

*ESTUDIOS REGIONALES. OBSERVACIONES OPTICAS DE  
SATÉLITES ARTIFICIALES EN PUEBLA, MÉXICO (1957-1962) \**

La Estación de Observación de Satélites Artificiales situada en la ciudad de Puebla, Pue., México, ha colaborado por casi cinco años con el Observatorio Astrofísico Smithsonian, de Cambridge, Mass., E. U. A., en el rastreo de satélites artificiales por medios ópticos. La creación de la estación se inició en Agosto de 1957 por el señor Domingo Taboada, antiguo observador de estrellas variables, a petición de Mr. Leon Campbell, Jr., astrónomo del Observatorio Astrofísico Smithsonian<sup>1</sup> y encargado del Programa Moonwatch en los Estados Unidos de América. La colaboración del Sr. Taboada se pidió para montar una estación en la ciudad de Puebla para observar el satélite Vanguard que sería lanzado durante el Año Geofísico Internacional 1957-1958 y formaría parte de la red del Programa Moonwatch, con la ayuda del Observatorio Astrofísico Smithsonian en efemérides y equipo de observación.

Las estaciones de dicho programa vigilarían áreas del cielo sobrepuetas a lo largo de un meridiano a base de conjuntos de observadores en cada una para mantener una vigilancia constante, a lo menos durante las primeras etapas orbitales de los satélites artificiales hasta "adquirirlos". Los datos básicos de las observaciones visuales serían la "ascensión recta" y la "declinación" de los satélites artificiales en el cielo, así como el "tiempo" en que ocupasen esa posición referidos a un sistema de coordenadas convenientes para el cálculo de la órbita. Obviamente, si se debía informar sobre dicha posición con una exactitud mínima de 1° de arco y 1" de tiempo, lo mejor era tratar de observar los satélites al cruzar el meridiano de la estación de observación y a gran altura sobre el horizonte, al amanecer y al anochecer, cuando la luz solar se reflejase sobre los satélites en fondo negro.

La red del Programa Moonwatch se compuso de estaciones localizadas en todo el mundo, haciendo un total de 230 con un 70% de ellas en los Estados Unidos, un 10% en Japón y el resto distribuido en lugares de Australia, Africa del Sur, Europa y América Latina, siendo la de Puebla la única en México. El grupo de observadores que originalmente formaron la estación de esta ciudad era de 20 personas, todas ellas con diferentes ocupaciones y la reunión inicial se realizó precisamente el 4 de Octubre de 1957, día del lanzamiento del primer satélite artificial por la U.R.S.S. Este lanzamiento tomó por sorpresa a todo el mundo y produjo en los observadores la natural curiosidad e interés por verlo, aunque desafortunadamente no era visible a simple vista por el grupo, ya que se carecía de los aparatos necesarios y se desconocía la técnica necesaria para la observación y aunque el cohete portador de este satélite era visible a simple vista, nunca se logró observarlo.

Debe aclararse que las observaciones visuales del Sputnik I fueron difíciles durante la primera semana en el Hemisferio Occidental, pues sus pasos no coincidían con los crepúsculos matutino o vespertino. Sin embargo, el 10 de Octubre de 1957 un miembro de la Estación de Observación de Satélites Artificiales del Programa Moonwatch de New Haven, Conn., logró avistar primero el cohete portador a unos 1,000 Km por delante del Sputnik I. Para verlo usó un telescopio de campo ancho 5.5 x y pudo observar el cohete en el sector noroeste del cielo a unos 40° sobre el horizonte siendo su órbita calculada al día siguiente (Octubre 11) por el Observatorio Astrofísico Smithsonian.

Con el lanzamiento del Sputnik I las posibilidades de trabajo se ampliaron, pues ya se contaba con las necesarias efemérides y se logró por fin una observación del Sputnik II el 14 de Diciembre de 1957, a las 6:05 a. m. Este satélite fue observado en Puebla durante 7 días

*REGIONAL STUDIES. OPTICAL OBSERVATIONS OF  
ARTIFICIAL SATELLITES IN PUEBLA, MEXICO (1957-1962) \**

The Observation Station for Artificial Satellites located in the city of Puebla, Pue., Mexico, has collaborated for almost five years with the Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, Mass., U.S.A. in the tracking of artificial satellites by optical means. The creation of the station was begun in August 1957 by Mr. Domingo Taboada, a long-time observer of variable stars, at the request of Mr. Leon Campbell, Jr., astronomer of the Smithsonian Astrophysical Observatory,<sup>1</sup> in charge of the Moonwatch Program in the United States of America. The collaboration of Mr. Taboada was requested to establish a station in the city of Puebla to observe the Vanguard satellite that would be released during the International Geophysical Year 1957-1958, to form part of the network of the Moonwatch Program, with the assistance of the Smithsonian Astrophysical Observatory in ephemerides and observation equipment.

