CONTRIBUTION A L'ÉTUDE HYGIÉNIQUE DE LA VILLE DE BUÉNOS-AYRES

IV

LES VARIATIONS

DU

NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES

DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

LES PLUIES ET LES MALADIES INFECTIEUSES

PAR LE

Dr PEDRO N. ARATA

BIBLIOTECA
ARATA

BUÉNOS-AYRES

IMPRIMERIE DE PAUL-ÉMILE CONI ET FILS

60 — RUE ALSINA — 60

1887

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE HYGIÉNIQUE DE LA VILLE DE BUÉNOS-AYRES

LES VARIATIONS

DU

NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES

DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE LES PLUIES ET LES MALADIES INFECTIEUSES

Dans cette quatrième *Contribution à l'étude hygiénique de la ville de Buénos-Ayres*, nous allons traiter de nouveau le sujet qui fait l'objet de la seconde publication de la série. Nous nous occuperons des oscillations des eaux souterraines et les comparerons avec les pluies, la pression atmosphérique et la mortalité par maladies infectieuses.

Nous reproduirons dans ce travail les observations que nous avons faites précédemment, nous les augmenterons et les compléterons de façon à ce que le premier serve seulement, dans la série de nos publications sur ce thème, à réunir les renseignements numériques enregistrés par le diagramme.

L'année qui vient de s'écouler doit appeler spécialement l'attention, car, pendant son cours, la ville a eu à subir une épidémie cholérique, suivie d'autres plus meurtrières en ce que plusieurs maladies infectieuses ont prédominé et que la période de décroissance paraît être ouverte. Grâce à ces circonstances, il nous a été possible d'établir des rapports entre le phénomène que nous avons observé et les épidémies qui nous frappaient.

Pendant cette année, nous avons été aidés dans nos travaux par M. l'abbé Pommés, du collége San José, qui nous a communiqué des observations sur les variations du niveau de la seconde nappe d'eau, embrassant une période de quatre mois.

Le pharmacien en chef de l'armée, M. Francisco Lavalle, nous a également apporté un contingent important d'observations sur les oscillations de l'eau d'un puits situé sur la *barranca* de Santa Lucia, proche du bassin du Riachuelo, sur l'emplacement de l'hôpital militaire. Nous les publierons et les examinerons plus loin.

Notre étude de l'année dernière contenait un appel qui n'est pas resté stérile, et nous espérons que les résultats que nous publions aujourd'hui stimuleront de nouveaux travailleurs pour de semblables observations sur d'autres points de la ville, particulièrement dans les environs du fleuve au nord, et à la Boca et Barracas. Ces points s'imposent par des considérations que nous ferons valoir plus loin, car, des observations faites au centre de la ville, nous croyons que les différences notées sont telles que de nouvelles stations d'observations sont nécessaires.

Nous désirerions rencontrer des collaborateurs pour les parages indiqués et sommes disposés à leur confier les instruments nécessaires et à procéder à leur installation, de façon à établir un réseau complet de points d'observations qui nous révéleraient la loi des variations de l'eau souterraine à Buénos-Ayres.

I

MÉTHODES D'OBSERVATION

Pour déterminer les variations du niveau de l'eau, Pettenkoffer a employé un appareil composé d'un ruban métallique divisé en centimètres, à l'extrémité inférieure duquel est une barre également métallique pourvue d'une série de plateaux circulaires placés à la distance d'un centimètre l'un de l'autre.

L'appareil étant introduit dans le puits, une fois que la barre métallique a touché l'eau, on prend note de la hauteur du ruban relié à un point fixe de la superficie du sol. On retire le ruban du puits et l'on voit jusqu'à quel numéro les plateaux viennent

remplis d'eau; pour en déduire la hauteur observée, il est nécessaire de considérer comme zéro le premier plateau sec.

Depuis, dans plusieurs pays, la méthode proposée par Morache a été substituée à l'appareil de Pettenkoffer. L'appareil de cet hygiéniste comprend un flotteur métallique nageant librement sur la superficie de l'eau du puits et adapté à un fil de métal qui se développe sur une poulie fixée à un appareil de suspension.

A l'extrémité opposée du fil existe un contre-poids destiné à maintenir l'équilibre du système.

Une aiguille marque, sur une échelle graduée en centimètres et en millimètres, les variations du niveau de l'eau du puits par les mouvements que le flotteur transmet à l'ensemble de l'appareil.

Dans le numéro du 9 février 1886, de *La Nature,* de Tissandier, nous lisons qu'à Boston (Etats-Unis d'Amérique), les ingénieurs chargés de déterminer le niveau des eaux souterraines, se servirent d'une sonde que l'on peut appeler « chimique », car son principe est fondé sur la propriété du potassium de s'enflammer au contact de l'eau. Ils procédaient de la manière suivante: à l'extrémité inférieure d'un ruban métallique gradué, ils adaptaient un morceau de plomb, dans lequel ils fixaient un tube de verre avec un fragment de potassium fondu à son extrémité inférieure, de façon à constituer le zéro de la sonde.

Après l'avoir introduite dans le puits, ils obtenaient la notion exacte de la hauteur de la superficie de l'eau par la petite explosion et par le phénomène lumineux, produit au moment où le potassium touchait l'eau.

L'appareil que nous employons se compose d'un ruban métallique d'arpenteur, divisé en centimètres et en demi-centimètres, assujetti à une traverse de bois solidement fixée aux piliers du puits et constituant un point de départ invariable pour les observations. Le ruban métallique est en communication, par le manche, avec un galvanomètre très sensible, et le pôle opposé de celui-ci avec le positif d'une batterie de deux piles Leclanché, dont le négatif rejoint l'eau au moyen d'un fil de fer introduit dans le puits.

Le ruban porte à son extrémité un plomb terminé en pointe et destiné à descendre dans le puits au moyen d'une manivelle.

On comprend facilement qu'au moment où cette pointe touche l'eau, le circuit électrique de la pile se ferme et qu'il se produit une forte déviation de l'aiguille du galvanomètre.

BIBLIOTECA
ARATA

Au cas où le ruban aurait trop pénétré dans l'eau on le fait remonter et, après avoir attendu quelques instants, pour que l'aiguille reprenne son immobilité première, on le fait descendre de nouveau avec lenteur, jusqu'à ce qu'il se produise un léger mouvement de l'aiguille qui indique que l'extrémité du plomb a atteint la surface de l'eau. A ce moment on note la hauteur, prenant comme point de départ la lamelle sur laquelle se déroule le ruban.

Les observations peuvent être faites ou se refaire et se vérifier en peu d'instants et avec la plus grande précision. Elles permettent d'évaluer les mètres, les centimètres et même les millimètres de distance existant entre la surface de l'eau et le zéro de l'échelle.

Au début, l'appareil fut complété par une sonnerie électrique, mais la grande résistance que l'eau oppose au passage du courant, nous a obligé à recourir à l'emploi du galvanomètre comme indicateur. Nous l'avons reconnu supérieur à tous les autres moyens et nous nous proposons de nous en servir désormais.

Voilà ce que nous disions l'année dernière ; aujourd'hui, après plus d'un an d'expérience, nous pouvons ajouter que l'appareil fonctionne admirablement et qu'aucun ne l'égale en précision et en régularité. Nous avons dû seulement renouveler le liquide des piles une seule fois en deux ans, et nettoyer la sonde de temps en temps à cause de l'oxydation à laquelle elle est sujette.

