

既存の地質図によれば地域の地質は大部分白亜紀～古第三紀の変成火山岩のスピリットと玄武岩そして前～中期の中新世ルプアガン累層の火山質ワッケ、微角礫岩、礫岩よりなる。ルプアガン累層は下部の変成火山岩とは不整合の関係にある。

タオング川とアシン川の左岸に非常に長い断層がほとんど南北方向に追跡できる。そしてひとつの地質的リニアメントが北西から南西方向へ延びていてトンネルを斜めに横切っているようである。これは変成火山岩とルプアガン累層の地質的接触に呼応するであろう。

取水堰の基盤岩はたぶん非常に硬くしまったスピリットと玄武岩よりなり、薄い残留土に覆われている。これらの岩は褶曲や節理があるが、コンクリート取水堰の基礎として十分な強さがある。そして基盤岩の水密性はタオング川の左岸の南北方向の長い断層の影響による浅い部分の破碎帯を除けば良好である。

導水路トンネルの地質は集水口では変成火山岩よりなり、そして支流からの副取水堰の地点より下流ではルプアガン累層の火山性ワッケによって占められている。

ルプアガン累層はたぶん変成火山岩の北東境界に沿って断層接触している。トンネルの覆りは掘削に十分な厚さがあるが地質境界の岩質は破碎されているであろう。この地域では十分な支保工が必要になるであろう。

ブガオイ村の近くの発電所とペンストックはルプアガン累層の火山性ワッケ、微礫岩そして礫岩の上に位置する。発電所の基礎に特に地質的障害はない。

調整池の基盤岩は高洪水位までに露出している硬い変成火山岩よりなる。調整池の高水位は高洪水位を越えないので調整池の透水性は水密性である。それ故調整池の斜面もまた安定している。

コンクリート骨材のための最適な原石山はダムサイトの1.5kmに位置して、変成火山岩のスピリッツと玄武岩よりなる。それらはコンクリート骨材として分量、強度とも十分である。砂礫材は取水堰から2km以内のタオング川の河床から採取できよう。

## カビンガタン(2-8-28-52)

カビンガタンスキームはカガヤン溪谷の南部、北シエラマドレの南西に位置し、カビンガタン村から1.5km下流またコンワップ川のマデラの5km上流に相当する。このサイトでのダム高は147mが予定されている。

既存の地質図によると地域地質はシクラオ石灰岩(たぶんイブラオ累層に相当)と変成火山岩であろう。シクラオ石灰岩は下部の変成火山岩と不整合の関係にある。

一般に石灰岩は急崖とギャップを形成する。カビンガタンはカガヤン溪谷の中でも最大のギャップである。石灰岩は層理性と塊状の構造をもち、また節理に富みシンクホールもある。

ダムサイトの基盤岩は硬いよくしまった塊状と層理状の白色サンゴ石灰岩よりなる。しかしながら空中飛行調査中にいくつかの大きな洞くつが発見された。石灰岩は典型的なU字型峡谷を形成している。右岸は急崖によって形成され、アバットの頂上は濃い森林で覆われ、崖のつま先は崖錐と大きな岩石に覆われている。左岸はもっと高い崖と水平な洞くつによって形成されている。河床は川幅いっぱいにながら流れているが河床はたぶん砂、大礫、そして巨礫よりなるであろう。

ダムサイトの水密性は溶解性の水路と石灰岩の大きな洞くつから期待できない。ダムサイトは河床から両岸の頂上までこの漏水性の石灰岩のみからなる。それ故にカビンガタンは計画ダム地点としては勧められない。

また同時に貯水池の水理地質的状況も貯水のためにはよくない。カビンガタンスキームの貯水池は約59km<sup>2</sup>である。貯水池の基盤岩は石灰岩、ワッケそして頁岩よりなる。ワッケと頁岩は通常水密性である。しかし一般に石灰岩は溶解洞くつと破碎された亀裂をもつ。変成堆積岩(ワッケと頁岩)は整合に厚い層理性透水石灰岩に乗る。結論として貯水池は水密性でない。特に高い標高の石灰岩の洞くつや亀裂は漏水を止めることができない。

## カセクナン(2-8-29-58)

カセクナンスキームはマグハナイ村の北北西約4.5kmのカシグナン川で、かつまたカビンガタンスキームの上流約75kmに6mの高さで56mの幅のコンクリート取水堰よりなる流れ込み式として計画された。

発電所サイトはマグハナイ村の1.5km下流でカセクナン川の左岸に位置する。導水路トンネルはカシグナン川左岸に計画された。約88mの落差が6kmの導水路トンネルによって得られる。

カシグナン川は取水サイト(標高543m)において南へ流れ、マグハナイ村でカセクナン川に合流する。伐採された、またはげた谷の斜面が計画取水地点とマグハナイ村の間にカシグナン川に沿って比較的広く分布しており、そこには多くの地切りがある。地切りの最大なものはダムサイトの約2km下流カシグナン川の右岸に位置する。対照的に取水堰の上流では、計画地点の谷の側面は安定していてかつ濃い密林に覆われている。

既存ルソン島北東地質図(縮尺25万の1,JICA-MMAJ,1977)によれば計画スキームサイトの地域地質は主に白亜紀~始新世のカラバロ層群よりなる。これはたぶん鉱山局の地質図の変成火山岩に相当する。褶曲軸は東西方向に走り褶曲は発達している。ふたつの推定断層がスキームの近くで認められた。ひとつはカセクナン川の右岸に沿って生じ、もうひとつはカシグナン川の右岸に沿ってあらわれる。

カラバロ層群は3つの累層よりなる。すなわち上方に向かって累層-I、累層-IIそして累層-IIIである。累層-Iは安山岩質凝灰角礫岩、安山岩質熔岩そしてよく成層した砂岩と頁岩の互層。累層-IIは玄武岩質熔岩、閃緑岩、玄武岩質凝灰角礫岩それには含まれたシリカ質頁岩と砂岩よりなる。累層-IIIは安山岩質熔岩、安山岩質凝灰角礫岩それには含まれたシリカ質頁岩と石灰岩よりなる。

計画堰地点の基盤岩は硬~超硬質の玄武岩質凝灰角礫岩、あるいは熔岩そして局所的にシリカ質頁岩と砂岩をはさみ残留土に覆われた風化帯を伴う。河床は氾濫原のすみからすみまで厚い礫と大礫とに埋められている。取水堰の1km西に南北

方向の推定断層があるが低いコンクリート・ダムには影響しないであろう。調整池は安山岩と玄武岩からなり谷の側面の傾斜は安定していてまた水密性である。

導水路トンネルは硬い玄武岩質と安山岩質の基盤岩を通過するであろう。水路を横切る大きな断層はなく、また覆りの厚さもトンネル掘削に十分であると予測できる。それ故トンネル工事に特別な処理は必要ない。

発電所サイトは硬～超硬質の白亜紀～始新世の安山岩質熔岩と凝灰角礫岩よりなり、シリカ質頁岩と石灰岩をはさむ。

取水コンクリート堰の建設材料は硬～超硬質の玄武岩熔岩と凝灰角礫岩で堰の下流2.5kmのカシグナン川の右岸側面にある。砂材料は取水堰の下流2kmの氾濫原より採取することができよう。

### アッパーカセクナン(2-8-29-59)

アッパーカセクナン スキームはカセクナンスキームの取水堰より8.5km上流のカシグナン川に高さ約7m、幅47mの取水堰よりなる流れ込み式として計画された。発電所はマグハナイ村の約10km上流でカセクナンスキームの取水堰の1km上流カシグナン川の左岸に位置する。

導水路トンネルはカシグナン川の左岸に計画された。約112mの落差が7kmの導水路トンネルによって得られる。カシグナン川は取水地点(標高670m)で南南東へ向かって谷に沿って曲がって流れている。計画スキームサイトの谷の側面は安定していて深い原始林に覆われている。

地域の地質はカセクナンスキームに述べたとおりである。いくつかの褶曲軸が確認された基本的構造の方向は東西である。推定断層がカシグナン川の右岸に沿ってある。コロンブス石灰岩がカシグナン川から5km東に露岩しているが、これはスキームに影響しない。

取水堰サイトは硬～超硬質のシリカ質頁岩と石灰岩をはさんだ硬～超硬質の安山岩質熔岩と凝灰角礫岩よりなるであろう。

取水堰の基盤岩は河床では厚い砂礫と大礫に両アバットの高い標高では厚い残留土に覆われている。堰地点の透水性は河床の浅い部分を除いて水密性であろう。それ故特別の処理は不要である。

調整池は安山岩質熔岩と火砕質岩よりなるであろう。ここでは漏水もなく谷の斜面も安定しているであろう。

導水路トンネルはカラバロ層群を通過するであろう。これは3つの累層に分けられる。即ちトンネルルート北部にある安山岩質熔岩と凝灰角礫岩、中央部分にある玄武岩質熔岩そして南側にある安山岩質凝灰角礫岩と熔岩よりなる。トンネルルートの岩質は全体として完全な支保工なしでもトンネル掘削には十分な強さである。しかしながらガリーが横切るいくつかの点については全面的支保工が必要である。

発電所サイトの基盤岩は、白亜紀～始新世の硬～超硬質の安山岩質凝灰岩と溶岩で層理の発達した砂岩と頁岩の互層を伴う。

建設材料は堰の南南西4kmにある硬～超硬質の玄武岩質の溶岩と凝灰岩を予定している。砂材料は堰のそばの河床氾濫原にある。

### アッパーカセクナン-3(2-8-29-61)

アッパーカセクナン-3スキームはカセクナン川の上流のカシグナン川における高さ87mのダムとカシグナン川からマガット川の上流のマンガ川への流域変更水路トンネルとして計画された。約342mの落差が貯水池の中の取水堰からマンガ川の発電所までの14kmの導水路トンネルで得られる。

計画ダム地点はアッパーカセクナンスキームの取水堰の上流約4kmマンギット村の下流2kmのカシグナン川に位置する。アッパーカセクナン-3ダム地点はV字谷を形成し、小さなクリークが右岸の直下流に位置する。貯水池の水はダムサイトから3km上流の取水堰から導水路トンネルでマンガ川の左岸の発電所まで運ばれる。

地域の地質はカセクナンスキームに同じである。褶曲軸の一般方向は北東から南西である。推定された長い北西方向の断層がダムの右アバットと導水路トンネルを横切り、そしてまた貯水池の西端を通過している。

ダムサイトの基盤岩は硬～超硬質の安山岩質熔岩と凝灰角礫岩よりなり、これらは多分石アバットでは断層によって破碎されているであろう。たぶんこれらの岩は河床では砂礫にそして両アバットの高い標高で厚い残留土に各々覆われるであろう。ダムサイトの透水性は風化した破碎帯を除けば水密性であろう。

取水堰の基礎は漸新世のマバラン累層の石英安山岩質凝灰岩よりなり、地質工学的問題はない。

導水路トンネルは漸新世の石英安山岩質凝灰岩、カラバロ層群の第III累層のシリカ質頁岩をはさむ安山岩質熔岩と凝灰角礫岩そしてカラバロ層群の第II累層の玄武岩質熔岩と凝灰角礫岩を通過する。トンネル断面を断層線が横切るところでは掘削に全面支保工が必要であろう。更に、建設中には取水堰から5.5kmのカシグナン川が横切る所では漏水がトンネルに入る事がありうる。

発電所サイトは硬質な白亜紀～始新世のカラバラロ層群のシリカ質頁岩よりなる。しかしながらマンガ川に沿った推定断層は発電所の基盤岩に影響するであろう。それゆえ、いくらかの処理が必要であろう。

貯水池は約17.7km<sup>2</sup>で大部分は漸新世のマバラン累層の石英安山岩質凝灰岩よりなる。貯水池域は構造盆地の皿底を占めている。そのため貯水池の谷の側面は一般にダムサイト近くを除いてゆるやかな傾斜である。アッパーカセクナン-3貯水池は水密性で安定しているように思える。

ロックフィルのための新鮮で硬質な安山岩質熔岩と凝灰角礫岩を採取する原石山はダムサイトの南1kmに位置する。ロックフィルフィルターとして適した砂礫はダムサイトの上流2km以内の河床にあるであろう。アース材料はダムサイトから北へ2kmの石英安山岩質凝灰岩の残留土を期待する。

## タブ(3-77-0-4)

タブスキームはビンガダムの26.5km下流ベンゲット州アグノ川に約160mの高さのロックフィルダムからなるダム貯水池式として計画された。アグノ川はダルプリントからテボまで広い断層谷(500m幅)の中を流れ、テボの直下流より南東方向から南西方向へ川は向きを変える。そうしてアグノ川は谷の方向に平行で急傾斜なくつかの推定される北東と北西の断層群に沿ってテボとサンロケの間に深い峡谷を形成している。

既存の地質図によれば地域の地質は主として4つの地質区分よりなる。即ちダムサイトの新第三紀の石英閃緑岩(Qd)、広い断層谷の左岸の変成火山岩(Mv)、変成火山岩と石英閃緑岩の間に位置する片岩(Sc)それと広い断層谷にある沖積堆積物。

計画ダム軸は石英閃緑岩よりなりテボ近くの峡谷の入口から約5km下流のV字谷に位置する。ひとつの推定断層が左岸に沿って北西方向にある。ダムサイトの岩質はたぶん両アバットにおいて薄い残留土と強風化岩によって覆われた硬～超硬質である。ところによって左岸に沿って推定断層のために破碎されている。

ダムサイトの透水係数は両岸でやや高く、数mの層厚の礫や巨礫によって覆われた河床の部分では高い透水性であろう。それ故多大なグラウトが必要であろう。ダムサイトの基盤岩は一般に堅固でところにより中位の風化を受けている。シュートタイプの洪水吐が右アバットの上部に水理学的考察により計画された。その結果、深い掘さくと多量の開さくを必要としよう。将来の調査では岩開さく問題と長大斜面の安定について検討する必要がある。計画発電所サイトはいくらかの崖錐堆積物に覆われた新第三紀の一連の石英閃緑岩よりなり、これは発電所の基礎として十分な強度を有する。しかしながら発電所サイトもまた多量の開さくを必要とするであろう。

貯水池は約6.6kmでダムサイトから北東方向へ向かって延びてそしてテボ近くで北西方向へ転換している。峡谷地帯のタブ貯水池は石英閃緑岩と片岩よりなり、そして広い断層谷内の貯水池上流部は片岩、変成火山岩それに沖積層よりなる。貯水池の透水性と地下水の状況は破碎された高透水性断層帯を除けばたぶん水密性である。

ロック材料はアグノ川の右岸のダムサイトの北東1kmの硬～超硬質の石英閃緑岩より供給される。砂と礫材料はダムサイトの約6km上流、アグノ川沿いの沖積と段丘堆積物を予定している。アース材は石英閃緑岩の残留土より採取出来る。

### アグノ-1(3-77-0-5)

アグノ-1 スキームは取水堰、発電所そして導水路トンネルよりなる流れ込み式として計画された。計画スキームはベンゲット州のアグノ川流域に位置する。取水堰はソコン村の南1kmのアグノ川に位置する。

発電所サイトは堰より2km下流でアンブクラオダムから約10km、そしてまたアンブクラオ貯水池の背水の直上流に位置する。発電所の取水堰は約2kmの導水路トンネルで結ばれ約60mの落差を得る。

アグノ川はアンブクラオダムサイトでは狭くて深い峡谷を形成するが、このサイトの谷間ではや、浅くなっている。峡谷の急な斜面は主に植生のない露出した風化岩より形成されている。大きな地這りの跡が発電所の直下流アグノ川の右側の谷の斜面にある。

ベンゲット州の既存地質図(縮尺25万の1、BMG, 1974年 11月)によればアグノ川流域の地域地質は4つの典型的累層よりなる。即ちUV累層、N1累層、N2累層そしてNI累層、これらはルソン中央コルデリアの南部を形成している。

白亜紀～始新世のUV累層は中央コルデリアの軸を形成している。これらはプゴ累層に相当するであろう。岩は主として変成火山岩よりなる。そしてN1累層は不整合にUV累層を覆う。N1累層は礫岩や砂岩それにワッケなどの堆積岩よりなり前～中期の中新世に属しジグザグ累層に相当するであろう。そして上に続いてN2累層があり、これは上部中新世のクロンダイク累層に相当するであろう。