The stations of that program would scan overlapping areas of the sky along a meridian, each one with a group of observers to maintain a constant watch, at least during the first orbital stages of the artificial satellites until they were "acquired". The basic data of the visual observations would be the "right ascension" and the "declination" of the artificial satellites in the sky as well as the "time" of occupation of that position with reference to a convenient system of coordinates for the calculation of the orbit. Obviously, if such position had to be reported with a minimum precision of 1° of arc and 1" of time, it was best to try to observe the satellites while crossing the meridian of the observation station at a great height above the horizon, at dawn or dusk, when the solar light was reflected on the satellite against a dark sky.

The Moonwatch Program network was composed of stations located throughout the world, making a total of 230 with 70% of them in the United States, 10% in Japan and the rest distributed in localities of Australia, South Africa, Europe and Latin America, the station at Puebla being the only one in Mexico. The original group of observers in the station of that city was of 20 persons, all with different occupations and the first reunion took place precisely on October 4, 1957, the day when the first artificial satellite was launched by the U.S.S.R. This event took the whole world by surprise and originated a great natural curiosity and interest in the observers to see it, although unfortunately it was not visible by naked eye by the group, because of lack of the necessary instruments and of knowledge of the required observational technique even if the carrier-rocket of this satellite was visible by naked eye and it was never observed.

It must be said that the visual observations of Sputnik I were very difficult during the first week in the Western Hemisphere, because its crossings did not coincide with the morning or evening twilights. However, on October 10, 1957, a member of the Observation Station for Artificial Satellites of the Moonwatch Program at New Haven, Conn., could catch sight of the carrier-rocket some 1,000 Km ahead of Sputnik I. A 5.5 x wide-field telescope was used to observe the rocket in the northwestern area of the sky at some 40' above the horizon, and its orbit was calculated the following day (October 11) by the Smithsonian Astrophysical Observatory.

With the launching of Sputnik I the possibilities of work were enhanced because the necessary ephemerides were available, and finally an observation of Sputnik II was made at 6:05 a. m., on December 14, 1957. This satellite was observed in Puebla during 7

\* Presentado en la Segunda Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana, Puebla, Pue., Agosto 26-30, 1962.

<sup>1</sup> 60 Garden St., Cambridge 38, Mass., U.S.A.

\* Presented at the Second Annual Reunion of the Mexican Geophysical Union, Puebla, Pue., August 26-30, 1962.

<sup>1</sup> 60 Garden St., Cambridge 38, Mass. U.S.A.

consecutivos a simple vista como una estrella de 2ª magnitud, con una variación constante en su brillo debido al posible movimiento de rotación que llevaba sobre un eje transversal. Las mediciones que se tomaron fueron de baja calidad debido al completo desconocimiento de las técnicas de observación, aunque en otros lugares fue posible verlo con detalle y fotografiarlo.

Como el objetivo de la Estación de Observación de Puebla era cooperar en el rastreo visual del satélite norteamericano Vanguard I, se inició su instalación en la cima del Cerro de San Juan, localizado en el extremo oeste de la ciudad de Puebla. Se llevó a cabo según la técnica indicada o sea colocando un mástil en forma de cruz con sus brazos orientados de norte a sur y en la misma línea 20 telescopios reflectores acodados de 6 x y 12° de campo, los cuales cubrían gran parte del meridiano, aproximadamente 50° a cada lado del punto zenital. La instalación del instrumental quedó terminada dos días antes del lanzamiento del Explorer I el 31 de Enero de 1958 a las 10:40 p.m. EST, al que siguió el lanzamiento del Vanguard I y del Explorador III, ninguno de los cuales estaba dentro del alcance de nuestros aparatos debido a sus pequeñas dimensiones y a las grandes alturas de sus órbitas, que eran muy superiores a lo calculado.

