

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



**“ANALISIS DE LA TENDENCIA DE LOS COSTOS EN LAS  
OBRAS VIALES DE GUATEMALA”**

**CARLOS HUMBERTO GALVEZ CRUZ**

Guatemala, Septiembre de 1973.

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGA'  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

“ANALISIS DE LA TENDENCIA DE LOS COSTOS EN LAS  
OBRAS VIALES DE GUATEMALA”

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la

Facultad de Ingeniería

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

**CARLOS HUMBERTO GALVEZ CRUZ**

Al conferírsele el título de:

**INGENIERO CIVIL**

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGA'  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Guatemala, Septiembre de 1973.

**TESIS DE REFERENCIA  
NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.**

DL  
08  
T(268)/C

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Decano:	Ing. Hugo Quán Má
Vocal Primero:	Ing. Marco Tulio Samayoa
Vocal Segundo:	Ing. Rodolfo González M.
Vocal Tercero:	Ing. Leonel Aguilar
Vocal Cuarto:	Br. Jaime Klussmann
Vocal Quinto:	Br. Edgar de León
Secretario:	Ing. José Luis Terrón

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

Decano:	Ing. Hugo Quán Má
Secretario:	Ing. José Luis Terrón
Examinador:	Ing. Joaquín Lottman
Examinador:	Ing. Jorge Luis Lazo
Examinador:	Ing. Larry Andrade

ACTO QUE DEDICO:

Al Todopoderoso

A mi madre

María Albina Cruz Valencia  
que Dios la tenga en su gloria.

A mi padre

Oscar H. Gálvez P.  
Reconocimiento a todos sus esfuerzos.

A mi esposa

Marta Alicia Payes de Gálvez,  
inseparable compañera de afanes  
y desvelos; con amor.

A mis hijos

Hernan Mauricio y Juan Carlos,  
con cariño.

A mis hermanos

Clemencia Dolores, Oscar Alfredo,  
Jorge Rogelio y Oscar René,  
con fraternal cariño.

A mis familiares,  
especialmente a

Luis Ernesto Gálvez P.  
Dr. Mario René Lima Cruz

A la memoria de mi  
recordado amigo

Jorge Valenzuela Grajeda.

A los ingenieros

Pedro Zamora Gonzalez,  
Otto Palma Recinos,  
Federico Koose S.

A la familia

Ponce Payes.

## “ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LOS COSTOS EN LAS OBRAS VIALES DE GUATEMALA”

1. Introducción
  - 1.1 Preámbulo
  - 1.2 Historia de los caminos de Guatemala
  - 1.3 Inicio de la construcción de la Red Vial de Guatemala
  - 1.4 Estado Actual de la Red Vial
  - 1.5 Construcciones en Estudio
2. División en Renglones de los trabajos en Obras Viales
  - 2.1 Renglones
  - 2.2 Objetivo
  - 2.3 Ejemplo de Integración de Costos
3. Costos de Construcción
  - 3.1 Análisis de la Tendencia Histórica
  - 3.2 Gráficos
  - 3.3 Pronósticos
4. Conclusiones
5. Bibliografía.

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCION

#### 1.1 PREAMBULO

Si nos fuera posible mirar hacia atrás en el tiempo y observar a los primeros habitantes de la tierra salvando los obstáculos que oponía a su paso la naturaleza, conoceríamos en su origen la remontísima historia de los caminos y puentes; respecto a éstos es obvio que el hombre primitivo descubrió los puentes naturales y los utilizó antes de pensar en construirlos y sus veredas incluían naturalmente estos pasos geológicos formados a veces por las juntas de rocas salientes a ambos lados de un valle o una cima al producirse hundimientos o levantamientos. En otras ocasiones los torrentes y los ríos con el transcurso de centenares de años horadaron las rocas, abriéndose camino hacia el mar, surgiendo así Arcos Naturales por encima de los cuales el hombre primitivo cruzaba los abismos. Cuando los caminantes de la época de las cavernas se encontraban ante un río difícil de poder saltarlo, recorrían sus márgenes hasta encontrar un tronco caído o atravesado de orilla a orilla por encima de las aguas.

Los arqueólogos han descubierto restos de puentes milenarios en los valles del Tigris y el Eufrates; en las antiguas escrituras se menciona sobre éste último probablemente construido durante el reinado de Sennarib, el cual fue levantado por tramos rectos de madera sobre pilares de ladrillo con basamentos de una especie de asfalto al estilo de la época.

Ya mucho antes de la era cristiana los chinos construían puentes que tenían un gran arco central de altura suficiente para permitir el paso de pequeñas embarcaciones; debido a lo acentuado de la inclinación de las rampas de acceso, se construían en forma de escaleras.

Aparte de vías de comunicación, los caminos y puentes se construían con fines bélicos. Cuando los persas estaban empeñados en la conquista de Babilonia, el rey Ciro hacia el año 540 A.C. hizo construir a sus ingenieros militares un puente sobre barcasas o pontones para cruzar el río Eufrates. En el año 513 A.C., el gran Darío I, rey persa también, construyó otro puente de pontones para cruzar el río Danubio y es con este rey que la historia registró el nombre del primer constructor de puentes que se conoce: "Mandrocles de Samos", quien en el año 493 A.C. dirigió la construcción de un puente militar en el Bósforo, de un kilómetro de longitud y soportó el paso de seiscientos mil soldados. El hijo de Darío I, Jerjes, que continuó la expansión del imperio persa hacia Grecia, ordenó la construcción de un colosal puente militar para cruzar el Helesponto (hoy paso de los Dardanelos, el cual es el canal marítimo que separa la Turquía Europea de la Asiática y une el archipiélago con el mar de Mármara). Una tormenta lo destruyó y costó la vida al ingeniero del rey persa, quien, enojado, hizo azotar al mar para castigar su osadía. Por último fue reconstruido el puente por el que pasaron dos millones de soldados, pero este poderoso ejército fue vencido por los griegos en la batalla de las Termópilas.

Los griegos también fueron buenos constructores de puentes y el más antiguo de cuantos se conservan fue construido por ellos. Es el puente de la Caravana, en la ciudad de Esmirna, localidad que actualmente forma parte de Turquía.

Los etruscos idearon una técnica para superponer grandes piedras sin unirlas con mortero. Este sistema fue adoptado y mejorado luego por los romanos, quienes en un principio utilizaron la madera para la construcción de puentes. Luego los hicieron de piedra y ladrillos reforzados con grapas o abrazaderas de hierro.

El primer puente romano del que se tiene noticia histórica fue construido sobre el río Tiber en el año 621 A.C. César relata en sus escritos la construcción de varios puentes durante la guerra de las Galias.

Durante la época del emperador Trajano, Apolodoro de Damasco, dirigió la construcción de un famoso puente sobre el río Danubio.

Siendo una raza de conquistadores, los romanos construyeron cientos de puentes a lo largo de la extensa red de carreteras que cubría su vasto imperio. Desde el extremo norte de las Galias (hoy Francia) hasta el Africa y desde España hasta el Asia Menor, construyeron muchos puentes, jalonando con ellos los 100,000 kilómetros de caminos y carreteras que unían a Roma con todas las provincias del mundo civilizado de aquel entonces. Aún hoy en día subsisten numerosas obras arquitectónicas viales de tan magnificente raza, que con toda justicia se considera como constructores por excelencia. La influencia de sus obras y conocimientos fueron asimilados por los españoles y encontramos que algunos puentes y bóvedas construidos cuando España estaba bajo su dominio han resistido incólumnes el paso del tiempo.

## 1.2 RESEÑA HISTORICA DE LOS CAMINOS DE GUATEMALA.

La obra vial de Guatemala se inició en los primeros años de la Colonia. La Capitanía se comunicaba con el resto del Reino por caminos de herradura generalmente escabrosos y difíciles, interrumpidos por ríos y barrancos. No obstante se construyeron puentes de Mampostería que aún se usan, ejemplo conocido es el puente sobre el río de Los Esclavos con una longitud de 150 metros y 6 metros de ancho, apoyándose en seis arcos sobre pilares que han resistido incólumes las fuertes acometidas invernales del río desde 1592.

