ぐ流路延長約15キロメートルの小河川であり、中流部の標高約420 メートルの基準点（水位観測点）、フォレスタル（Forestal）地点上流の流域面積は約50平方キロメートルである。

リモン川の上流域山地は、年間平均雨量1,800 ミリメートル程度であり、10メートル以上の高木が繁茂し、比較的マイルドな山地であり、流路沿いの河谷も深く切り込まれることなく比較的おだやかな地形である。

中流部は勾配1/100 前後以下であり、扇状地を形成し河道は網状を示しているが、過去あまり水害を受けなかったであろう比較的高い台地には住居地帯が形成されるとともに、新しい市街地が河岸にせまっていた。下流部の国道付近の河道では、沖積地を蛇行しており、周囲の土地は未利用である。河道は住宅開発及び道路等の公共施設建設に際して小規模な改修が施こされているが、河道の流下能力は小さく未改修の状態である。

２－３　水文データの整理

表－２に年間の平均降雨量を示すが、標高1,000 メートル以上では年降雨量が2,000ミリメートル程度、標高500 メートル前後では1,000 ミリメートルを若干下回る降雨量がある地域である。

同じくヴェネズエラ国側から示された雨量データのうち短時間雨量強度は、６ケ年分のデータであるが、１時間雨量では毎時100 ミリメートルを多少下回る雨量が記録されている。３時間雨量、６時間雨量も同じく９ケ所の実績値６年分のデータによると同じく100 ミルリメートル以下であり、豪雨の形態が１時間以内に終了するケースが多いことがわかる。

図№３、図№５ランチヨ・グランデ（Rancho-Grande)地点の９月６日の総雨量４時間で181ミリメートルという、降雨の確率規模からみて極めて大きいものとなり、ヴェネズエラ国側の算定では400 年に１度ということであった。

今回の災害の要因として、従来１時間雨量強度で毎時70～80ミリメートルは数多く経験しているが、５～６時間継続の雨量強度で評価すると、今回の降雨が確率的な生起頻度がかなり低いものであったことが推測される。

Fig 5 にランチヨ・グランデ雨量観測地点の降雨実績と中流部の水位観測所フォレスタル地点の水位実績を示す。この水位実績の形と降雨分布形によれば、上流部の破壊による土砂流出、特に左岸の支川上流域は破壊地が多く見られるため、その土砂流出による河道の堰き止めが発生した可能性が高いものと推測される。特に洪水後半の急激な水位上昇は、この可能性を示すものと思われる。

2－4　被害の概要

図No.4にリモン川、フォレスタル地点上流の流域と今回の６時間の累加降雨量を示す。強雨域は流域西端の2000メートル級の山地水源部に集中しており、そのため国道７号線上で多数の道路損傷が発生した。

また、リモン川が急傾斜の山地部からリモン地区へ入るあたり、即ちリモン川が形成する扇状地の扇央付近において、上流山地の崩壊土砂が洪水とともに流下し、典型的な土砂流となってリモン川沿いの住家を襲った。

被害地の現地視察を行ったが、標高 460～480mの扇状地の西側に未改修状態で河幅20～40メートルのリモン川が流下しており、河床勾配は周辺の地形勾配から推定すると１／100 前後で、河床材料は砂質土である。

被害は、河岸沿いの住宅地を土砂流が襲っており、河沿いの地域では堆積土層が２～３メートル程度で、２階建ての住宅の１階は土砂に埋没している。被害地域の洪水痕跡は、我々が現地を訪れた10月９日午後の平水位から３～４メートルの高さと目視された。

被災地域の面積は河川方向に約１キロメートル、幅 200～400 メートルであり、ヴェネズエラ国側の話では約20ヘクタールの住宅地とのことであった。川岸沿いの住宅はほぼ全壊あるいは土石に埋没しており、復旧は道路の土石の除去を主体として行われていた。被害家屋数は図上から数えると土砂害を受けたもの約250 戸、浸水被害戸数500 ～600 戸以上と推定される。尚、被害地区のうち河岸沿いの地域は放棄し公園化して住民が再度居住することがないようにする計画とのことである。

また、道路被災については、アラカイ市より車で本道を進み２ヶ所ほど視察したが、沢からの洪水により多量の土石が流出し、既設の小規模な橋あるいは既設のパイプなどの流下能力をはるかに上回る洪水が発生したため、土石等で、埋没あるいは損傷を受け

て使用不能となった。

現地は、ブルドーザ等による土石の排除と簡単な復旧が行なわれているが、沢の流出量に見合う橋梁の架設など本格的な復旧が必要と思われる。いづれにせよ道路上流の沢の規模は大きくて数平方キロメートルの流域であり、永久橋梁としてもたいした大きさにはならないので、是非とも暫定的な橋梁ではなく、正式の永久橋梁を架設するべきと感じた。

尚、今回の災害全体の人身被害はヴェネズエラ国の政府の公式発表では、死者91名、不明26名とのことである。（佐々木庸介）

２－５　土砂災害について

（１）　マラカイ災害の特徴

（ｉ）　このリモン地区で起った災害は、典型的な土石流による災害である。土石流による災害は、多くの自然災害の中でも特に激甚なのが特色である。リモン川の流域を見ると、土石流の発生域と通過域と堆積域（氾濫域）をかなり明確に区別することができる。すなわち、非常に局地的な集中豪雨を受けて上流部の岩盤上の風化層で山腹崩壊が発生し、それが引きがねとなって通過域で河床及び渓岸の土砂をまき込みながらエネルギーを増し堆積域で氾濫した状態で、まさにこの氾濫域にリモン地区の住宅地が広がっていたために今回の大きな被害となった。

（参考）　日本では、土石流の調査から発生・流下・堆積区間を次のように区分している。

渓床勾配の区分　　（θ；渓床勾配）

区　　分	参　　考
$3^\circ \leqq \theta < 10^\circ$	土石流堆積区間
$10^\circ \leqq \theta < 15^\circ$	土石流流下堆積
$15^\circ \leqq \theta < 20^\circ$	発生区間、流下区間
$20^\circ \leqq \theta$	発生区間

（ii）　山腹崩壊がセルバ（森林地域）に多く、サバナに少なかったのは、地質条件等をさらに詳しく調査する必要があるが、森林の持つ土壌の保全力が強く、

そのため風化層が厚くなっており、サバナはたえず表層土が流下して、風化層が薄かったためではないかと想定される。

（iii） 流木による被害については日本でも注目しており、流木が橋をふさいだりして被害を大きくした事例があり、砂防ダムに流木どめを作る指導をしている。

（iv） リモン～オクマーレデラコスタ間の道路では土石流や山腹崩壊に多くの自動車が巻き込まれて被害を大きくしたが、集中豪雨時の道路の通行（交通遮断を含め）についても、今後検討する必要があるように思われる。

（2） 対策

この災害の具体的な対策には、以下の二つの方法がある。

① 土石流を発生域でとめる方法及び発生したものをとめる方法

② 土石流の発生を予知し警戒避難の体制を作る方法

〈①の方法〉

この災害は、典型的な土石流による土砂災害であるから、災害を受けた部分の河川を改修するだけでは抜本的な解決策にはならず、上流からの土砂対策が必要なことを基本的に考える必要がある。そのためには発生域の渓流の上流部に砂防ダムを作る方法が考えられる。

また、通過域の途中（特に人家をはずれた上流部）に貯砂池を作る方法が考えられる。ヘリコプターからの調査では、貯砂池を作ることが良い方法でないかと考えられる。貯砂池は満砂になれば土砂を除却し、平常時は公園やスポーツ広場等に使うのも良い方法と思われる。

それでは、どれだけ施設を作れば流域が土砂災害から安全になるのかということが問題であるが、日本ではその計画を全体計画（基本計画）と呼びそれぞれの河川の流域について作成されている。この計画の作り方については省略するが、計画の作り方についてはJICA専門家の堀内成郎氏（建設省）が詳しく知っているので、今後多大な助言を得られると思われる。

施設の効果としては一夜にして砂防ダムが満砂になり、土石流災害から下流の人命・人家を救った例が多く日本では見られる。また、工法と材料についてはコ

ンクリートが望ましいが、より安く作るために蛇籠や石張なども考慮する必要があると思われる。

〈②の方法〉

①の方法では、莫大な予算と時間がかかる。そのため、それまでの安全を確保するため“土石流発生予警報システム”によって、住民を安全な場所へ避難させる方法も重要である。日本もこの方法を①の方法と併用して実施している。この②の方法をリモン川流域をモデルとして設置してみることが有効な方法と思われるし、日本が協力できるのはこの分野であると考えられる。

もし、この分野の協力ができるとすれば、

（a） 機械の設置について

- 雨量計はリモン川流域とその周辺の流域を含めて３ヶ所ぐらいで十分と考えられる。
- 集中制御は、マラカイ市の環境・天然資源省のオフィスで行なうのが良いと思われる。
- 雨量計と制御システムを一緒にして現地に設置する方法も考えられる。

（b） ソフトウェアの作成について

- ランチョグランデ観測所とその周辺の観測所の資料を使用して作成することになる。
- 過去に災害が発生したデータが必要になる。
- 災害を起した雨量も災害を起していない雨量も両方のデータが必要である。

  それについては、一時間最大雨量と雨量の全体が必要になり、自記記録用紙から読み取る必要がある。

（3） ヴェネズエラ国の将来の土砂災害への対応について

ヴェネズエラ国の将来は、人口も資産も格段に増えると思われ、かつ都市も今よりずっと拡大し発展するであろう。反面、そのために今回のマラカイの災害のような土砂災害を受ける可能性が高くなることは充分考えられる。

そこで、土石流危険渓流の全国調査を実施することを勧める。ヴェネズエラ国では地図も完備しており、机上調査と現地調査とで充分にこの調査が可能と思わ

れる。危険な渓流を知っておくことは、国として非常に重要なことであると思われる。そして、経済効果が高く、危険度の高い渓流には対策工事を実施することが必要になると思われる。

日本では長い間災害を受けた経験からある基準を設け、全国の土石流危険渓流を調査し積極的に対策工事を実施している。現在70,000渓流あり、事業の進歩率は約20パーセント程度である。

土石流危険渓流を調査する基準は、人家５戸以上（５戸以下でも官公署、学校、病院、駅、旅館、発電所等のある場所を含む）に流入する渓流を全部調査し、その後、次の項目について現地調査を行ない、土石流危険渓流を決定している。

- 渓床勾配
- 渓床堆積物の有無
- 地形、地質関係要因
- 流域面積
- 渓床堆積物の質

（西田　一孝）

２－６　河川改修に際して

河川改修に際しては以下のことに留意して実行することが必要であると思われる。

① 河川（流路）勾配１／30以上の流域では計画に基づいた砂防工事が必要であり、砂防ダム、流路工による生産土砂に対する対応が必要である。

② 河川の計画規模については、ヴェネズエラ政府による検討が進んでいるが、50キロメートル平方程度の流域で、かつ流域勾配の関係から見て洪水の到達時間は１時間以内である。地形、流域、降雨条件が類似する我が国の河川の場合には、計画規模を１／10～１／20とすると計画高水流量は比流量で４～６の間になる場合が多い。

③ 河道改修の立案にあたっては、極力計画高水位を低く設定することが　望ましく、当河川（リモン川）も下流端のヴァレンシア湖の水位を充分勘案し、中流部では堀込み河道とすることができれば、最も望ましい。

④ 河床勾配が１／200 ～１／300 程度の区間までは護岸によって河道を保護するこ

とが望ましいが、一方上流域からの生産土砂も早急に削減することは困難と考えられ河床の上昇は不可避と思われるので、河川改修区間については底ばりの護岸は不要であろう。

⑤、下流部の国道付近及びその下流のヴァレンシア湖に向う区間においては蛇行を整せいして河道を直線化し、堤防を設けて周辺の土地利用を可能とすることは有益であろう。

⑥ リモン川の改修という観点からは、我が国の小河川と非常に似かよっている点が多々あり、我国の河川改修は大いに参考となろう。

⑦ マラカイ市の今回の災害地に限らず、ヴェネズエラ国の都市近郊は近年の急激な人口増加とそれに伴う都市周辺の人口増加により、従来あまり住居が建てられなかった傾斜地、河川沿いの地域に新しい住宅街が形成されつつある。

このため、これらの新しい住民はそれらの土地が持つ自然災害に対する危険性を充分理解しないまま住宅を建設するため、一度豪雨などの自然災害が発生すると大きな被害を受ける可能性があるものと思われる。

これらの状況に適切に対処する方法としては、砂防工事、河川改修工事などの土木事業により、河川を安全なものへと改変してゆく努力が最も必要である。しかし、これらの土木事業は多大の投資が必要であり、その優先度の判断など行政判断、技術判断が重要となる。

また、これら自然災害に対して危険度が高い地域への居住制限など行政的施策の必要性が感じられた。これは我国においても随所に見られることであり、必ずしも行政対応は容易なものではないが、少しずつでも対応を行うことが必要なことと思われる。

（佐々木庸介）

2－7　非構造物的防災対策に確立について

防災対策は大きく二つに分類することができる。一つは、例えば水害を防ぐための堤防を築くというような構造物による対策であり、他の一つは、例えば土砂災害の恐れがあるときに避難をするというような構造物によらない対策である。後者のような防災対

策をここでは非構造物的（non-structural）対策とよぶことにする。

構造物による対策と非構造物的対策とはお互いの足らないところを補うものであり、両者が一体となって被害の軽減がより効率的に図られることになる。このことをまず強調しておく。本節では非構造物的対策の必要性を示し、次いで非構造物的対策、特に避難による被害軽減（避難方式）を確立するために必要となる活動について日本における経験に基づき記す。

災害は社会的な状態が異なると、異なる姿を示す。したがって、日本における経験がヴェネズエラ国においてもそのままの形で適用できるかということが問題となるが、今回の現地調査から知りえた限りにおいて日本における経験がヴェネズエラ国における防災の確立に役立つと判断される。

（1）　防災構造物の限界について

豪雨災害を防ぐための構造物を設計する際には、その構造物によって防ぎえる最大降雨、すなわち計画降雨を設定する。この計画降雨は、例えば日本では100 年に一度、あるいは200 年に一度降ると評価された大雨が採用され、この値は通常、過去の大雨発生状況に基づき決定される。ここでは、計画降雨の信頼性が決して高くはないこと、すなわち構造物が当初の計画通りに災害を防ぐとは限らないことを示す。