Au collége San José, l'appareil Morache, avec flotteur, a été employé, mais par suite d'une baisse de l'eau dans le tube de canalisation du puits jaillissant, le flotteur vint à toucher les parois, rendant les mouvements d'ascension et de descente irréguliers ; l'observation, dès lors, dût être suspendue.

A l'hôpital militaire, M. Lavalle a installé aussi un appareil Morache, qui a fonctionné avec plus de régularité, mais il n'a jamais pu être obtenu la sensibilité que l'on constate avec la méthode électrique, qui a été décrite plus haut et que nous avons adaptée à notre puits d'observation.

Nous croyons, en somme, que la précision des résultats, compense les frais d'installation qu'exige notre appareil ; pour cette raison, nous n'hésitons pas à le recommander de préférence à tout autre, pour ce genre d'observations, surtout quand les puits ont de grandes profondeurs comme le nôtre.

II

EAUX SOUTERRAINES

Les idées vagues des anciens sur la formation des dépôts d'eaux souterraines qui alimentent les puits et les sources ont une forme concrète dans les écrits de Bernard de Palissy (*Œuvres*, édition Charavay, 1880, page 208), qui leur assigne pour origine les infiltrations des eaux de pluies, dont la tendance est de descendre dans le sein de la terre, jusqu'à ce qu'elles rencontrent une nappe constituée par un rocher ou par un argile imperméable qui les retiennent et les obligent à s'ouvrir un passage par les portions perméables et plus inclinées du terrain qu'elles ont traversé.

Néanmoins, Perrault admet que la pluie ne pénètre pas dans le sol.

La vérité, comme toujours, a fini par percer, et un siècle après le célèbre physicien Mariotte eut à faire des efforts d'argumentation pour faire accepter l'idée primitive dans son ouvrage *Le mouvement des eaux*. Les études ultérieures dans les mines en exploitation et l'observation attentive des faits mirent ces affirmations hors de doute.

Aujourd'hui on ne discute plus, et on reconnaît à toutes les eaux souterraines l'origine commune de l'eau atmosphérique sous la forme de pluies, neiges ou glaces.

Daubrée (*Les eaux souterraines aux époques anciennes*. Paris 1887, 1 vol.— *Les eaux souterraines à l'époque actuelle*. Paris, 1887, 2 vol. in-8°) a étudié complètement la question au point de vue géologique.

Les eaux souterraines ont une synonymie très étendue. Les allemands les appellent *grundwasser*; les hollandais *nelwater*; les anglais *water level, ground spring, waterplain*; les italiens *specchio d'acqua, acqua di livello, acqua di centro*; les espagnols *agua subterránea*; les français *couche acquifère libre, nappe liquide, nappe d'eau de pluies, nappe d'infiltration*, noms auxquels on devrait ajouter un nouveau proposé par Daubrée qui les désigne ainsi : *eaux fréatiques*, du grec φρέας, ατος qui signifie *puits* et

dont l'appellation indiquerait en même temps l'origine et l'emploi qui est celui d'alimenter les populations avec ces réceptacles ordinaires.

Les eaux *fréatiques* se rencontrent dans les terrains perméables à des profondeurs variant entre quelques décimètres et des chiffres supérieurs à 100 mètres. On peut connaître le volume de l'eau contenu dans un terrain, et évaluer par conséquent la richesse de la nappe en mesurant les interstices laissés entre elles par les particules sablonneuses ou terreuses.

Cette opération peut être faite avec cette terre dans un vase imperméable et de façon à occuper le moins de place possible. On détermine p' à l'état sec et p'' du même rempli d'eau.— La formule $\frac{p''-p'}{p'}$ exprime la dimension des interstices. Ces chiffres se rapportant à l'étendue et à la profondeur de la nappe ne peuvent nous donner une idée approximative du volume de l'eau contenu dans une région.

Daubrée, étudiant l'influence du Rhin sur les eaux fréatiques, déduit que le flux et le reflux des eaux d'une rivière influent sur sa hauteur, mais il ajoute que la correspondance n'est pas instantanée et qu'il faut tenir compte aussi de celle des puits qui est directe. La hauteur de la nappe d'eau fréatique éprouve des retards de plusieurs heures et quelquefois de plusieurs jours, par suite de la résistance qu'opposent les terrains plus ou moins perméables qu'elle doit traverser.

Dans son important ouvrage *Boden und Wasser*, Braunschweig, 1882, page 82 et suivantes, le professeur Joseph Fodor, de Buda-Pest, a étudié l'influence de la croissance et de la décroissance du Danube, et la courbe du niveau du fleuve concorde plus ou moins avec celle de *onze* puits d'observation, comme le démontre la planche III de l'ouvrage cité; la coincidence dans ceux, qui sont plus proche du fleuve est plus frappante. Suivant le trajet des grandes rivières sujettes à des variations fréquentes et rapides, l'eau des puits est ordinairement plus élevée que le rivage, le contraire est rarement observé ; les oscillations sont toujours très inférieures en intensité à celles de la rivière même.

Ce phénomène a été démontré pour un grand nombre de rivières européennes, et nous appellerons l'attention sur les figures 24 et 25 de l'ouvrage du professeur Soyka de Prague (*Der Boden*, pages 264 et 265), ou sont représentées les courbes se rapportant à l'Allier,

ainsi que la planche précédemment citée de Fodor pour le Danube, qui prouvent l'exactitude de l'affirmation citée plus haut.

Suivant une opinion commune chez nous, le niveau des eaux de puits suit les mouvements de flux et de reflux de la rivière, celle-ci les approvisionnerait d'eau et exercerait sur eux une influence continuelle.

Nos observations dans le puits de la rue Rivadavia, et celles de M. Lavalle dans celui de l'hôpital militaire, nous amènent à contester l'exactitude de cette assertion pour les puits que se rencontrent à une certaine distance du fleuve.

Il est possible que dans son voisinage ou dans celui du Riachuelo de Barracas, le phénomène de l'influence directe de la marée sur le niveau de l'eau fréatique se produise, mais à la distance de 800 mètres, l'action de la marée est nulle ou se manifeste tardivement. La cause de cette état de choses peut être attribué au peu de perméabilité de notre sol pour les eaux. Nous avons observé plusieurs fois que les hautes marées coïncident avec de grandes baisses du niveau des eaux souterraines et vice-versa.

D'autre part, le niveau de l'eau du puits principal ou nous avons pratiqué nos expériences, est placé à une plus grande hauteur que celui des eaux moyennes de notre fleuve, ce dont nous avons pu nous assurer par les renseignements ci-après que le bureau de travaux publics de la municipalité nous a trasmis.

Le puits d'observation est situé dans mon domicile particulier, au véritable centre de la ville actuelle, rue Rivadavia, dans la *manzana* formée par cette même rue et celles de Piedad, Andes et Ombú, l'un des parages le plus élevé du municipe et éloigné de plus de vingt *cuadras* du fleuve. Le niveau de la rue sur le Rio de la Plata et des ses eaux moyennes atteint une hauteur de $22^{m}890$.