El 28 de enero de 1538, Su Majestad Carlos I, ordenó la construcción y conservación de caminos y puentes, para que pudieran transitar ~~carretas~~ y evitar de esta manera que los indios cargaran, aunque irónicamente actualmente ello aún persiste. Siendo Iztapa el puerto principal del Pacífico, el Cabildo dispuso el 31 de junio de 1538 abrir un camino de carretas de modo que pudiera ir una y venir otra, es decir una doble vía, salvo en las partes muy estrechas; ofreciendo a quienes lo abrieran el privilegio de comerciar con las carretas por dos años o vender sus derechos. El 22 de agosto de dicho año propuso tomarlo Antonio Salazar, pidiendo se doblase a cuatro años la concesión, porque el valor de la carretada hasta el mar no pasaba de veintisiete pesos. Después de largas discusiones, el Cabildo le concedió el privilegio pero limitándolo a tres años que se empezaron a contar a partir de la terminación de la carretera. Salazar aceptó estas condiciones el 31 de enero de 1539, siendo el camino que construyó, lo que más bien era una vereda, por donde podían pasar carretas tiradas por bueyes y mulas; éste fue el inicio del transporte comercial en Guatemala.

En Real Cédula del 20 de enero de 1541 se ordena a los Ayuntamientos que mantengan bajo su cuidado la construcción y conservación de caminos. El licenciado Cerrato inicia la era de

contratación de obras viales al presentar el 9 de noviembre de 1548 un proyecto para la construcción de varios caminos en la Provincia de Guatemala. En junio de 1549 dispuso el rey que se enviaran a Guatemala bestias de carga y ordenó a Cerrato que se gastaran de su Hacienda, mil pesos oro para abrir caminos al Golfo y al mar del Sur. La Corte aprobó el proyecto de Cerrato y el 7 de junio de 1550 se anuncia a su Majestad que se había iniciado la construcción de una vía que comunicaría la Capital con las costas del Norte.

El 18 de julio de 1560, el rey pide que se le informe acerca del camino que la Audiencia proyecta construir entre el Golfo Dulce y Guatemala para acortar la ruta existente entre el Puerto Caballos y la Capital del Reino. El Presidente de la Audiencia, licenciado Juan Núñez de Landecho, informó a la Corte que la obra estaba avanzada y que había emplazado a lo largo de la ruta, la cual se terminó en 1576. En mayo de dicho año Su Majestad aprobada la construcción de la ruta que conduciría de la Capital al Puerto del Golfo.

En 1615 estaba avanzada la construcción del camino entre Guatemala y ~~Santo~~ Santo Tomás de Castilla, bajo los auspicios del Conde de la Gomera. El rey indicaba que bien podría pedirse ayuda económica para este trabajo a los comerciantes y personas interesadas en esta vía.

El Mariscal de Campo don Alonso Arcos y Moreno dispuso en octubre de 1754 que se llevara a cabo el reconocimiento de un posible camino desde Guatemala hasta Omoa. Este camino se inició desde Omoa y el 31 de octubre de 1755 se unió en Gualán con el trazo hecho por Pedro Truco que saliendo de la capital pasaba por Mixco.

La primera legislación sobre caminos fue promulgada en Guatemala durante la Administración del doctor Mariano Gálvez y en ella se ordenaba la construcción de una vía hacia el norte, que incorpora El Petén y Lacandón. Además disponía la construcción de otro camino que, saliendo de Escuintla, llegara a los puertos de San José e Iztapa, lugares donde se hacía un gran comercio con el exterior llevando en trenes de carretas los productos nacionales y retornando con los ultramarinos. La Sociedad Económica de Amigos del País y el Consulado de Comercio, fueron las instituciones que estimularon la construcción de caminos, siendo la última la que emprendió la construcción de muchas vías que todavía hoy prestan servicio. Durante el largo gobierno de Vicente Cerna, sólo se hizo la carretera nueva hacia la Antigua, construída por el Consulado de Comercio y es la que pasaba por la "garganta de San Rafaél". A este Consulado se debe también el mejoramiento de la ruta hacia el puerto de San José, en la que se construyeron muchas obras de arte como los puentes de mampostería que han resistido el tiempo y el abandono durante largos años y de los cuales el principal está en la salida de Palín, cerca de las cataratas de San Pedro Mártir.

Puede decirse que este camino, así como los que iban a la Antigua, a El Salvador, y el que se dirigía a los Altos, eran los únicos importantes. Del Norte quizás de Izabal o de Santo Tomás de Castilla salía otra gran carretera de la que se encuentran tramos empedrados en la Sierra de las Minas. Esta vía era la salida hacia las Antillas y el Hemisferio Occidental, comunicación que se lograba únicamente por la ruta fluvial del río Motagua, de la Bahía de Amatique hasta Gualán, en donde se embarcaba la producción de grana, añil y palo de Brasil, de la entonces floreciente Chiquimula que era también el mercado de los ultramarinos de la península española. Para tomar el camio terrestre en Quiriguá, Los Amates, se usaba igualmente la ruta de Livingston, el Golfete e Izabal.

El Consulado de Comercio fue el principal impulsor de la construcción de caminos y creyó en la conveniencia de una completa red caminera en el país. Fueron las guerras civiles y los treinta años del régimen de Vicente Cerna los que mantuvieron inerte la construcción de carreteras, aunque con él la construcción de un ferrocarril.

El General Carrera (con clara visión de lo que vale el transporte), pactó con el Gobierno de Su Majestad Británica la construcción de una carretera de Guatemala al Puerto de Santo Tomás de Castilla a cambio de la posesión del territorio de Belice, territorio eminentemente Guatemalteco; pacto que no cumplió la Gran Bretaña.

Los Gobiernos de Carrera y Cerna gozaron de un período de estabilidad económica debido principalmente a la exportación de grana o cochinilla a la Gran Bretaña.

### 1.3 INICIO DE LA CONSTRUCCION DE LA RED VIAL DE GUATEMALA.

Fue durante la época de la Reforma en los gobiernos de los Generales Miguel García Granados (1871-1873) y Justo Rufino Barrios (1873-1885) que se mostró especial interés en la obra vial y se dió principio a la red que aún se utiliza. Se intensificó la construcción de la carretera al Golfo y la de Mataquescuintla, que tenía por objeto unir Chiquimula pasando por Jalapa iba por toda la crestería de la sierra para evitar el paso de los ríos. Se dejó el trazo de la Ruta Vasconcelos que comunicaba de Argueta-Sololá-Tecpán-Guatemala hacia el norte.

Se mejoró bastante la carretera a Occidente y para evitar la gran cantidad de vueltas desde las cumbres de Chichoy a los Encuentros, se trazó un nuevo camino que partiendo de Tecpán, llegara a Sololá. Se abrió la carretera Champerico-Retalhuleu-Quezaltenango, que debía llegar a Huehuetenango. Se promulgó nueva legislación sobre caminos y leyes de Expropiación para la construcción de éstos. También se amplió la carretera que conduce a El Salvador por Jalpatagua y se comenzó la construcción en la Conora para llegar al Corregimiento de Jutiapa. Además se emprendió el camino de Cobán hacia el puerto fluvial de Telemán sobre el río Polochic y el de San Agustín Acasaguastlán sobre la margen izquierda del Motagua, hacia la Bahía de Amatique aunque ésta última construcción no fue obra nueva sino mejoramiento del antiguo camino Colonial. A pesar del empuje dado en este tiempo a la obra vial, se abandonó poco a poco la carretera Sur, con el objeto que la población hiciera uso de la vía férrea y evitar así que disminuyeran los ingresos del ferrocarril. A continuación enumero algunos Decretos relacionados con Ingeniería y con el ramo de Comunicaciones.

Decreto 210 establece la Sociedad o Facultad de Ingenieros.

Decreto 213 es Ley Agraria.

Decreto 232 promulga ordenanzas de Puertos y Aduanas (24 de enero de 1879).

Decreto 278 declara libre el Puerto de Livingston para importación (14 de junio de 1882).

En octubre de 1882 llega a Nueva York y firma contrato con Ulises S. Grant para la construcción del Ferrocarril de Guatemala que debía entroncar con el ferrocarril Meridional de México. En dicho año se comenzaron a cruzar las calles de Guatemala con tranvía.

El 4 de julio de 1883 se inaugura el ferrocarril de Champerico a Retalhuleu.

En el Decreto 247 manda construir, mediante suscripción popular el ferrocarril del Norte y con tal motivo Barrios lanzó patriótica proclama comenzando los trabajos poco después.

El 19 de julio de 1884, fecha del cumpleaños de Barrios, arribó a la capital la primera locomotora del ferrocarril central. El 15 de septiembre del mismo año, inauguró oficialmente el Ferrocarril del Puerto de San José a la Capital. El 23 de septiembre celebróse contrato para dotar de teléfonos a la Capital. Cruzó de telégrafos a todo el país, haciendo eficiente el servicio con la Unión Postal Universal.

Con el objeto de evitar que disminuyeran los ingresos del ferrocarril, poco a poco se fue abandonando la carretera hacia el sur, disposición que conllevó que el tramo Palín-Escuintla casi desapareciera por espacio de 30 años, hasta que fue rehabilitado en 1925.