Con el lanzamiento del Sputnik III el 15 de Mayo de 1958 y su cohete portador visible a simple vista, se logró mucha práctica en las observaciones que ya no se hicieron con el método del mástil, sino por una nueva técnica de observación que aún es utilizada en Puebla. Esta técnica consiste en referir la posición del satélite artificial al fondo de estrellas que son identificadas fácilmente en una carta celeste y tomando el tiempo con un cronómetro comparado con las señales de la Estación WWV de los Estados Unidos de América. La exactitud de la observación aumentaba al medirse el tiempo de la posición cuando el satélite pasaba cerca de una estrella brillante o de un grupo de estrellas prominente (Lám. II, Fig. 1).

Durante el año de 1959, debido a la falta de aparatos de mayor potencia y por haber sido muy pequeño el número de satélites artificiales lanzados durante las épocas favorables, el número de observaciones también fue muy escaso, lo cual redujo considerablemente el grupo de observadores hasta reducirse a los señores Taboada (Domingo y Rafael), y García Moll (Lám. II, Fig. 2). En Enero de 1960 se iniciaron las primeras observaciones de satélites artificiales de pequeña magnitud visual utilizando binoculares de 20 x con los cuales pudieron verse satélites tales como los Vanguard II y III, el Explorer I y aún el Vanguard I, pequeña esfera de 15 centímetros de diámetro, cuyo apogeo sobrepasaba todo cálculo y apenas alcanzaba en esa posición la 11ª magnitud. Además de mejorarse notablemente las técnicas de observación, los datos aportados por la Estación de Puebla la colocaron entre las mejores del mundo, por lo cual en Agosto de 1960 se la invitó a participar en el Proyecto Eco lográndose observar este satélite el mismo día de su lanzamiento, el 25 de Agosto, en 5 tránsitos consecutivos durante toda la noche (Lám. II, Fig. 3).

En 1961 la Estación de Observación de Satélites Artificiales de Puebla observó por primera vez en el mundo al Transit 3B y fue una de las tres que observó al cohete portador del Vostok I, primer satélite artificial tripulado por el hombre. En 1962 se observó con gran éxito durante varias veces el satélite repetidor de comunicaciones Telstar I lanzado el 10 de Julio por la N.A.S.A. y la American Telephone and Telegraph Company-Bell Telephone Laboratories. En la Tabla I se resumen los nombres, características y número de observaciones de satélites artificiales por medios ópticos en la ciudad de Puebla, Pue., México, entre 1957 y 1962.

En las primeras fases del Programa Moonwatch y principalmente durante el Año Geofísico Internacional 1957-1958 y la Cooperación Geofísica Internacional 1959, la labor principal de las estaciones de rastreo por medios ópticos fue seguir constantemente a todos los satélites lanzados y obtener los datos necesarios para determinar las variaciones de los parámetros orbitales. Al terminar el AGI y la CGI se pidió a las estaciones que siguieran colaborando en el programa de rastreo que consistiría en observaciones de no más de 12 satélites de órbita más o menos inestable y de interés especial, sin dejar

consecutivos días by naked eye as a star of 2nd. magnitude, with a constant variation in brightness possibly due to a rotatory movement around a transverse axis. The measurements then taken were of low quality because of complete lack of knowledge of the observational techniques, although the satellite was seen in detail and photographed in other places.

As the objective of the Observation Station in Puebla was to cooperate in the visual tracking of the northamerican satellite Vanguard I, its installation was begun on top of the San Juan Hill, located at the west end of the city of Puebla. It was done in accordance with the recommended technique, i.e. by placing a cross-like post with its arms oriented from north to south, and 20 6 x elbow reflecting telescopes with 12° of field along the same line scanning a great part of the meridian, approximately 50° on each side of the zenithal point. The installation of the equipment was finished two days before the launching of Explorer I on January 31, 1958, at 10:40 p.m., EST, followed by the launching of Vanguard I and Explorer III, neither of which was within the reach of our instruments due to their small dimensions and to the great height of their orbits, far above calculations.

With the launching of Sputnik III on May 15, 1958, and its carrier-rocket visible by naked eye, a great practice was obtained during observations which were not made by the cross-like post method, but a with a new observations technique which is still in use in Puebla. This technique consists in referring the position of the artificial satellite to the star background which is easily identifiable in a sky chart, and taking the time with a chronometer in comparison with the time-signals of WWV Station of the United States of America. The exactitude of the observation was enhanced by measuring the time of the position when the satellite was passing near a bright star or a prominent group of stars (Pl. II, Fig. 1).