日本における、1900年以前からの雨量記録を有する気象観測所が存在する56地点での大雨発生状況について経年変化が調べられている。それによると、日本では、ある20～30年間に極端な大雨が２～３回降るという傾向があり、このため、計画降雨はそれを推定するときに使用した期間における大雨の発生状況によって大きく違ってくることが生じている。

一例を挙げておく。ある地方では、日雨量150 ミリメートルを越す大雨が1910～1940年の間に３回降ったが、1940年以降にこのような大雨は降っていない。このため、最近の40年間の雨量データから再現期間を150 年とする日雨量を推定すると150 ミリメートル以下の値となり、最近の雨量データに基づいて整備された防災構造物は1910～1940年に降ったような大雨に遭えば災害の発生を防ぐことはできないと考えられる。このように、計画降雨として再現期間を100 年にするとか200 年にするとかいっ

ても、値の大小はそれを求めた期間に大雨が発生したか否かに大きく依存しており、現状においては再現期間の信頼性はけっして高いものではない。

上に記したような大雨発生の傾向がヴェネズエラ国においても生じているか否かについて、入手したデータからは判断できなかった。しかしながら、ランチョグランデで1941年以来観測されている年最大６時間雨量の統計値を解析して得た次のような結果から、ヴェネズエラ国においても計画降雨の再現期間に高い信頼を置くことはできないと考えられる。

すなわち、1941～1983年の43年間の年最大６時間雨量から再現期間を100 年とする６時間雨量を求めると152 ミリメートルとなり、また今回の災害時に記録された178.5 ミリメートルの再現期間を求めると、すでに報告されている通り約400 年になる。ところで、1941～1983年のデータに（本来、’84、’85、’86年のデータも加えるべきであるが入手できなかったので加えていないが）1987年に記録された178.5 ミリメートルの値を加えて、再現期間を100 年とする６時間雨量を求めると168 ミリメートルとなり、この値は、’83年までの統計値から評価すると、再現期間をほぼ250 年とする６時間雨量に等しい。また、今回記録された178.5 ミリメートルの再現期間は約150 年となる。（図No.10 参照）このように、統計期間が違うと再現期間を同じくする確率雨量は大きく違って評価され、また、同一雨量の再現期間も著しく異なって評価される、ということが生じている。

ここでは統計期間が異なるとある再現期間をもつ確率雨量が大きく変動することを示した。このような事柄が生じることは、確率雨量を推定するために利用できるデータの統計期間が短いときには避けられないと判断される。ここで示した事から、計画降雨を統計的手法により推定することの妥当性を議論することは意味のないことであろう。「防災構造物を建造するに当たって採用した計画降雨の再現期間が100 年であるから100 年間は災害が防げる」といったように再現期間を絶対視してはならないこと、従って非構造物的対策を確立する必要のあることが、本節で得られる結論であることを再度記しておく。

（2）　非構造物的対策（特に避難）の確立に必要な活動

非構造物的対策には、いくつかの種類がある。災害が発生する頻度の高い場所については土地利用規制が有効であろう。ただし、土地利用規制は私権の制限を伴う等の実施に際して難しい問題が存在する。日本においては、国土が狭く土地の高度な利用を図らなければならないこともあり、現実には容易ではない。このため、日本では非構造物的対策として、避難によって被害の軽減を図ることに力がいれられている。

避難方式を確立するために我々が行っている活動をここに紹介したい。このような活動が重要と考える根拠を示すために、我々が日本において実施している災害の発生条件に関する調査結果の一部をまず報告する。

日本では、大雨が降るなどして災害が発生する恐れがあるとき市町村長は避難のための立ち退きを勧告等することができる。地域住民が全て避難し大災害となるところを防いだという例もある。しかしながら、避難勧告が発せられても全ての住民がそれに従うとは限らない。避難しなかったために命を失うという例も多い。このような例を調べた結果、発生するであろう災害を住民が具体的に想定しえたか否かということが避難行動を取る、取らないということに強く関係していることが分かった。　例を挙げておく。全住民が避難して人命の損失を０にした例では、警戒に当たっていた地域住民が渓流の水位の減少に気づき、上流で水がせき止められていると判断し、次いで、土石流が発生するであろうと考えた。そして全住民に避難を呼びかけた。逆に、避難勧告が発令されていたにもかかわらず避難せずに土石流に襲われた例では、住宅が渓流に沿って位置していたが、たまたま高台にあったため水害に遭うことはない、と考えて避難しなかったようである。

ここで、組織について言及しておきたい。日本には水防団という組織がある。水防団は、大雨等により災害の発生の恐れがあるときには警戒に当たり、災害が発生したときには被害の拡大を防ぐため種々の活動を行う地域住民からなるヴォランタリーな組織である。調査結果によれば、この水防団が発生するであろう災害を具体的に予測し住民に避難を呼びかける等、住民を成功裏に避難させるうえで重要な役割を果たしていることが明らかにされている。

避難方式を確立するためには、次のような活動が必要となる。基本的には、国およ

び県レベルの活動としては地域住民による防災活動がスムーズに行われるよう援助すること、といえよう。

1）地域住民への啓蒙・普及活動

上に記した事例から、防災実務担当者及び地域住民が具体的な災害を予測できるようにするための啓蒙・普及活動が避難方式を確立するために必要であることは理解されよう。災害・防災に関する啓蒙・普及活動は避難方式の確立だけでなく、これ以外の非構造物的対策の確立にも役立つものである。

2）土石流予警報装置、情報伝達システム等設備の整備

発生するであろう災害を予測するためには、その時点で起こっている現象を把握せねばならない。このための装置を整備することが必要となる。ただし、このような装置としては最新の測定機器を必ずしも必要とするものではない。日常の気象観測や予報に注意し雨量計、水位計の値から発生するであろう災害を予測することは十分可能である。例えば日本では、一定の水位に達するとサイレンが鳴り洪水の危険を付近の住民に報ずるシステムが現実に使用されている。

参考までに、日本で行われている啓蒙・普及活動の例を以下に挙げておく。

1）「防災の日」（死者・行方不明142,000 人以上の大惨事であった関東大震災が起こった9月1日を防災の日としている）、「土砂災害防止月間」（6月）の設定、及びこれらを中心とした地域住民を含めた防災訓練および広報活動の実施。

2）県等における防災実務担当者を対象とした研修会、及び災害情報誌の配布等広報活動の実施。

3）一般住民を対象とした講演会、及びその地域で発生した災害を示す地図の公開等広報活動の実施。

（3） まとめ

本節で記したことをまとめる。災害を防ぐためには、防災構造物の整備だけでなく非構造物的対策の確立も必要である。非構造物的対策は地域住民の自発的協力がなくては成り立ち難い。地域住民からなる防災組織の確立を図ると共に、地域住民、防災

組織の災害予測能力および防災意識の向上を図るために、災害・防災に関する啓蒙・普及活動をも積極的に実施する必要がある。

日本において防災構造物の整備と共に避難方式の確立が図られるようになった理由の一つに、集中豪雨による土砂災害が多発したことがある。ヴェネズエラ国においても、今回の災害がまれにみる集中豪雨によって引き起こされた災害であることから判断しても、防災構造物の整備と共に避難方式の確立が重点をおくべき防災対策の一つになると考えられる。

避難方式を確立するためには、防災構造物の構築を進めると同時に諸活動を開始する必要がある。なぜなら、避難方式には、自分の命と財産は自らが守るという意識に支えられた地域住民の自発的活動が必須であるが、このような意識は防災構造物が完成すると急速に失われていくという傾向がよく認められるからである。今回災害を受け多た地域の住民の多くは、大雨時には川の水位に注意をはらい、水害の恐れがあるときには自ら避難するとのことであり、防災意識を有していたと判断される。したがって、この地に防災構造物が完成した後も今回の土砂災害の経験を忘れず、このような防災意識を持ち続けるようにすることが必要であろう。

さて、災害が発生するということは防災対策の弱点が顕示されることに他ならない。従って、災害が発生したときに現地調査を実施し、発生条件および教訓を明らかにすること、並びに得られた教訓等を広報活動を通じて各地方における防災実務担当者および地域住民に通知することが、防災のより一層の高度化を図るうえで必要なことを指摘しておく。

最後に、防災を推進するうえで必要と考えられる国レベルでの組織について言及しておきたい。防災はこの節で述べたように、いくつかの性質の異なる対策を組み合わせることが必要であり、さらに災害現地調査および啓蒙・普及活動といつた防災のための平常時の活動も必要となってくる。このため、防災対策全体を担当、又は調整する組織があればより望ましいと考えられる。　　（米谷　恒春）

2－8　防災行政制度について

① ヴェネズエラ国における防災に関連する行政制度、組織その他中央、地方を通じた防災のための仕組みについては、今回の滞在期間においては、時間的制約や応対した環境天然資源省の所管を超えることもあり、十分把握するに至らなかった。

また、同国政府（環境・天然資源省）のわが国からの指導、援助の期待は、主として技術的問題にあると感じられた。

② しかしながら、土砂災害対策をはじめ防災対策を確立するためには、技術的問題と併せて、例えば次のような事項について、行政制度上も検討（Study & Discuss）することが望ましいと思われる。

（1）　総合的な防災計画の策定（全国及び各地域ごと）

（2）　国民の防災意識の向上及びコミュニティ自主防災態勢の強化

（3）　災害危険箇所の調査及び公表

（4）　土地利用の規制又は誘導、危険地域の住宅移転

（5）　気象観測、気象予報、警報発令等のシステム

（6）　緊急時の関係組織相互及び住民への情報伝達システム

（7）　避難命令の発令者、発令基準、避難場所及び避難方法等

（8）　被災者の捜索、救護、応急物資の調達、支給等のシステム

（9）　被災者及び被災地域の復興（生活、公共活動、経済等）

（10）　その他

③ 日本とヴェネズエラ国とは自然的、社会的、経済的、歴史的背景が異なるので、上記の諸問題に対する考え方や仕組なども、もちろん異なっていて当然であるが、我が国の経験、実情、法令その他の制度などでヴェネズエラ国にとっても参考になることもあろうかと思われる。当調査団訪問時にも上記事項の一部につき簡単にコメントしたが、希望があればくわしく紹介ないし、説明する用意をしたい。

（森永　正彬）

2－9　総括

（1）　災害状況と災害原因

1）　山地崩壊について

我々は、次の２形態の崩壊を観察した。

（i）　急斜面の岩盤上の表土層の崩壊

（ii）　比較的緩傾斜面における土砂の表層崩壊

（ｉ）は柱状節理（亀裂）の発達した風化岩盤に堆積した表上層が岩盤との境界面ですべったもので、高度、傾斜角も崩壊にプラスしている。

（ii）はいずれも谷地形を形成し、地表水が集中し易く爪状に崩落したものである。

2）　土石流の発生

土石流とは、土砂が水で通常運搬される量よりも異常に多く流出した場合であり、その時の土砂の流れは先端に巨礫（２～３メートル）を有し、やわらかく練ったコンクリートを流したような流れである。

リモン川上流の山地崩壊が豪雨とともに土石流となって、急勾配の渓流に堆積している土石を巻き込み、下流へ流出した。

3）　下流市街地の土砂の氾濫について

土石流は直進する性質が強く、これが堆積するのは渓床勾配が２～１２度の区域である。

市街地の直前で土石流は堆積し初め氾濫した。また、流出した橋梁も土石流の氾濫を助長したと思われる。

4）　降雨と土石流

土石流を発生させる引き金となった山地崩壊は６時間で１８０ミリメートルという異常な豪雨（再現期間４００年）によるものである。しかも、この豪雨が極く限られた流域に集中したため局地的な災害となった。

（2）　土石流の対策について

1）　土石流災害が大きな人的被害を生むのは次の理由による。

（i）土石流の発生機構が学術的にもまだ不明確な点が多いため、土石流発生の予知、予測（いつ、どこで、どのような規模）が極めて困難である。

（ii） 土石流は大きな運動エネルギーを持っており、破壊力が極めて大きい。

2） 土石流対策の有効な手法

（i） 土石流に対処するための砂防工事の推進

（ii） 土石流発生危険渓流の周知

土石流危険渓流の実態調査を実施し、危険箇所図を作成し、危険渓流の公示を行なう。

（iii） 警報避難体制の確立

雨量に基づく警戒避難基準を設定する（道路も含む）。

予報、警報などの伝達。

適切な避難方法の周知。

適切な避難場所の確保。

（iv） 危険区域における住宅の移転の促進及び住宅建築の制限。

（v） 情報の収集、伝達、防災意識の普及など関係住民の理解と協力を得る。

関係する各分野との調整を図るため関係各省及び地方公共団体が十分協議する。

3） 当面の防災対策について

リモン川に限らず、カラカス市内についても同様の集中豪雨があれば土石流発生の危険がある。したがって、砂防ダムなどによる砂防工事によって対応することが最も安全度を向上させる対策といえるが、数多く存在する危険箇所に直ちに対処するには、財政、時間などの観点からも無理がある。

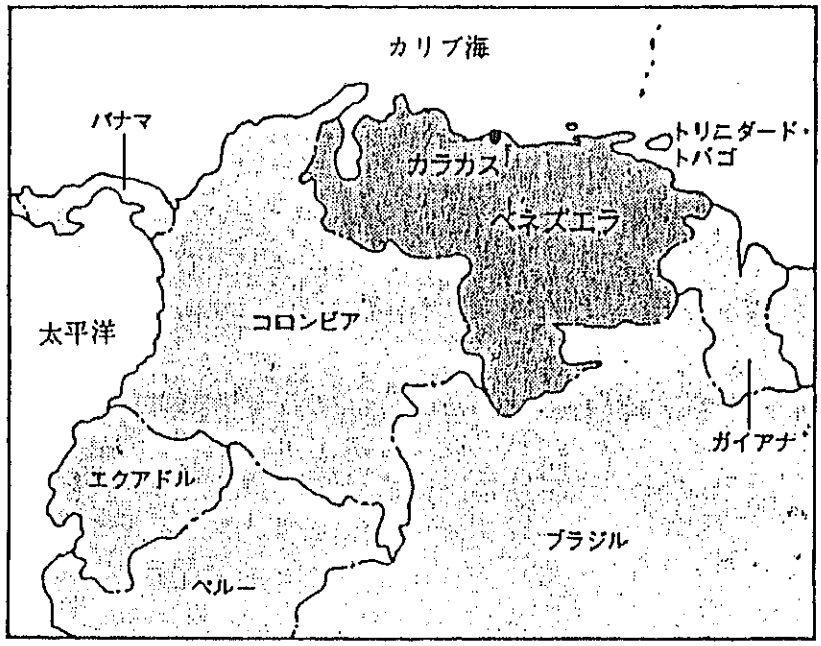
そこで、安価で手軽に設置できる予警報システムの整備により、当面の間の人命の保護が必要であると思われる。