Durante el Gobierno de Barrios se construyeron puentes y obras de arte; los caminos construídos eran para carretas de bueyes, carruajes y diligencias que tenían curvas de muy poco radio y pendientes que oscilaban entre el 10 y el 20 por ciento, como la Cuesta de las Cañas y Palo Gordo. Después del gobierno de Barrios, quien contaba con el dinero incautado a la Iglesia, la obra caminera decayó mucho.

En el tiempo de Manuel Lisandro Barillas (1886-1892) y de José María Reyna Barrios (1892-1898) se continuó la construcción de ferrocarriles, a los que se consideraba como el mejor medio de transporte pero se mejoraron a su vez los caminos de Quezaltenango a San Marcos, a Huehuetenango y principalmente los que se dirigían a la Costa Sur.

Cuando el cultivo de café se intensificó, se hizo más necesaria la construcción de carreteras hacia el mar. Entonces se abrieron los puertos de Champerico y Ocosingo y las carreteras que desde ellos se dirigían a Quezaltenango y San Marcos. Esos caminos eran intrasitables en invierno pues se convertían en enormes lodazales.

Durante la dictadura de Manuel Estrada Cabrera, se dió gran impulso a dos carreteras:

- a) la que se dirigía al Atlántico y desde Guatemala pasaba por el Fiscal y el Agua Caliente, en donde se construyó un puente de hierro y madera de 56.20 metros de largo por 3.80 metros de ancho, terminando en San Antonio La Paz, porque el Ferrocarril del Norte ofreció un transporte más cómodo.
- b) la otra carretera que salía de la estación del ferrocarril en Jalapa, pasa por Sansare, Jalapa, El Progreso y llega a Asunción Mita.

También se debe a esta Administración el tramo de "Cuesta de los Pucuyos" y el puente de Las Lajas. Inauguró el ferrocarril interoceánico al darse término al tramo que comunicaba Guatemala con el Rancho de San Agustín Acazaguastlán.

Durante la prolongada dictadura del Presidente Estrada Cabrera, los caminos no se desarrollaron adecuadamente, quizá porque el dictador temía que sirvieran para facilitar

alzamientos o porque fuera su creencia que los caminos hacen perder la vida local de los pueblos. Ahora bien, hay que reconocer que las carreteras de aquel entonces eran difícilmente transitables. Un viaje de Chimaltenango a la Ciudad de Guatemala duraba dos días o más. Desde Jutiapa a Chiquimula se tardaban cinco días y de Cobán a Quezaltenango era tan pesado el viaje que desde Quezaltenango a la capital solía utilizarse la vía marítima, embarcando en Champerico y desembarcando en San José, lo cual representaba un viaje de seis o siete días.

El sucedáneo de Estrada Cabrera es Don Carlos Herrera, y es durante su corta estancia en el poder que se insinúa la era del tráfico automotriz y por lo tanto se hace necesario transformar las rutas, por lo que se crea la Dirección General de Caminos, según Acuerdo que dice así:

PALACIO DEL PODER EJECUTIVO: GUATEMALA, 28 DE MAYO DE 1920

Considerando:

Que se hace necesaria la construcción y mantenimiento en buenas y modernas condiciones de los caminos públicos, para atender como es debido las múltiples necesidades de la Nación y principalmente a la Agricultura, base de la riqueza pública,

Considerando:

Que en tal virtud debe organizarse la oficina técnica respectiva, la que se ocupará en estudiar la manera más adecuada en realizar tales propósitos y llevar a la práctica los proyectos que se sometan a su consideración;

Por tanto

El Presidente Constitucional de la República

Acuerda:

Que se establezca la Dirección General de Caminos con el siguiente personal:

Director, Coronel don Luis Cobos Batres.  
Ingeniero, Ing. don Juan de Dios Cabrera.  
Secretario y Pagador, don Ernesto Crespo.  
Escribiente y Guardalmacén, don Carlos García.

Los nombrados devengarán el sueldo que les señala el presupuesto General de Gastos.

Comuníquese: Carlos Herrera

El sub-secretario general del Gobierno, Encargado del Ministerio de Fomento.

H. Abraham Cabrera

Se comenzó a mejorar el camino de Antigua Guatemala y se estudió el trazo definitivo del que iba hacia El Salvador, pasando por Jalpatagua. Con el golpe de Estado que hizo subir a la Presidencia al General José María Orellana, llegó la época en que se empezaron a construir caminos con bases más técnicas; en este tiempo la Dirección General de Caminos dependía del Ministerio de Agricultura.

En las Administraciones de los Generales Orellana y Chacón, el impulso dado a los trabajos de carreteras fue bastante importante, sobre todo teniendo en cuenta la inexistencia de transporte, maquinaria y talleres. Los elementos de trabajo eran la piocha, el azadón, la barreta y la carretilla de mano.

En el año de 1928, la Dirección General de Caminos tenía veinte camiones, dos trituradoras, dos compresoras, dos aplanadoras, una de ellas del año 1898 que se había traído para los trabajos del Boulevard 30 de Junio y una cuchilla niveladora. A pesar de la escasez de elementos mecánicos, se trabajó en 2,500 kilómetros de caminos, los cuales, en su mayor parte, fueron de reconstrucción, empleándose para ello el macadam.

Durante la presidencia del General Jorge Ubico, se amplió la red vial, se rehabilitaron viejos caminos abandonados, se construyeron otros nuevos con base del trabajo forzoso que se requería como "Impuesto de Vialidad" a los campesinos, quienes carecían de medios para pagar esta contribución en efectivo. Comenzó a asfaltar las carreteras y se construyó un número elevado de puentes de hierro, concreto y manpostería, siendo muy efectiva la labor del mantenimiento de carreteras. Abrió en su mayor parte la Carretera Panamericana. En el año 1935 efectúa trabajos urbanísticos tales como la prolongación de la 7a. avenida hasta Los Arcos; construcción del antiguo aeropuerto central en la finca La Aurora. En 1936 inauguró la Torre del Reformador con motivo del centenario del General Justo Rufino Barrios y también el camino que va de San Marcos a San Lorenzo. La mayoría de los caminos nuevos, el mantenimiento era subvencionado por los finqueros, quienes pagaban las cuadrillas.

El General Ubico trató que el ensanchamiento de la red vial abarcara las regiones más apartadas e incomunicadas de la República. La mayoría de caminos construídos de tierra, aunque ya se comenzaron a usar normas de diseño; en el manual denominado "AUTOVIAS" del Ing. Luis Leonardo, encontramos un estudio sobre peraltes, sobreanchos y un razonamiento matemático para el desarrollo de Espirales de transición.

En el mes de Septiembre de 1940, debido a las mayores necesidades de transportación terrestre, el incremento de caminos adecuados para vehículos motorizados y mayor seguridad del usuario, es publicado un Acuerdo Gubernativo con el nombre de "INSTRUCCIONES RELATIVAS A LA CONSTRUCCION, MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS CARRETERAS DE LA REPUBLICA", en el cual se tomó en cuenta la Clasificación de las carreteras, sus anchuras, perfil transversal, gálibo, peraltes, sobreanchos, radios mínimos, visibilidad, gradiente máximo, pasos a nivel de ferrocarril, etc.

En el año de 1942 se inició en Guatemala el uso de equipos mecánicos para la construcción de carreteras en la Ruta Militar de Emergencia (R.U.M.E.), la cual atravesaría

México, el istmo Centroamericano y llegaría al Canal de Panamá. Debido a la premura de su construcción no fue posible hacer detenidos estudios para su localización. Es con la C.I.P.A. (Carretera Internacional del Pacífico) que se tienen noticias que se normó su trazo geométrico basado en la configuración del terreno; a su vez el personal técnico guatemalteco recibió y puso en práctica los conocimientos de los asesores extranjeros. Esta carretera utilizó parte del trazo de la R.U.M.E. y que actualmente se conoce como CA-2.

Con la época del Doctor Juan José Arévalo se comienzan las obras de gran envergadura en todos los campos y en carreteras se efectúan los primeros estudios con técnicas más avanzadas. A través del convenio suscrito con el Gobierno de los Estados Unidos se inician los trabajos de la Carretera F.D. Roosevelt, usándose ya normas geométricas y especificaciones tanto para su trazo y cálculo como para la construcción, los cuales fungen casi en su totalidad con las variaciones que se le han adicionado a través de los años de experiencia sobre tan importante rama con el consiguiente beneficio y confort para el usuario. La influencia más acentuada en cuanto a normas se refiere, provienen de la A.A.S.H.O., entidad de reconocido prestigio internacional que ha contado con la disponibilidad de grandes recursos financieros en el país del Norte, para el campo de la experimentación y de sus resultados se han obtenido las especificaciones que rigen en las carreteras, las cuales han sido adoptadas a nuestro medio con ligeras variaciones. En ésta época la Dirección General de Caminos pasa a constituir una dependencia del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, dejando de pertenecer a la Secretaría de Agricultura.