A ce chiffre, il faut ajouter la hauteur sur le niveau de la rue dans laquelle nous avons placé la poutre soutenant la sonde. Cette hauteur a été calculée à $2^{m}200$, de manière que le zéro de la sonde se trouve à $25^{m}090$ sur le niveau des eaux moyennes du fleuve.

Quand la sonde a été lancée pour la première fois dans le puits, on enregistra une hauteur de $18^{m}620$ entre le zéro de notre échelle et la surface de l'eau, ce qui indiquait que le niveau de la nappe souterraine, dans ce parage, était de $6^{m}470$ plus élevé que celui des eaux moyennes du Rio de la Plata, en face de Buénos-Ayres.

Plus tard, ce niveau monta davantage, comme le démontrent

BIBLIOTECA ARATA

les observations ainsi que les diagrammes que nous publions.

Le second puits d'observations atteint la seconde nappe d'eau, appelée demi-jaillissante. Elle est séparée de la première par une épaisseur de terrain imperméable, sa profondeur arrive jusqu'à 50 mètres, mais une fois canalisé, l'eau demi-jaillissante s'élève dans le conduit et dépasse de 80 centimètres approximativement la hauteur de la nappe d'eau qui forme les puits ordinaires de la ville.

Le troisième puits de l'hôpital militaire se trouve sur la *barranca* de Santa Lucia, à une hauteur de 16^m430 sur le niveau du fleuve. La profondeur de ces eaux est de 8^m900 sur le niveau du sol, ce puits est donc à une hauteur plus grande que celle des eaux moyennes du Rio de la Plata et atteint 5^m430 avec les variations qui en résultent.

III

VARIATIONS DE NIVEAU DANS LES PUITS N° I, II ET III

Nous désignerons par le n° I le puits de la rue Rivadavia 1077; par le n° II, celui du collége San José et par le n° III, celui de l'hôpital militaire.

Pendant l'année, les puits I et II ont conservé une marche parallèle, comme on peut s'en assurer par la planche I qui présente le diagramme de son niveau dans le cours de l'année. La même planche donne le tracé des pluies, exprimé en millimètres, et la courbe de la variation de hauteur du baromètre.

La courbe du puits n° I a suivi durant cette seconde année d'observations une marche inverse. Tandis que dans l'année précédente on notait une hausse lente et presque continuelle ; dans la présente nous avons eu une baisse graduelle, qui a commencé à s'arrêter seulement avec les pluies du mois de juillet, et depuis ce moment, malgré les fluctuations et les tendances à la hausse produites par les phénomènes atmosphériques, elle se maintient plus ou moins constante.

La planche II représente les variations du niveau de l'eau du

puits de l'hôpital militaire, du mois de novembre 1886 au mois de juillet 1887.

La courbe de l'eau du même puits (n° III) étudiée dans ses variations de niveau offre des différences avec celles de notre puits n° I. Elle coïncide dans la ligne fondamentale de la baisse qui s'est produite dans les premiers mois de l'année, comme on peut le vérifier en comparant les courbes des puits n^{os} I et II; mais l'élévation qui se note depuis la seconde quinzaine de mai jusqu'à juillet ne conserve pas le même rapport. Il est bon de rappeler que ce puits est situé à une distance de quatre kilomètres du premier et que le sol même, sur lequel il est assis, est beaucoup plus sablonneux et perméable que celui qui forme le puits n° I.

Parmi les particularités de la courbe, les variations de la dernière dizaine du mois de novembre appellent surtout l'attention ainsi que celles du 22 janvier et du 13 avril, qui sont véritablement extraordinaires et en dehors des limites prévues par l'étude et l'observation régulière du phénomène. Ces hausses violentes et subites ne se sont produites seulement avec tant d'intensité que dans le puits de l'hôpital militaire. Nous avons essayé d'en rechercher la cause et avons cru l'avoir trouvée tout d'abord dans les marées. Nous avons fait prendre copie des observations, enregistrées journellement à la Boca du Riachuelo par le *maréographe*, mais les chiffres ne concordent d'aucune manière avec ces oscillations de l'eau. La vérité est que dans les quelques jours signalés, il s'est produit une grande élévation de l'eau dans l'échelle du maréographe, mais le même phénomène s'est renouvelé les mois suivants sans que ce dernier se soit fait remarquer dans la courbe de l'eau de ce puits. Nous rappellerons ce que nous avons déjà dit, — l'eau de ce puits, comme tous ceux de la ville, se trouve à un niveau très supérieur à celui des eaux moyennes du Riachuelo, — il n'est donc pas présumable que la hausse ou la baisse de la rivière influe à cette distance évaluée à 700 mètres et on ne peut persévérer davantage dans cette idée, si l'on tient compte de la lenteur de la marche des nappes du sous-sol étant donné le peu de perméabilité de celui-ci.

Jusqu'à cette heure, nous ne trouvons pas d'explication satisfaisante du phénomène, cependant d'après la série de nos raisonnements, nous nous inclinerions à penser qu'en outre des baisses de pressions atmosphériques, qui, nous l'avons démontré, déterminent l'élévation de l'eau (ce phénomène est toujours constant et se pro-

duit dans ce puits comme dans les autres), l'anormalité de l'intensité de la hausse pourrait être due à l'action des vents qui ont soufflé pendant les jours indiqués.

Nous donnons cette explication comme probable et non comme définitive, car nous n'avons pas encore assez étudié le phénomène; nous tacherons de l'observer avec plus d'attention.

IV

INFLUENCE DES PLUIES

Le diagramme du niveau de l'eau des puits n^os^ I et II indique aussi en millimètres la hauteur des pluies tombées dans la ville, selon les observations du collége national de la capitale. Nous utiliserons ces renseignements, car ils ont servi pour les calculs de la *Meteorología argentina,* du docteur Gould, mais tout d'abord nous devons déclarer que nous les estimons au-dessous de la vérité, étant donné les conditions où se trouve placé le pluviomètre employé pour les observations. Il est confiné dans un petit jardin, entouré de bâtiments très élevés qui influent naturellement sur la quantité d'eau recueillie, surtout quand les pluies sont accompagnées de vent. Pour nous confirmer dans cette idée, nous n'avons qu'à comparer les observations du collége national avec celles de l'école navale, située dans un parage isolé et libre de l'influence des hautes constructions, et où s'enregistrent toujours de plus grandes quantités d'eau que la distance entre l'une et l'autre station n'explique pas suffisamment.

La pluie exerce une action sur le niveau de l'eau mais non d'une manière immédiate et constante. Pendant qu'il pleut et que la pluie est accompagnée d'une baisse barométrique [1] l'eau du puits monte, mais la baisse se prononce immédiatement après l'orage. Ce n'est que quelques jours ensuite que l'on note la

[1] Nous avons observé plusieurs fois que les fortes pluies avec vent de *sud-est*, ne produisent pas de baisse du baromètre, ni de hausse d'eau.

hausse du niveau de l'eau souterraine, hausse produite par l'abondance de l'eau des puits, provenant des infiltrations du sous sol.

Nous présentons dans la planche III, un diagramme de la courbe de l'eau souterraine (réduite à la moitié de sa véritable valeur) pendant les deux années ainsi qu'une autre courbe indiquant la hauteur en millimètres de l'eau tombée dans le même temps. Entre ces deux délinéations on constate des rapports qu'expliquent les hausses et les baisses de l'eau fréatique, mais nous considérons pour le moment ces observations insuffisantes pour pouvoir déduire la loi de ces variations et leur relation avec les pluies.