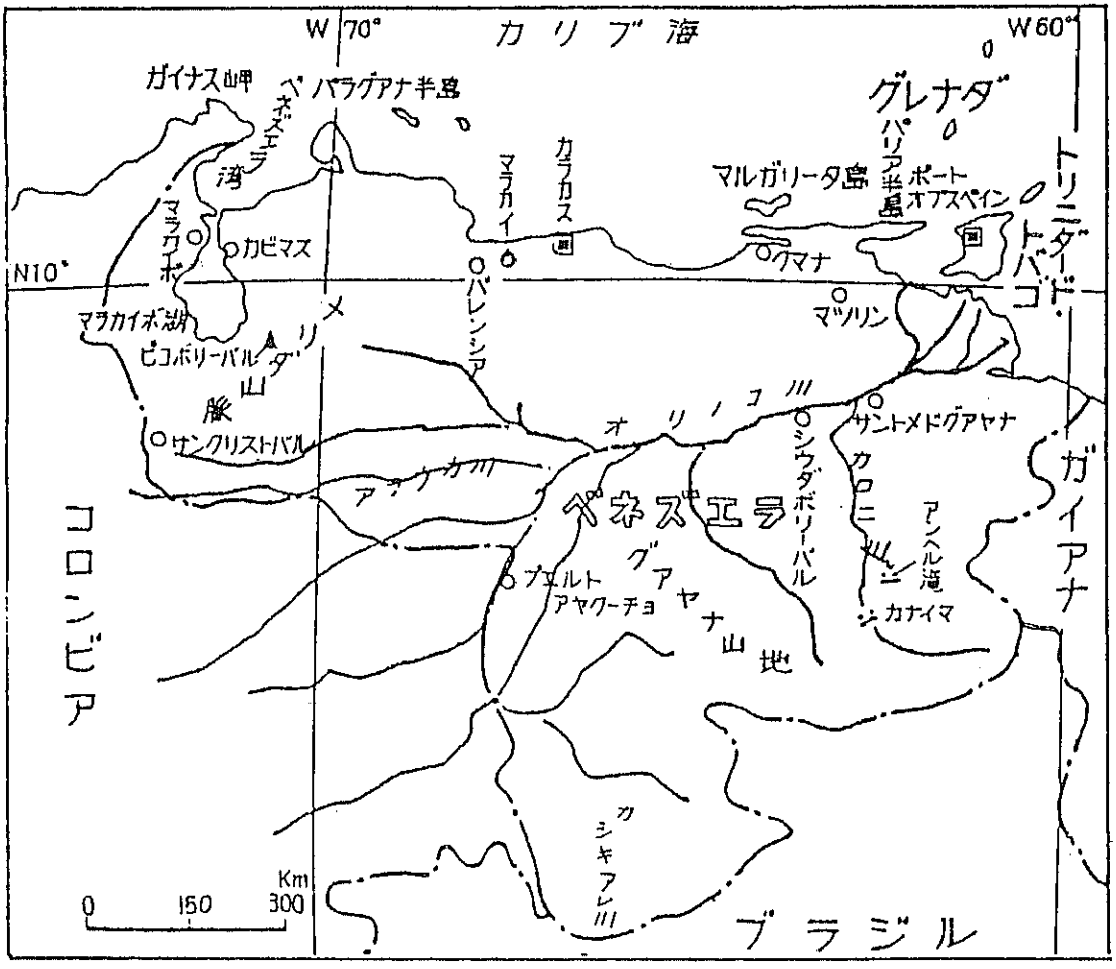
・今後の技術協力について

当調査団はヴェネズエラ国が希望する分野の研修生の受け入れ、専門家の派遣及び小額の機材の供与による技術協力を要請に応じ実施することを提言するものである。

（岸田　弘）

図No. 1

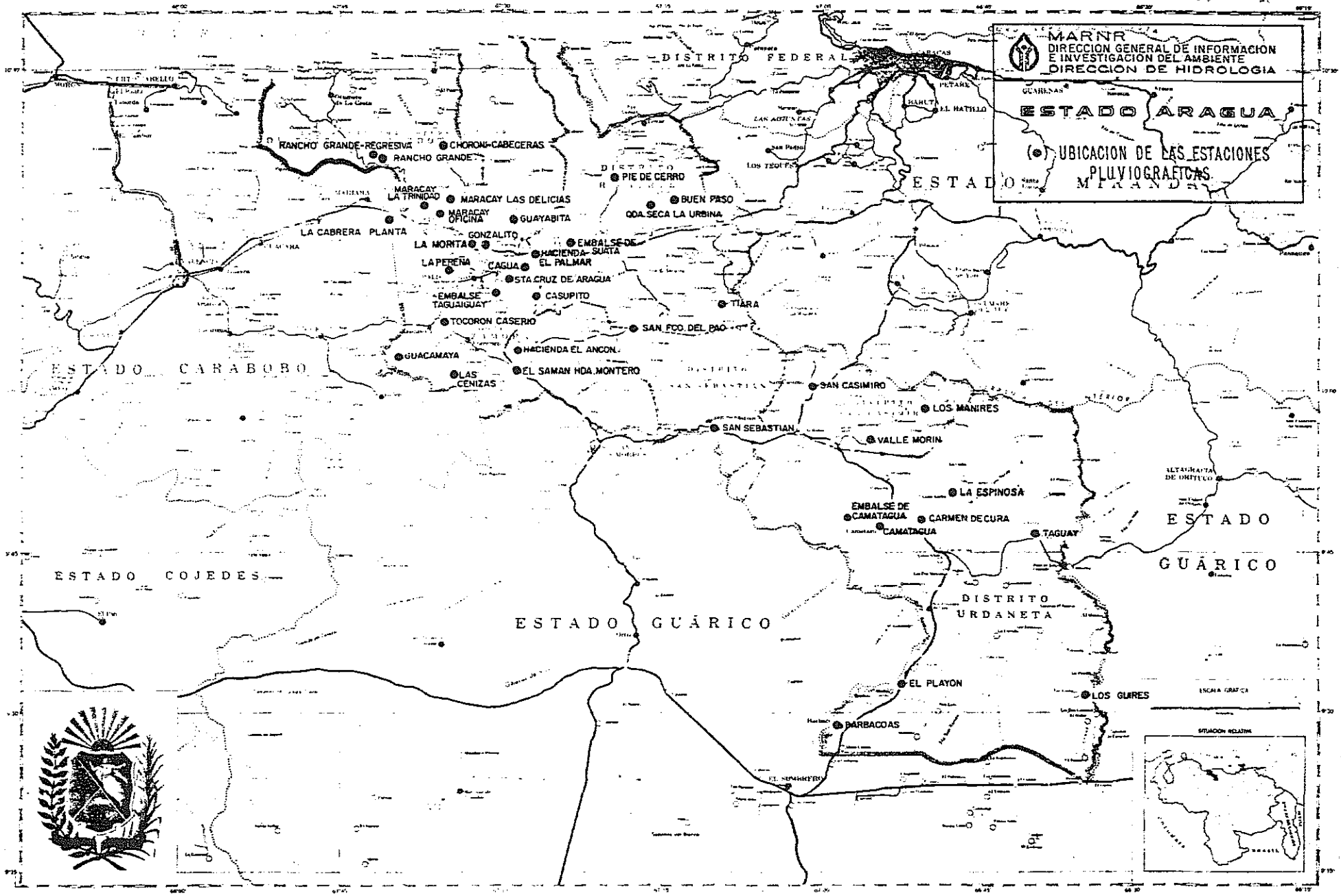

カリブ海
パナマ
カラカス
トリニダード・トバゴ
ベネズエラ
太平洋
コロンビア
ガイアナ
エクアドル
ブラジル
ペルー


W 70°
カリブ海
W 60°
ガイナス岬
パラグアナ半島
ベネズエラ湾
グレナダ
マラカイボ
カビマス
カラカス
マルガリータ島
パリア半島
ポートオブスペイン
トリニダード・トバゴ
N10°
マラカイボ湖
ピコボリーバル
メリダ山脈
バレンシア
クマナ
マツリン
サンクリストバル
オリノコ川
シウダボリーバル
サントメドグアヤナ
アラカ川
ベネズエラ
カロニ川
アンヘル滝
ガイアナ
コロンビア
プエルトアヤクーチョ
グアヤナ山地
カシキアレ川
Km
0
150
300
ブラジル