Se comienzan a pavimentar los tramos "Escuintla-Puerto de San José" (CA-9 Sur); "Escuintla-Popoyá" y "Escuintla-Taxisco". Además se construyó el tramo "San Lucas-Antigua Guatemala".

Con el gobierno del Coronel Jacobo Arbenz Guzmán se inició el estudio de la Ruta al Atlántico (R.A.A.), asignándosele especificaciones especiales. En el año de 1951 el Departamento Técnico de la Dirección General de Caminos, presenta las especificaciones que regirán en el diseño de las restantes carreteras. Se inicia la construcción de la R.A.A., abriéndose nuevos frentes de trabajo con la construcción y pavimentación de la carretera al Pacífico, tramo "Popoyá-Retalhuleu", "Retalhuleu-Champerico" y "Retalhuleu-Quezaltenango" (CITO-180-50). Se construye el tramo mejorado entre "Palín-Escuintla". En casi todos estos proyectos los trabajos se llevaron a cabo por administración y unos pocos por contrato.

A partir de 1954 se incrementó la construcción por contrato con compañías nacionales y extranjeras con fondos provenientes del Presupuesto Nacional y de empréstitos con el B.I.R.F., D.L.F., EXIMBANK y ayuda del Gobierno de los Estados Unidos, a través del B.P.R. y A.I.D. La obra del Coronel Carlos Castillo Armas en cuanto a carreteras se refiere, consiste en la continuación de la R.A.A., de la carretera Roosevelt; se continúa hacia occidente la C.I.P.A. Se mejora el diseño y se da principio a la construcción de la línea "Taxisco-Chiquimulilla", "El Pijje-Frontera con El Salvador".

Con el gobierno del General y Topógrafo Miguel Ydigoras Fuentes, se da mayor importancia a la construcción de los trabajos faltantes de las carreteras principales que unen las fronteras de México y El Salvador y los Puertos de San José y Matías de Gálvez en el Pacífico y el Atlántico, respectivamente.

A raíz de los préstamos otorgados por las diferentes entidades financieras anteriormente mencionadas, se originó la organización del Departamento de Supervisión de Contratos. Cualquier obra de caminos que se ejecuta por Contrato es supervisada por el Gobierno a través de la Dirección General de Caminos, no solamente en cuanto a la calidad de la obra física, sino también a las inversiones que se realizan, las que son objeto de control por parte de la Auditoría Interna de la Institución e Inspectoría de Hacienda y de una entidad gubernamental llamada Contraloría de Cuentas, quien informa directamente al Congreso de la República.

Cuenta Guatemala en el año de 1967 con una red vial bastante eficiente en la Costa Sur, no así en la Zona Norte y por ello los estudios de las nuevas carreteras están dirigidos a los Departamentos que la componen. La red vial en dicho año era de:

- 1,720 kilómetros de carreteras Pavimentadas
- 6,580 kilómetros de carreteras Mantenidas de tierra.
- 1,534 kilómetros de carreteras No Mantenidas.
- 1,831 kilómetros de carreteras Privadas.
- 11,665 kilómetros de carreteras en total.

Los 1,720 kilómetros de carreteras pavimentadas se pueden dividir en dos clases:

- a) Las que han sido construídas y pavimentadas bajo especificaciones estrictas de primer orden como son: Carretera Inter-Americana (CA-1), CA-2, (estando pendiente de mejorarse el tramo "Escuintla-Taxisco"); CA-8; CA-9; CA-10, Ruta Nacional 9-Sur; "Retalhuleu-Champerico" y "Retalhuleu-Quezaltenango".
- b) Carreteras que se han pavimentado mejorando las antiguas, trabajos a cargo del Departamento de Mantenimiento, a través de su Sección de Asfaltos, otras construídas y algunas de tierra.

#### 1.4 ESTADO ACTUAL DE LA RED VIAL.

Conforme Decreto Ministerial del 4 de Octubre de 1971, que aprobó su reglamento de funcionamiento, la Dirección General de Caminos está dividida así:

- a) División de Dirección y Coordinación
- b) División Técnica y Consultora
- c) División de Mantenimiento
- d) División Administrativa y Financiera,

Cada una de las cuales se sub-divide en forma conveniente para el buen desempeño de las funciones que le han sido encomendadas.

El 24 de Febrero de 1972 se creó la Sección de Control de Pesas y Dimensiones de vehículos Automotores. El 9 de Marzo del mismo año, el Departamento de División Técnica cambió de nombre y se denominó actualmente Departamento de Estudios Técnicos de Proyectos y Servicios de Supervisión.

La Unidad de Planeamiento es la encargada de los estudios de Planificación y Programación de la Dirección General de Caminos en coordinación con la Unidad Sectorial del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, además lleva a cabo las evaluaciones y justificaciones económicas de los distintos proyectos a ejecutarse, para lo cual recaba la información necesaria para elaborar las proyecciones de tipo económico, estudios y conteos de tránsito. Con esta documentación se tramita a la Agencia Financiera correspondiente para su aprobación, prosiguiéndose después las gestiones de financiamiento y ejecución.

Siendo la red de carreteras uno de los principales bastiones para la economía del país, Guatemala ha ido incrementando año con año el número de kilómetros asfaltados, contando a la fecha con la siguiente red vial asfaltada:

CA-1 Occidente Carretera Interamericana (Guatemala-La Mesilla)	340.1 Kms.
CA-1 Oriente Guatemala-Barberena-San Cristóbal Frontera	166.3 Kms.
CA-2 Occidente Carretera del Pacífico (Escuintla-Retalhuleu-Frontera México, Talismán)	22.50 Kms.
CA-2 Oriente Escuintla-Taxisco-Ciudad Pedro de Alvarado	105.3 Kms.
CA-8 CA-1 El Molino-Oratorio-Jalpatagua-Río Paz	48.0 Kms.
CA-9 Norte Interoceánica Guatemala-Puerto Santo Tomás de Castilla y Puerto Barrios	303.6 Kms.
CA-9 Sur Guatemala-Escuintla Puerto de San José e Iztapa	115.3 Kms.
CA-10 R.A.A. Zacapa-Chiquimula-Esquipulas-Frontera Honduras	97.3 Kms.
R. Nac. 1 Patzicía-Godínez-Panajachel-Los Encuentros	63.8 Kms.
R. Nac. 1 Totonicapán-Quezaltenango-San Marcos	51.8 Kms.
R. Nac. 5 Guatemala-San Juan Sacatepéquez-San Raymundo	34.9 Kms.
R. Nac. 9 Sur Retalhuleu-Champerico	45.1 Kms.
R. CITO 180-50 Retalhuleu-Quezaltenango	47.8 Kms.
R. Nac. 10 San Lucas-Antigua Guatemala	14.0 Kms.
R. Nac. 14 Chimaltenango-Antigua-Alotenango	30.1 Kms.
R. Nac. 15 Los Encuentros-Chichicastenango-Quiché	35.0 Kms.
R. Nac. 19 El Progreso (Jutiapa-Jalapa)	42.6 Kms.
R. Guat. 1. Los Arcos-Morán-Circunvalación Lago Amatitlán	39.2 Kms.
R. Deptal. Suchitepéquez 14. - CA-2-Chocacao	14.6 Kms.
Cuilapa-Chiquimulilla	14.6 Kms.
CA-1- Pueblo Nuevo Viñas	16.4 Kms.
CA-2- Las Lisas	17.6 Kms.
Pajapita-El Tumbador	23.4 Kms.

Cuyotenango-La Máquina	28.0 Kms.
CA-2-Río Bravo-Tiquisate-El Semillero	56.0 Kms.
Siquinalá-La Democracia-Sipacate	41.0 Kms.
CA-2-Génova-Flores Costa Cuca	9.0 Kms.
El Rancho-Santa Elena	46.0 Kms.
Santa Elena-Salamá	17.0 Kms.
Santa Elena-Cobán (Pendientes 20 Kms.)	80.0 Kms.
CA-2-La Blanca-Tilapa	34.7 Kms.

### 1.5 CONSTRUCCIONES EN ESTUDIO:

El Departamento de Estudios Técnicos de Proyectos y Servicios de Supervisión tiene a su cargo la elaboración de varios proyectos que han sido terminados en cuanto a su localización, movimientos de tierras y hojas finales se refiere, pendientes de su aprobación para poder salir a licitación; otros se están ejecutando por Administración como la carretera intertronal Cobán-Chisec.