During the year 1959, due to lack of higher power instruments, and because of the small number of artificial satellites released during the favorable epochs, the number of observations was also very scarce, considerably reducing the group of observers until only Messrs. Taboada (Domingo and Rafael) and García Moll stayed (Pl. II, Fig. 2). In January 1960 the observations of small visual magnitude artificial satellites were begun with 20 x binoculars, and satellites such as Vanguard II and III, Explorer I and even Vanguard I, a small sphere of 15 cm of diameter whose apogee surpassed all calculations and barely had in that position the 11th magnitude were seen. Not only the observational techniques were ameliorated, but also the data reported by the Puebla Station converted it into one of the best in the world, and brought in August 1960 an invitation to participate in Project Eco, whose satellite was observed on the very day of its launching, August 25, in 5 consecutive crossing during the whole night (Pl. II, Fig. 3).

In 1961 the Observation Station for Artificial Satellites in Puebla observed Transit 3B for the first time in the world and was one of the three that observed the carrier-rocket of Vostok I, the first manned artificial satellite. In 1962 Telstar I was successfully observed during several times, after its launching on July 10 by the N.A.S.A. and the American Telephone and Telegraph Company-Bell Telephone Laboratories for experimental communication repetition. Names, characteristics and number of observations of artificial satellites by optical means in the city of Puebla, Pue., México, between 1957 and 1962 are shown in Table I.

During the first phases of the Moonwatch Program, and principally during the International Geophysical Year 1957-1958 and the International Geophysical Cooperation 1959, the principal task of its tracking stations by optical means was to follow constantly all launched satellites and to obtain the necessary data to determine the variations of their orbital parameters. When the IGY and the IGC ended stations were requested to continue collaborating in the tracking program with observations of not more than 12 satellites with more or less unestable orbits and of special interest, without

TABLA I

TABLE I

SATELITES ARTIFICIALES OBSERVADOS EN PUEBLA ENTRE 1957 Y 1962  
 ARTIFICIAL SATELLITES OBSERVED IN PUEBLA BETWEEN 1957 AND 1962

NOMBRE CLAVE KEY NAME	NOMBRE POPULAR POPULAR NAME	CARACTERÍSTICAS CHARACTERISTICS	OBSERVACIONES OBSERVATIONS
1957 BETA 1	Sputnik II	Cilindro 15 m Cylinder	9
1958 ALPHA 1	Explorer I	Cilindro Cylinder	14
1958 BETA 1	Vanguard I	Cilindro (cohete) Cylinder (rocket)	22
1958 DELTA 1	Vanguard I	Esfera 15 cm Sphere	1
1958 DELTA 2	Sputnik III	Cilindro (cohete) Cylinder (rocket)	28
1958 ZETA	Sputnik III	Cono Cone	12
1959 ALPHA 1	Atlas I	Cilindro Cylinder	1
1959 ALPHA 2	Vanguard II	Esfera Sphere	21
1959 ETA	Vanguard II	Cilindro (cohete) Cylinder (rocket)	22
1959 IOTA 1	Vanguard III	Esfera-Cilindro Sphere-Cylinder	33
1960 JI 1	Explorer VII	Cono truncado Truncated cone	19
1960 IOTA 2	Eco I	Globo 33 m Globe	403
1960 JI 1	Eco I	Cilindro (cohete) Cylinder (rocket)	40
1961 ETA 1	Explorer VIII	Doble cono Double cone	17
1960 BETA	Transit 3B	Esfera Sphere	5
1960 BETA 2	Tiros 1	Cilindro Cylinder	6
1961 DELTA 1	Tiros 1	Cilindro (cohete) Cylinder (rocket)	4
1961 MU 2	Explorer IX	Globo 4 m Globe	169
1961 OMICRON 1	Vostok I	Cilindro (cohete) Cylinder (rocket)	2
1961 OMICRON 2	Transit 4A	Esfera Sphere	8
1962 ALPHA EPSILON	Injun SR-3	Esfera-cilindro Sphere-cylinder	5
1958 BETA 2	Telestar	Esfera Sphere	10
TOTAL			848

de observar satélites artificiales de reciente lanzamiento y aquellos que ingresaran en las capas densas de la atmósfera terrestre para su desintegración. El número de estaciones que continuó en el programa fue de 103 de las 230 originales y actualmente sólo quedan 85.