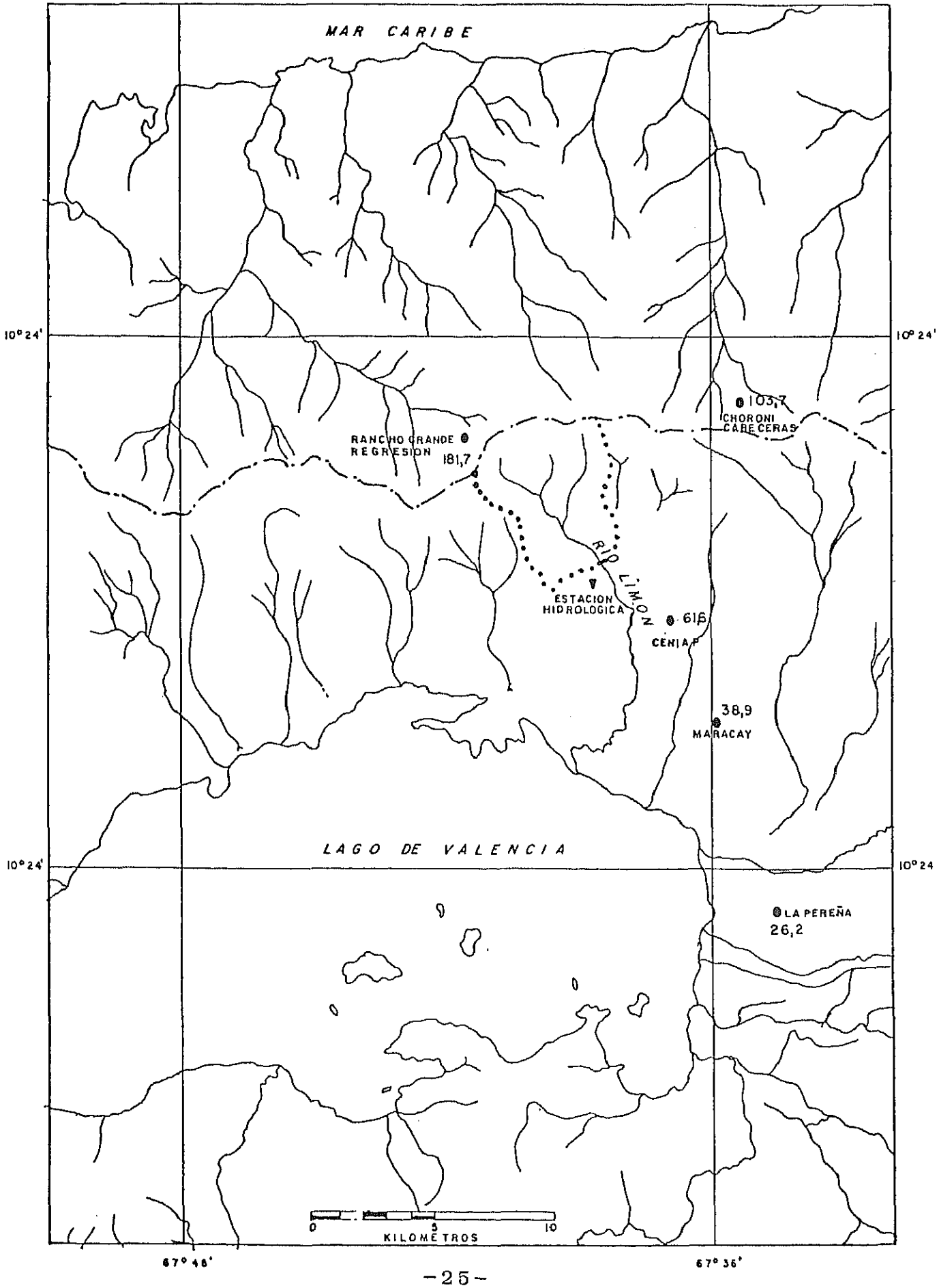
図No 2－1

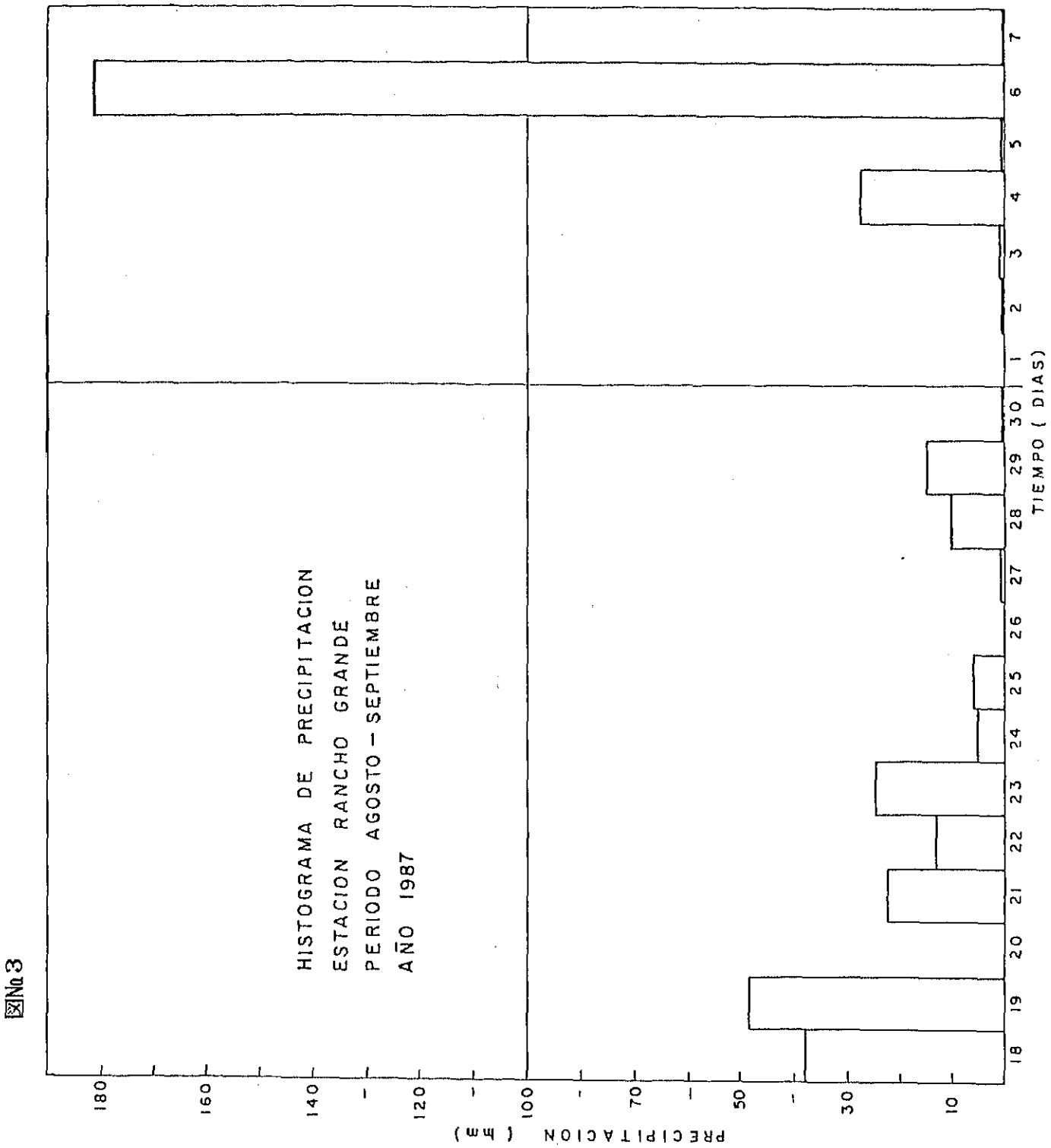
ESTADO ARAGUA

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE CARTOGRAFIA NACIONAL
1974

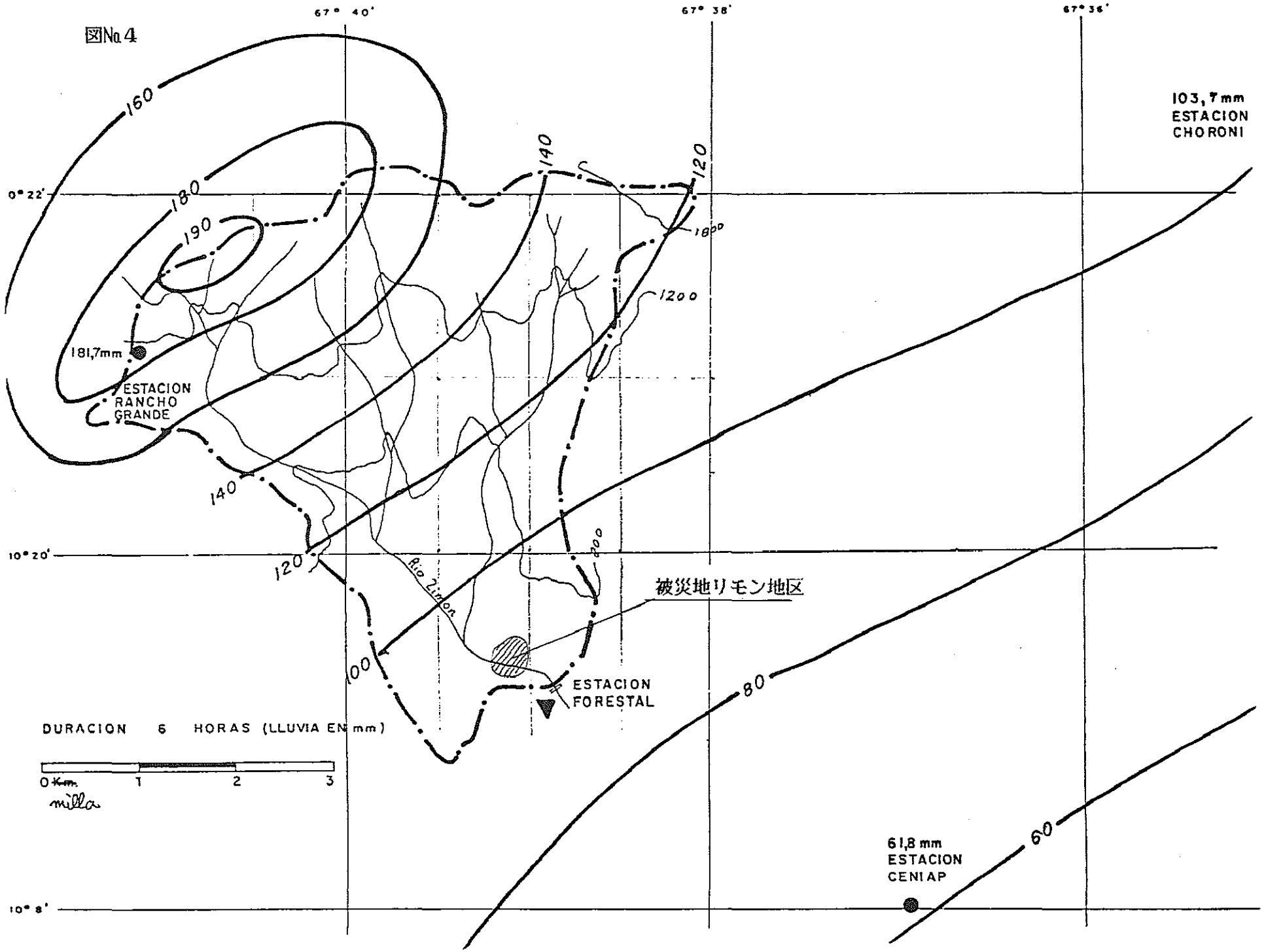


図No.2－2

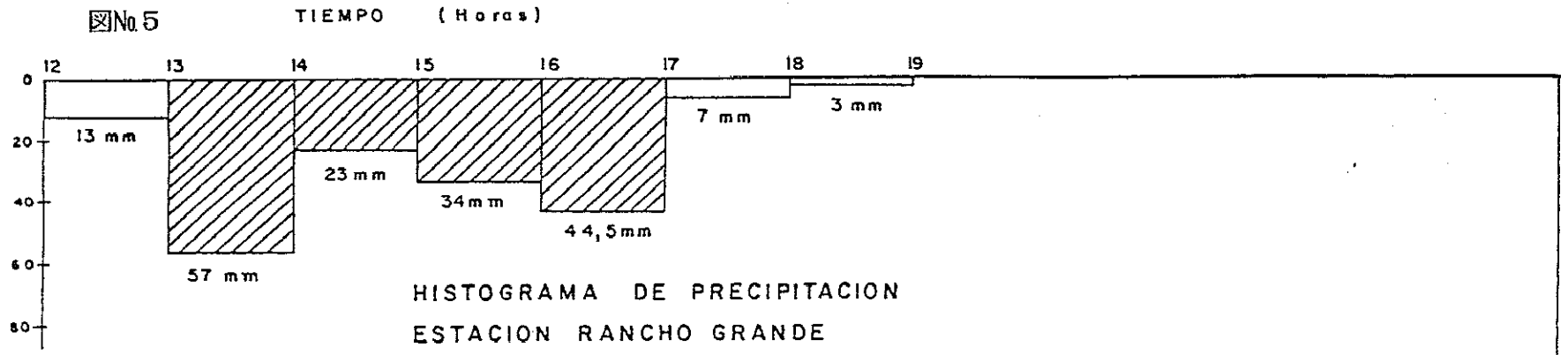

MAR CARIBE
10°24'
10°24'
103,7
CHORONI
CABECERAS
RANCHO GRANDE
REGRESION
181,7
RIO LIMON
ESTACION
HIDROLOGICA
61,6
CENIAP
38,9
MARACAY
LAGO DE VALENCIA
10°24'
10°24
LA PEREÑA
26,2
0
5
10
KILOMETROS
67°48'
67°36'


HISTOGRAMA DE PRECIPITACION
ESTACION RANCHO GRANDE
PERIODO AGOSTO – SEPTIEMBRE
AÑO 1987
PRECIPITACION (mm)
TIEMPO (DIAS)

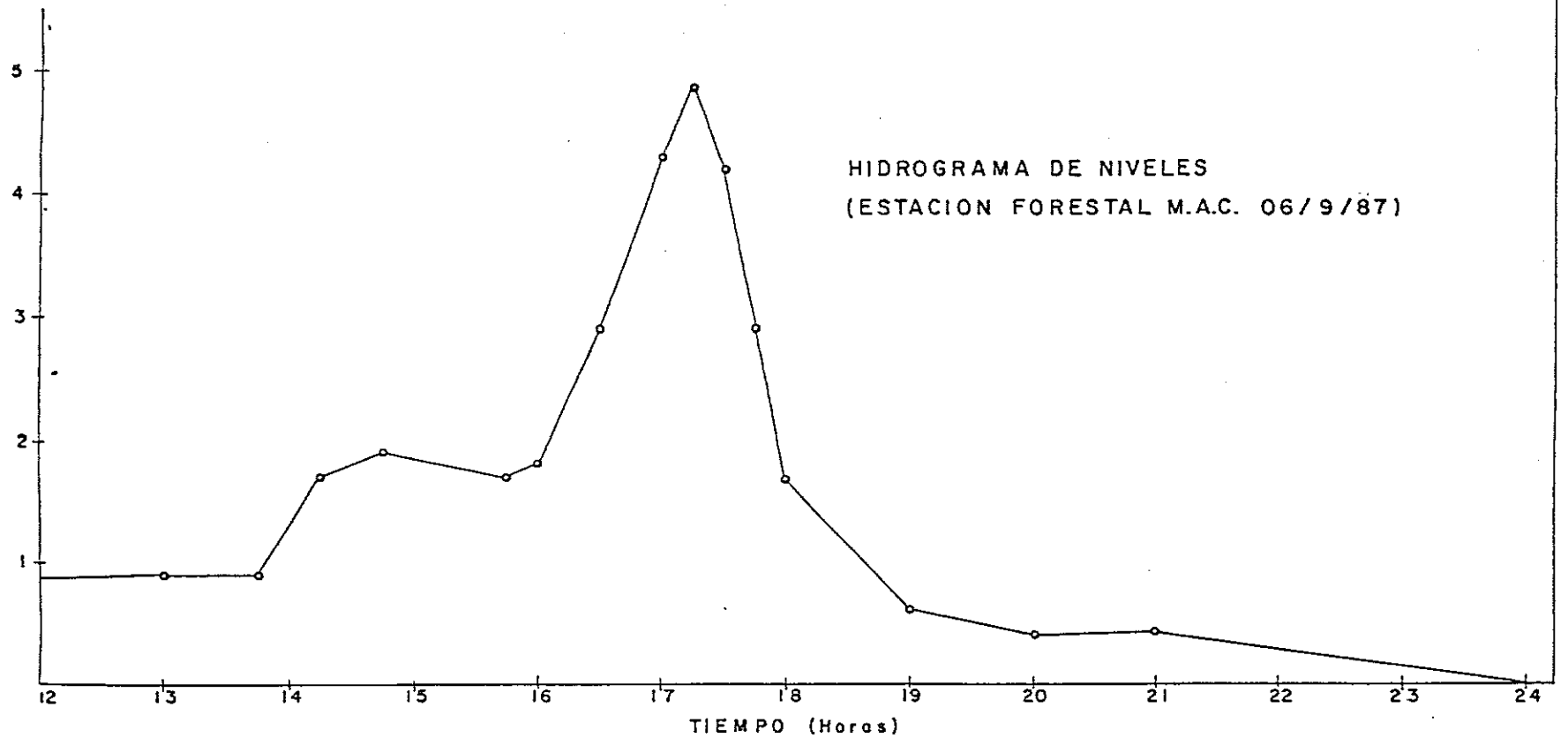
図No.4


67° 40'
67° 38'
67° 36'
0° 22'
10° 20'
10° 8'
103,7mm
ESTACION
CHORONI
181,7mm
ESTACION
RANCHO
GRANDE
被災地リモン地区
ESTACION
FORESTAL
Rio Zimon
61,8 mm
ESTACION
CENIAP
DURACION 6 HORAS (LLUVIA EN mm)
0 Km. 1 2 3
milla
160
180
190
140
120
100
80
60
1800
1200
200