V

RAPPORT DU NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE AVEC LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Dans notre premier travail sur les eaux souterraines, nous disions l'année dernière : « La pression atmosphérique exerce une action si manifeste que c'est le premier phénomène qui s'observe en commençant ce genre d'observations.

« *Quand l'eau monte dans un puits, le baromètre baisse ; quand le baromètre monte, l'eau baisse.* »

Cela paraît banal, après avoir jeté les yeux sur le diagramme et l'avoir comparé avec un autre contenant les observations barométriques de la même époque et du même endroit. Cependant, ce fait est en opposition complète avec l'opinion de certaines personnalités réputées scientifiques. Un des livres d'hygiène nationale, que les élèves de notre faculté ont entre leurs mains, prétend donner une explication de ce phénomène, d'une manière contraire à la réalité.

Nous dirons encore mieux : les variations du niveau de l'eau sont proportionnées aux oscillations de la colonne mercurielle.

Aucun ouvrage ne consigne cette assertion et nous nous attribuerions presque le mérite de cette découverte, si nous n'avions su depuis que nos paysans disent : « Il va pleuvoir,

parce que *los ojos de agua de los jagüeles se hallan tapados*[1].» Le rapport entre la pression atmosphérique et l'élévation de l'eau des puits est si constant, qu'il suffit d'observer cette dernière pour connaître la marche du baromètre, et prédire le beau ou le mauvais temps, aussi bien qu'avec un instrument.

Le prompt exhaussement du niveau de la nappe souterraine annonce les grandes tempêtes, comme on peut le voir dans le diagramme.

En confirmation de ce qui précède, nous devons attirer l'attention sur la crue si rapide qui eût lieu entre le 19 et le 20 septembre 1886, précédant la tempête de la nuit du 20 au 21. On ne peut l'avoir oublié par sa date récente.

Nous avons remarqué qu'après une tourmente accompagnée de forte pluie, et avant que le baromètre indique le beau temps par l'élévation de la colonne mercurielle, l'eau l'annonce par un abaissement soudain.

Quelle explication rationnelle peut-on fournir de l'élévation de l'eau par une diminution de la pression atmosphérique ?

Voici une hypothèse : La première nappe d'eau souterraine est une couche considérable qui s'étend sur une partie de la province de Buénos-Ayres, formée par l'infiltration des eaux de pluie dans les terrains perméables.

Elle repose sur un fond sablonneux d'un grand pouvoir d'attraction capillaire, comme nous l'avons démontré dans notre travail sur le sol de Buénos-Ayres.

La nappe constitue, par conséquent, un système de vaisseaux capillaires, communiquant entre eux et soumis à la pression de l'air dans les divers points de la province. Il n'est donc pas étonnant qu'il se manifeste une crue dans une partie donnée de ce système, quand la hauteur de la colonne d'air qui pèse sur le sol, dans un parage, diminue relativement à d'autres endroits où elle se maintient plus élevée. Il convient de se rappeler ici ce qui survient pour la seconde nappe en se reportant sur la seconde courbe de la planche.

Cette nappe est située à environ 20 mètres de la première sur un terrain également sablonneux dont elle est séparée par une couche de terre imperméable. On verra que les oscillations de la hau-

[1] Expression qui indique qu'il doit pleuvoir lorsque les fossés, creusés pour réunir l'eau de source servant d'abreuvoir aux animaux, sont secs.

rique, l'explique avec tant d'exactitude qu'il ne peut être mis en doute.

Il est possible que la constitution géologique d'une région, la nature du sol, son degré de perméabilité plus grand ou plus réduit influent sur le phénomène et dans la manière de se manifester. Nous appellons sur ce point l'attention des observateurs européens, car nous ne doutons pas d'obtenir dans des conditions identiques aux nôtres, la confirmation d'un phénomène étudié et annoncé pour la première fois par nous.

VI

RAPPORT DU NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE AVEC LA MORTALITÉ PAR MALADIES INFECTIEUSES

La planche IV présente trois courbes ; celle du niveau de l'eau souterraine pendant une période de deux ans, représentée par les moyennes mensuelles au moyen d'une échelle réduite à la moitié de la véritable ; la mortalité pour les maladies infectieuses, pendant la même période, chaque millimètre de hauteur exprimant deux décès ; la troisième courbe *pointillée* indique la mortalité de la fièvre tiphoïde, chacun des décès étant marqué par une hauteur d'un millimètre dans la courbe.

Nous devons faire remarquer que dans le tracé de la mortalité par maladies infectieuses nous n'avons pas compris le choléra que nous supprimons complétement du calcul pour les raisons que nous exposons plus loin.

Si nous étudions ces tracés, il est un fait qui frappe la vue : *Quand l'eau monte, la mortalité par maladies zymotiques diminue, tandis que quand l'eau descend, la même maladie augmente proportionnellement.*

Pour la fièvre tiphoïde, en particulier, la même observation se produit, bien que moins sensible pour l'ensemble des maladies infectieuses. Malgré de légères variations pendant le mois de mai et de juin 1887, on peut dire que les deux courbes sont parallèles tandis qu'elles sont opposées par rapport au tracé de l'eau souterraine.

Ces conséquences résultent des chiffres statistiques municipaux mis en relations avec nos observations pour remplir les fins primordiales de notre travail. Comme nous le disions dans notre première publication, nous nous étions proposé de nous assurer de l'exactitude de la théorie ou de l'hypothèse de Pettenkoffer, à propos des rapports de l'eau souterraine avec les maladies infectieuses chez nous; or, les phénomènes observés pendant deux ans autorisent à affirmer que les faits articulés par le savant hygiéniste de Munich, se vérifient à Buénos-Ayres dans le sens de ses affirmations avec une merveilleuse régularité.

Cette énonciation d'un fait réel ne nous oblige pas à admettre l'explication, ni ne nous lie à la théorie de Pettenkoffer ; nous sommes amenés seulement à en reconnaître la vérité à la suite des expériences réalisées chez nous.

Nous croyons que la propagation des maladies infectieuses, obéit à des causes multiples et que l'une d'elles est, sans doute, l'humidité du sol, mais ce n'est point l'unique et l'exclusive. Nous avons l'idée que l'explication, relativement à la manière dont ces maladies se développent, est loin de nous être connue.

Nous n'admettons ni ne repoussons la *Grundwassertheorie,* pas plus que la *Trinckwassertheorie*, nous pensons sans restriction que la véritable et définitive théorie est encore à trouver.

Dans son traité classique de la fièvre typhoïde (édition française, page 42), Murchison dit : Le professeur Pettenkoffer et Buhl, de Munich, ont essayé de démontrer que le développement de la fièvre typhoïde dépend seulement de la présence d'une certaine quantité d'eau dans le sol. Le poison auquel ils attribuent la maladie, se multiplie de préférence dans le sol et le corps des malades. Les conditions nécessaires sont un terrain poreux, saturé d'eau dans ses parties basses et dans lequel le niveau de l'eau baisse rapidement, après avoir atteint une hauteur inusitée. Le rapport entre ces conditions et la présence de la fièvre typhoïde à Munich, pendant plusieurs années, paraît établir clairement le résultat de leurs investigations.