Los proyectos que a continuación se citan están en las condiciones anteriores:

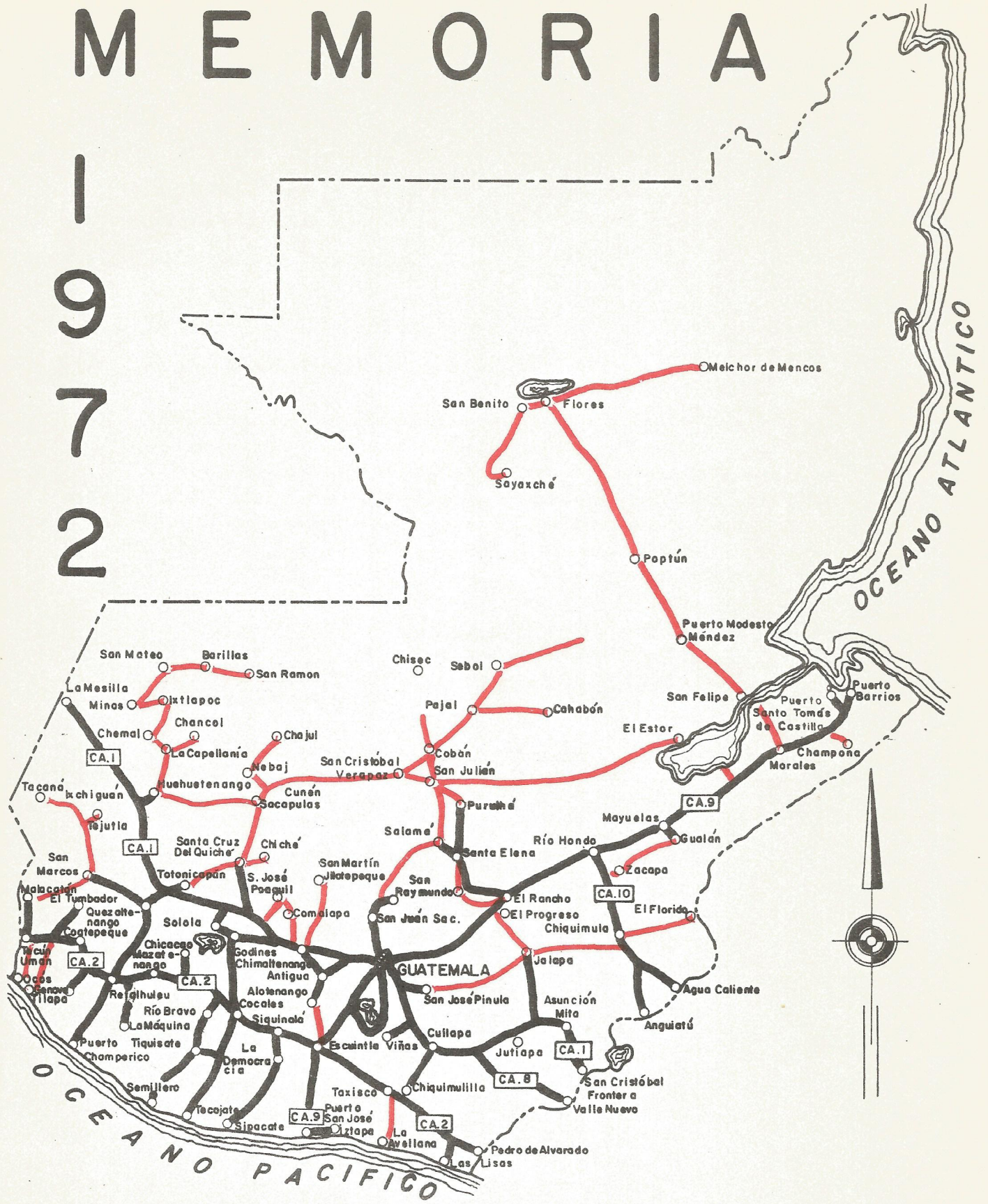
Autopista Guatemala-Escuintla  
 CA-1 La Democracia-Netón  
 CA-2 Taxisco-La Arellana  
 Malacatán-San Rafael Pié de la Cuesta-San Marcos  
 La Máquina-El Tulate  
 Santa Cruz del Quiché-Joyabaj  
 Godinez-CA-1  
 Ampliación Guatemala-Palín (Ya en ejecución)  
 Mejoramiento Escuintla-Popoyá  
 CA-1 Ixpaco

### POR TERMINARSE:

Cobán-El Estor  
 San Francisco-Zapotitlán  
 Aguacatán-Sacapulas  
 Cubilhuítz-San Isidro  
 Puerto Modesto Méndez-Sebol  
 Huehuetenango-Chiantla-Aguacatán  
 Sebol-Chisec

# MEMORIA

1  
9  
7  
2



MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE CAMINOS  
GUATEMALA, C.A.

## CAPITULO II

### 2. DIVISION EN RENGLONES DE LOS TRABAJOS EN OBRAS VIALES:

La Dirección General de Caminos divide los trabajos contratados en renglones para los efectos de pago; en el presente trabajo se tomaron unicamente los más representativos, e insidentes en el costo de una carretera y que a la vez hubiesen datos suficientes de años anteriores para observar su tendencia.

#### 2.1 RENGLONES DE TRABAJO

##### 2.1.1 Limpia, Chapeo y Destronque:

Bajo este renglón se contempla la remoción y eliminación de todos los árboles y vegetación viva o muerta dentro de los límites del derecho de vía y de las áreas designadas como bancos de préstamo y otros materiales. Incluye remoción y eliminación de rótulos, zampeados, alcantarillas con luces de tres metros o menos. Dentro de las áreas de excavación, deberán ser removidos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, a una profundidad no menor de 30 cms. debajo de la superficie de la subrasante. Exceptuando la madera comercial, todos los troncos de árboles, tocones, ramas, y cualesquiera otros restos removidos durante la limpia y chapeo, deberán quemarse o retirarse de la obra, antes de principiar las operaciones de nivelación. Su pago es por hectárea en cuyo precio se incluye mano de obra, materiales, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para la terminación del trabajo:

##### 2.1.2 Excavación y terraplenes.

Este renglón incluye: la construcción, conformación, compactación y acabado de todo trabajo de terracería; la excavación de cunetas laterales y contracunetas el reemplazo de todo material inaceptable, la remoción o retiro de pavimentos y capas de base ya existentes.

“Excavación en roca”: es la efectuada en todos los terrenos macizos incluyendo lava, aquellas que requieran taladros y explosivos y piedras de un volumen de medio metro cúbico.

“Excavación Común”: Consiste en la excavación de cualquier material excepto los clasificados como excavación en Roca.

“Excavación No Clasificada”: Es cuando los materiales del trabajo de terracería no se dividen o clasifican.

El material de préstamo deberá ser un material utilizable obtenido de fuentes dentro del, o inmediatamente adyacentes al derecho de vía de la carretera, o de canales y cunetas; deberá ser el mejor material disponible dentro de los límites del acarreo económico.

No se pagará bajo partidas clasificadas para excavaciones por trabajo efectuado para proveer o mantener la entrada y salida a depósitos de material o bancos de préstamo. El trabajo se considerará como inherente al acarreo, colocación y suministro de material. La operación de

acabado, será incluida al precio unitario del contrato por partida de excavaciones y terraplenes. No se hará pago separado por operaciones de acabado ni por el material para terraplenes, usado para reemplazar el material inaceptable y excavado mas alto de los límites de pago aprobados. La remoción y retiro de agua es responsabilidad del Contratista y deberá asumir los gastos.

El pago es en metros cúbicos medidos como se indica arriba y cubre la mano de obra, materiales, equipo e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

### **2.1.3 Excavación de Canales:**

Con esta partida el contratista deberá excavar, remover, utilizar o acondicionar todos los materiales para ampliar, profundizar o alinear los canales existentes, hacer la construcción de canales nuevos y todas las cunetas, excepto las laterales. Salvo que se estipule lo contrario, la construcción de cunetas laterales está incluida en el trabajo de la sección sobre excavaciones y terraplenes. El material removido bajo esta sección será no clasificado el pago se hará por metros cúbicos y en las condiciones anteriores.

### **2.1.4 Excavación Estructural:**

Es toda la excavación y relleno de estructuras. Esto incluye la remoción de todo el material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones inherentes a las estructuras; la limpia, chapeo y destronque completo del lugar de la obra, salvo que se ordene lo contrario; la construcción y remoción posterior del embreizado, apuntalamiento, tablestacado, encofrados y ataguías, el bombeo, achicamiento, drenaje, relleno, acondicionamiento de los excedentes de material inapropiado y la limpia final que sea necesaria para la adecuada ejecución del trabajo.