En los últimos meses de 1962 se ha efectuado otra modificación que consistió en transferir al grupo Space Track 32 de las más importantes estaciones, entre ellas la de Puebla para colaborar en obser-

stopping observations of recently launched artificial satellites including those entering the denser layers of the terrestrial atmosphere until their disintegration. Of the 230 original stations only 103 continued in the program, and presently there are only 85.

In the last months of 1962 another modification was introduced by transferring 32 of the more important stations, among them that of Puebla, to the Space Track Group to collaborate in observations

vaciones de gran precisión por medio de las cámaras fotográficas Baker Nunn. Debe aclararse que algunos observadores visuales alcanzaron una exactitud del orden de 200" de arco en la posición de error mínimo y menos de 1/10 de error en el tiempo. El 70% de las observaciones realizadas en la Estación de Puebla caen dentro de ese rango.

Para finalizar, se indicará que el programa de rastreo parece no tener fin y que sigue teniendo gran importancia ya que dada su versatilidad pueden lograrse observaciones imposibles de realizarse con las cámaras fotográficas. El lanzamiento de satélites artificiales resultaría inútil sin seguir su trayectoria y su frecuente pérdida requiere observaciones ópticas constantes que pueden hacerse de manera especialmente en la ciudad de Puebla. Además, es importante para México y otros países que no pueden efectuar lanzamientos de satélites artificiales para iniciar programas de investigación sobre satélites actualmente en órbita y estudiar problemas tales como densidades atmosféricas, propagación de radio-frecuencias desde fuera de la ionósfera, etcétera.

D. TABOADA, R. TABOADA y J. GARCÍA MOLL.

ESTACIÓN DE OBSERVACIÓN DE SATÉLITES ARTIFICIALES,  
PUEBLA, PUE., MÉXICO.

of great precision by means of the Baker Nunn photographic cameras. It must be said that some visual observers reached a precision of about 200" of arc in the minimum error of position and of less than 1/10 of the error in time. 70% of the observations made in the Puebla Station fall within this range.

It seems that the tracking program has no end and that it continues to be of great importance since its versatility allows observations that can not be made with the photographic cameras. The launching of artificial satellites would be useless without following their trajectory, and their frequent loss requires constant optical observations that may be made in a specially favorable manner in the city of Puebla. Furthermore, it is very important for Mexico and other countries that can thus begin research programs on orbiting satellites and study problems of atmospheric densities, radio-frequency propagation from outside the ionosphere, etc., while not attempting to launch artificial satellites.

D. TABOADA, R. TABOADA and J. GARCIA MOLL.

OBSERVATION STATION FOR ARTIFICIAL SATELLITES,  
PUEBLA, PUE., MEXICO.



Fig. 1.



Fig. 2.

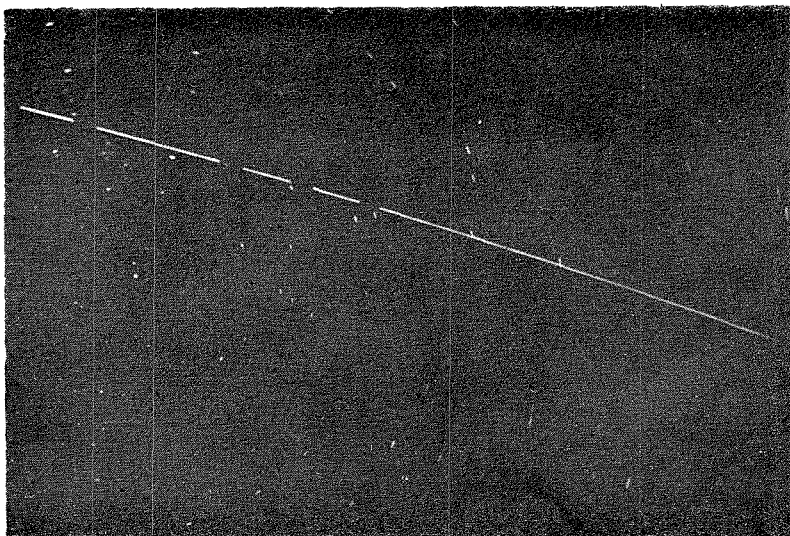


Fig. 3.