Mais cette liaison, par une grande infiltration, dit Buchanan, ne semble pas devoir toujours être appliquée, parce que dans les circonstances mentionnées il avait été introduit des détritus organiques, dans les puits dont l'eau était destinée à la consommation. Les opinions du professeur Pettenkoffer sur l'origine de la fièvre typhoïde, sont, à mon avis, trop exclusives et n'expliquent

BIBLIOTECA
ARATA

pas les fréquents rapports observés dans ce pays, parmi les systèmes défectueux d'égouts, l'impureté des eaux potables et la fièvre typhoïde, conditions en tout indépendantes des variations du niveau de l'eau souterraine. En outre, à Terling, le Dr Thorne a affirmé qu'une importante épidémie de fièvre typhoïde, observée en 1867, coïncida avec une élévation de l'eau souterraine. après une sécheresse.

La même opposition du clinicien anglais se manifeste contre d'autres hygiénistes distingués de pays divers. Les études et les idées modernes à l'égard des micro-organismes pathogènes, qui nous montrent les conditions de leur développement et de leur propagation, ainsi que leur action sur l'organisme, nous éloignent des idées exclusivistes de la *Grundwassertheorie*, et nous ouvrent des horizons plus vastes, qui représentent la région inexplorée de l'étiologie des maladies qu'ils déterminent.

Il n'y a qu'à tenir compte toujours des prédispositions individuelles et de celles du temps et du lieu, facteurs obligés dans les développements d'épidémies, comme le démontre l'observation continuelle faite dans plusieurs pays, par des hommes dont la science et l'habileté dans l'art d'observer et d'expérimenter, ne saurait être mise en doute.

Pettenkoffer, assurant que la baisse dans le niveau des eaux souterraines, contribue à l'augmentation des maladies infectieuses, est pour nous un fait élucidé et qui ne peut être discuté, pas plus que ne peut être combattue ou rejettée, l'explication qu'il donne du phénomène.

D'accord avec la méthode expérimentale, nous devons nous borner à laisser le fait bien établi et prouvé, et attendre que son explication se produise plus tard, au moyen d'éléments plus nombreux et mieux éclaircis par l'étude des autres phénomènes concomittants, dans lesquels peut-être se trouvera l'explication définitive.

VII

ÉPIDÉMIE DE CHOLÉRA DE 1886-87

Les premiers cas de choléra se produisirent à la Boca, dans les derniers jours d'octobre 1886. Le premier cas bien confirmé, se présenta dans la ville le 1er novembre.

La planche V marque le rapport qui a existé entre le niveau de l'eau souterraine, les pluies, la pression atmosphérique et la mortalité par le choléra morbus asiatique.

Si nous voulions établir une relation entre la mortalité par le choléra et le mouvement de l'eau, par l'observation de ces deux facteurs, nous dirons que la mortalité a diminué à mesure que l'eau du sous-sol a baissé ; c'est ce qui se déduit de l'examen des courbes, qui n'indiquent, d'aucune manière, aucune conformité avec la théorie thélurique de Pettenkoffer. Mais si nous considérons le phénomène dans tous ses détails, nous constaterons que l'épidémie éclata à une époque ou, précisément, les eaux souterraines avaient atteint leur plus haut niveau : point, d'autre part, enregistré également par d'autres observateurs et qui résulte aussi de l'inspection du tracé de l'eau souterraine et de la mortalité par le choléra à Munich, en 1873-74, récemment connu par le travail de polémique, écrit il y a quelque temps, par le même Pettenkoffer, dans ses *Archiv für Higiene*, tome VI.

La comparaison de ce tableau avec le nôtre, sauf quelques particularités qui paraissent spéciales, démontre une entière analogie dans la marche des deux courbes (eau et mortalité), pendant la première phase de l'épidémie, qui vint à disparaître, comme chez nous, au moment d'une baisse considérable des eaux souterraines. Il y eût seulement à remarquer à Munich que la maladie fit sa réapparition pendant que les eaux étaient très basses, ce qui n'a pas été noté à Buénos-Ayres où, en revanche, il y eût une recrudescence de morbidité et de mortalité pour d'autres maladies infectieuses, comme nous le disons plus loin.

Le tableau de Munich [1] s'accorde avec l'hypothèse de Pet-

[1] Le tableau de Pettenkoffer signale un cas de choléra au mois de juin 1873, l'eau étant haute. Il y eût une baisse, et il se produisit plusieurs cas en juillet,

tenkoffer, mais il ne concorde pas entièrement avec nos propres observations à Buénos-Ayres.

Les opinions de Pettenkoffer, sur la propagation du choléra, peuvent se résumer ainsi : il admet l'existence d'un virus ou d'un germe exotique, mais soutient que des circonstances de temps et de lieu sont nécessaires pour son développement.

Appelant le premier x et les secondes y, le choléra ne se propage que quand x et y se combinent : x seul peut produire des cas isolés, mais jamais une épidémie. Bien plus, Pettenkoffer croit que y manquant, toute personne peut, sans péril, absorber des déjections cholériques, tandis qu'il ne le fera pas impunément avec l'existence de y.

Pettenkoffer estime que le facteur y est représenté par un état spécial du sol. Un terrain prédisposé doit être poreux, perméable à l'air et à l'eau et contaminé en outre, par des matières organiques. Il doit contenir également de l'humidité que lui procure la nappe d'eau souterraine. Une grande humidité ou une grande sécheresse du sol sont deux conditions défavorables pour le développement du mal. Le degré d'humidité se connait par les variations du niveau de l'eau souterraine ou par les pluies. Les parages rocailleux ou argileux jouissent en conséquence d'une certaine immunité, ainsi que les sols vierges de contamination et habituellement arides ou constamment humides. Une immunité passagère peut résulter d'une sécheresse passagère du sol ou d'une humidité momentanée.

Les travaux de Koch et de son école contredisent les assertions de Pettenkoffer et de l'école de Munich dans leurs détails. Les théories de cette dernière sont insoutenables dans l'époque actuelle, et tout en admettant l'influence que le sol doit avoir nécessairement dans le développement des spiriles du choléra asiatique, on peut opposer de nombreux cas en contradiction absolue avec ses idées. Nous conclurons en répétant ce que disait le professeur Flügge, de Breslau : « Les vues de Pettenkoffer ne peuvent être considérées que

l'épidémie sévit avec intensité au mois d'août, l'eau souterraine atteignant sa plus grande hauteur. La baisse commença en septembre et octobre, et la mortalité diminua au point de s'éteindre presque complètement. L'épidémie subit une recrudescence en novembre et acquit sa plus grande intensité en décembre. La recrudescence s'affirma au mois de janvier 1874, et se poursuivit jusqu'en avril, l'eau souterraine étant toujours très basse. Celle-ci recommença à monter à la suite des pluies d'avril, et son élévation au niveau primitif, coïncida avec la disparition de l'épidémie.

comme une hypothèse. Nous ne devons pas lui attribuer la valeur d'une théorie solidement prouvée pouvant servir de pierre de touche pour rechercher la vérité des résultats présents ou futurs. Nous devons admettre de plus, que bien des causes diverses coopèrent à la dissémination des épidémies et nous ne nous mettrons pas dans le bon chemin en ouvrant la porte à d'autres catégories d'explications possibles. Si nous nous guidions par les propriétés du bacillus coma, nous marcherions sur un terrain plus solide et pourrions conserver l'espoir d'aboutir à la vérité, au lieu de nous obstiner à chercher un x ou un y aussi ignoré».