NI累層は貫入岩で、これはアグノバソリス(底盤)に相当する。これはUV累層と前～中期の中新世岩を貫入する。NI累層は石英閃緑岩、花崗閃緑岩そして関連した安山岩質～石英安山岩質斑岩よりなる。



取水堰の基盤岩は硬くて固結した弱～中位に風化した変成質の玄武岩と安山岩よりなる。これらの岩は薄い残留土と崖錐堆積物で覆われているが中位の風化帯は厚いように思える。河床は厚い砂礫と岩屑で埋められている。

導水路トンネルはアグノ川の右岸を通過し、トンネルの覆りの岩は硬くて固結した変成玄武岩と安山岩よりなる。水路を横切る大きな断層はなく、トンネル掘削中に全面支保工の必要はあるまい。

発電所はアンバイ村の近くアグノ川とその支流の合流点に位置する。基盤岩は大部分硬く頑強な変成玄武岩と安山岩で浅い部分は弱ないし中位の風化を受けており、また薄い残留土と多量の岩屑に覆われている。大きな断層がないので特別の処理は不要である。

調整池の基盤岩は変成玄武岩と安山岩よりなり、これらは大部分安定していて頑強でよくしまった閉じた節理であって調整池からの漏水はないであろう。

建設材料はダムサイトの南1.5kmで変成玄武岩と安山岩が予定される。これらはコンクリート骨材として十分な強度を有する。砂材料は堰の上流0～2kmの河床から採取できる。

## アグノ-2(3-77-0-6)

アグノ-2 スキームは導水路トンネルで互いに結ばれた主取水堰、副取水堰そして発電所よりなる流れ込み式として計画された。

発電所サイトはアグノ川のアグノ-1スキームの取水堰の約1km上流に位置する。

主取水堰は発電所サイトから約10km上流のルタブ村のアグノ川に位置する。そして2つの追加副ダムが発電所から3.5km上流主堰の南西5kmアグノ川支流に計画された。

副ダムの水はトンネルによって運ばれ主導水路トンネルの集水口より4kmの地点に合流する。主トンネルの全長は約8.3kmで、158mの落差を得ることが出来る。主取水堰は広く開いたV-字谷に位置して近づきやすい。副ダムサイトと発電所サイトは急でや、深い谷に位置する。

地域の地質はアグノ-1とほとんど同じである。そしてアグノ川の左岸にはアンブクラウ断層がある。断層の東側はN1累層よりなる(これは多分ジクザク累層に相当する)。

取水堰の谷の側面は右岸で急な斜面を左岸の高い標高で棚田を形成している。河床の中央部分は砂礫で埋まっている。左アバットのゆるやかな斜面は礫岩と砂岩の互層よりなっていて、層理面は地表面に平行(流れ堰)である。一方、右岸では変成火山岩をはさんだ礫岩の層理面が地表面に交叉している(受け盤)。節理の一般方向はN40-45°E/80°NEである。これらの節理のいくらかは埋まっていたりしているが、その他は開いており、節理の密度はm当たり5~6個である。

基盤岩の岩質はたぶんコンクリート重力堰の基礎としては硬くて十分な強度があるが、いくらかの開いた割れ目のため特別なカーテングラウトとコンソリグラウトが必要となろう。河床堆積物の厚さは6~8mと思える。風化帯の層厚は1m以内である。崖錐堆積物は左岸に約6mの厚さで堆積している。いくらかの礫岩が左岸のつま先にのみ露出している。

導水路トンネルの基盤岩は多分白亜紀~始新世の変成玄武岩と安山岩それに後期中新世~鮮新世の堆積岩からなる。集水口と水路トンネルの上流側は堆積岩を通過する。これに続いてトンネルの下流側と2つの副取水堰は変成玄武岩と安山岩に位置する。トンネルの掘削には特別の困難はないが所によりいくらかの支保工が必要であろう。

発電所の基盤岩は非常に薄い残留土に覆われた変成火山岩(白亜紀~始新世)よりなるであろう。発電所の基礎として十分な強さがあるので特別な処理はいらない。

調整池は取水堰と同じ基盤岩よりなるので重大な水理地質問題はない。

最適なコンクリート骨材は主取水堰より1km以内のアグノ川の河川氾濫原に位置する河川堆積物、落石と段丘堆積物よりなる。砂材料は主堰から1km以内の河川氾濫原から採取出来よう。

### アグノ-3(3-77-0-7)

アグノ-3スキームはアグノ-2スキームの上流で主堰、副堰それぞれと2つの副取水口、発電所それに導水路トンネルよりなる流れ込み式として計画された。発電所はアグノ川の左岸アグノ-3スキームの主取水堰の直上流に位置する。

主取水堰は発電所の8km上流アグノ川に位置する。副ダムは主堰の南西1kmアグノ川の無名の支流でアグノ川とその支流の合流点より2.5km上流に位置する。

導水路トンネルはアグノ川の左岸を通る。トンネルの総延長は7.5kmで落差は184mである。副取水堰からの水は導水路トンネルによって主取水堰の調整池へ運ばれる。主取水堰からの導水路トンネルは集めた水を水路の放水口まで運ぶ。発電所への途中小さなクリークから追加取水堰によって2つのクリークの水を結合させる。

地域地質はアグノ-1やアグノ-2のそれとほとんど同じである。アンブクラウ断層はトンネルと平行に南北方向に走っており、これは主取水堰と発電所を通過する。

取水堰はアグノ川本流に位置し、支流からの、取水は副取水堰によって調整池へ供給される。河床は、5-7mの厚さの砂礫によって埋まっている。右岸の基盤岩は薄い強風化帯に覆われた前~中期の中新世の集塊岩と凝灰岩よりなる。左アバットの基盤岩は同じような岩でやや厚い風化帯によって覆われている。基盤岩の岩質は新鮮でよくしまっているが、左岸では少し風化している。取水堰の軸の下流の右岸には走向N30°W傾斜80°Eの断層帯がある。しかしながらこの断層は左岸では確認することができなかった。節理はN60°W/70°NE方向で1m当たり1~5本であった。堰の透水性は水密性もしくは低透水性である。

導水路トンネルの基盤岩はよく固結した、また少し風化した新第三紀の貫入石英閃緑岩よりなる。これは前~中期の中新世堆積岩を貫入している。アンブクラウ断層は主水路トンネルの放水口と副取水堰からの接合トンネルを横切る。

発電所サイトは数mの風化帯に覆われた後期中新世~鮮新世の火山流をはさんだ水平な層理の礫岩と砂岩よりなる。風化帯の厚さは高い標高においてや、厚い。岩質は良好で固結していてN15°E方向の平行節理に富む。

貯水池は洪水地帯とほとんど同じで河床では重大な漏水はない。しかしながらいくつかの迂りの跡が急な斜面をつくり崖錐堆積物が河床沿いにある。

コンクリート骨材は取水堰から2km下流以内の河床にある変成火山岩の落下岩と河床堆積物である。砂礫もまた同じ場所から採取出来よう。

### カナン(4-7-0-1)

カナンスキームはカナン川にロックフィルダムと貯水池として計画された。計画ダムの高さは約208m、堤頂の長さは約300mである。

計画スキームはカリワ川とカナン川の合流点から上流5kmのカナン川に位置する。両河川(カリワ川とカナン川)はアゴス川となって東へ流下してポリロ海峡へ流れ込む。アゴス川流域は南東ルソンのケソン州の東海岸に位置する。

既存の地質図によれば、このスキームの地域地質は造礁石灰岩を伴ったワッケとグレイワットと白亜紀~中新世の塩基性から酸性の熔岩流と火砕岩よりなる。

ダムサイトにおいてカナン川はV字谷を北から南へ流れる。河床には堆積物はほとんどなく塊状の硬いしまった節理のグレイワッケが連続的に露岩している。

右岸は薄い残留土と森林によって覆われた硬く塊状のグレイワッケよりなる。そして飛行調査中右岸の側面に明白な直線のガリーが確認された。これはたぶん北西からの南東方向の小さな推定断層に付号する。

左岸の斜面はまばらな木々によって覆われていて、やゝゆるやかである。アバットの頂上に露岩はなく、植生のない厚い残留土に覆われている。

兩岸の基盤岩は低い透水性と思われるが左岸の風化岩と残留土は深いであろう。それ故に大量の基礎掘削とグラウトが必要となろう。

発電所サイトはやや厚い残留土と崖錐に覆われた一連のしまった節理のグレイワッケのある右岸に計画された。ここには重大な地質工学的問題はない。

貯水池域は約16.6km<sup>2</sup>の広さで白亜紀~古第三紀の変成質ワッケと頁岩よりなる。貯水池域の基盤岩は水密性に見える、そして貯水池の斜面は安定して堆積物は少なく見える。何故ならばカナン川の流水はカリワ川が雨期で濁っていても常

に清水である。カナン川の集水域はほとんど原始林で覆われ典型的な地迂りは見られない。

ロックフィルに適した白亜紀～古第三紀の新鮮な堅固で硬いグレイワッケを採取する原石山がダムサイトの南1.5kmに位置する。ロックフィルのフィルターに適した砂礫はダムサイトの1～5km下流の河床にある。アース材料はダムサイトの東1kmに位置するグレイワッケの残留土を期待する。

### ダライタン(4-7-0-2)

ダライタンスキームはカリワ川とカナン川の合流点より上流22kmのカリワ川にダム貯水池式として計画された。両河川(カリワ川とカナン川)はアゴス川に合流して東へ流れポリロ海峡へ流出する。アゴス流域はケソン州の東海岸に位置する。この地点で約98mのダム高が計画されている。

アゴス流域の地域地質は白亜紀～中新世の塩基性～酸性の熔岩流と火砕流で造礁石灰岩を伴うワッケもしくはグレイワッケよりなる。これらの岩相的単位の分布はアゴス流域の東端を走る大断層の動きによって南北方向に延びるように思える。

大断層帯はルソン島の南東から北東へポリロ海峡を通過しているようである。大断層は北北西から南南西の方向の小さな断層の発生を伴う左ずれ断層である。

アゴス川水力発電プロジェクトの縮尺12万の1の既存の地域地質図(NPC-JICA,1981)によれば、計画地点は漸新世～中新世の塊状石灰岩よりなる。しかしながらいくつかの大きな洞くつの存在がこの石灰岩地帯で報告されている。

ダムサイトは塊状の石灰岩よりなる急峻な地形であり、空中飛行調査中に森林に覆われた垂直な開いた節理と溶解洞くつが観察された。それ故に、この石灰岩は一般的な見掛けにかかわらず、ほら穴の多い石灰岩であろう。ダム基礎としての適正度は透水性について詳細に注意深く調査する必要があるが基礎の岩としては高い透水性を有するであろう。

それ故、ダライタン・ダム・サイトは水理地質学的見地から計画地点としては推奨出来ない。

## アッパーアゴス-2(4-7-0-5)

アッパーアゴス-2スキームは高さ約157mのコンクリート重力ダムを有するダム貯水池式として計画された。計画ダム地点はケソン州のカナンダムサイトの上流約10kmのカナン川に位置する。

ダムサイトは標高1000mの高い山岳地帯に位置する。河床は砂礫堆積物がほとんどなく標高166mで幅約40mである、カナン川は計画地点で硬質なグレイワックケ砂岩の露頭した急で深い峡谷を形成している。計画ダム地点は濃い原始林に覆われていて硬い基盤岩の露頭は両アバットのつま先と河床のみに見られる。

この地域の急な山の地形は風化帯の薄いことを示しているようである。露出岩は新鮮で硬い岩で節理も閉まっているようである。それ故にダムサイトの基盤岩は非常に薄い表土に覆われた硬い頑強なグレイワックケ砂岩よりなる。そして風化岩の深度はたぶん浅いであろう。それ故、このスキームの透水性は非常に小さい。

直線河川に並行して左岸にリニアメントが判断された。しかしながらリニアメントの連続性は小さなスケールの断層を含んだ一連なものとしては観察できなかった。それ故に、ダムサイトの地質的総評価は優秀である。ここはコンクリート重力式大ダムが勧められる。

発電所はダムサイトの直下流カナン川の右岸に計画された。計画発電所サイトは非常に薄い残留土に覆われた硬いグレイワックケ砂岩よりなり、重大な地質的問題はない。

貯水池の広さは約39.6km<sup>2</sup>である。

5万分の1の縮尺のウミレイ区画の既存地質図によれば、地質的に貯水池の大部分は暁新世～始新世のマイバンガイン累層(多分バイバス累層に相当)のグレイワックケ砂岩、頁岩、礫岩そして火砕流よりなる。

大きな断層と褶曲軸の層理面の一般方向は貯水池内で北東～南西から南西に走っている。貯水池の大部分は濃い原始林に覆われ、飛行調査中には既存の地辻りは見られなかった。貯水池の斜面のつま先だけは高洪水位まで植生も岩屑もない。

雨期の豪雨の時さえも河水が濁らないところを見ると、カナン川の斜面は安定しているように見える。

貯水池とその周辺の基盤岩は不透水性であろう。何故ならば、河床にある露岩は隙間がなく頑強に思える。

コンクリート骨材の採取位置はダムサイトの南東約1.5kmの急な山の尾根にある新鮮なグレーワッケの砂岩である。砂礫材はダムサイトの近くのカナン川沿いには期待出来ず、これは原石山の岩から作ることになる。

## ワワ(4-115-1-1)

ワワスキームはワワ川にダム貯水池式として計画された。計画ダムの高さは144m、堤頂の長さは約280mである。

計画スキームはケソン州マリキナ溪谷モンタルバンの東6kmのワワ川に位置する。ワワ川は標高390mに達する左岸のビニカヤン山と右岸のパミティナン山のある一般に北方向を示す山脈を斜めに南東～北西方向に横切って流れる。計画ダムサイトの両アバットの側面はとても深いそして急な溪谷を形成する。河床の標高は30mで河床での河幅は35mである。

モンタルバン区画の5万の1地質図(BMG,1983)によると、この地域の地質は大部分変質スピライト緑色玄武岩流で白亜紀のキナブアン累層の硬い砂岩とチャートをはさむ。そしてマドラム累層とアンガット累層は断層によって不整合にキナブアン累層と接触している。

マドラム累層は(上から下へ)ブエナコップ石灰岩、アラガオ火山岩、そして低位碎屑岩の3つの部層からなる。ブエナコップ石灰岩は多くの化石を含み、色はクリーム～淡黄色で上部は塊状であいまいに成層しており、下部は薄～中層厚の成層面である。

アラガオ部層は一連の集塊岩、凝灰岩、粘板岩、頑強なグレーワッケ、玄武岩流と安山岩流よりなる。碎屑部層は成層した石灰質の砂岩の薄～厚層厚と基底礫岩を伴った一連のシルト質頁岩よりなる。

アンガット累層はところにより薄層なシリカ質の地層と石灰質砂岩を伴ったよく成層したもしくは塊状の石灰岩よりなる。下部碎屑岩は一連の石炭質の頁岩、粘土質砂岩、砂質石灰岩そして礫岩よりなる。

各累層の走向はほとんど南北方向である。傾斜は約40~90°でやゝ急、褶曲はマ  
ダラム累層とアンガット累層において強い。

ひと組のほとんど平行なマリキナ断層と呼ばれる傾斜した断層がサンマテオ川  
沿いに3km幅の地構々造の沖積平野を形成している。

モンタルバン断層が走向N45°W、傾斜は北東へ急勾配でワワ川の右岸に沿って  
ある。

マリキナアーチダムの地質と基礎問題(ジェネロソ R.オガとホセ F.ボラン  
シアノ、12月 1983年、フィリッピン ジオロリスト 17巻4号)によればマリ  
キナダムは多目的ダムとして、1953年9月29日ワワダムと同じ場所にアーチダム  
として計画され、プロジェクトの建設は共和国法令NO.1298によって1955年6月  
16日に認可された。ダムの高さは約170mで堤頂の長さ241m、アーチの基礎の厚  
さ25mでダム頂のアーチの厚さ5mを予定した。しかしながらマリキナダムプロ  
ジェクトは環境問題と財政上の理由により1960年に中止された。IECOの1973年  
4月の再調査によると、マリキナダムは技術的、経済的見地から可能としている。

マリキナダムプロジェクトの報告書によると基盤岩はアーチダム(またコンク  
リート重力ダム)の建設に十分な強度がある。しかしながら透水性は高い標高のと  
ころで非常に高い、それで特別そして大量の基礎処理が必要である。これはダム  
軸のみならず兩岸や貯水池の高い標高においても同様である。