図No.5

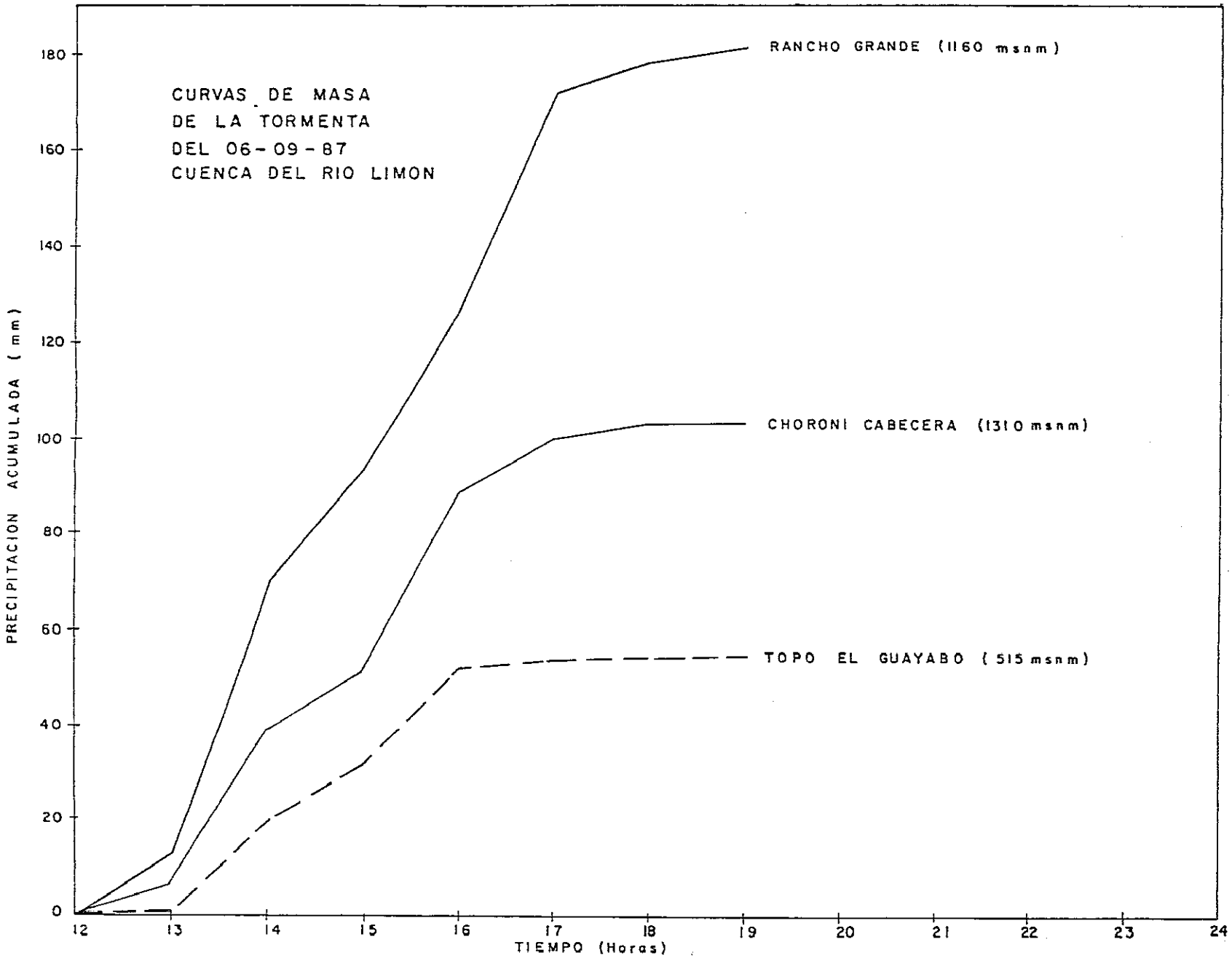


HISTOGRAMA DE PRECIPITACION
ESTACION RANCHO GRANDE

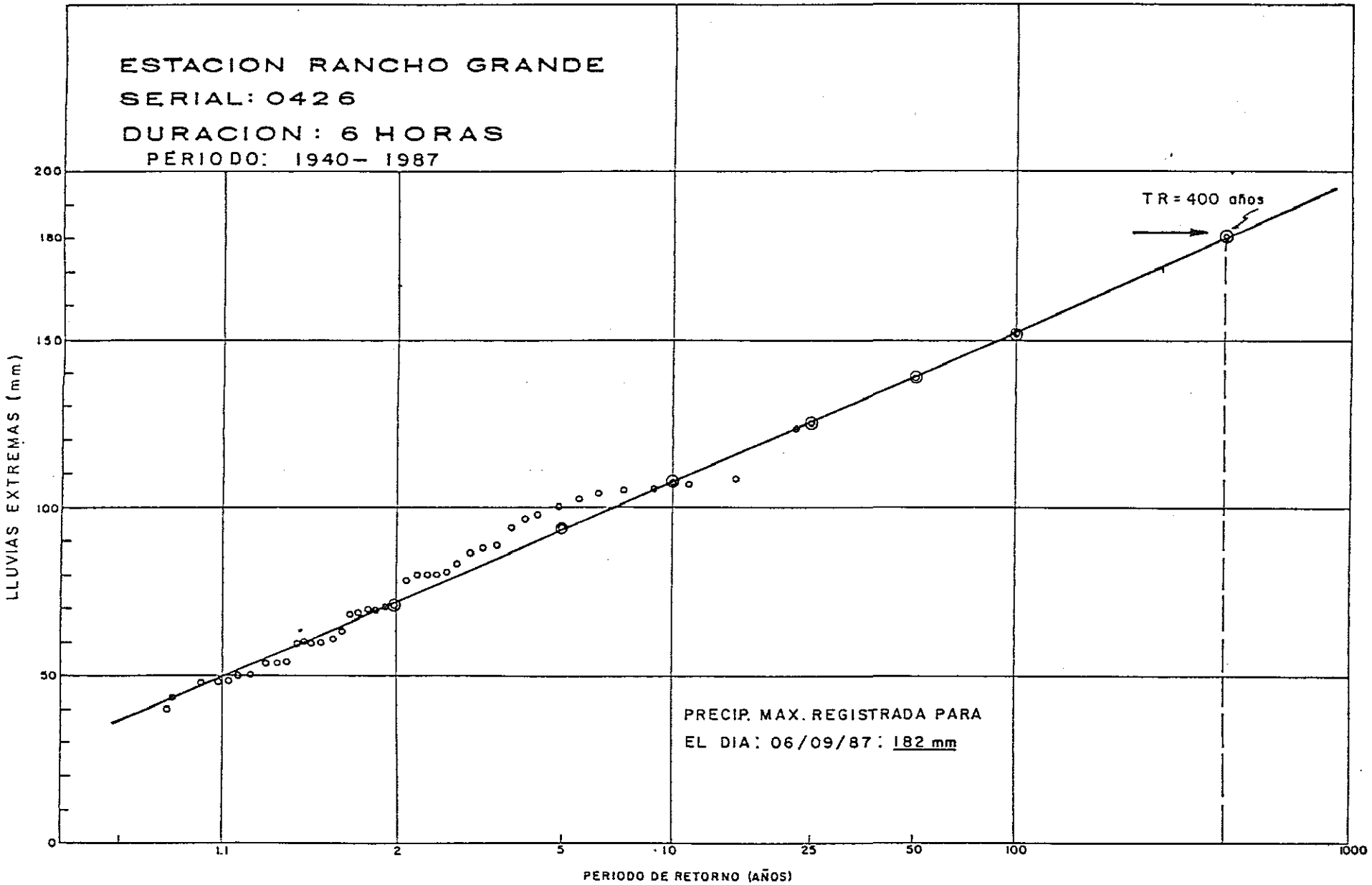


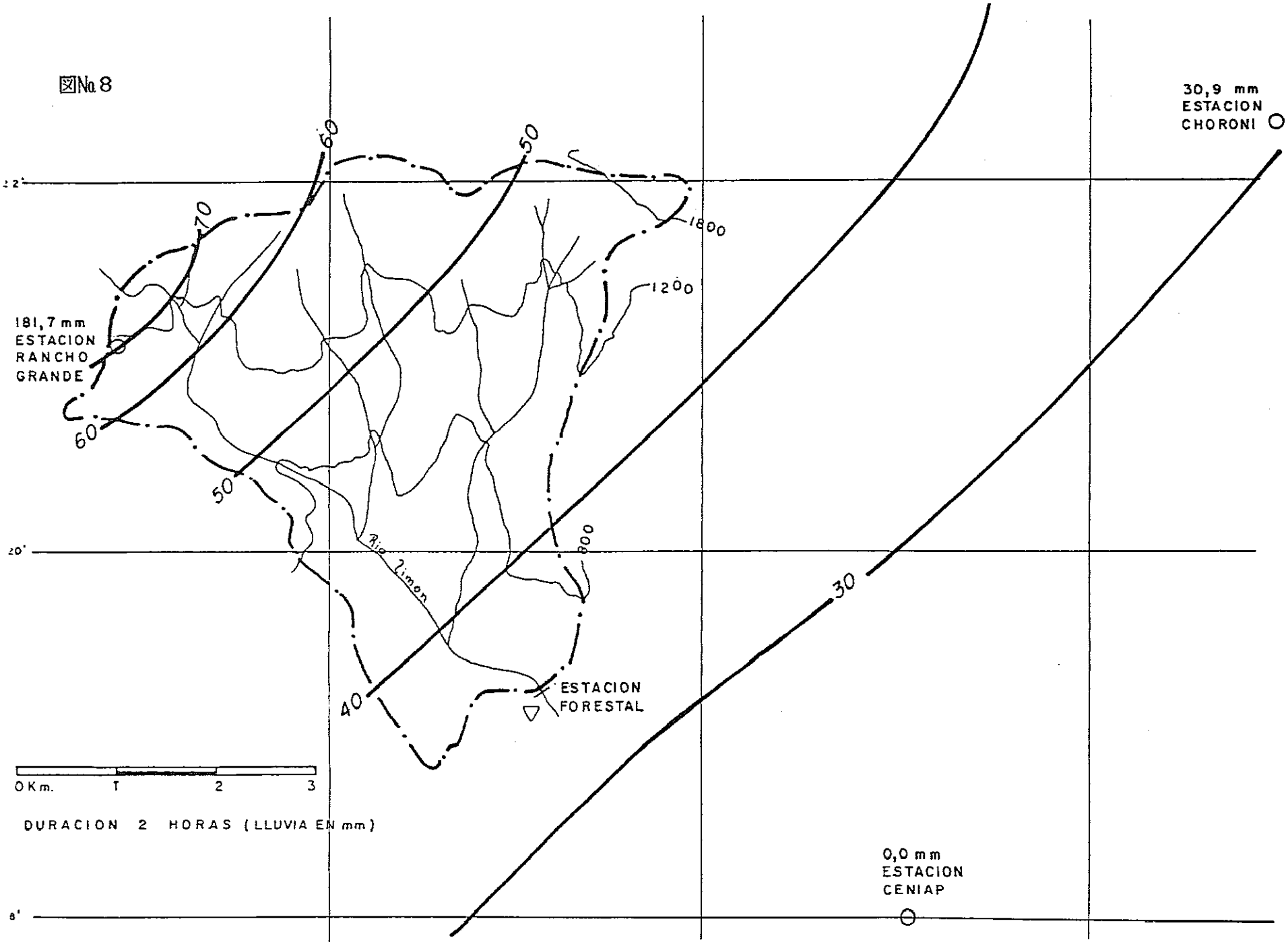
HIDROGRAMA DE NIVELES
(ESTACION FORESTAL M.A.C. 06/9/87)

図No.6


CURVAS DE MASA
DE LA TORMENTA
DEL 06-09-87
CUENCA DEL RIO LIMON
RANCHO GRANDE (1160 msnm)
CHORONI CABECERA (1310 msnm)
TOPO EL GUAYABO (515 msnm)
PRECIPITACION ACUMULADA (mm)
TIEMPO (Horas)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

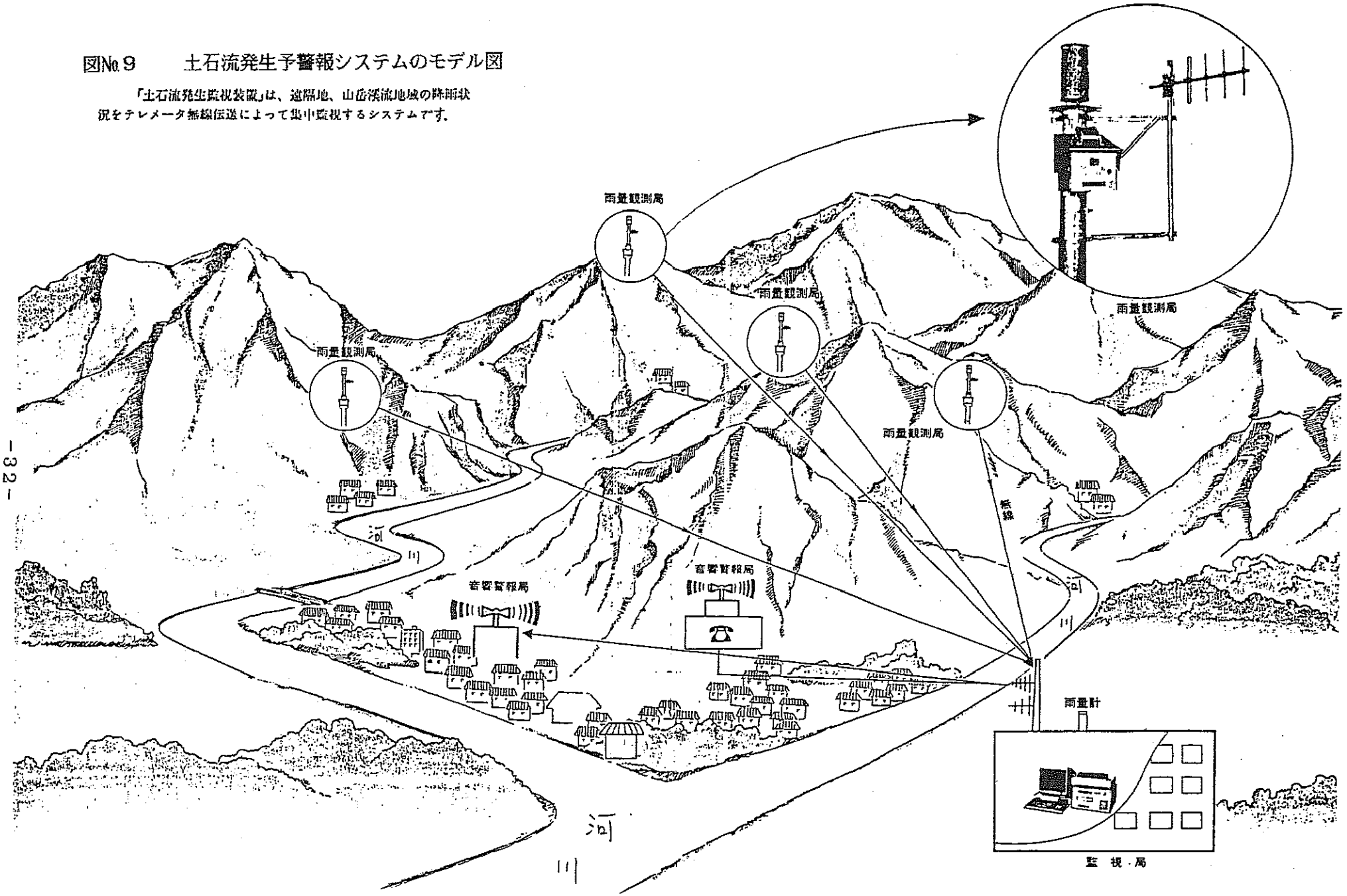
図No. 7


ESTACION RANCHO GRANDE
SERIAL: 0426
DURACION: 6 HORAS
PERIODO: 1940 - 1987
TR = 400 años
PRECIP. MAX. REGISTRADA PARA
EL DIA: 06/09/87: 182 mm
LLUVIAS EXTREMAS (mm)
0
50
100
150
180
200
1.1
2
5
10
25
50
100
1000
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)

