salinity a proměnlivou velikost průtoků. Ve svém dolním toku, stejně tak, jak tomu je u jezer Poopó a Uru Uru, obsahuje značné množství těžkých kovů a minerálních solí, jako produkt odpadu z intenzivní hornické činnosti. Na velikosti přítoku vody pak jsou zcela závislé biologické podmínky potřebné pro rozvoj a život různých organismů, ať již fauny či flory. Před ústím do jezera Poopó se řeka rozděluje na dvě říční ramena, z nichž rameno pravé se vlévá přímo do jezera, rameno levé ústí do jezera Uru Uru. Během svého 398 kilometrů dlouhého toku prochází Desaguadero třemi morfologickými jednotkami, a to širokou otevřenou rovinou (od Puente Internacional po Nazacara), horskou oblastí (od Nazacara po Chilahuála) a inundačním územím (od Chilahuála po jezero Poopó). Kromě řeky Desaguadero, přivádějící vodu z jezera Titicaca, vyskytují se zde i další méně významné toky, zásobující jezero Poopó,

jako Márquez, Huana, Crucero a Sevaruyo. Během záplav vlévá jezero Poopó své vody do solného jezera Salar de Coipasa prostřednictvím řeky Río Laca Jahuira, která je dlouhá 130 km a teče ve směru východ-západ.

Jižně od povodí řeky Desaguadero se Altiplano rozděluje na dvě povodí, a to jezera Poopó a solného jezera Salar de Coipasa. V přilehlých svazích Jižní Kordillery se vyskytují sedimentární a vulkanické horniny, snadno podléhající erozi. Celá tato horská oblast obou uvedených povodí, tyčící se nad Altiplanem, se vyznačuje hustou říční sítí, usnadňující rychlý odplavení erodovaných materiálů. Centrální část povodí jezera Poopó je tvořena rovinami a říčními i jezerními šterkovými terasami, na nichž se vyskytují oblasti s akumulacemi sprašových hlín. Tyto mladé sedimenty zpomalují rychlost vodního toku, který místy vytváří meandry a zátoky. V obdobích záplav dochází v zahluobených oblastech k akumulaci vody a ke vzniku přírodních jezírek.

Jezero Poopó, na rozdíl od jezera Titicaca, je velmi nestabilním prostředím, zcela závislým na velikosti přítoků. Podle toho se také mění hloubka vody v jezeře a obsah rozpuštěných látek. Tak například salinita vody dosahovala v roce 1979 5 g/l, ale v roce 1982 stoupla v důsledku sucha až na 75 g/l. V letech intenzivních záplav od roku 1985 do 1987 zase salinita vody poklesla na 8-11g/l, aby v období sucha v roce 1992 stoupla na 30 až 100 g/l. Na rozdíl od jezera Poopó, salinita vod v jezeře Titicaca nepřesahuje 1 g/l.

V roce 1979 bylo pokryto dno jezera různými vodními a bažinnými makrofyty a asi 50% vodní plochy bylo zarostlé rákosem – totorou a llachu. Obě tyto rostliny snášejí vysoký stupeň salinity, až do 15g/l. Bentická fauna, žijící na dně jezera, je velmi chudá. Měkčíjší rodu *Littoridium Sp*, žijící na březích jezera jsou poměrně stabilním druhem.