計画ダム地点は白く硬い中新世の石灰岩よりなり、そしてチャートの薄層が石  
灰岩に挟まれている。マニラ水道局の水道取水堰が計画ダム軸の直上流にある。  
堰はゲートなしのコンクリート重力式で堰のクレストは標高約62mである。

ダムサイトの基盤岩は既存の堰の直下流から下流300mまで非常に大きな落石と  
巨大な礫によって占有されている。これらの岩は白いクリーム色の多孔性溶融質  
石灰岩よりなる。たぶんこれらは兩岸の崖から落下したものであろう。兩岸は垂  
直なとても激しく破碎した石灰岩の壁を形成して、これらは河床から兩岸の頂上  
まで露出している。左岸には開削された石灰岩のトンネルとワワ村より上流へ行  
く連絡路がある。右岸には溶解性横穴から川へ向かって流れ込むいくつかの滝が  
見られる。マリキナ川多目的プロジェクトの調査結果によれば4つの大きな洞く



つが石灰岩の峡谷にそって異なったレベルにおいて顕著に発達している。全てのこれらの洞くつは計画ダムの下流に位置する。一般にこれらの洞くつは南北から北東の線に従う。

ボーリング調査の結果は石灰岩が一般に堅固で、よくしまった節理で低い透水性を示した、しかし時々多くの強破碎帯が関係している。試掘の調査横坑の結果、破碎帯と断層は普通しまっているのので、開削中のトンネルは特に河床下では一般に支保工も不要で水もなかった。しかしながらMWSSの取水堰の水位より11m下のトンネル内への最大浸透記録量が75.8ℓ/secとなった。漏水と揚圧力を防ぐためにダムの下とその回りでコンソリデーショングラウトとカーテングラウトが必要である。モンタルバン断層はダムサイトの右アバットにある唯一の大きな断層である。しかしダムサイトの基盤岩はダム建設に十分な強度を有する。

発電所はワワ村近くの右岸に計画された。この地域は発電所には十分なスペースがある。しかし河床堆積物は岩の上に広くひろがっていて、いくらかの特別な処理が必要である。そこにはいくつかの垂直な割れ目、破碎帯があり、これらは石灰岩の断層と思われる。それでコンクリートプラグのような特別な処理が必要である。

貯水池域では、地形はもっと平坦で残留土に覆われている。一般に残留土は不透水性で風化岩帯はたぶんや、厚い。貯水池域の基盤岩はキナブアン累層と呼ばれる変質なスピリタイト質の玄武岩よりなる。

コンクリート骨材はダムサイト近くの河床とダムサイトの北1kmのナパドンバンディ山から採取出来るであろう。砂礫材料はダムサイトから上下流1km以内地元の人が集めているところから調達出来る。

### ボシゴン(5-14-1-1)

ボシゴンスキームはカマリネス・ノルテ州の首都ダエット市の西約35kmボシゴン川に位置する。このスキームは約76mの高さのロックフィルダムよりなるダム貯水池式として計画された。

ボシゴン川はピコール半島のカマリネス・ノルテにある。カマリネス・ノルテは南西部分でフィリッピン断層によってボンドック半島と接している北の部分には逆断層がある。ラボ山(942m)はダムサイトの南西25kmにある。この地域はフィリッピンでも特に雨が多いところである。

ダムサイトにおけるボシゴン川の標高は海拔わずかに20mにすぎない。ボシゴン川の主流はほとんど平坦であるが各支流はやゝ急勾配である、貯水池域の山岳地帯は海拔約200mの平坦なやゝ低い山を形成している。

バヤバスとパンガニバンの区画の縮尺5万の1の地質図(BMG,1984年)によれば、この地域の地質の大部分はボシゴン累層(前期中新世)を伴ったマコゴン累層(後期更新世)とその下位のティグピナン累層(白亜紀)と南部に広がるラボ火山岩(第四紀火山)よりなる。ティグピナン累層はグレーワッケ、スピライト、チャート、安山岩、チャート質石灰岩、黒色凝灰質頁岩それと花崗砂岩よりなる。ボシゴン累層は下部層と上部層よりなる。下部層は礫岩、砂岩、黒色石灰質頁岩と石灰岩の周期的な層相によりなる。上部層は玄武岩質流、火山質ワッケ、角礫質凝灰岩、チャートそして石灰岩よりなる。マコゴン累層はわずかな玄武岩流と凝灰岩質黒色頁岩をはさむ本質的な安山岩質火砕流よりなる。

ラボ火山岩は安山岩と閃緑岩の互層と未固結の凝灰岩と火砕流よりなる。

計画地域の層理の走向は大部分北西~南東方向よりなり、断層の方向や褶曲の軸もまた同じである。逆断層がダムサイトの北東アチバン湾に沿ってあり、それと同じように他の逆断層がダムサイトの南西14kmのボシゴン川の源流にあった。ボシゴン川のボシゴン累層とティグピナン累層が接するダムサイトより7km上流を断層が横切る。

計画ダム地域は平坦な丘とボシゴン川の谷よりなる。基盤岩は河床に露頭する新鮮で硬く節理のある熔岩流と安山岩よりなる。両アバットは深く強く風化していて新鮮な岩の露出はない。場所によっては、残留土の中にまだ風化岩の破片が留まっている。そしてまた左アバットのつま先に中位の風化凝灰岩と礫岩が認められた。

ダムサイトの河床の露頭はフィルダムを建設するには十分な強度をもった硬い熔岩流よりなる。しかしながら発達した開いた割れ目と節理があるのでダム基礎の透水性はたぶん高いであろう。

発電所はボシゴン川の右岸に計画された、発電所の基盤岩は数mの少、風化した岩と段丘堆積物それに残留土に覆われた硬い安山岩質の火砕流よりなる。これらはたぶん発電所にとって十分な強度であろう。

貯水池の広さは約37.1km<sup>2</sup>で大部分は玄武岩流と凝灰質黒色頁岩を挟んだ安山岩質火砕流よりなる。漏水は節理性熔岩流にのみ予想されるが現場調査中にはダムサイトの近くでのみ確認された。

貯水池の斜面は強風化岩あるいはとても厚い残留土よりなるので斜面は貯水後たぶん不安定でシルト質の堆積が考えられる。

岩のフィル材料としての計画原石山はバルミサン閃緑岩よりなり国道1号線の北ダムサイトの北2kmに位置する。フィルター材として使用する砂礫材と細骨材はダムサイトの下流1~2kmに位置する。アース材はダムサイトの上流1~2kmの凝灰角礫岩の残留土より供給される。



# LEGEND OF GEOLOGIC MAP

## SEDIMENTARY ROCKS

### Quaternary deposits



River deposits (R), Terrace deposits (T)

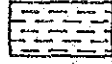


Graywacke (GW), Wacke (Wa)

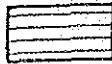
### Clastic deposits



Sandstone (SS)



Shale (Sh)



Claystone (CS), Mudstone (MS)

### Pyroclastic sediment



Tuff (Tf), Lapilli tuff (Lt)  
Tuff breccia (Tb), Agglomerate (Ag)



Siltstone (SLT)

### Chemical or Organic sediment



Limestone (LS), Dolomite (DI)  
Coral Limestone (CLS)



Conglomerate (Cg)

## IGNEOUS ROCKS

### Extrusive rocks



Andesite (An)

### Intrusive rocks



Granite (Gr), Diorite (Di)  
Gabbro (Gb)



Basalt (Ba)



Quartz-diorite (Qd), Granodiorite (Gd)  
Diorite-quartz (Dq), Tonalite (To)



Dacite (Da)



Ultramafic or Ultrabasic rocks (UC)  
Peridotite (Pt)



Volcanics (VL)

## METAMORPHIC ROCKS



Meta sediments (Ms), Schist (Sc)

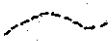


Meta volcanics (Mv)  
(Mostly spilites and basalts)



Basement complex (Bc)  
(Pre-Jurassic)

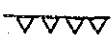
### GEOLOGIC STRUCTURE



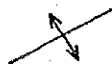
Geologic contact



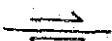
Syncline axis



Thrust fault



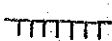
Anticline axis



Fault, showing relative movement



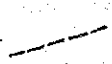
Strike and dip of beds



Normal fault, Hachures on down-thrown side

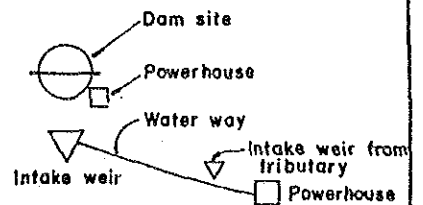


Strike and dip of fault



Inferred fault or lineament

### SCHEME LAYOUT AND CONSTRUCTION MATERIALS



Proposed quarry site



Proposed borrow area for sand and gravel



Proposed borrow area for earth material

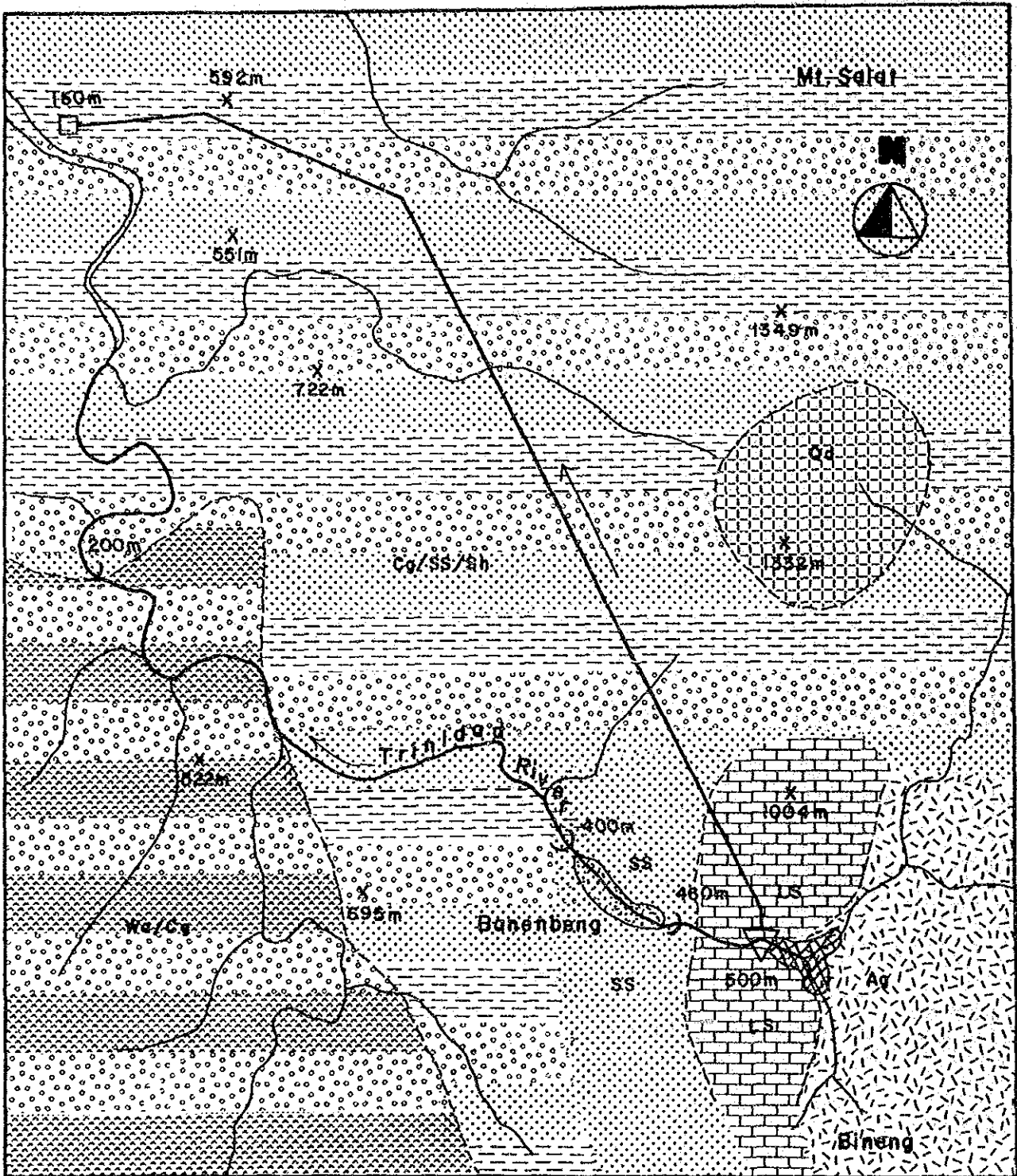
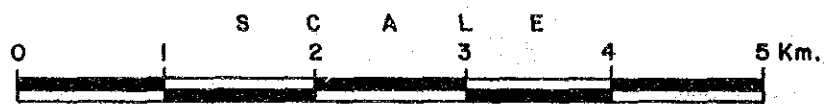


Fig. GEOLOGIC MAP OF NAGUILIAN SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Bengued Province in scale of 1:250,000 (BMG Nov. 1974)

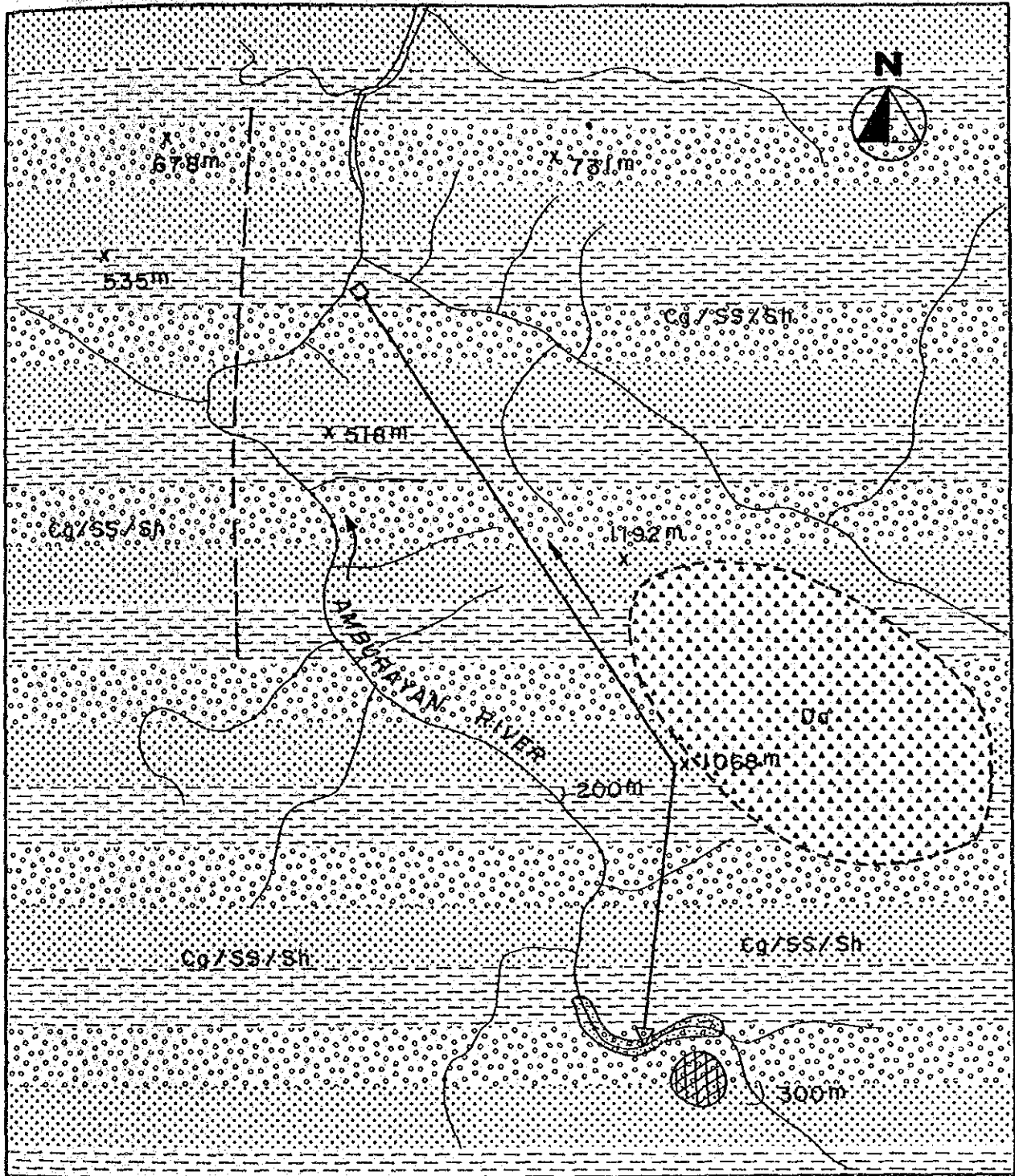
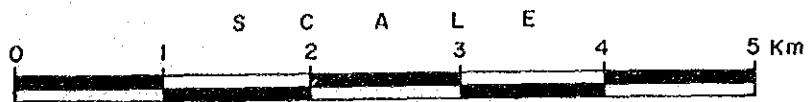