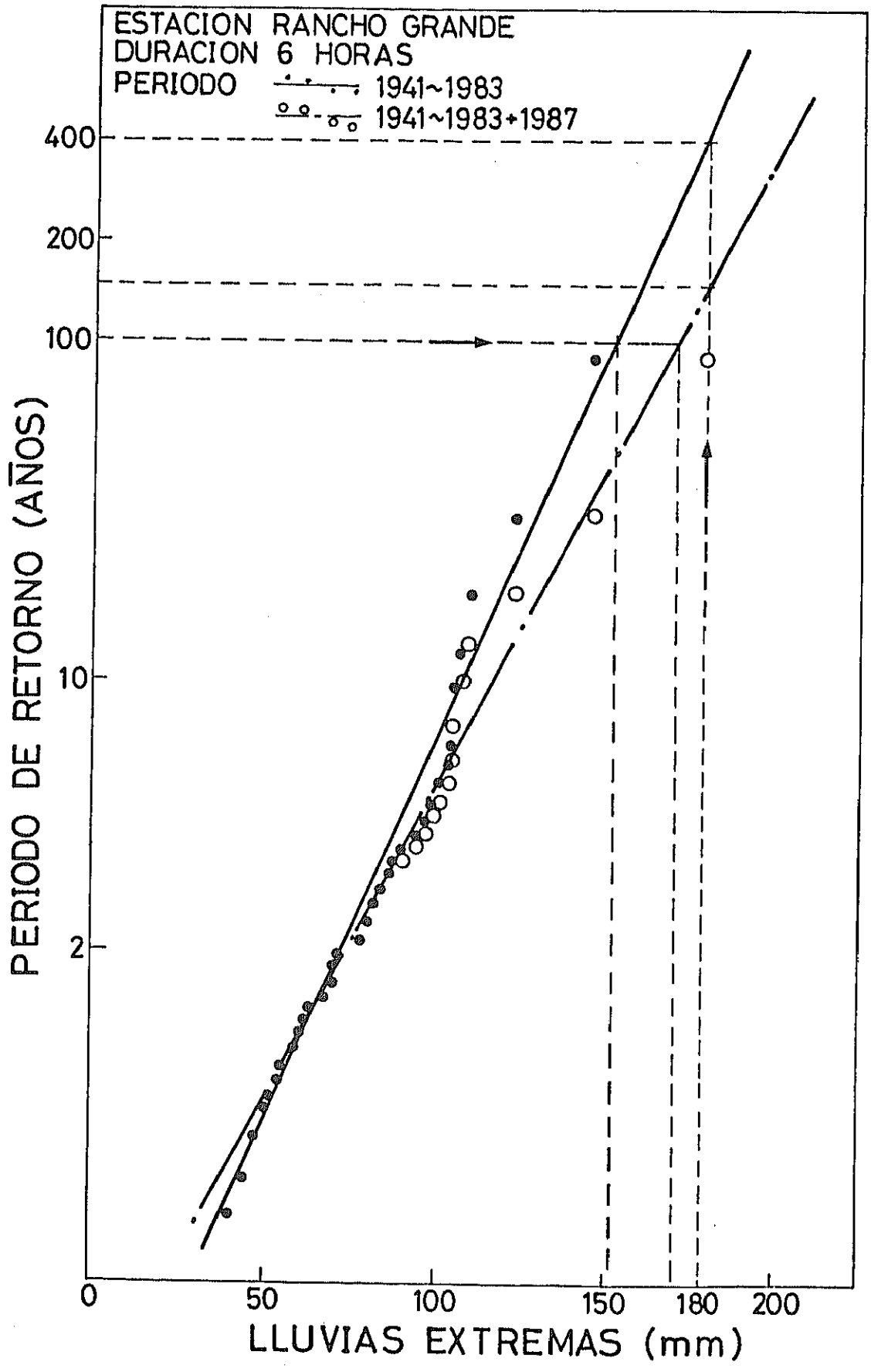

図No.8
30,9 mm
ESTACION
CHORONI
181,7 mm
ESTACION
RANCHO
GRANDE
ESTACION
FORESTAL
0,0 mm
ESTACION
CENIAP
Rio Limon
1800
1200
800
70
60
50
40
30
22'
20'
8'
0 Km.
1
2
3
DURACION 2 HORAS (LLUVIA EN mm)

図№９　　土石流発生予警報システムのモデル図

「土石流発生監視装置」は、遠隔地、山岳渓流地域の降雨状況をテレメータ無線伝送によって集中監視するシステムです。



図№10　統計期間の違いによる再現期間及び確率雨量の変動



図No.11

ヴェネズエラ国
国家行政組織図
（60年2月現在）

（国会）
(CONGRESS)

上院	下院
SENATE	CHAMBER OF DEPUTIES

大統領
OFFICE OF THE PRESIDENT

最高裁判所
FEDERAL SUPREME COURT JUSTICE

大統領秘書
SECRETARIAT OF THE PRESIDENCY

農業省
MINISTRY OF AGRICULTURE

文部省
MINISTRY OF EDUCATION

外務省
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS

法務省
MINISTRY OF JUSTICE

青年問題省
MINISTRY OF YOUTH AFFAIRS

調整・計画省
MINISTRY OF COORDINATION AND PLANNING

エネルギー・鉱山省
MINISTRY OF ENERGY AND MINES

保健・社会福祉省
MINISTRY OF HEALTH AND SOCIAL WELFARE

労働省
MINISTRY OF LABOUR

国防省
MINISTRY OF DEFENCE

環境・天然資源省
MINISTRY OF ENVIRONMENTAL AFFAIRS AND NATURAL RESOURCES

情報・観光省
MINISTRY OF INFORMATION AND TOURISM

運輸・通信省
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATION

開発省
MINISTRY OF DEVELOPMENT

大蔵省
MINISTRY OF FINANCE

内務省
MINISTRY OF INTERIOR

都市開発省
MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT

基礎指標

首都	カラカス	GDP	69,490百万ドル（1982年）
面積	912,000㎢	1人当GNP	4,140ドル（1982年）
人口	16.7百万人（1982年央）	通貨単位	ボリーバル

出所：世界開発報告1984

ヴェネズエラ国家行政組織図

Rancho Grande 降雨観測所　月雨量

1940年から1986年までの47年間の平均年雨量　1774mm

の9月平均雨量　238.8mm

表No. 1

N. A. R. N. R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS AUTOMATIZADOS

Estacion: 'RANCHO GRANDE　Tipo: PR　Serial: 0426　Zona: 02
Estado: AR　Latitud: 102100　Longitud: 674102　Altitud: 1160 m s n m
Org.: MA　Instalada: 0440　Eliminada:

Totales Mensuales y Anuales de Precipitacion (mm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1940	*	-	*	*	32.7	145.1	244.2	254.4	190.5	164.4	163.3	69.0	-
1941	13.2	0.0	13.0	52.8	141.5	185.0	304.0	*	300.5*	133.6	142.0	39.0	1544.6
1942	*	15.0*	35.0	112.0	143.0	190.5	287.1	*	*	670.0*	137.0	199.0	1790.6
1943	79.0	03.0	70.0	152.6	174.0	216.0	227.0	*	427.0*	195.0	94.4	42.0	1762.0
1944	3.0	11.0	6.6	39.4	283.0	268.4	235.0	329.0	228.0	119.0	305.0	58.0	1874.4
1945	10.0	21.0	32.0	169.0	*	354.7*	390.9	*	477.3*	*	229.5*	12.0	1696.4
1946	12.0	23.0	10.0	275.5	247.5	112.0	146.0	400.0	*	309.5*	82.5	92.0	1718.0
1947	15.0	4.0	2.1	20.0	25.0	136.0	314.0	258.0	253.5	230.0	50.0	48.5	1356.1
1948	44.0	11.0	24.1	25.0	142.0	274.5	288.0	438.0	78.0	196.5	181.0	15.0	1717.1
1949	23.0	46.0	7.0	-	-	-	181.3	221.9	213.3	330.0	300.5	149.5	-
1950	175.3	-	-	107.5	247.0	332.0	-	-	364.0	214.5	272.2	119.2	-
1951	178.9	281.7	97.3	*	245.6*	300.6	*	320.8*	164.8	47.2	172.8	90.8	2100.5
1952	19.0	7.0	0.4	-	-	220.4	256.2	*	416.1*	*	305.1*	77.2	-
1953	62.7	*	177.0*	52.0	-	-	*	*	*	*	*	*	-
1954	1532.4*	36.0	9.0	*	*	*	1040.1*	*	453.3*	*	600.4*	219.2	-
1955	28.6	40.0	93.5	71.8	94.8	489.3	231.2	365.2	268.4	143.0	265.6	124.9	2216.5
1956	160.9	70.7	56.1	39.0	159.3	154.9	143.2	363.2	180.7	187.8	93.5	115.2	1684.7
1957	57.8	11.5	14.9	68.6	126.9	201.4	158.8	264.0	283.0	94.3	205.0	38.0	1524.2
1958	0.6	4.6	5.4	5.2	170.0	291.4	263.5	410.9	273.8	125.1	79.3	38.5	1696.3
1959	32.1	5.1	0.0	19.6	241.6	97.7	155.5	302.2	405.7	147.8	105.6	56.3	1559.2
1960	24.4	0.0	5.8	100.6	165.7	118.7	304.3	237.8	*	164.2*	*	*	-
1961	203.8*	*	24.1*	20.8	15.9	142.4	229.8	385.4	262.8	231.0	111.3	47.0	-
1962	24.4	19.6	53.0	8.3	147.0	226.0	361.5	334.5	352.5	128.7	206.5	*	-
1963	105.5*	*	*	144.2*	417.2	170.0	152.5	246.0	231.5	*	221.5*	10.0	-
1964	7.0	0.5	0.0	51.0	132.5	*	466.4*	290.5	384.0	439.0	104.0	85.0	1959.7
1965	142.5	38.0	2.0	16.0	174.0	337.1	*	530.5*	147.0	172.5	134.0	11.0	1704.6
1966	0.0	77.0	7.0	95.0	207.0	421.0	259.0	284.4	120.9	*	346.2*	243.0	2062.5
1967	22.9	5.9	43.4	*	333.5*	195.1	261.5	271.5	191.8	371.2	182.5	93.9	1975.0
1968	*	111.7*	13.0	194.3	242.1	214.2	142.4	183.6	136.9	148.1	125.4	56.4	1528.1
1969	*	244.7*	64.4	227.5	204.0	312.9	298.9	339.0	114.8	340.5	201.6	79.0	2457.3
1970	*	64.3*	184.1	67.7	318.9	393.3	270.1	208.9	279.9	160.1	144.4	129.7	2220.4
1971	39.3	28.0	23.2	62.1	199.1	127.5	243.0	436.1	140.7	215.5	136.0	24.1	1694.6
1972	56.8	21.8	70.9	101.1	192.9	54.7	204.9	85.0	218.9	249.3	56.2	54.3	1386.8
1973	3.9	6.7	11.8	102.4	60.0	184.4	101.1	288.7	239.8	236.3	315.5	34.5	1385.1
1974	34.9	14.4	22.6	28.1	77.9	22.7	218.3	386.5	285.0	369.4	51.6	23.4	1534.7
1975	20.6	8.6	10.0	25.8	200.0	100.8	167.4	223.3	295.1	242.4	202.8	300.4	1806.2
1976	25.5	35.8	37.2	53.0	193.1	259.6	201.9	203.7	98.9	264.7	107.0	24.7	1507.1
1977	6.3	6.4	30.0	35.1	123.2	258.9	90.5	372.0	359.8	129.8	103.4	3.2	1561.6
1978	13.9	4.9	37.8	139.2	181.6	297.0	194.5	258.8	136.6	110.2	100.1	36.2	1512.8
1979	14.8	4.6	110.7	107.7	108.8	280.5	276.7	195.2	315.3	124.7	198.2	73.7	1890.9
1980	-	47.9*	3.3	68.1	253.5	303.4	428.3	318.6	373.2	347.4	92.3	10.5	2246.5
1981	72.1	50.0	10.6	484.6	388.6	159.6	462.0	364.5	233.5	91.1	70.5	58.1	2356.2
1982	37.6	*	*	218.7*	199.9	60.3	116.9	317.4	184.0	132.9	11.6	23.7	1303.0
1983	11.2	2.7	11.4	141.5	112.1	229.3	211.3	252.6	225.9	182.3	43.9	6.2	1430.4
1984	*	*	*	*	98.0*	264.1	232.6	120.3	341.7	*	371.5*	97.6	1525.8
1985	25.1	15.1	*	130.7*	124.1	151.3	106.0	359.7	282.3	288.6	227.6	204.5	1915.0
1986	-	*	*	27.8*	39.9	104.4	230.9	128.4	210.6	219.7	282.4	40.2	24.7	1409.0
1987	11.3	1.7	20.2	41.7	*								-
Prom:	41.0	28.5	33.2	89.3	176.4	217.7	231.4	291.9	238.8	206.1	143.7	76.4	1774.4
Porc:	2.3	1.6	1.9	5.0	9.9	12.3	13.0	16.5	13.5	11.6	8.1	4.3	
D. STD:	223.6	55.2	41.4	88.3	93.5	114.3	161.1	149.4	130.1	136.1	116.8	69.4	
CV:	545.7	193.7	124.7	96.6	53.1	52.5	69.6	51.2	54.5	66.0	81.3	90.9	

* DATO ENGLOBADO　* DATO DESENGLOBADOS
\- DATO DESCONOCIDO　. DATO FALTANTE
D. STD DESVIACION STANDARD　CV COEFICIENTE DE VARIACION

表2

年間平均降雨量

観測所名	観測年度	標高	平均降雨量
Rancho Grande	1940～86	1160	1774mm
Rancho grande-Regre	66～86	1090	1891
Choroni-Cabeceras	66～86	1310	1972
Maracay-La Tainidad	26～83	510	943
Maracay-Las Delicias	69～83	550	878
Maracay-Oficina	69～83	490	835
La Cabvera-Planta	52～83	430	913
La Morita	69～83	445	879
Las Tejerias-GFV	01～66		989
Guayabrita	41～86	515	892