El pago será por el número de metros cúbicos medidos como se indicó anteriormente.

### **2.1.5 Acarreo y Sobre-Acarreo:**

Bajo el renglón de acarreo se paga el transporte de materiales generalmente de bancos de préstamo o hacia zonas de desperdicio. La medida es metro cúbico/kilómetro.

El renglón sobre sobre-acarreo es usado en terracerías y cubre el transporte de material entre dos puntos de balance entre los cuales la distancia es mayor que el acarreo libre. Medida es  $m^3/Hm$ .

### **2.1.6 Tubería de Concreto Reforzado para Alcantarillas:**

Con esta partida el Contratista suministrará o colocará o ambas cosas la tubería de concreto reforzado, como lo requieren las disposiciones Especiales, en las clases y tamaños y dimensiones pedidos. A no ser que se especifique de otra manera, el trabajo de colocación incluirá el transporte de la tubería es por el número de metros lineales medidos a lo largo de su línea central.

### **2.1.7 Tubería Perforadas:**

Bajo esta partida el contratista deberá proporcionar e instalar las tuberías perforadas con material de agregado para filtro. La construcción de uniones y conexiones para las tuberías, drenajes, tragantes y similares, así como la remoción y disposición de todo material descartada, están incluidas en el trabajo de esta sección. La tubería puede ser de metal corrugado galvanizado o tubería perforada de concreto simple; sólo podrá usarse una misma clase de tubería a todo lo largo del proyecto.

El pago es por el número de metros lineales colocados.

### **2.1.8 Excavación y Relleno de Sub-Drenaje:**

Este renglón se paga en M3 y es un complemento de lo anterior.

### **2.1.9 Sub-Drenaje (Drenaje Francés):**

Consiste básicamente en una zanja excavada hasta por lo menos 1.20 mts. debajo de la sub-rasante de la carretera y la cual es llenada en capas de piedra de diferentes tamaños, piedrín, arena y un sello de material impermeable. La medida y pago es efectuado por M<sup>3</sup>.

### **2.1.10 Concreto Ciclopeo:**

Bajo esta partida se considera el concreto clase B ó C que lleva piedras gruesas en sus agregados y que sirve para cabezales, muros, etc., que requieran obras masivas sin refuerzo. Su pago es en metros cúbicos.

### **2.1.11 Excavación Estructural para Puentes:**

Es similar a 2.1.4 y su pago por el número de metros cúbicos excavados.

### **2.1.12 Concreto Estructural:**

Comprende la suministración y colocación de todo el concreto o estructuras de concreto que sean necesarias y las cuales no estén específicamente determinadas o cubiertas bajo otras partidas. En todas las estructuras de concreto se usará Concreto Clase "A" hecho con cemento Portland tipo I y es aquel que proporcionado y mezclado tenga un mínimo esfuerzo de compresión de 3,000 libras por pulgada cuadrada a los 28 días. Es usado tanto para subestructuras como para superestructuras y la variación de precio que pudiera existir entre ambas se debe a la facilidad de armado y manualidad de la obra falsa de una subestructura.

El pago es por el número de metros cúbicos colocados.

### **2.1.13 Acero de Refuerzo:**

Bajo esta partida se proporcionará y colocará el acero de Refuerzo, Malla de alambre y Malla de Barras de Refuerzo para concreto, de conformidad con los requisitos de los planos y especificaciones.

Su pago es por el número de kilogramos proporcionados.

#### **2.1.14 Acero Estructural:**

Bajo este renglón el contratista suministrará, preparará, fabricará, armará, erigirá y pintará todo el acero estructural, hierro dulce, piezas del hierro forjado, planchas de acero, tornillos, pernos y metales especiales para estructuras o partes de ellas, excepto pilotes de acero o metal incluido específicamente para su pago bajo otras partidas.

Su pago es por el número de kilogramos proporcionados.

#### **2.1.15 Zampeado de Piedra Con Mortero:**

Comprende esta partida el suministro y colocación del zampeado con el espesor y dimensiones mostrados en los planos. Se utilizan piedras de no menos de 15 Kg. de peso.

Su pago es por el número de metros cúbicos colocados.

#### **2.1.16 Material para Capa de Sub-Base:**

Bajo esta partida se proporcionarán los materiales apropiados ya sea de la misma excavación, de bancos de préstamo o por la estabilización del material de la porción superior del lecho del camino con material estabilizador apropiado. Se colocará y compactará la sub-base con un valor soporte de CBR-30 o más.

El pago es por M<sup>2</sup>.

#### **2.1.17 Capa de Base y Hombros de Grava o Piedras Trituradas:**

Bajo esta partida se construirá una capa de base compuesta de grava, piedra triturada o ambas. Será construida sobre la subrasante preparada. El pago será por el número de metros cúbicos suministrados. Si el acarreo del material se contempla en la oferta se pagará como tal, si no será incluido en el precio del material de base.

#### **2.1.18 Material Bituminoso para Capa de Imprimación:**

Bajo esta partida se proporcionará y aplicará el material bituminoso sobre una base previamente preparada o una superficie de camino.

El pago se hará por el número de galones, tipo EE.UU. de material bituminoso, realmente aplicados al camino.

#### **2.1.19 Cemento Asfáltico:**

Bajo este renglón se contrata el suministro y aplicación de cemento asfáltico, de la penetración especificada.

El pago es por el número de galones, tipo EE.UU., realmente utilizados.

## 2.2 OBJETIVO:

La presente tesis trata de presentar un grupo de gráficos con los renglones más representativos e incidentes en el costo de una carretera y con los datos obtenidos en las licitaciones de años anteriores observar la tendencia del costo creciente para la mayoría de los renglones analizados, algunos de los cuales han tenido un alarmante aumento de casi 1,000 o/o, valor sumamente alto si se compara con el escaso número de años en los cuales ello ha tenido lugar.

La tendencia cada día mas ascendente en los costos de las carreteras ha preocupado a las autoridades de Caminos por cuanto atrazar la ejecución de una carretera representa en la mayoría de los casos tener que pagar un valor mas alto meses o años después que se han terminado los estudios técnicos de Gabinete, pues la decisión de su construcción compete unicamente al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas.

Necesariamente algunas carreteras han tenido un precio final mayor que cuando se adjudicó pero ello se debe a cambios de línea, cambios de rasante surgidas durante la construcción pero que no afectan los precios unitarios de los renglones.

La variación en las ofertas de las compañías que licitan es mas notorio en los renglones individuales, los cuales difieren en algunos casos en forma considerable, oscilaciones algunas veces del 300 o/o, aún cuando el precio total sea similar, ello puede deberse a la maquinaria y personal que tengan en el momento de la licitación, a la forma de integrar los costos unitarios; es por ello que para determinar los valores de los presentes gráficos se utilizaron los precios de las Compañías a las que se adjudicaron los contratos.

## 2.3 EJEMPLO DE INTEGRACION DE COSTOS

RENGLON A-1, Limpia, Chapeo y Destronque.

- 1o. Area — 45 Ha., en terreno montañoso.
- 2o. Condiciones: La mayor parte en zonas cafetaleras.
- 3o. Equipo Estimado:

Un (1) Tractor de 230 H.P. (D8H, HD-21)

Un (1) Camión de estacas para personal.

## 4o. Personal:

PUESTO:	SALARIO/DIA	HORA:
Un (1) Operador de Tractor	Q. 8.00	Q.1.00
Un (1) Caporal	Q. 4.00	Q.0.50
Diez (10) Peones a Q.1.36 c/u.	Q.13.60	Q.1.70
Un (1) Chofer	Q. 3.50	Q.0.45
	Q.29.10	Q.3.65

Se trabajarán 10 horas diarias, en períodos bisemanales, de lunes de una semana a viernes de la otra.

## Tiempo de trabajo.

a) Ordinario	94 horas	94
b) Extra	26 horas X 1.5	39
c) Pago		133 horas.
d) Efectivamente trabajadas		120 horas
Costo por hora:		Q. 3.65
Costo por período 133 X 3.65		Q.485.45
Más prestaciones 64o/o		Q.310.69
Total mano de obra:		Q.796.14

## 5o. RENDIMIENTO:

Se considera que el Tractor puede mover en las condiciones en que se encuentra el terreno un promedio de 100 M3/hora; los peones se encargarán del desmonte preliminar y disponer los árboles derribados.