Fig. GEOLOGIC MAP OF LUYA SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Bengued Province in scale of 1:250,000 (BMG Nov. 1974)

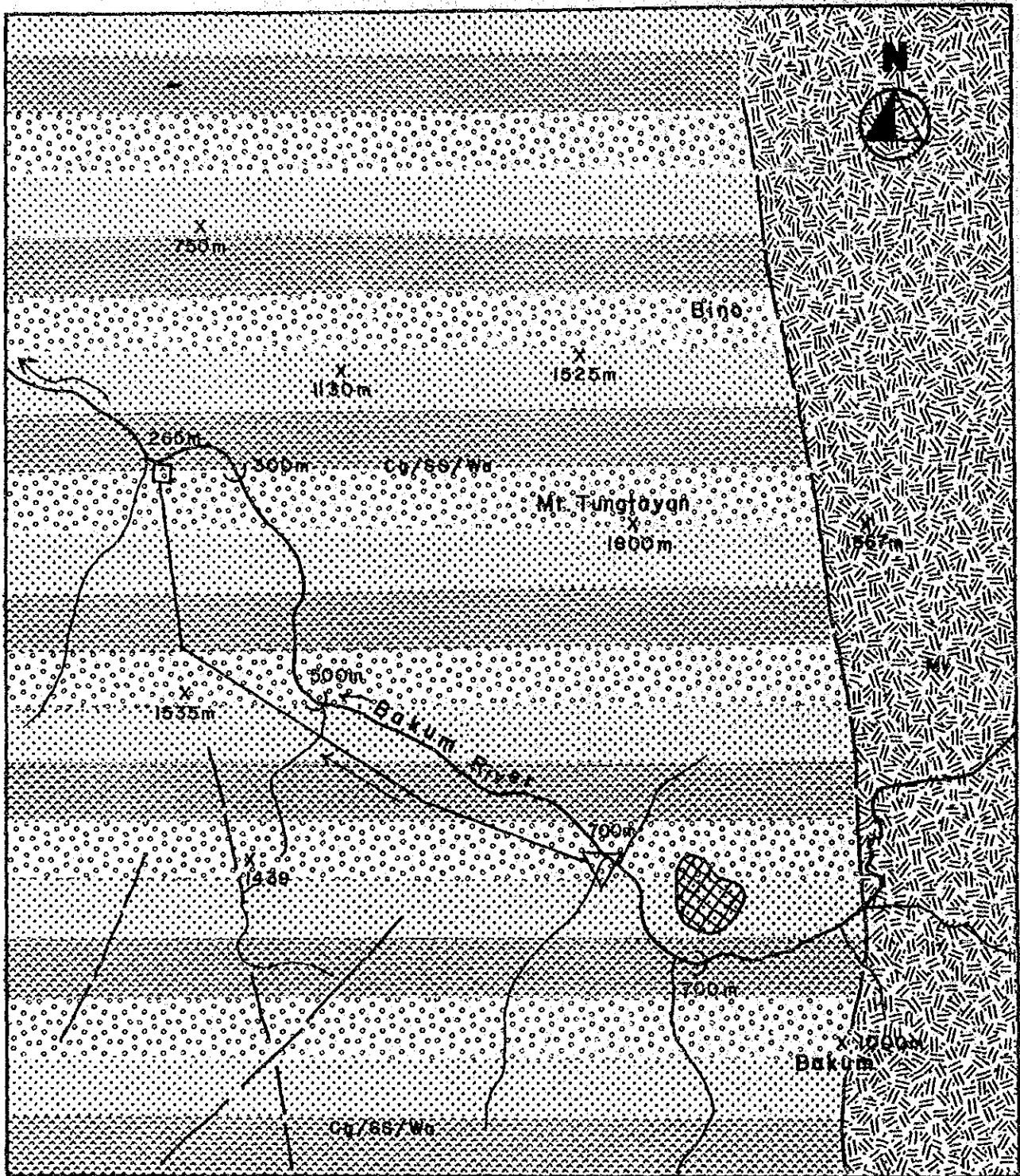
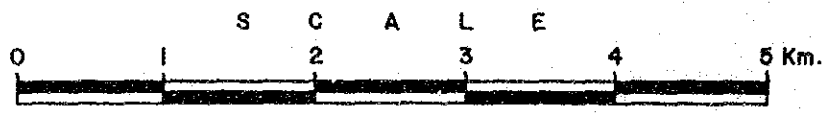


Fig. GEOLOGIC MAP OF BAKUM SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Benguet Province in scale of 1:250,000 (B M G Nov. 1974)



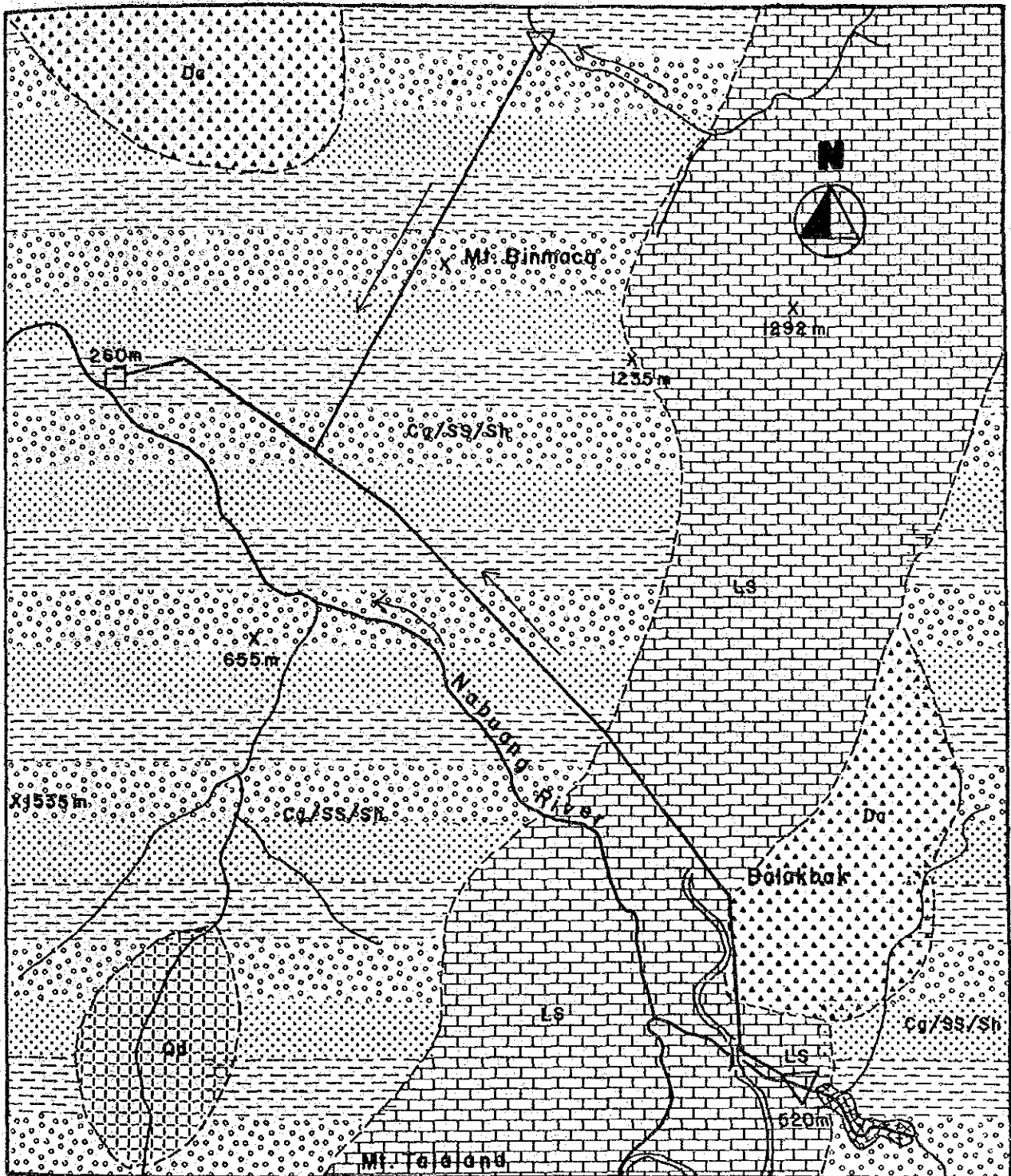
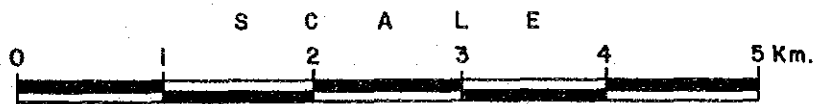


Fig. GEOLOGIC MAP OF AMBURAYAN SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Benguet Province in scale 1:250,000 (B M G Nov. 1974)

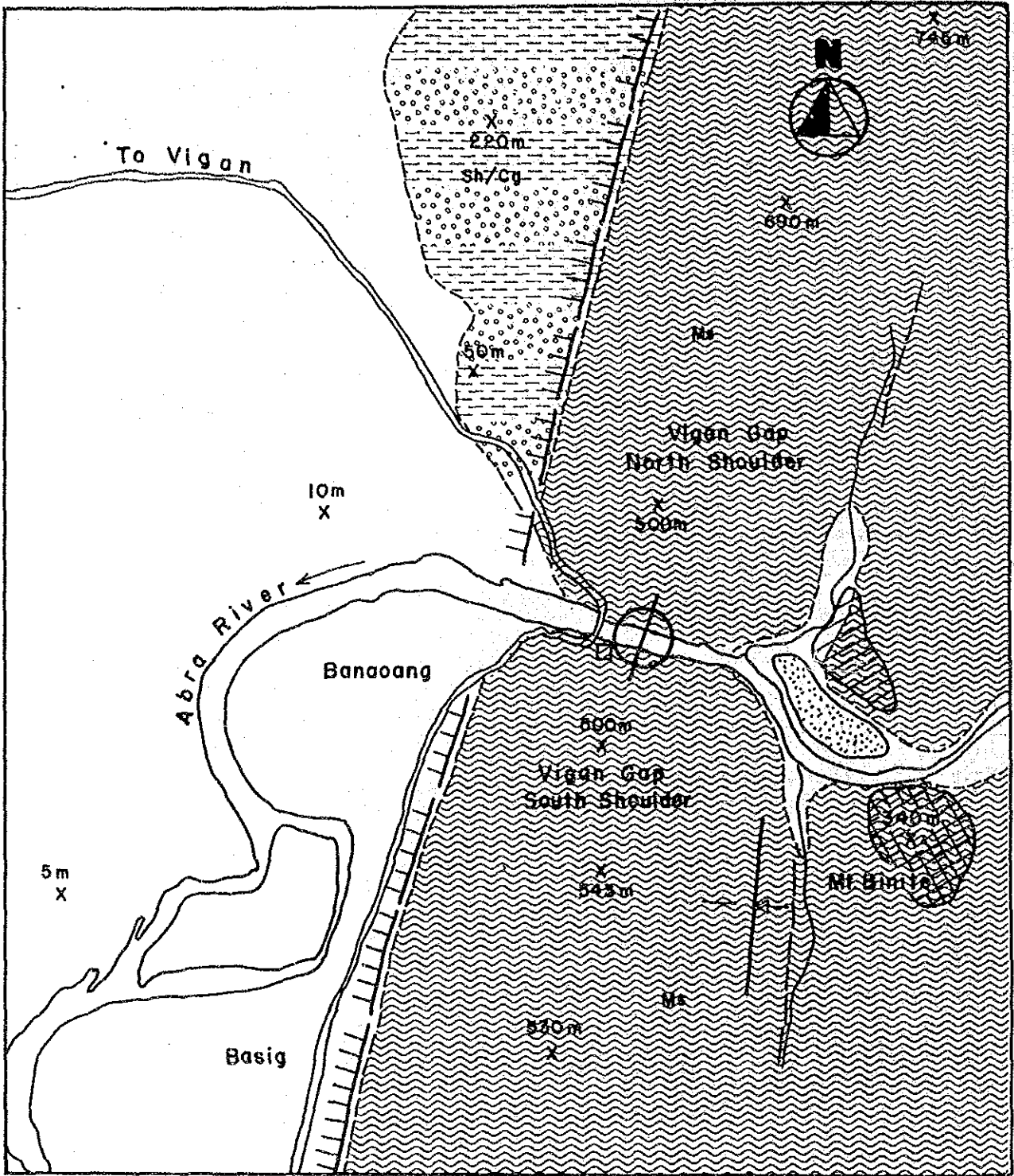
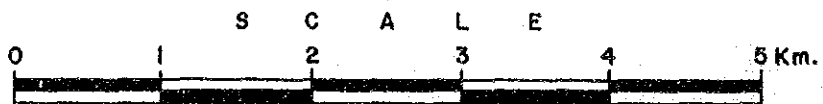


Fig. GEOLOGIC MAP OF BANAOANG SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of the Philippines scale of 1:1,000,000 (BMG 1962)

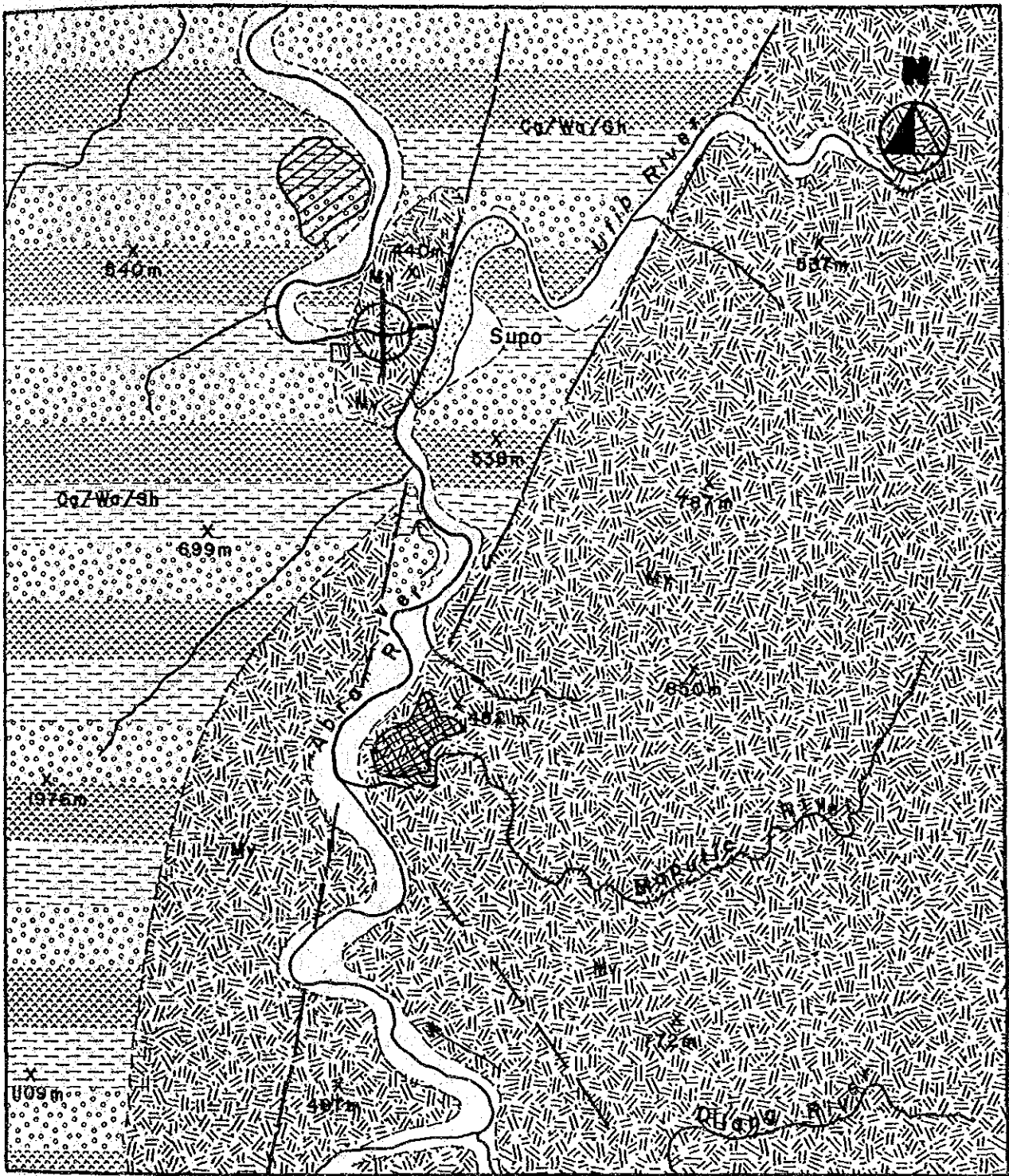
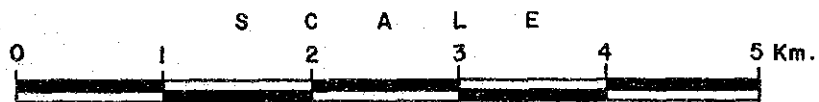