(véase explicación atrás)  
(see explanation on the back)

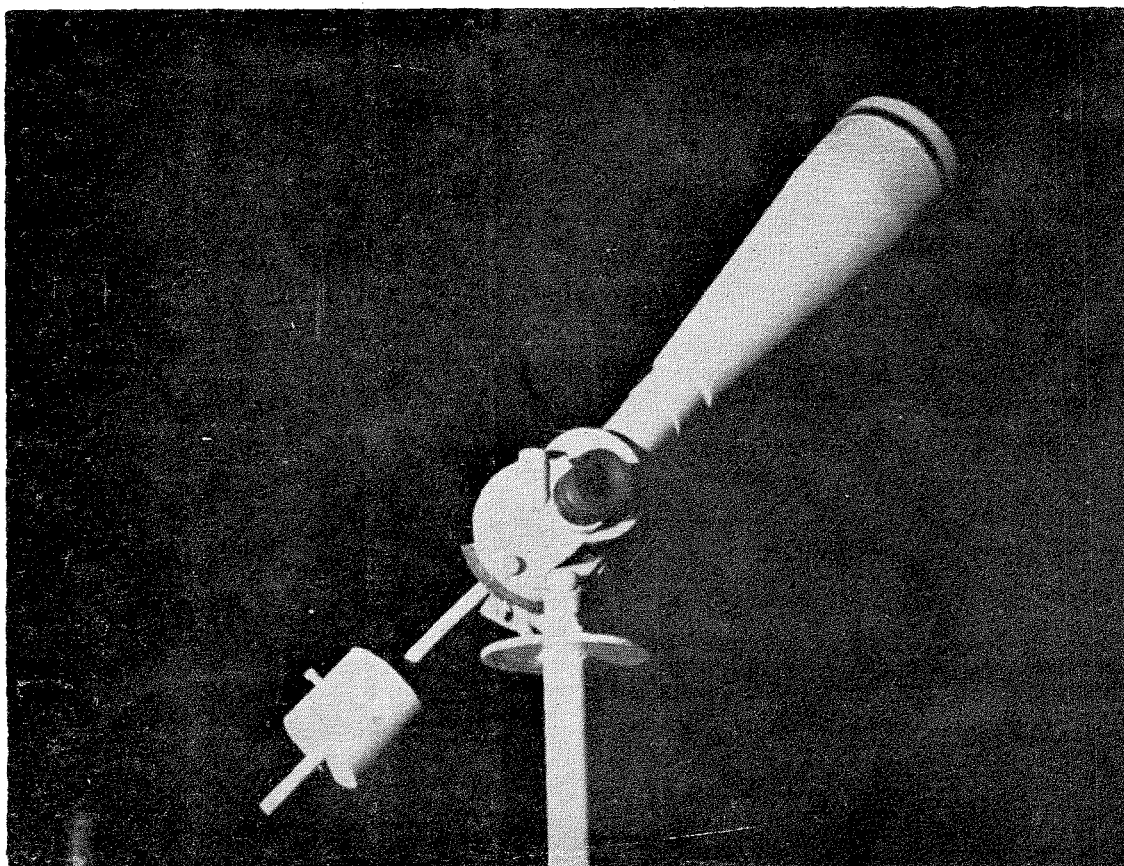


Fig. 4.

Fig. 1. Fotografía del Sputnik III lograda en la ciudad de Puebla el 25 de Agosto de 1958, a su paso cerca de la estrella Sirio. Las intermitencias se deben a la rotación del satélite.

Fig. 2. Fotografía del Atlas I obtenida el 17 de Enero de 1959 durante su única observación desde Puebla, cuatro días antes de que se desintegrara en las capas densas de la atmósfera terrestre.

Fig. 3. Fotografía del Eco I obtenida el 21 de Noviembre de 1960, pasando cerca de la estrella Polar y eclipsándose posteriormente. Las intermitencias fueron hechas para la determinación de posiciones.

Fig. 4. Telescopio M-17, modificado, llamado también de Apogeo. que forma parte del equipo de observación actual, tiene 22 x y 3° de campo alcanzando una magnitud visual de 10.

Fig. 1. Photograph of Sputnik III taken in Puebla on August 25, 1958, while passing near the Sirius star. Intermittences result from the satellite rotation.

Fig. 2. Photograph of Atlas I taken on January 17, 1959, during its only observation in Puebla, four days before disintegrating in the denser layers of the terrestrial atmosphere.

Fig. 3. Photograph of Eco I taken on November 21, 1960, passing near the Pole Star and eclipsing later on. Intermittences were made for the determination of positions.

Fig. 4. Modified M-17 telescope, also called Apogee telescope, forming part of the present observation equipment, with 22 x and 3° of field reaching a visual magnitude of 10.