Volumen	450,000 M2 X 0.30	135,000 M3.
Rendimiento	100 M3/hora	
Eficiencia	90o/o	
Rendimiento real	0.9 X 100	90 M3/hora
		900 M3/día
Tiempo a emplear	<u>135,000</u>	150 días 1,500 horas
	900	

Períodos: — 1500      12.5                      5.75 meses      6.0 meses

**6o. COSTO DIRECTO:**

6.1o. Equipo:

	Dep/Mes	Mant/hora
Tractor	Q.1,500	Q.6.75
Camión	Q. 500	Q.1.50
	Q.2,000	Q.8.25

**7o. COSTO TOTAL DIRECTO:**

Depreciación	2000 X 6.0	Q.12,000.00
Mantenimiento	8.25 X 114 X 12.5	Q.11,756.25
Mano de Obra	296.14 X 12.5	Q. 9,951.75
<b>COSTO TOTAL:</b>		<b>Q.33,708.00</b>
P.U. Directo	Q.749.07	

**8o. COSTO TOTAL MAS INDIRECTOS:**

Costo Directo	Q.33,708.00	Q.33,708.00
Indirectos 30o/o (20o/o)	Q.10,112.40	Q. 6,741.60
	Q.43,820.40	Q.40,449.60
Imprevistos 10o/o	Q. 4,382.04	Q. 4,044.96
	Q.48,202.44	Q.44,493.56
Ganancia 10o/o	Q. 4,820.24	Q. 4,449.36
<b>TOTAL:</b>	<b>Q.53,022.68</b>	<b>Q.48,942.92</b>

**9o. PRECIO UNITARIO:**

P.U.  $\frac{300}{o} \frac{53,022.68}{45}$  Q.1,178.28

\*P.U. 20o/o  $\frac{48,942.92}{45}$  Q.1,087.62

## CAPITULO III

### 3. COSTOS DE CONSTRUCCION

#### 3.1 Análisis de la Tendencia Histórica.

Además de su función tradicional de proveer los servicios administrativos y de seguridad, el Estado viene asumiendo una gran responsabilidad en el desarrollo social y cultural del país, confiándosele además, que por iniciativa propia y alentando la privada, impulse la economía y promueva el bienestar de la colectividad.

En países como el nuestro, los gastos públicos de desarrollo económico, afectan adversamente la balanza de pagos, lo mismo que las erogaciones para fines de creación de capital, éstos suponen una cantidad elevada para la importación de maquinaria pesada y consecuentemente, un aumento considerable en las importaciones, representa una salida fuerte de divisas que repercute en nuestro sistema monetario. Necesariamente para reducir o anular estas presiones en la balanza de pagos, se recurre a empréstitos al capital extranjero y estimular a los inversionistas extranjeros. El efectuar empréstitos en el exterior tiene mayor importancia, pues el actual desarrollo de la economía nacional requiere aumentos en capital social fijo. El inversionista privado actúa por la ganancia y no puede pedírsele que contribuya a la creación de dicho capital, representado por medio de modernas carreteras y otras obras. La construcción de caminos es una forma de inversión de capital social fijo que no se acomoda a una explotación comercial.

En un plan general de desarrollo económico es decisivo la obtención de empréstitos extranjeros. El aumento de capital social fijo que un empréstito de esta naturaleza permite, atrae capital privado del mismo origen e influye sobre el capital nacional, invitando a realizar inversiones.

En los gobiernos de Peralta Azurdia, Méndez Montenegro y el actual de Arana Osorio, se ha notado una estabilidad monetaria, manteniendo un crédito en el exterior que ha permitido que se incremente notablemente las obras de infraestructura y que además regresen algunos capitales nacionales que se encontraban depositados en bancos del exterior.

Guatemala en los últimos años ha tenido un auge notorio en todos los ramos de la construcción: Carreteras, edificios, escuelas, colonias, silos, acueductos, etc. y todo viene a remarcar el muy importante aspecto del análisis y control de costos, para lo cual todo contratista debe analizar y llevar un estricto control de los siguientes elementos:

- a) El Costo: lo que realmente llegará a costar un proyecto
- b) Progreso de la Obra
- c) Utilidad

Por demás está decir que la imprecisión en cualquiera de los factores anteriores redundará en obtener poca o ninguna utilidad en una obra de gran envergadura como son los proyectos viales. Si el progreso de la obra no se ha contemplado debidamente, se incrementarán los costos de la misma pues crecerá el tiempo improductivo, afectando la utilidad. Para el análisis e integración de costos de un proyecto de construcción deben estudiarse los costos de la maquinaria, mano de obra, materiales, zona de trabajo, producción estimada etc., los cuales desglosados separadamente darán los costos unitarios de cada actividad e integrándolas en los renglones correspondientes para una licitación, se obtendrá el costo unitario de cada renglón. Es necesario llevar un efectivo control de la ejecución de la obra con el objeto de comparar los costos reales con los licitados y los desajustes existentes, deberán tomarse con las decisiones necesarias para conseguir la productividad prefijada.

Desde que se iniciaron los contratos en la construcción de carreteras, profesionales guatemaltecos comenzaron a asociarse, con el objeto de poder competir con las compañías extranjeras, adjudicándose algunas licitaciones de proyectos con un monto elevado, comparativamente, con la capacidad económica de las compañías. Algunas han salido avantes, otras en cambio se han tenido que declarar en quiebra. Las razones de la quiebra se han debido a una diversidad de factores tales como: costos muy bajos, maquinaria pesada que se pierde por embarrancamientos u otros factores, temporales prolongados, incremento desmedido en los materiales y repuestos, personal que deserta por mejores salarios, etc. Lo anteriormente dicho viene a redundar en un aspecto negativo para futuras licitaciones, puesto que las compañías, sean nacionales o extranjeras, al observar que se ha obtenido poca o ninguna utilidad en un proyecto, tratarán de evitarlo en un siguiente, incrementando los costos unitarios en los renglones que a su juicio pudiera estripar la pérdida, es decir, no se hace un estudio concienzudo del problema curándose en salud de la manera más cómoda. Esta forma de proceder repercute, como es lógico suponer, en el alza paulatina y a veces se sigue la tendencia de mantenerlo y luego incrementarlo, siendo pocas las excepciones donde vuelve a bajar, salvo cuando son nuevos consorcios, porque con tal de adjudicarse una licitación bajan tanto los costos unitarios que los márgenes de ganancia son muy limitados y de no ejecutarse la obra en el tiempo estipulado corren el peligro de perder.

Existe la tendencia, y de hecho algunas compañías lo hacen, de recargar el precio en los primeros renglones de su oferta, ya sea por estar urgidos de dinero u otra causa, equilibrando el valor total de la licitación al bajar el precio de los últimos renglones y poder adjudicarse así la licitación; pero dicho sistema tiene un serio inconveniente y es que al serles pagados los primeros renglones se ven en una situación muy boyante porque hay un exceso de dinero muy marcado en comparación de los gastos que se han tenido y olvidan, que dicho abundamiento se deba a lo bajo de los renglones subsiguientes con el consiguiente perjuicio, de que si no se desglosa oportunamente esta "inesperada" utilidad, se tendrá la impresión lógica de que al llegar a la fase final, los renglones últimos dejaron pérdidas o en el mejor de los casos, no hubo utilidad, formándose de esta manera un círculo vicioso que repercute en el encarecimiento de todas las obras viales y también de construcción.

Las prestaciones laborales han ido incrementando en el valor efectivo de la mano de obra que resulta de 1.82 por cada quetzal. El valor se determina de la siguiente manera:

1.	Días no trabajados			
	Domingos: 365/7	52.14	días	
	Sábados: 52.14 x 3/8	19.55	"	
	Feridos:	10.00	"	
	Vacaciones:	10.00	"	
	Total:	91.69	días	92 días
2.	Días trabajados: 365 - 92	273 días		
3.	Salario Base:	Q.1.00		
	Séptimos días (52/273)	0.191		
	Sábados (19.55/273)	0.072		
	Sub-Total:	Q1.263	Q.1.263	
	I.G.S.S.: (7.00/o) de Q.1.263	0.088		
	Irtra: (1/273)	0.004		
	Intecap - 0.50/o Sueldo)	0.005		
	Vacaciones (10/273)	0.037		
	Feridos (15/273)	0.037		
	Aguinaldo (15/273)	0.110		
	Incentivos Q.0.20 a Q.0.25	0.225		
	Total:	1.824	1.82	

La razón de los incentivos es que resulta más económico pagarlos que aumentar el personal de rendimiento normal, por lo que se va creando un nuevo status del trabajador especializado con mejores salarios.

Debe comprenderse además, que un proyecto siempre será único y que la rentabilidad del mismo es una incógnita, razón por la cual debe hacerse con sumo cuidado el avalúo del costo unitario y no aumentarse caprichosamente cada renglón con la creencia de que así se podrán evitar exiguas ganancias ya que si no existe una adecuada supervisión se llegarán siempre a los resultados nada gratos que constituyen las pérdidas.