Fig. GEOLOGIC MAP OF SUPO SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Ilocos Sur Province in scale of 1:250,000 (BMG July 1981)

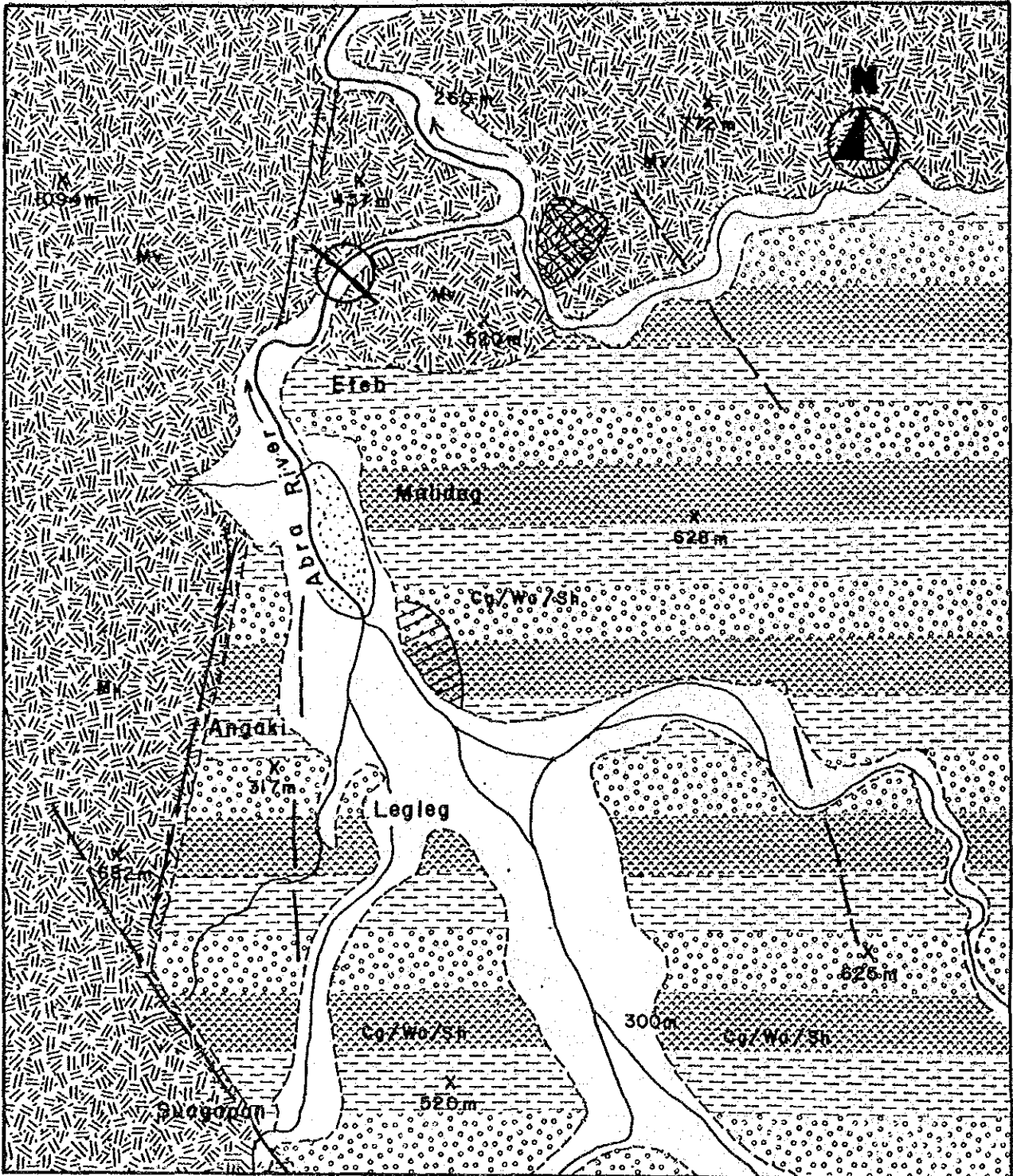
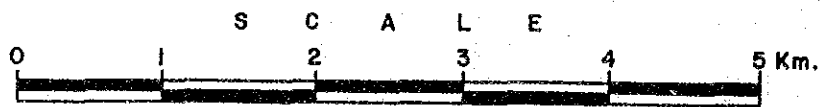


Fig. GEOLOGIC MAP OF ETEB SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Ilocos Sur Province in scale of 1:250,000 (BMG July 1981)

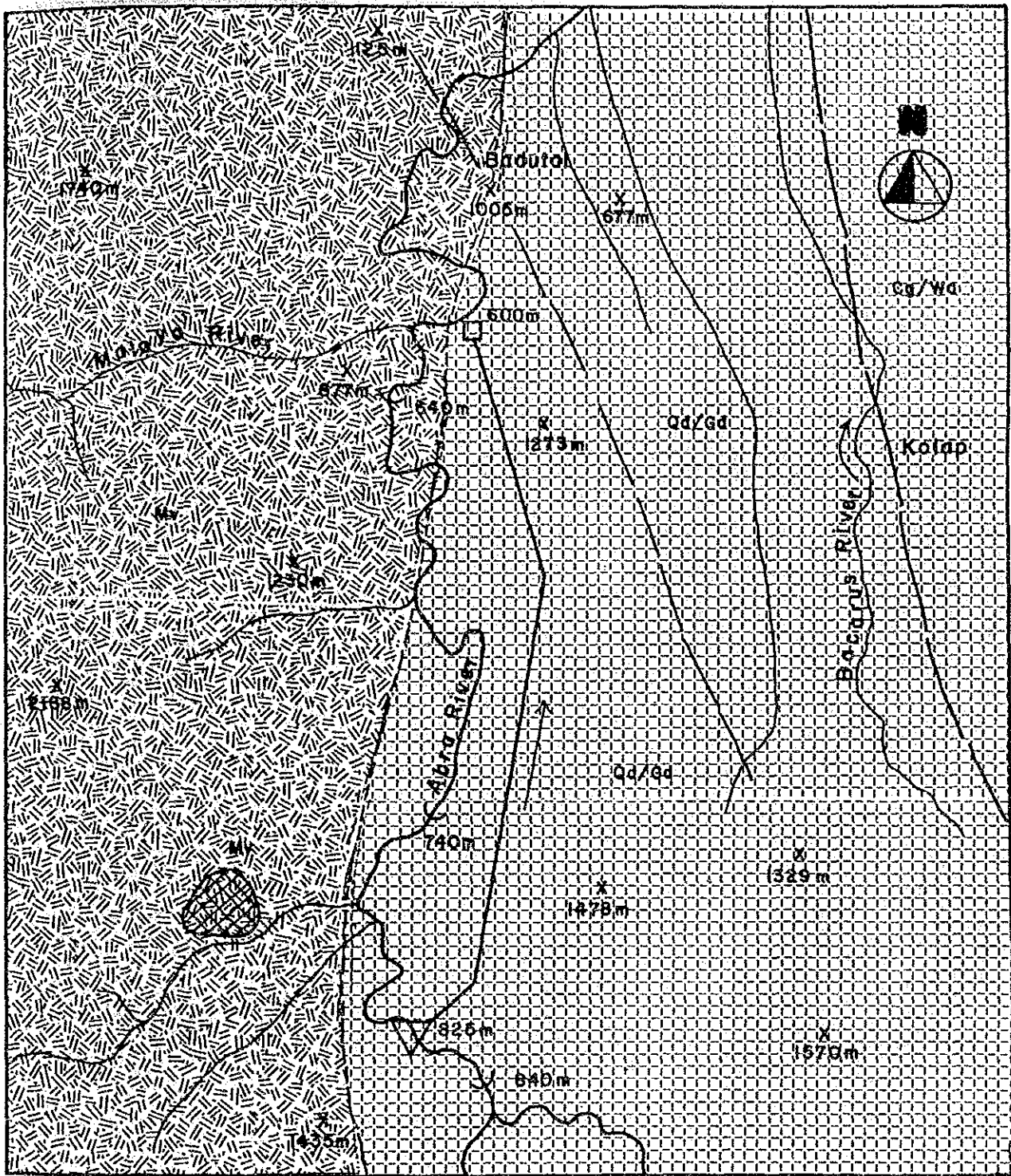
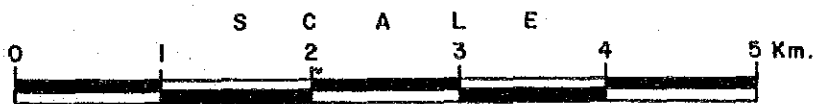


Fig. GEOLOGIC MAP OF ABRA SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Benguet Province in scale of 1:250,000 (BMG Nov. 1974)

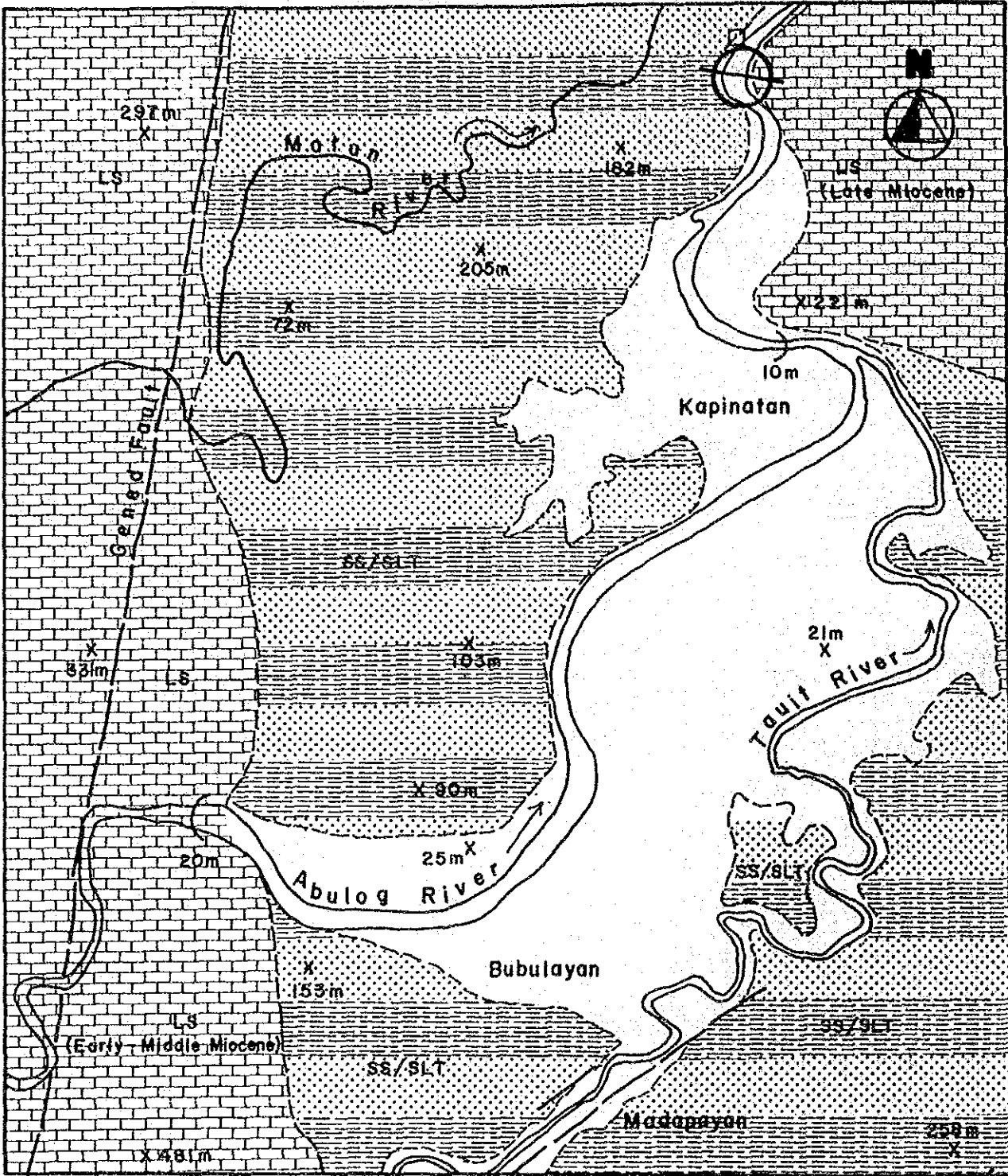
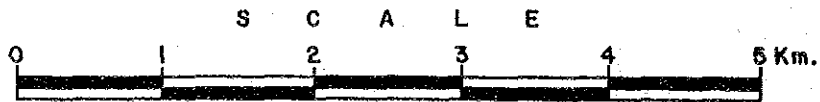


Fig. GEOLOGIC MAP OF SISIRITAN SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Gened damsite and reservoir area in scale of 1:60,000 (NPC-NEWJEC Aug.1979)

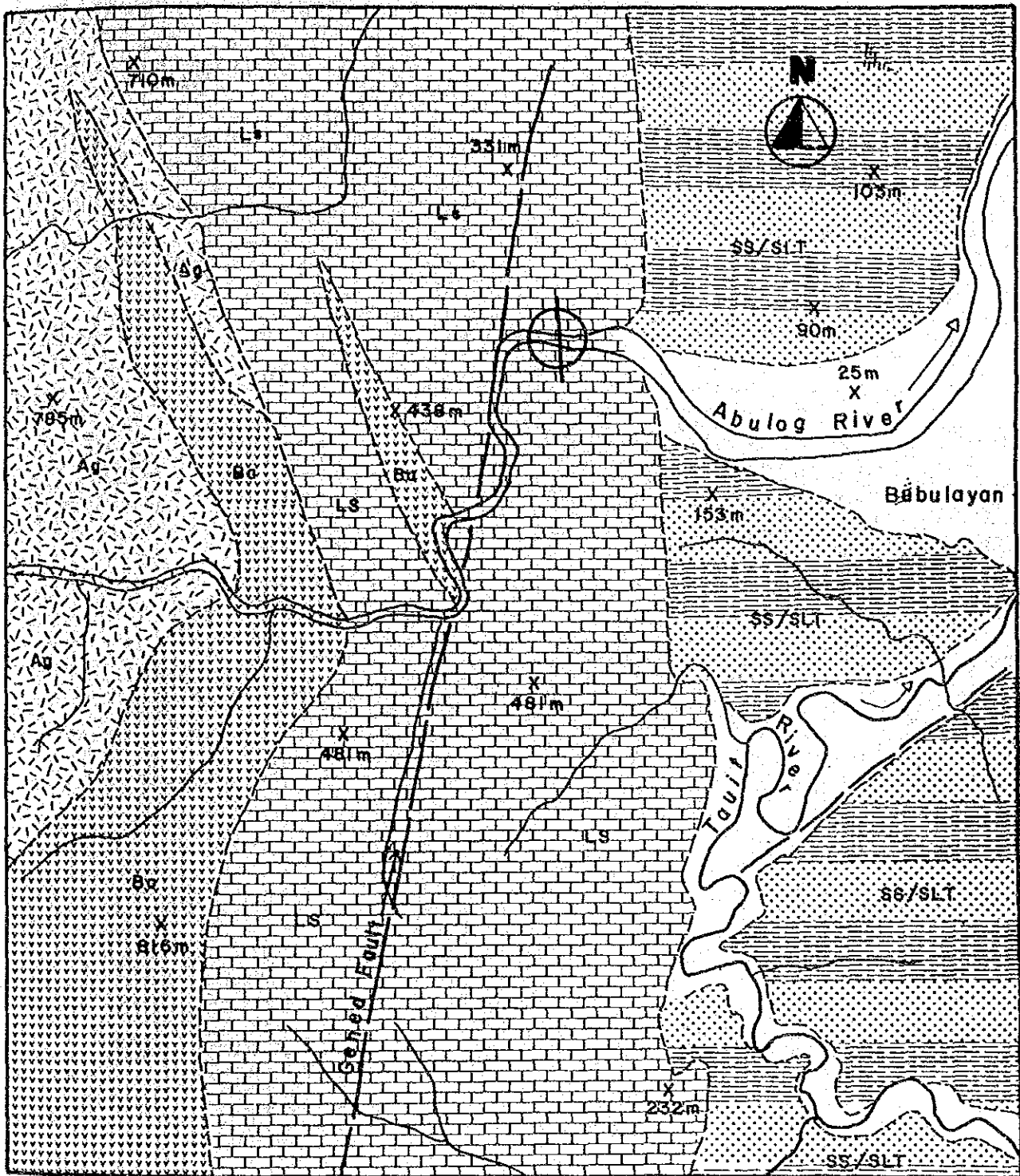
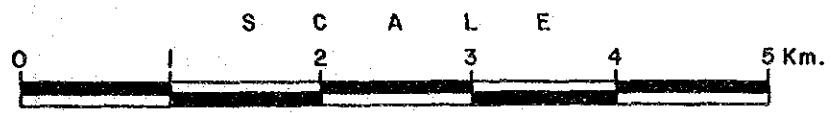