1978～1983年までの６年間の１時間および３時間の実績最大雨量

観測所名		標高	１時間最大	３時間最大	６時間最大
Rancho Grande	78～83	1160	89mm	94mm	94
Rancho grande-Regre	78～83	1090	67	69	78
Choroni-Cabeceras	78～83	1310	68	98	99
Maracay-La Tainidad	78～83	510	55	77	85
Maracay-Las Delicias	78～83	550	60	92	93
Maracay-Oficina	78～83	490	57	63	78
La Cabvera-Planta	78～83	430	70	84	84
La Morita	78～83	445	53	57	57
Guayabrita	78～83	515	69	72	73

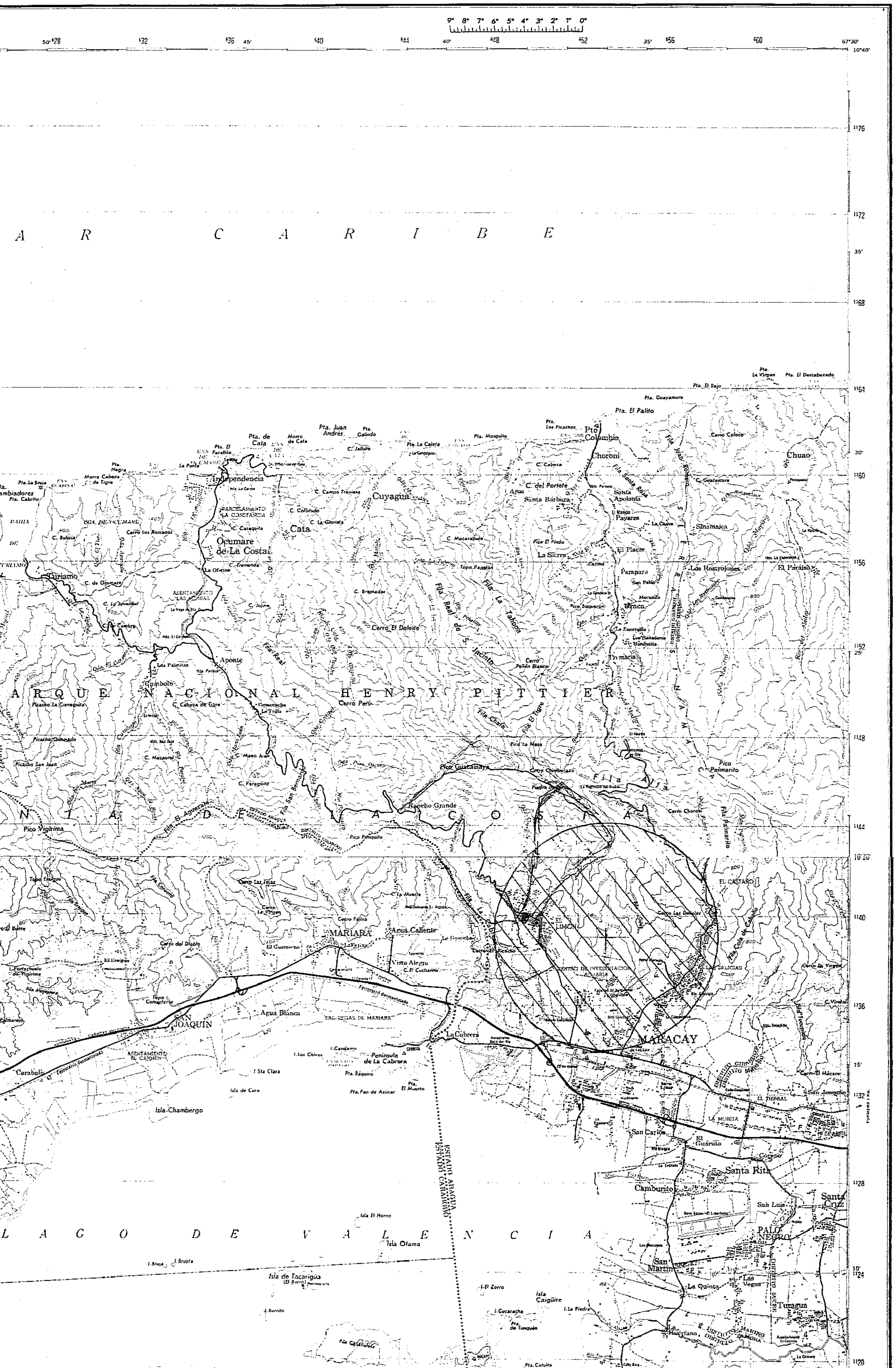
提供資料リスト

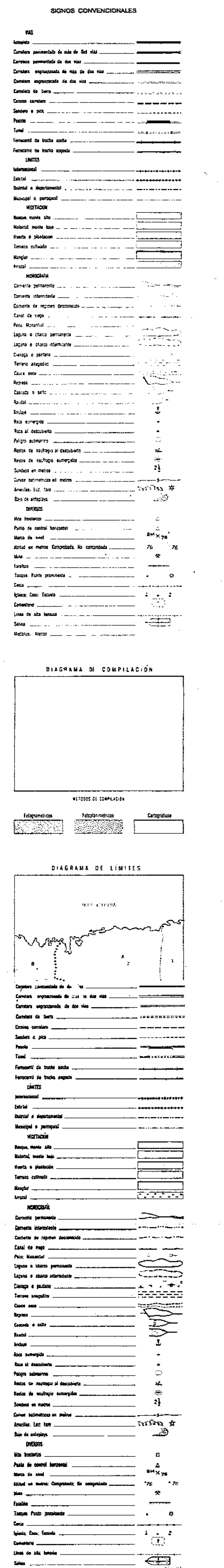
(1) The Outline of Countermeasures against Disaster in Japan (National Land Agency)
(2) Disaster Countermesures in Japan (National Land Agency)
(3) Planning for Crisis Relief - Towards Comprehensive Resource Managament and Planning for Natural Disaster Prevention (Reprot of Internationl Seminar by UNCRD on Sept. 1986 at Japan)
(4) Weather Service in Japan (Japan Meteorogical Agency)
(5) Earthquae Disaster Countermeasures in Japan (National Land Agency)
(6) Volcanic Disaster Countermeasures in Japan (National Land Agency)
(7) NLA's Disaster Prevention Radio Communication Sistem
(8) Prepering for typhoons and severe storms (National Reseach Center for Disaster Prevention)
(9) Secular Changes of probable rainfall and annual total precipitation in Japan (Nationl Research Center for Disaster Prevention)
(10) Technology for disaster prevention, volume 11 (National Reserch Center for Disaster Prevention and Japan International Cooperation Agency)
(11) Education and training of disaster prevention experts (T.Kinoshita)
(12) Outline of recent activities of National Research Center for Disaster Prevention (National Research Center for Disaster Prevention)
(13) Laws, cabinet orders and notifications on disaster prevention in Japan (National Research Center for Disaster Prevention)
(14) Precipitation monitoring system (Meisei electric Co.)
(15) JRC Automatic transmission measuring system (Nihon musen Co.)
(16) DEBRIS flow forecasting and warning system -Unit price list
(17) MUD flow monitoring system - Unit price list
(18) Outline of The DEBRIS flow forecasting and warning system - Unit price list
(19) 土石流発生監視システムMR型 (明星電気株式会社)

OCUMARE DE LA COSTA

EDICION 2–DCN
1971

LA REFERENCIA DE ESTE MAPA ES:
HOJA 6647

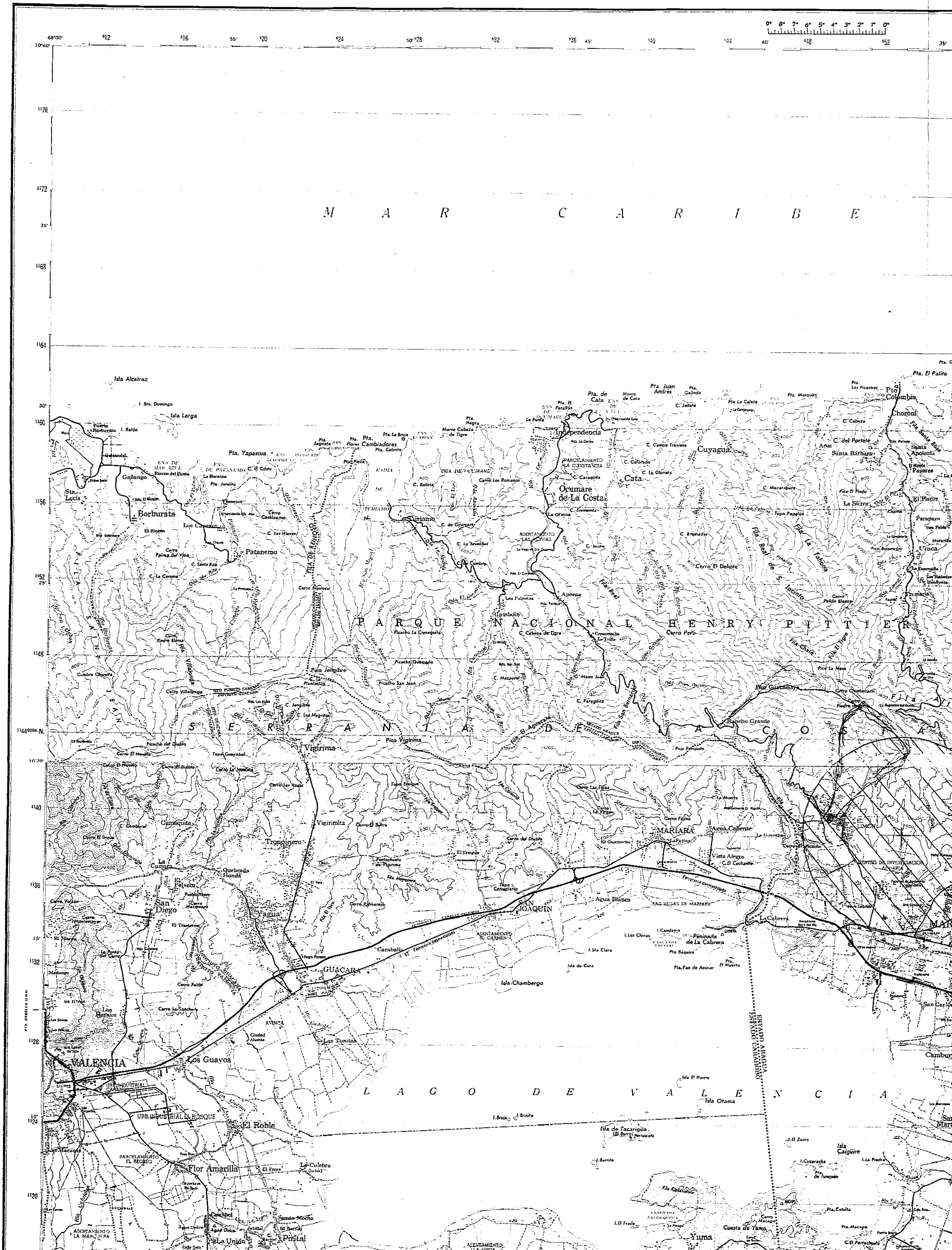


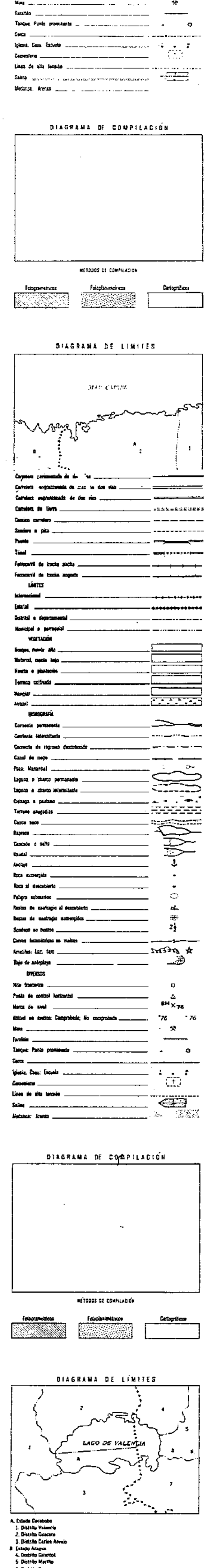


REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE CARTOGRAFIA NACIONAL

OCUMARE DE LA COSTA

EDICION 2-DCN
1971





IMPRESO EN LA DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA NACIONAL

Escala 1:100.000

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kilómetros

1 0 1 2 3 4 5 6 7 Millas Terrestres

CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 40 METROS
SUPLEMENTARIAS A INTERVALOS DE 20 METROS

DATO VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR

PROYECCION MERCATOR TRANSVERSAL

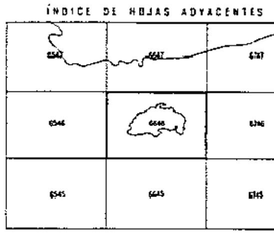
DATO HORIZONTAL PROVISIONAL DE SUR AMERICA

DATO HIDROGRAFICO NIVEL APROXIMADO DE LA BAJAMAR MEDIA

LAS LINEAS NUMERADAS INDICAN LA CUADRICULA UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR, CON ESPACIAMIENTO DE 4000 METROS, HUSO 19, ESFEROIDE INTERNACIONAL

LOS TRES ULTIMOS DIGITOS DE LOS NUMEROS DE LA CUADRICULA HAN SIDO OMITIDOS

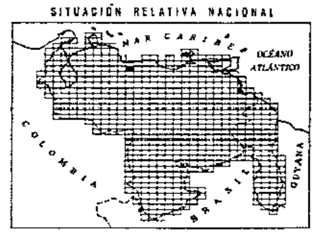
ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES



La hoja 6646 queda comprendida en la NC 19-7, 1:250.000

SITUACIÓN RELATIVA REGIONAL

SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL



HOJA 6646
LAGO DE VALENCIA, VENEZUELA

Esta carta fue producida en 1965 por la DIRECCION DE CARTOGRAFIA NACIONAL mediante reduccion de hojas a escala 1:25.000 restituidas por metodo aerofotogrametrico con fotos aereas tomadas en enero de 1961. Clasificacion de campo en 1964

Escala 1:100.000

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kilometros

1 0 1 2 3 4 5 6 7 Millas Terrestres

CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 40 METROS
SUPLEMENTARIAS A INTERVALOS DE 20 METROS

DATO VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR

PROYECCION MERCATOR TRANSVERSAL

DATO HORIZONTAL PROVISIONAL DE SUR AMERICA

DATO HIDROGRAFICO NIVEL APROXIMADO DE LA BAJAMAR MEDIA

LAS LINEAS NUMERADAS INDICAN LA CUADRICULA UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR, CON ESPACIAMIENTO DE 4000 METROS, HUSO 19, ESFEROIDE INTERNACIONAL