Les observations des deux dernières années concernant les variations du niveau de l'eau souterraine à Buénos-Ayres sont ainsi exposées et nous avons signalé leurs rapports avec les pluies, la pression atmosphérique et les maladies infectieuses.

Nous croyons que l'importance des résultats obtenus jusqu'à ce jour doivent servir de stimulant et décideront le plus grand nombre à collaborer à cette œuvre, car nous avons foi dans l'issue finale dont les profits seront considérables pour l'hygiène de la ville.

En terminant, nous insisterons de nouveau sur l'idée que nous avons émise l'année dernière à propos de la détermination du niveau de l'eau souterraine sur différents points de la capitale, par rapport au fleuve, et qui devrait être exécuté par le bureau des travaux publics municipaux qui possède le nivellement de la ville. On parviendrait à connaître de cette manière l'inclinaison de la nappe d'eau, son mouvement et l'intensité du courant dans le sous-sol, renseignements d'importance et indispensables pour établir les lois de leur mouvement. Ce résultat obtenu produirait d'utiles déductions hygiéniques de nature à résoudre les questions pratiques de salubrité qui se présentent à chaque instant.

Il nous reste enfin à exprimer toute notre gratitude aux personnes qui ont bien voulu nous aider dans notre travail et à leur manifester publiquement notre désir de continuer notre tâche d'étude et d'observation avec leur précieux concours.

Oficina Quimica Municipal de Buénos-Ayres, 1er septembre 1887.

P. N. ARATA.

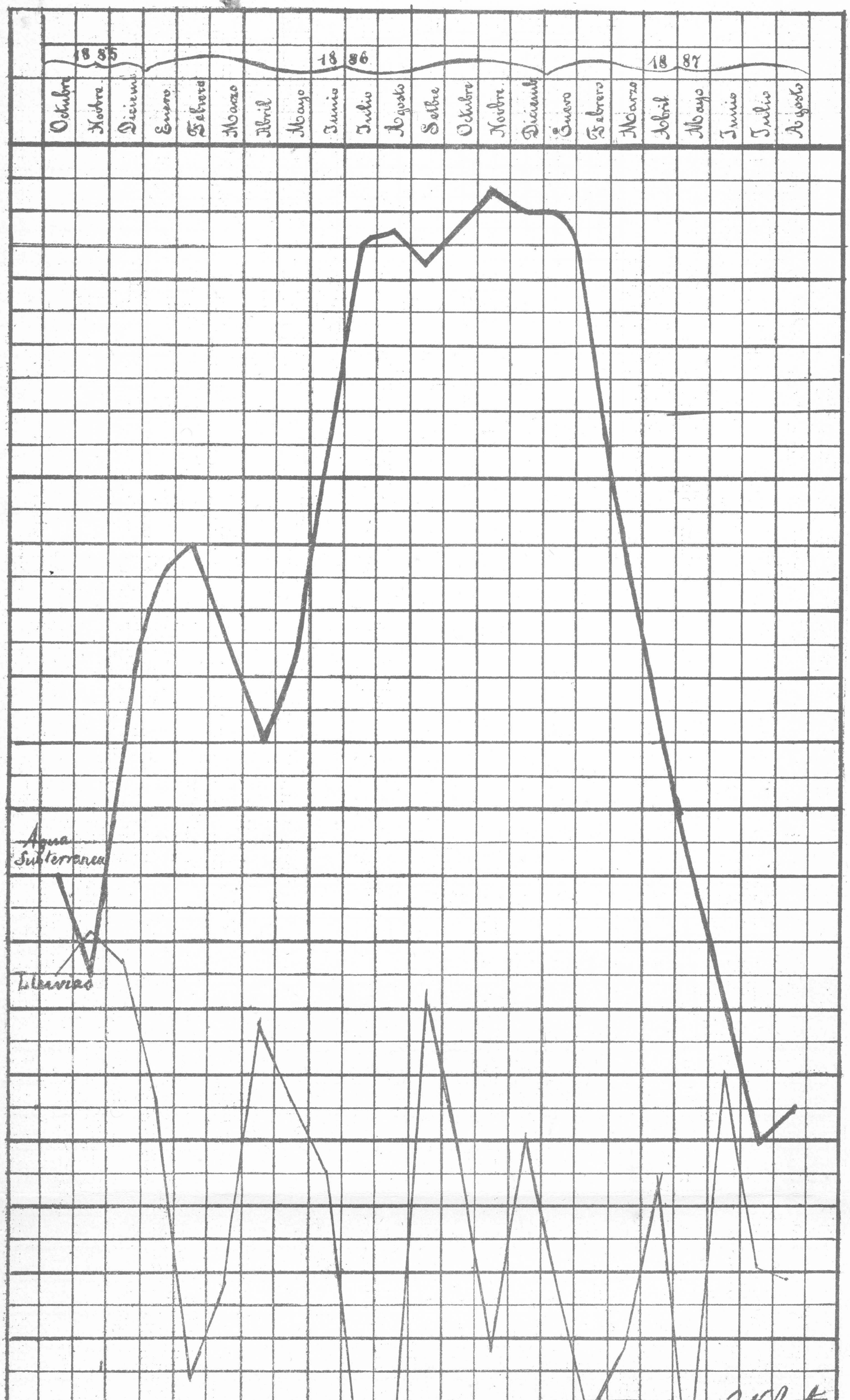
Diagrama de las variaciones de nivel del agua del pozo del Hospital Militar