Fig. GEOLOGIC MAP OF BUBULAYAN SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Gened damsite and reservoir area in scale of 1:60,000 (NPC-NEWJEC Aug.1979)

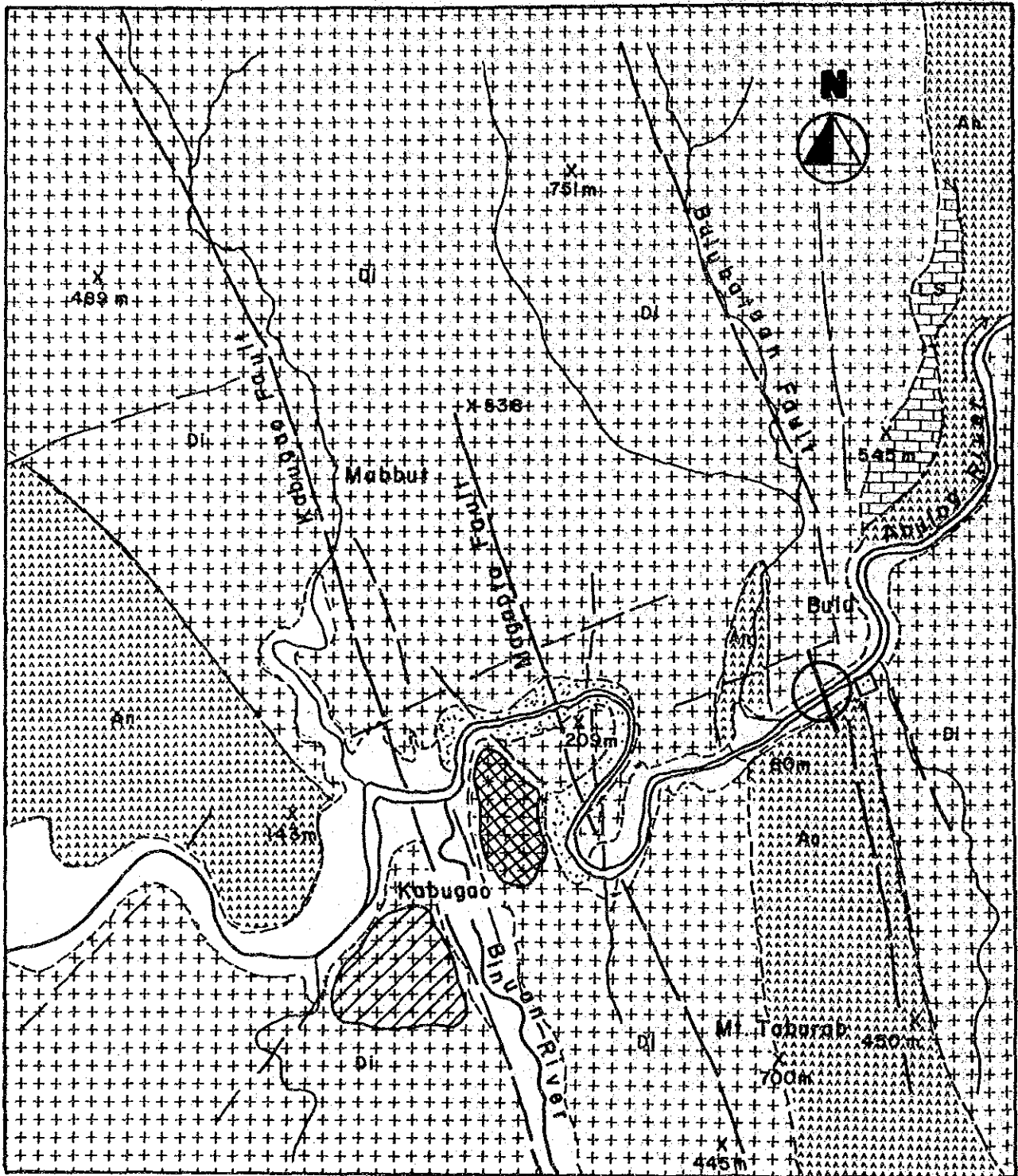
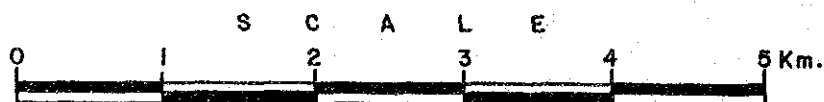


Fig. GEOLOGIC MAP OF BULU SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Gened damsite and reservoir area in scale of 1: 60,000 (NPC- NEWJEC Aug. 1978)



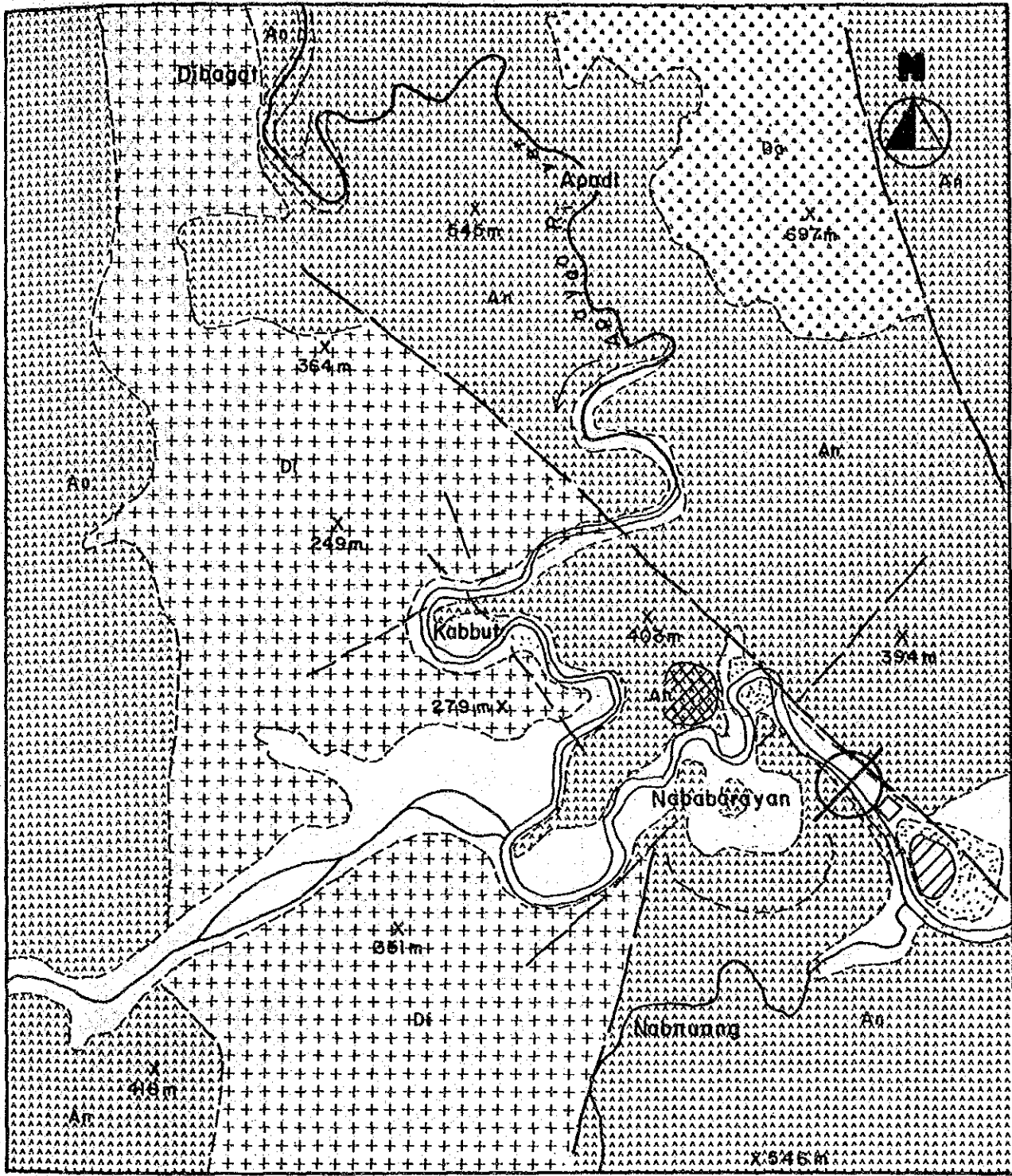
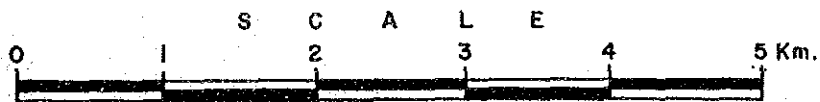


Fig. GEOLOGIC MAP OF NABABARAYAN SCHEME



Geologic map is adapted from North-Western Luzon geological map in scale of 1:250,000 (JICA-MMJA 1981)

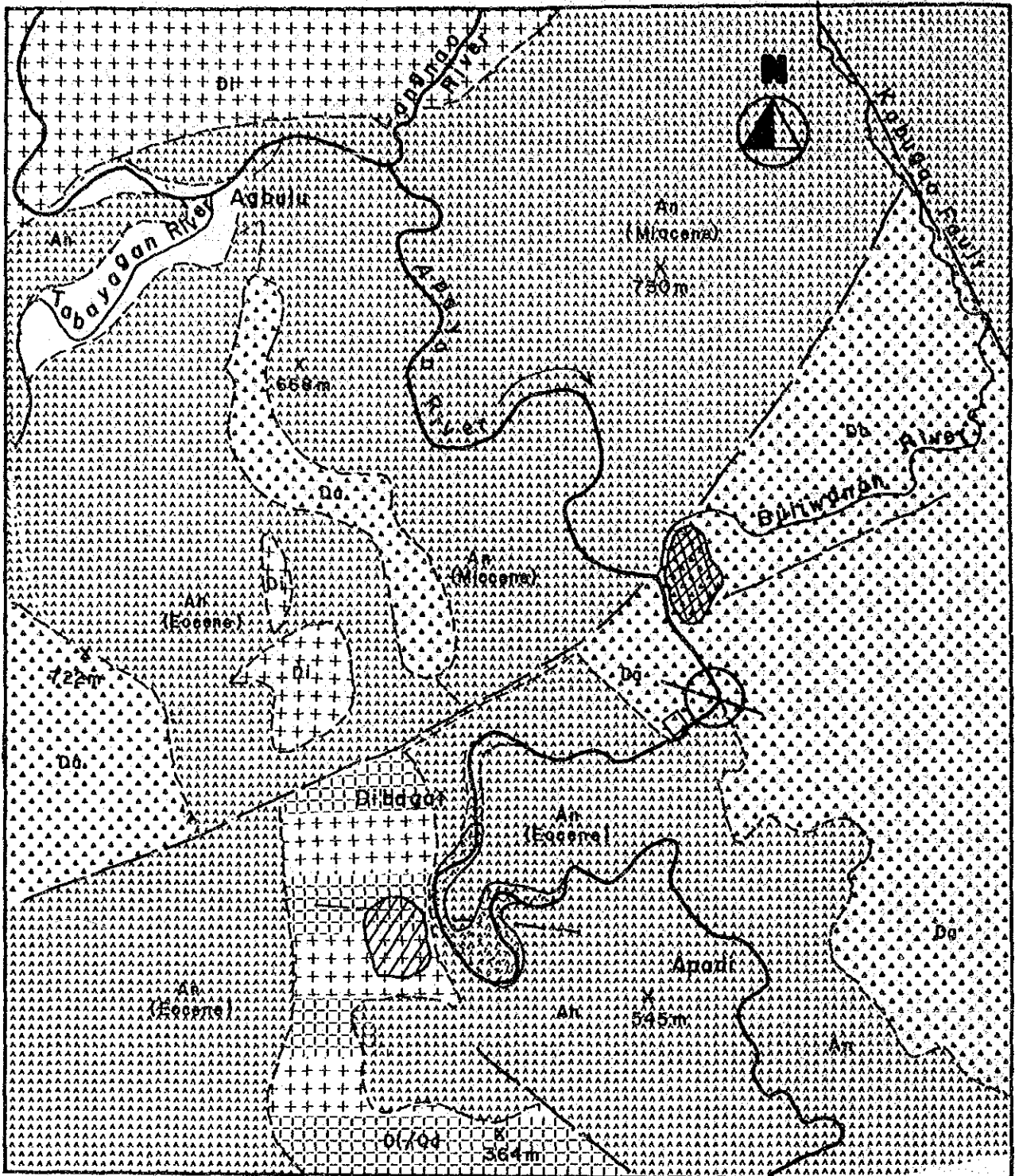
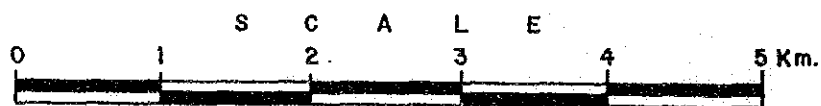


Fig. GEOLOGIC MAP OF DIBAGAT SCHEME



Geologic map is adapted from North-Western Luzon geological map in scale of 1:250,000 (JICA-MMJA 1981)