LOS TRES ULTIMOS DIGITOS DE LOS NUMEROS DE LA CUADRICULA HAN SIDO OMITIDOS

NW Y NE

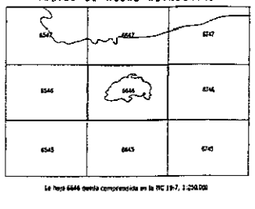
5°33' = 99 MILESIMAS

0°13' = 3,9 MILESIMAS

DECLINACIÓN MAGNETICA PARA ENERO DE 1969
(CENTRO DE LA CARTA)
5°20' AL OESTE
VARIACIÓN ANUAL +6'

Para trazar en la carta la norte-sur magnetica lleve en el diagrama el valor del angulo formado por aquella linea con la ordenada "Y". marquese dicho valor en la escala transportador (situada en el borde superior de la carta) y, por medio de una recta, una el punto asi obtenido con el punto "P" (situado en el borde inferior de la carta)

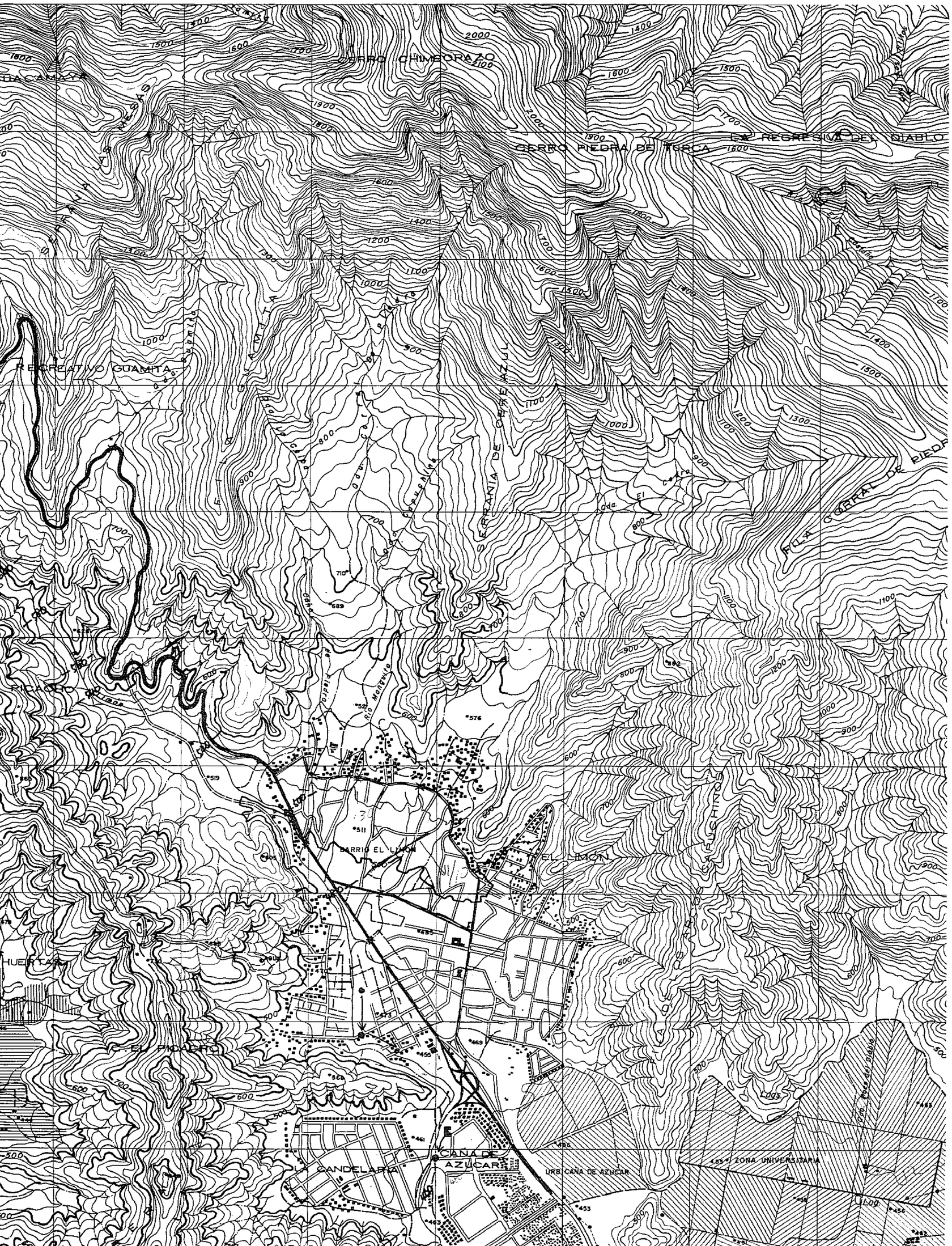
ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES



La hoja 6646 queda comprendida en la RC 19-7, 1:250.000

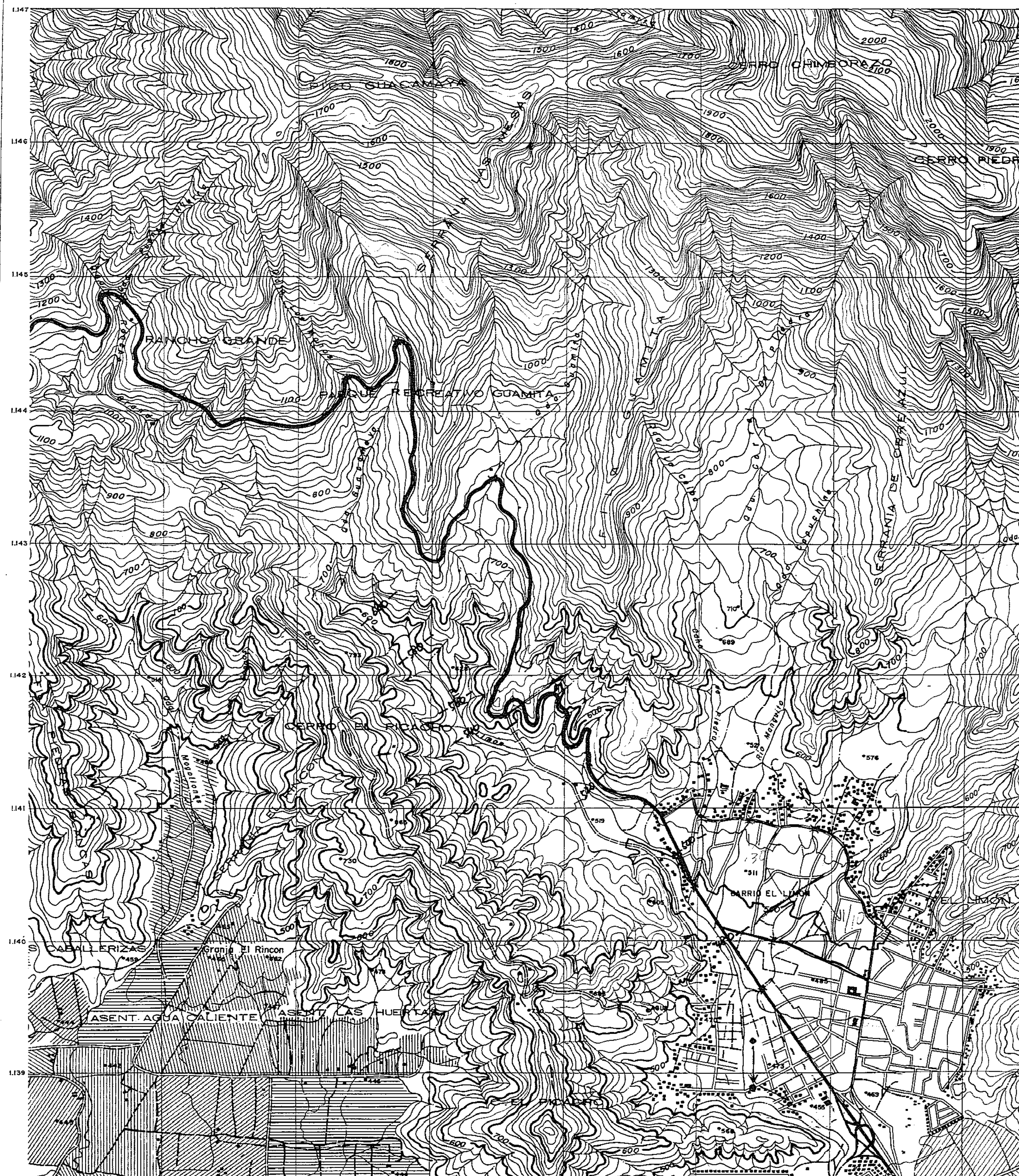
IDENTIFICACION DE LA ZONA	PARA SIMPLIFICAR REFERENCIA EN ESTA HOJA A LOS DOS METROS MAS CERCANOS
19P	PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO: PUENTE
IDENTIFICACION DEL CUADRADO DE 100.000 METROS: FM	1. Leanse los letras que identifican el cuadrado de 100.000 metros dentro del cual se encuentra el punto.
NO DEBEN TOMARSE EN CUENTA los ceros en TIPO PEQUEÑO en numerar números cuadriculares. Estos números son para determinar los valores apropiados de las coordenadas. Ignórese SOLAMENTE los números de TIPO GRANDE.	2. Localícense las líneas VERTICAL de la cuadrícula a la(s) inmediatamente a la IZQUIERDA del punto y tómese los cifras de TIPO GRANDE correspondientes a ellas en el margen superior o inferior de la carta.
	Midanse los milímetros (por interpolación de cuadrículas, sobre la línea mencionada en el punto) y anótense a la derecha, en la columna de la unidad de TIPO GRANDE.
	3. Localícense las líneas HORIZONTAL de la cuadrícula situada inmediatamente DEBAJO del punto y tómese los cifras de TIPO GRANDE correspondientes a ellas, en el margen izquierdo o en el derecho de la carta.
	Midanse los milímetros (por interpolación de cuadrículas, sobre la línea mencionada en el punto) y anótense a la derecha, en la columna, en la posición de la unidad de TIPO GRANDE.
REFERENCIA SIMPLE	FM 1 4 5 2 6 6
REFERENCIA COMPLETA	(19FM)14526

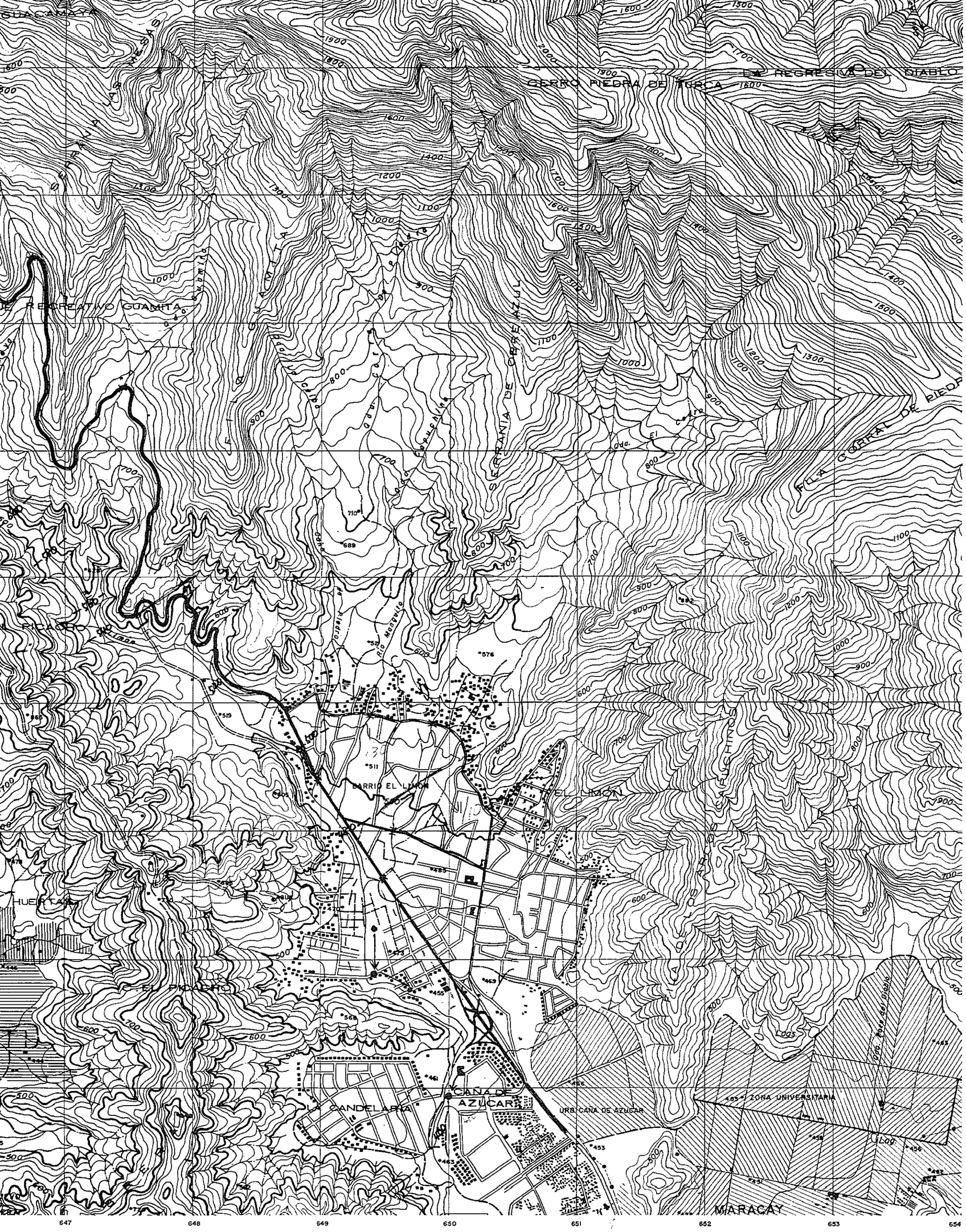
EL LIMON ESTADO ARAGUA



Republica de Venezuela
Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE CARTOGRAFIA NACIONAL

EL LIMON ESTADO ARAGUA





Escala 1:12.500

1 1/2 0 1 MILLA

1.000 500 0 1.000 2000