1886 Noviembre | Diciembre | 1887 Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio

Buenos Aires 1° Julio 1887
Germán Burmeister

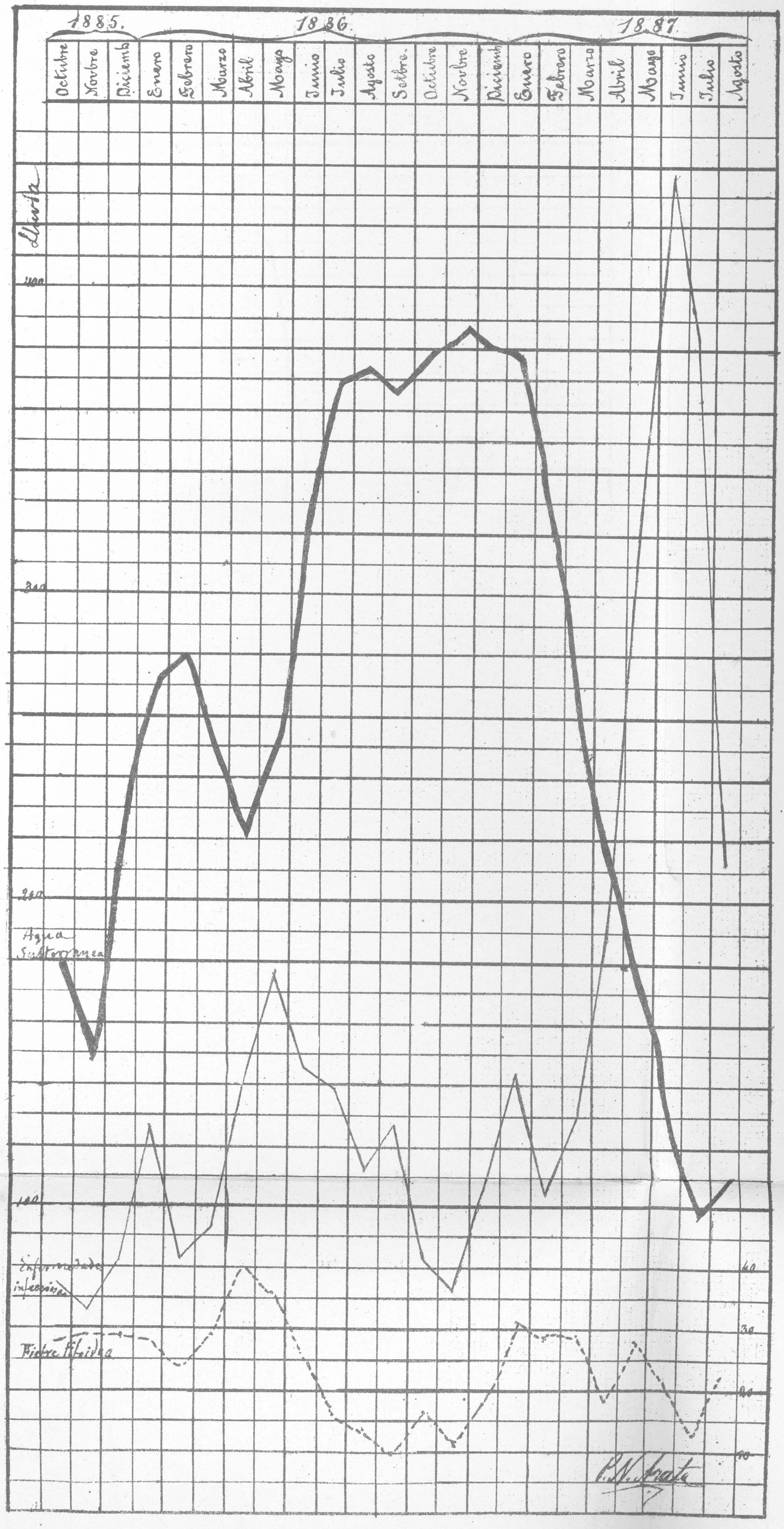
Aguas Subterráneas y Lluvias.

LÁMINA III.



Enfermedades infecciosas con relacion al agua subterránea.

LÁMINA IV.



Relacion entre la mortalidad colérica, lluvias, presion atmosférica y Agua Subterránea

LAMINA V

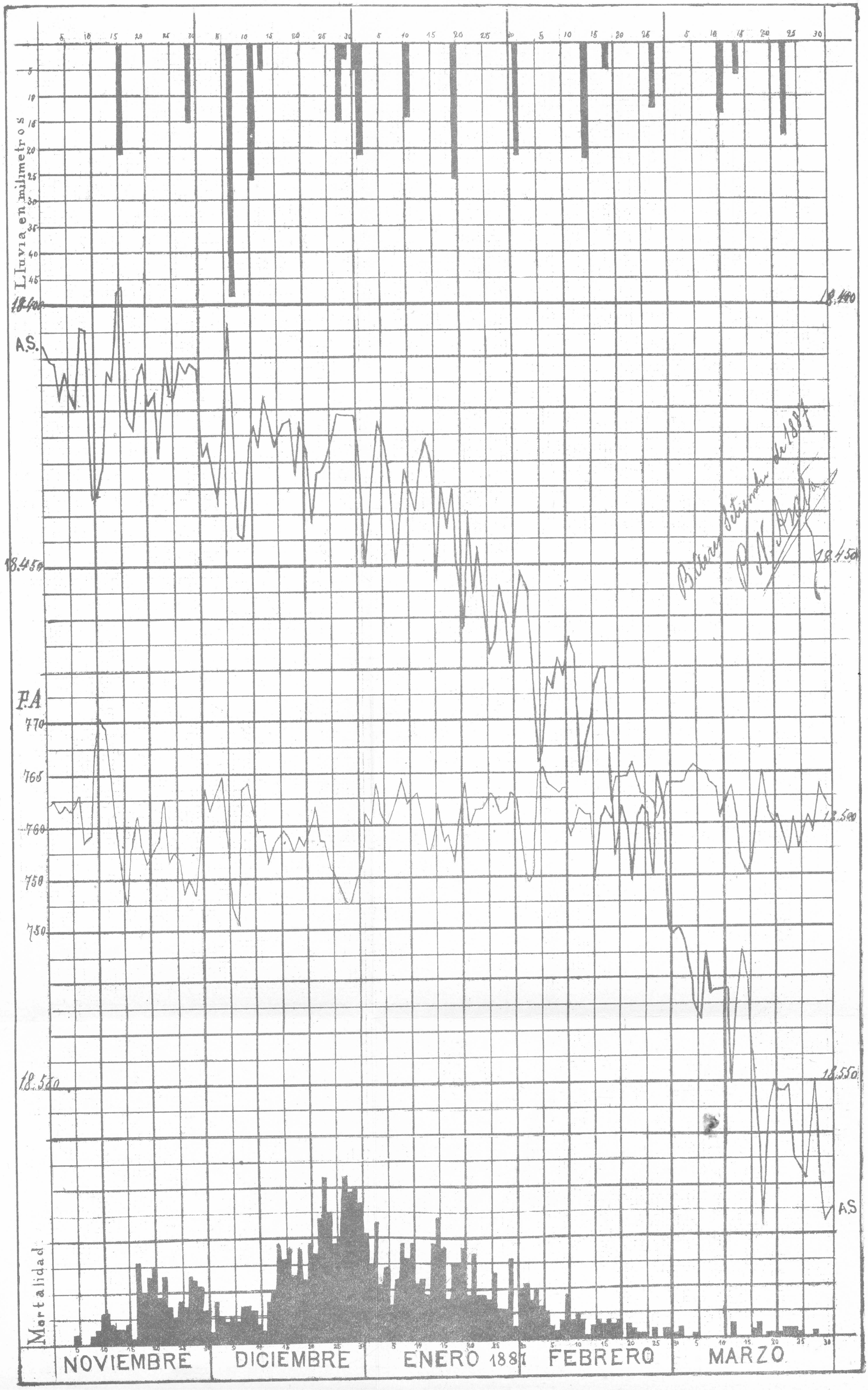
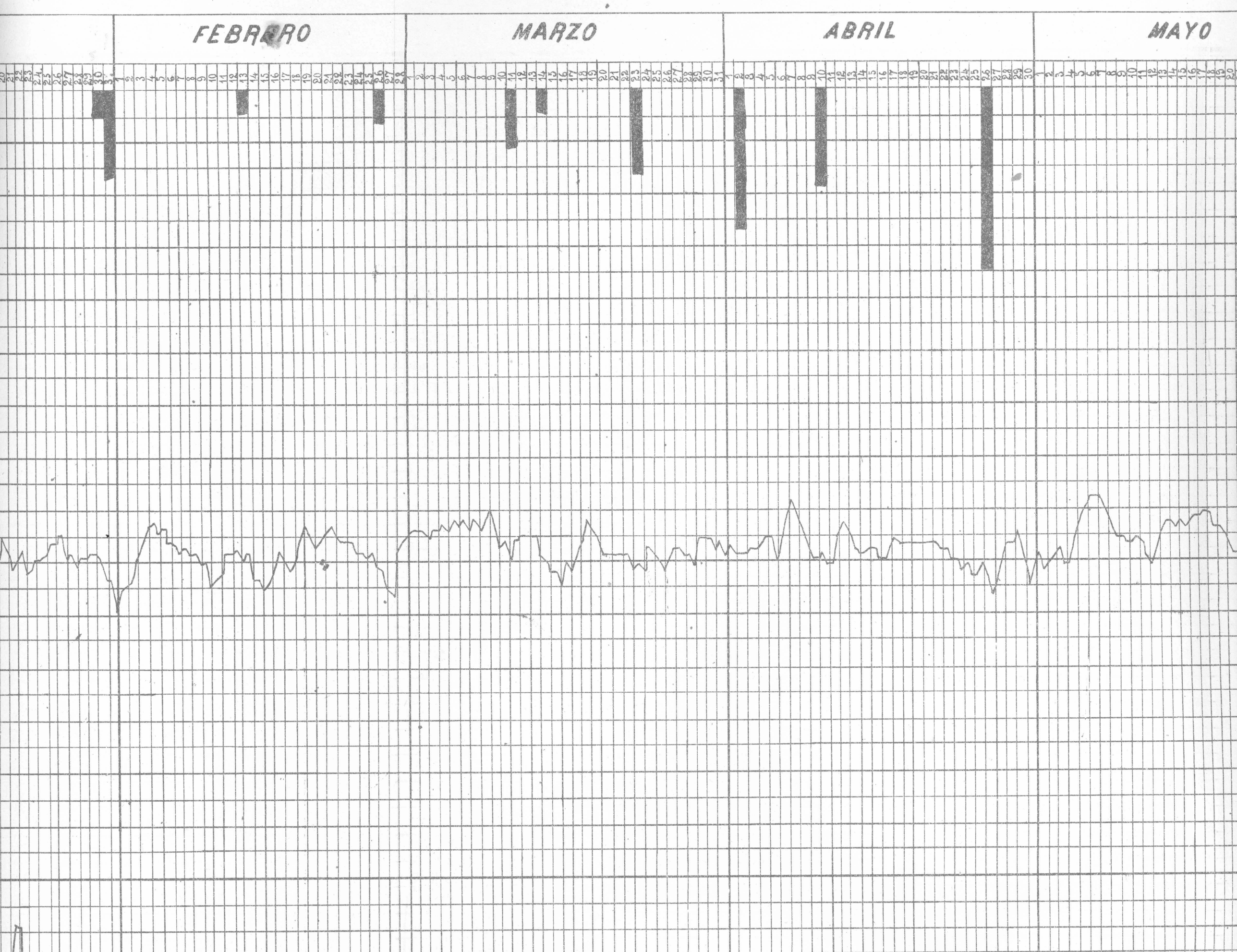