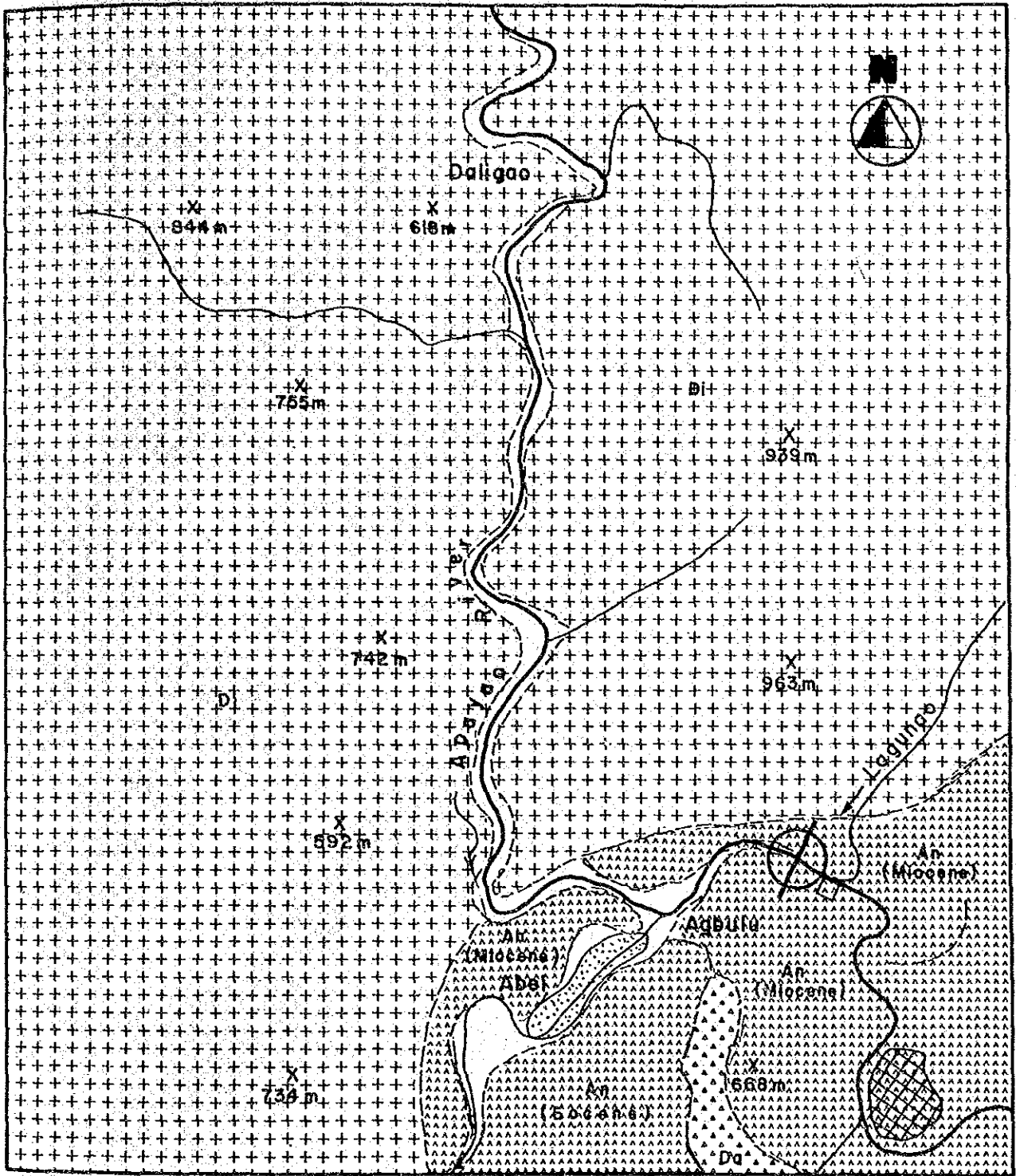
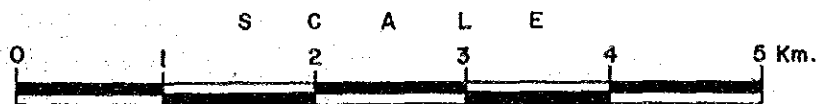


Fig. GEOLOGIC MAP OF AGBULU SCHEME



Geologic map is adapted from geological map of Gened damsite site and reservoir area in scale of 1:60,000 (NPC-NEWJEC) and North-Western Luzon geological map in scale of 1:250,000 (JICA-MMAJ 1981)

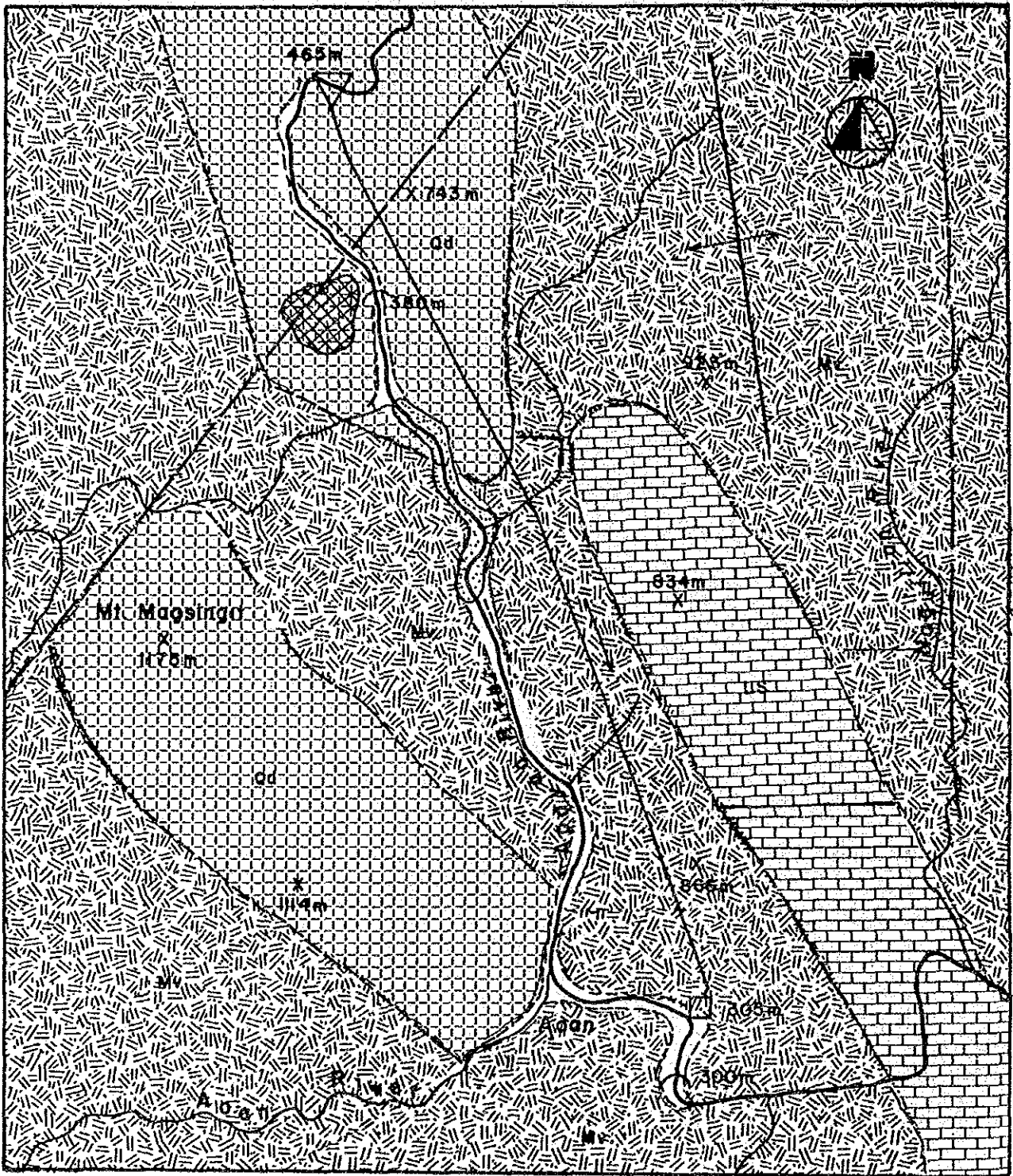
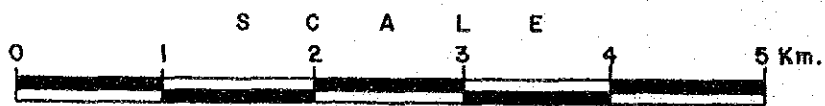


Fig. **GEOLOGIC MAP OF APAYAO SCHEME**



Geologic maps adapted from geological map of Kalinga-Apayao in scale of 1:250,000 (BMG 1974)

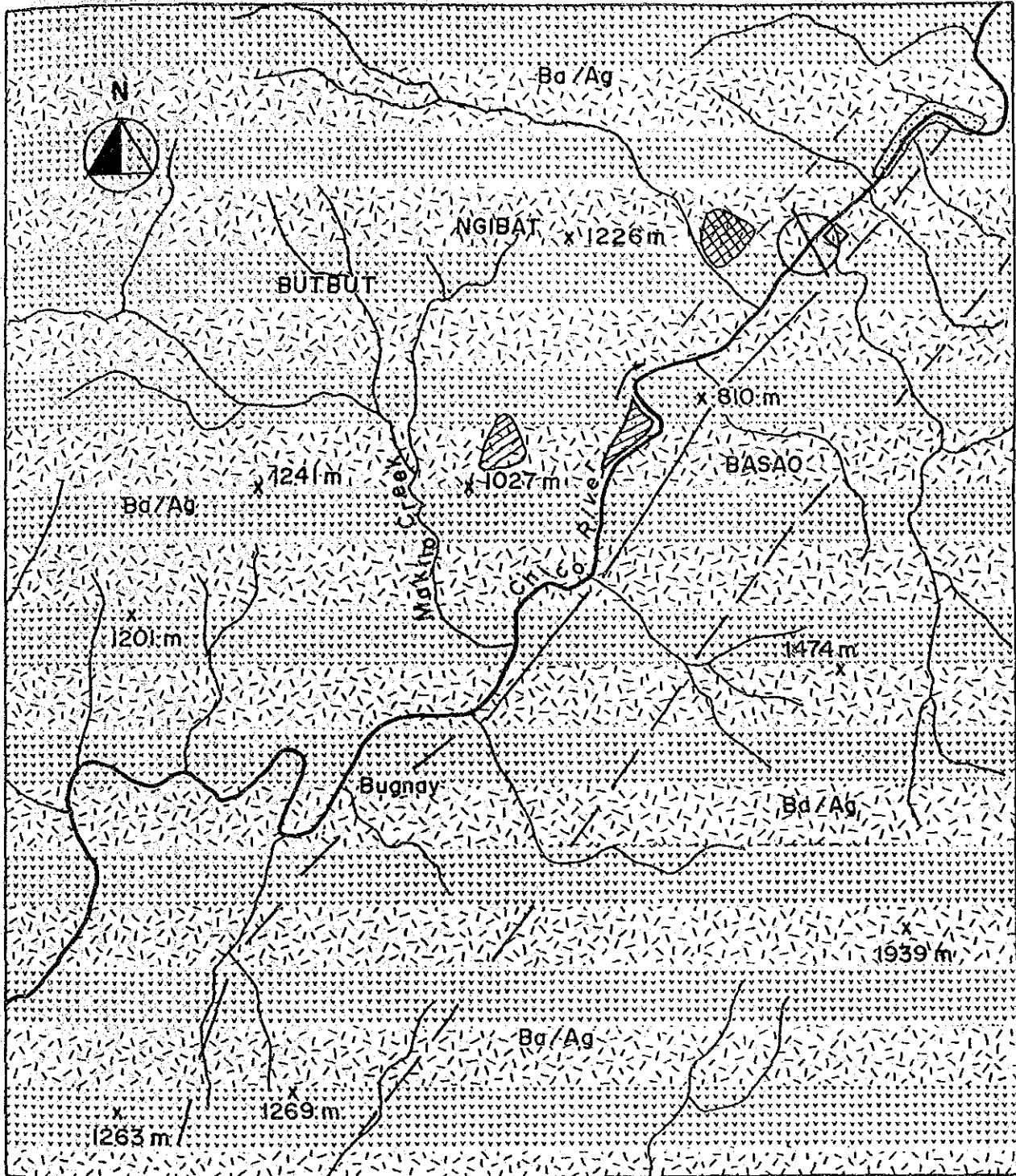
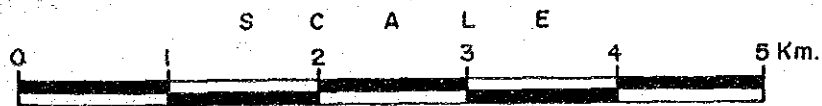


Fig. GEOLOGIC MAP OF BASAO SCHEME



Geologic map is adapted from Northwest Luzon geological map in scale of 1:250,000 (JICA - MMAJ Aug. 1981)

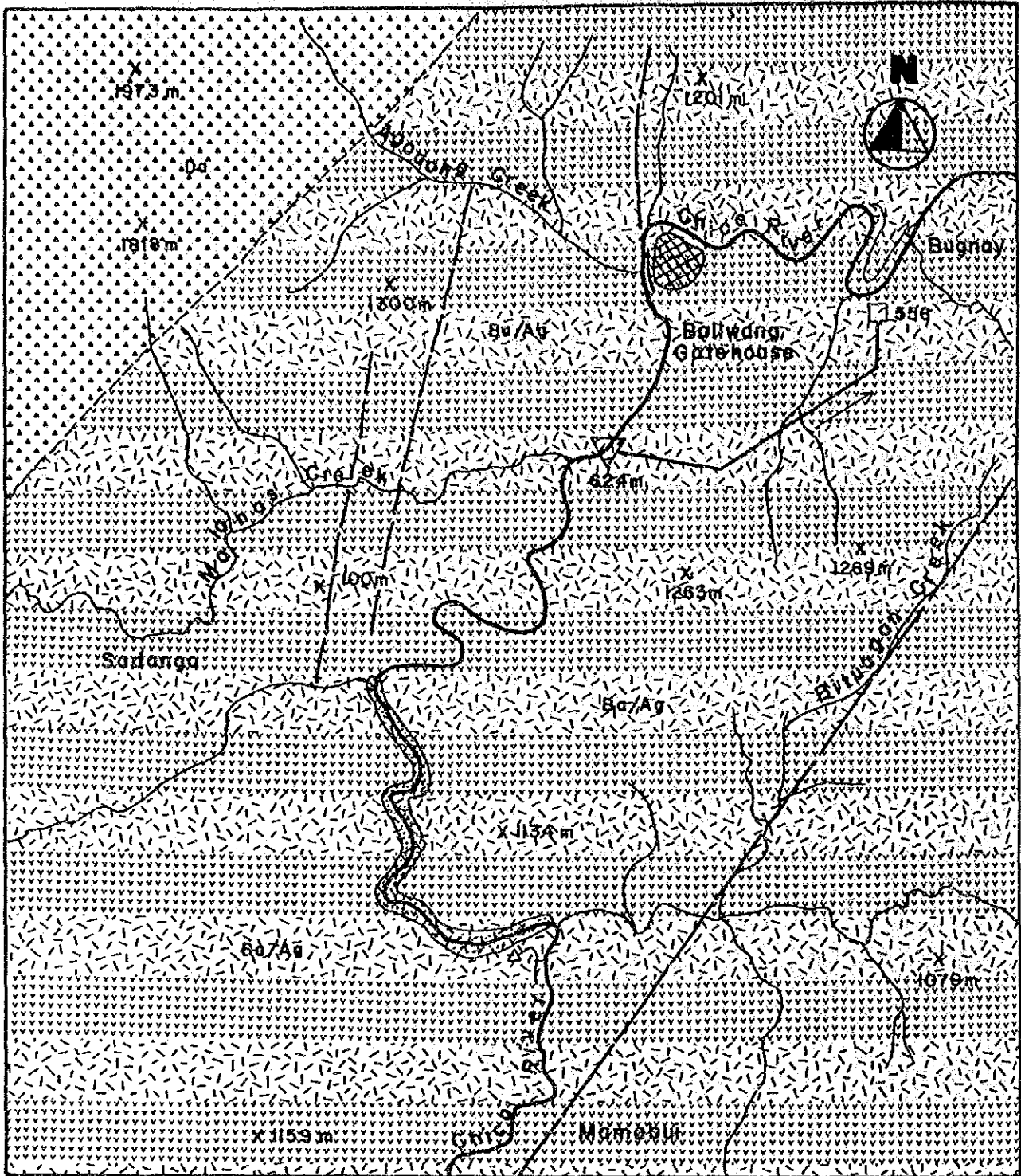
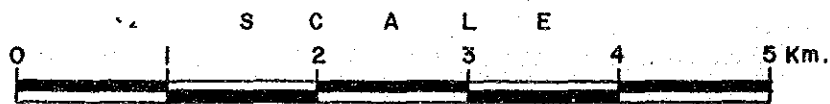


Fig. GEOLOGIC MAP OF CHICO - IR SCHEME



Geologic map is adapted from Northwest Luzon geological map in scale of 1:250,000 (JICA - MMAJ Aug. 1981)