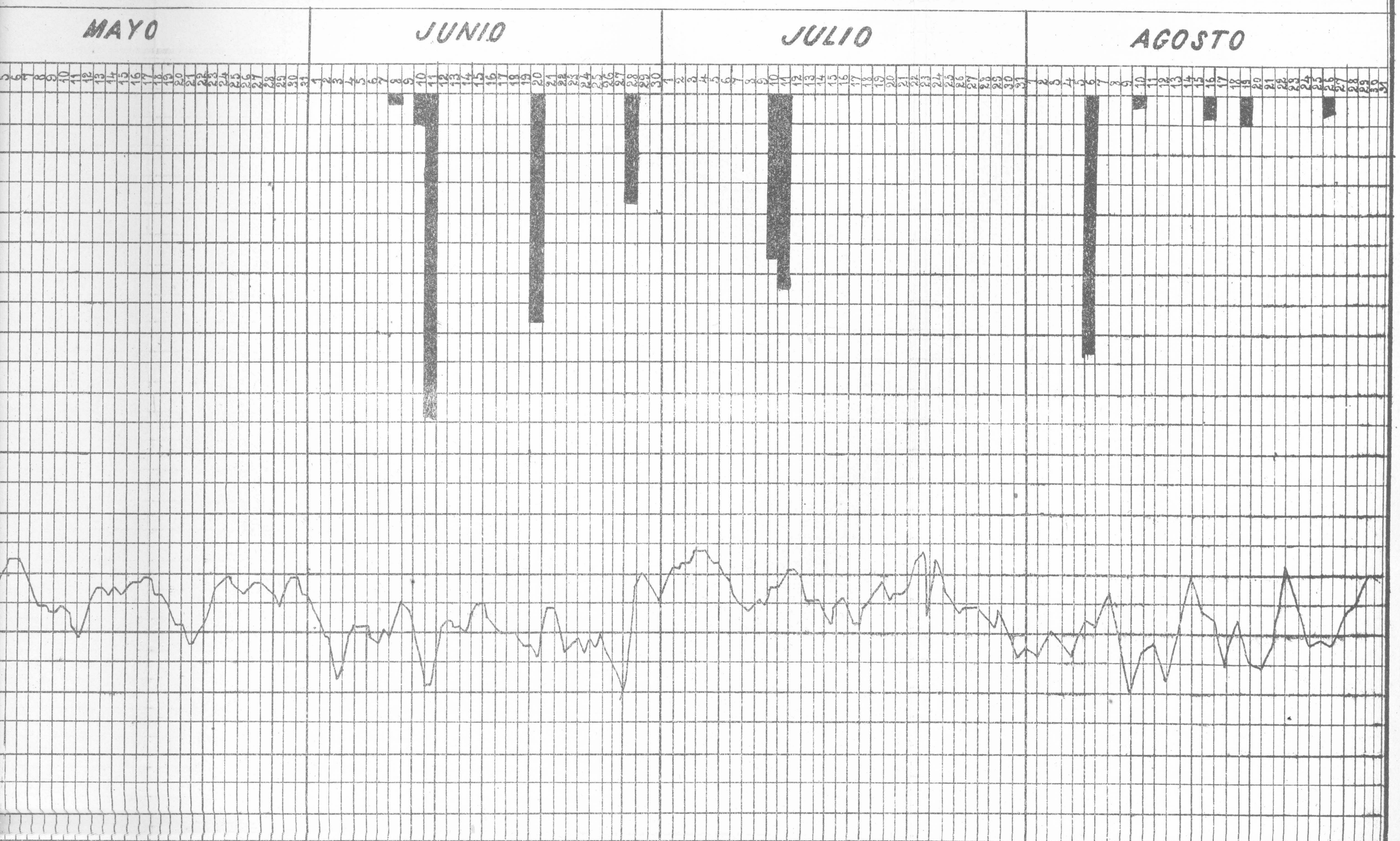
DIAGRAMA DE LAS VARIACIONES DE

1886 OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | 1887 ENERO

NIVEL DE LAS CAPAS DE AGUA SUBTERRANEA, LL
DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES
1886-1887



NEA, LLUVIAS Y PRESION BAROMETRICA



Buenos Aires Setiembre 1de 1895

P. M. Reis