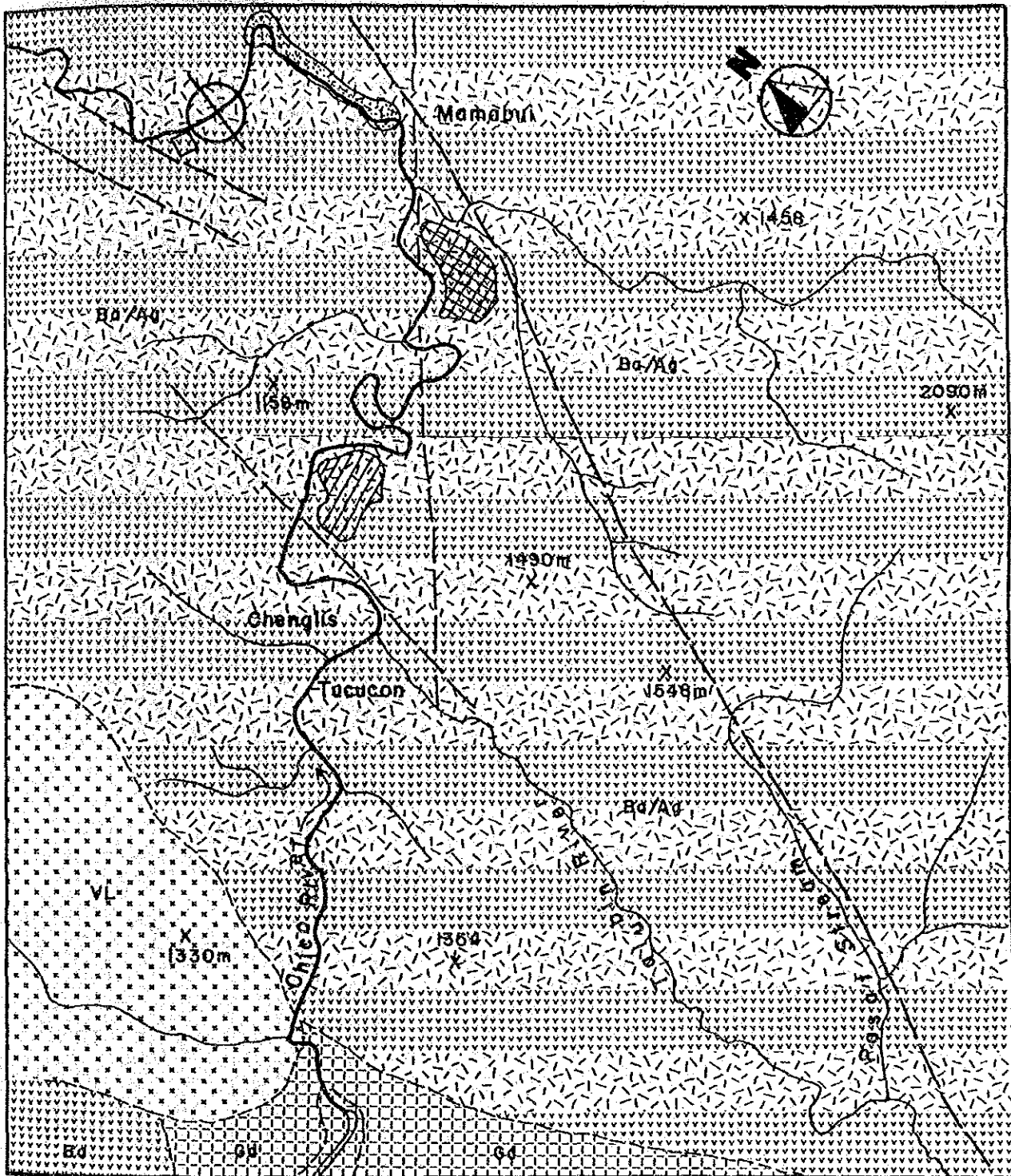
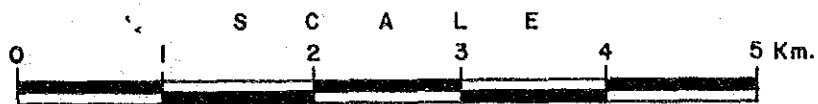


Fig. GEOLOGIC MAP OF SADANGA SCHEME



Geologic map is adapted from Northwest Luzon geological map in scale 1:250,000. (JICA-MMAJ Aug.1981)

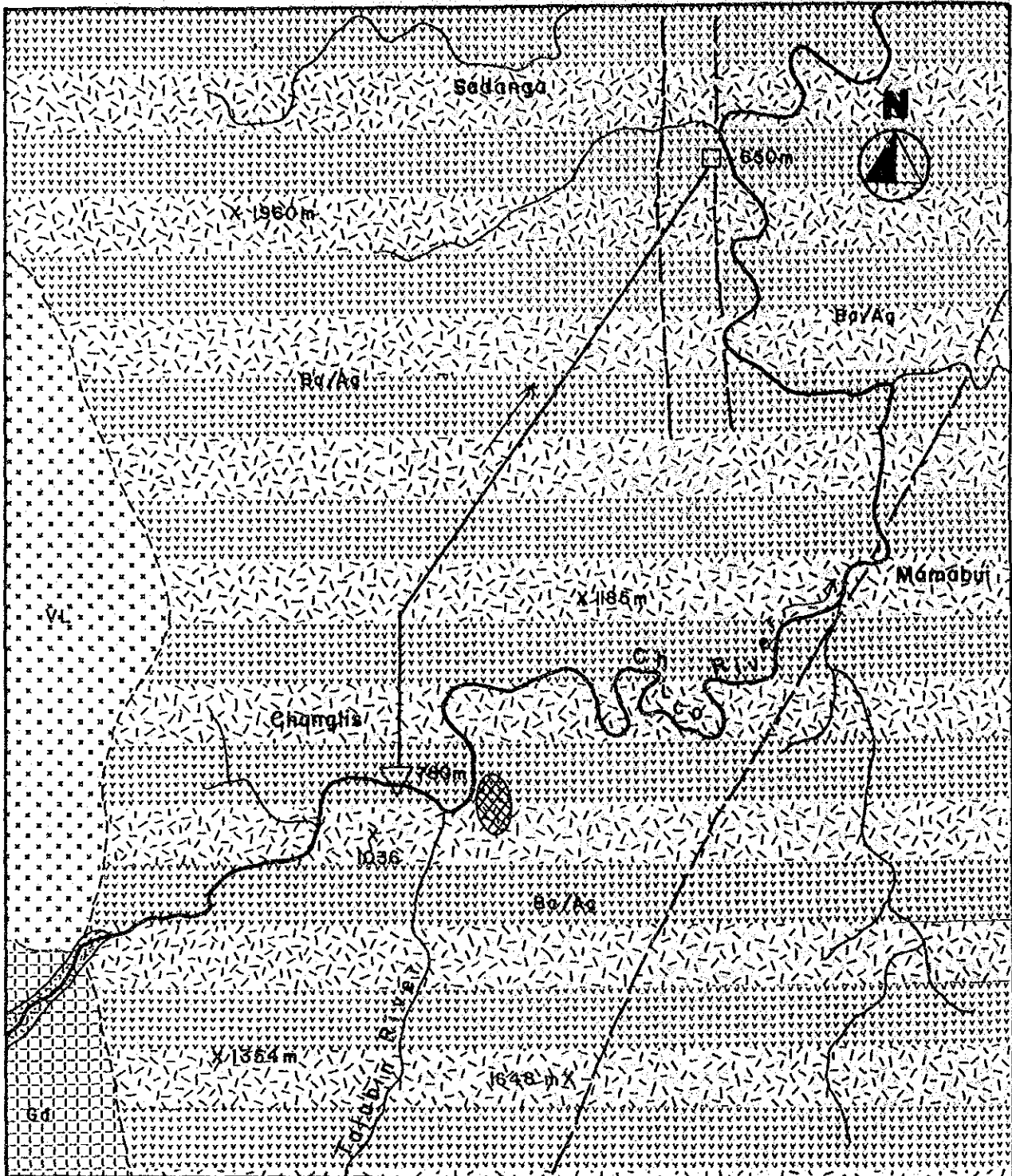
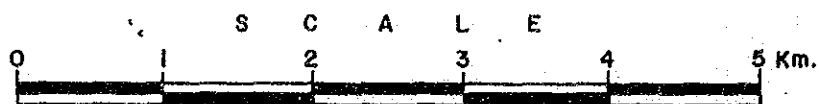


Fig. GEOLOGIC MAP OF CHICO-2R SCHEME



Geologic map is adapted from Northwest Luzon geological map in scale of 1:250,000. (JICA-MMAJ Aug.1981).



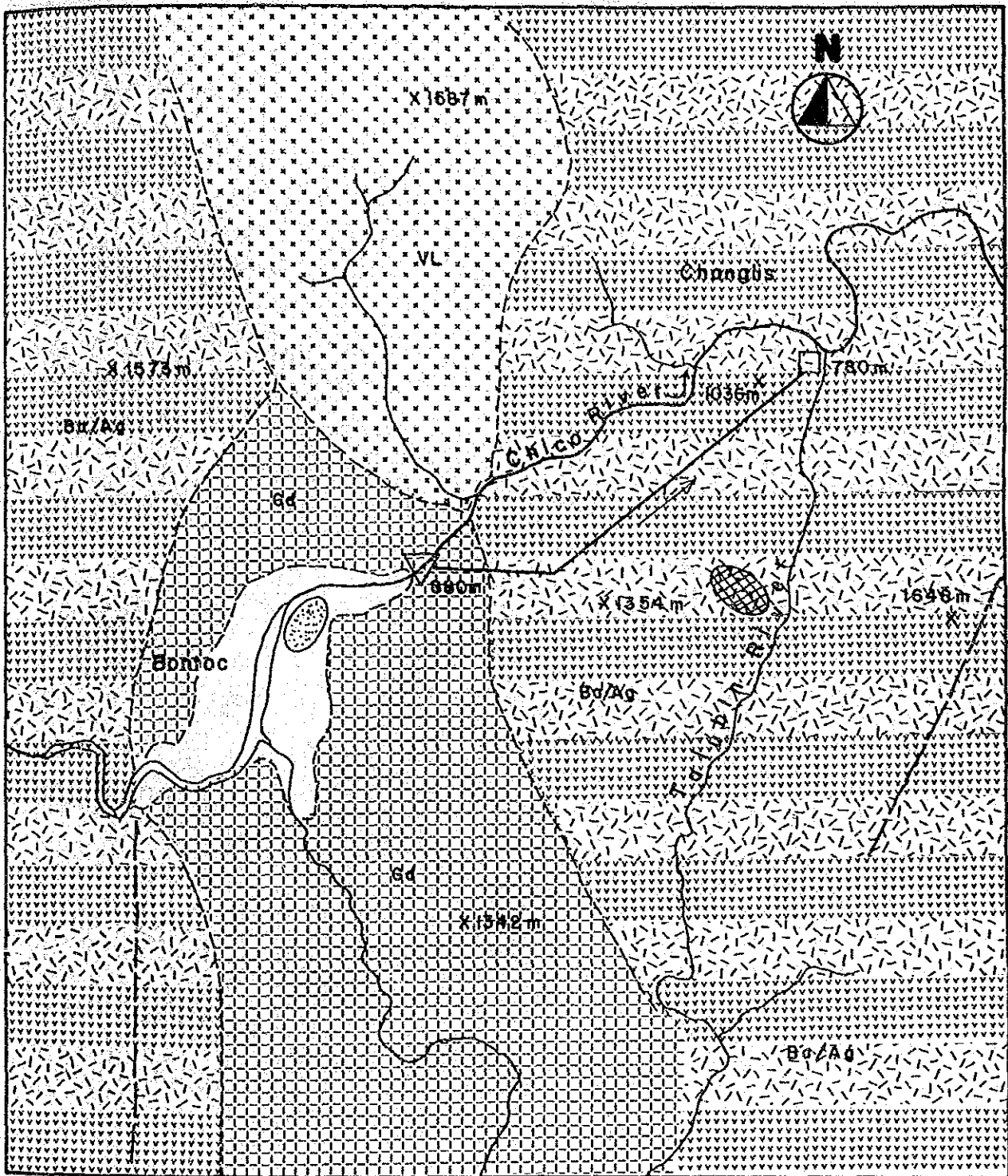
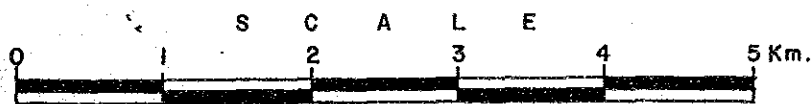


Fig. GEOLOGIC MAP OF CHICO-3R SCHEME



Geologic maps adapted from Northwest Luzon geological map in scale of 1:250,000.  
(JICA - MMAJ Aug. 1981)

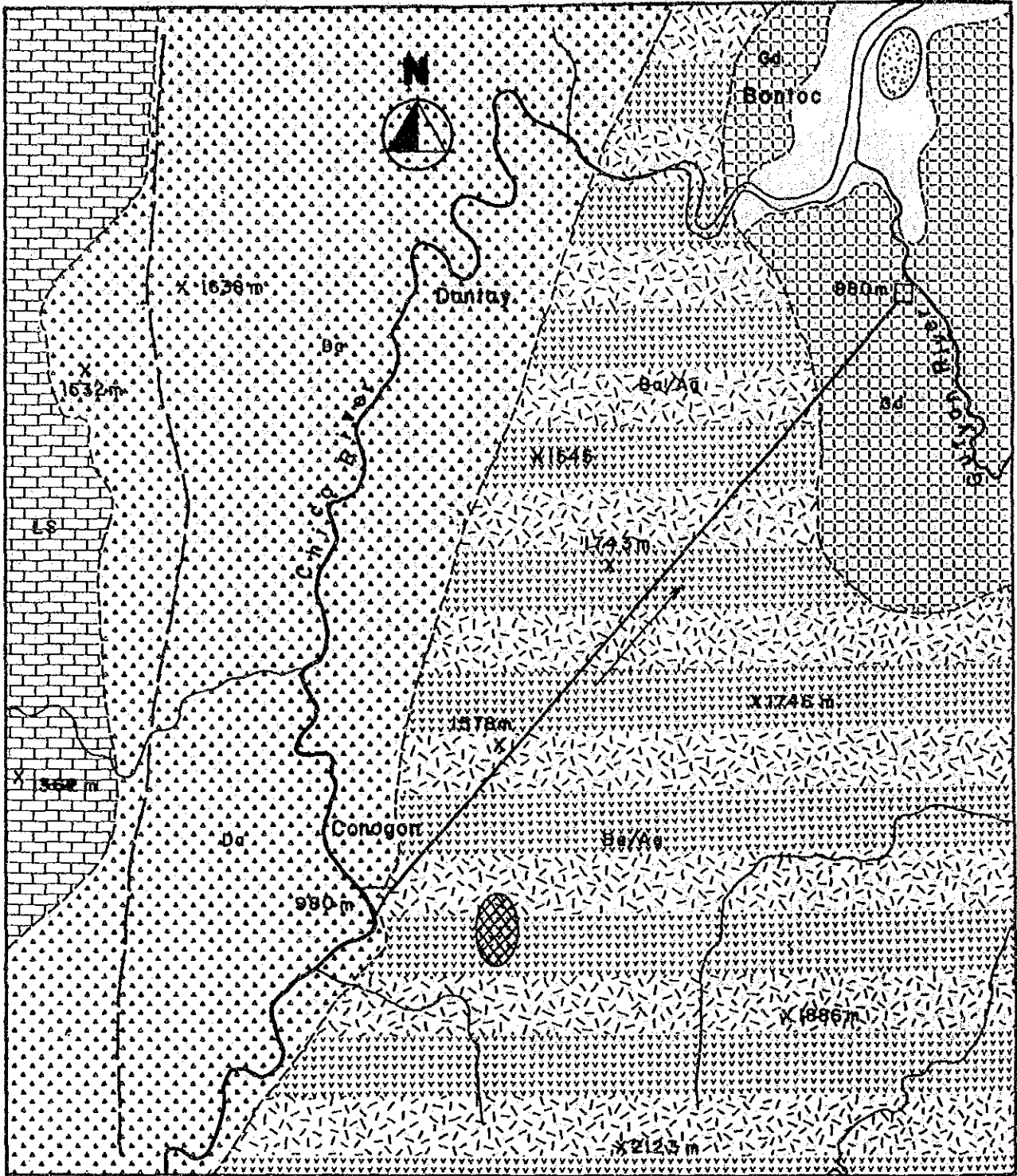
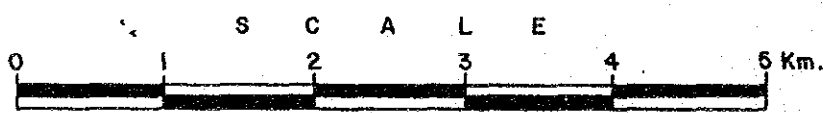


Fig. GEOLOGIC MAP OF CHICO-4R SCHEME



Geologic map is adapted from Northwest Luzon geological map in scale of 1:250,000. (JICA-MMAJ Aug.1981)