Otro factor influyente es el equipo mecánico con los cuales deben ejecutarse los trabajos, ya que la utilidad que pueda obtenerse proviene de lo adecuado que sea para la zona de operación una determinada máquina y si resulta más económico comprarla o sólo rentarla, puesto que la inversión en maquinaria es muy alta como para ser utilizada en un solo proyecto y desecharla después, porque el interés primordial de todo contratista debe ser mantener al nivel más bajo el costo de la producción. Ahora bien, de hecho un contratista que trabaja con equipo rentado, sus costos tienen que elevarse considerablemente.

Un aspecto bastante difícil para las compañías nacionales estriba en que las licitaciones con un monto superior a los cinco millones de quetzales no son respaldadas por las afianzadoras locales con el agravante, lógico por cierto, de que solo compañías extranjeras pueden competir, razón por la cual en dichas ocasiones se nota la enorme discrepancia entre los precios oficiales y los licitados.

La especulación constante que ha sufrido el dólar en los dos últimos años ha tenido una secuela nefasta en el ámbito nacional con un alza desproporcionada en todos sus productos básicos y un natural descontento en la población al contemplar el bajo poder adquisitivo de la moneda, motivo por el cual se ha tenido que acceder a las demandas laborales por mejores salarios y nuevas prestaciones; consecuentemente las compañías constructoras aumentan el valor de sus precios unitarios para poder cubrir el valor de los nuevos emolumentos, pero a esta fecha no se ha efectuado un estudio detenido y concienzudo para poder evaluar si el aumento de los precios unitarios actuales es razonable.

La escasez mundial del acero ha producido un alza en su precio y, países como México han prohibido su exportación para poder satisfacer sus demandas locales; ello acarrea que en países dependientes de la importación del acero se produzca el acaparamiento desmedido por los distribuidores, con el resultado natural de un aumento a veces excesivo en su reventa. Necesariamente los renglones donde dicho material es utilizado, suben considerablemente.

Otros productos básicos importados, como son la gasolina, diesel y derivados del petróleo, utilizados en construcción ya sea en una forma directa o indirecta, han mantenido su valor debido a la enérgica postura de las autoridades gubernamentales de no acceder a las pretensiones de las compañías petroleras, previendo las consecuencias catastróficas que dentro de la economía del país se derivarían de tal situación; sin embargo, si se llegara a tal extremo, el Estado como garante de los intereses de sus habitantes, deberá absorber dicho incremento a costa de la reducción de sus ingresos como impuestos percibidos por los susodichos productos.

Para el Estado, que es el gran impulsador de la red vial, ésta situación imperante es bastante perjudicial, porque se ha ido formando una espiral ascendente en los costos de construcción con el consiguiente endeudamiento exterior cada vez mayor y con intereses cada día más elevados. Las autoridades camineras han evitado esta corriente inflacionaria hasta donde les ha sido posible, recurriendo en ocasiones al regateo por ser tan altas las pretensiones de las compañías licitadoras. Ahora bien, dicho regateo se ha hecho bastante a priori por no tenerse a la mano en un momento determinado, elementos adecuados para observar la tendencia de los costos y es objetivo de la presente tesis presentar una serie de gráficos sobre los renglones que tienen más repercusión en el costo total de una carretera. Cada gráfico presenta un grupo de círculos pequeños, una línea recta indicada con línea llena y una línea parabólica indicada por líneas discontinuas y puntos.

Las gráficas tienen en la parte superior el nombre del renglón y entre paréntesis la unidad de pago, por ejemplo Limpia, Chapeo y Destronque tiene como unidad de pago la Hectárea (Ha); para Excavación No Clasificada es el metro cúbico ( $M^3$ ), para las Tuberías es el metro lineal (M.L.), etc.

En su parte inferior están los años numerados a partir de 1955 hasta 1980, donde cada centímetro equivale a un año. Esta forma de numeración es igual para todos los gráficos.

En el lado derecho están indicados, en escalas variables, los valores de los precios unitarios en Quetzales. La variabilidad de las escalas en el precio unitario se debe a que si se dejara la misma para todos, habría gráficos donde se obtendría una línea recta por lo bajo de sus precios en comparación, por ejemplo, de la Limpia, Chapeo y Destronque, por lo cual se buscó lo más conveniente a fin de que se visualice lo mejor posible la tendencia de los costos para cada renglón.

El conjunto de círculos pequeños representa los precios unitarios pagados durante los años de 1955 a la fecha, los cuales se obtuvieron de los archivos de Licitaciones de la Dirección General de Caminos, para lo cual se hicieron las compilaciones del año y del mes en que fue pagado un determinado renglón de licitación en carretera y el precio unitario del mismo; luego de recopilarse todos los datos de dicho renglón, por ser incómodo tratar con los meses propiamente dichos, a cada uno se le dió el valor del doceavo de año que le correspondía, por ejemplo la Limpia, Chapeo y Destronque costó en julio de 1958 doscientos quetzales la Hectárea, dicho punto se localiza entonces en su respectivo gráfico con las siguientes coordenadas:

$$X = 1958.58 \qquad Y = 200.00$$

si encontramos un círculo con las coordenadas siguientes:

$$X = 1969.50 \qquad Y = 500.00$$

nos indica que en junio de 1969 la Hectárea costó Q.500.00

Debajo del nombre del renglón se tienen los datos de la ecuación de una línea recta, la ecuación de la línea parabólica y un valor de R; para obtener dichos valores se procedió de la siguiente manera:

- a) Para efectos de cálculo, los años son las "X" pero disminuidos en 1900, es decir 1958.58 sólo será 58.58; y 1965.50 será 65.50.
- b) Los valores de "Y" son los precios unitarios en Quetzales y céntimos de Quetzal; por ejemplo Q.500.00 y Q.0.24.
- c) Se utilizó el método de mínimos cuadrados para la obtención de los valores anteriormente citados y las ecuaciones utilizadas en este procedimiento con las indicadas más abajo. El coeficiente de correlación (R) nos indica el grado de confiabilidad de la recta para lo cual dicho valor no debe exceder de  $\pm 1$

Con los resultados obtenidos observamos primero su coeficiente de correlación (R), si dicho valor está dentro de los límites especificados anteriormente, "m" y "b" son confiables por ejemplo en el caso de Limpia, Chapeo y Destronque los resultados fueron:

$$m = 43.5527 \quad b = -2,238.38 \quad R = 0.83$$

Puesto que R no es mayor que 1 estamos bien; para dibujar la línea recta determinamos el valor para los años de 1955 y 1980 en la siguiente forma:

P.U. 1955	=	$43,5527 \times 55 - 2,238.38$	=	Q. 157.02
P.U. 1980	=	$43,5527 \times 80 - 2,238.38$	=	Q. 1,245.84

Ploteamos dichos puntos en la gráfica y luego los unimos, dejando señalado de esta manera la recta que tiene la ecuación.

$$Y = 43.5527 \quad X - 2,238.38$$

Como lo que interesa es conocer los valores posibles para años posteriores al actual, puede utilizarse la ecuación o bien gráficamente, para lo cual si queremos el valor de limpia, Chapeo y Destronque en junio de 1976, buscamos en el eje de las "X" el año 1976.5 y donde dicha vertical toque la recta, vemos el valor que le corresponde como precio unitario, el cual es de Q.1095.00. Si el valor que se desea obtener es el de la curva parabólica, tendremos que será de Q.1375.00

Si se quiere obtener el precio unitario de Excavación No Clasificada para la misma fecha en forma gráfica tendremos que posiblemente será de Q.1.76 el metro cúbico según la tendencia de la línea recta; según la parábola es de Q.1.83.

A continuación se muestra el programa con el cual se determinó el valor de M, B y R para la línea recta y los de  $A_0$  y  $A_1$  y  $A_2$  para la parábola. Luego de procesados los datos de los costos unitarios pagados por la D.G.C. se obtiene los valores de los coeficientes, así como el valor de año en año a partir de 1955, para el ploteo de la línea curva.

Fórmulas usadas para la Línea Recta

$$y = m x + b \quad (\text{Fórmula General})$$

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$b = \bar{Y} - m\bar{X}$$

en donde  $\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

El Coeficiente de Correlación se calcula así:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Referencia: *Mathematical Statistics*  
de  
John E. Freund.

## Fórmulas para la Parábola

$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 \quad (\text{Fórmula General})$$

donde las constantes  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$  se determinan resolviendo por simultáneas las ecuaciones siguientes

$$\Sigma Y = a_0 n + a_1 \Sigma X + a_2 \Sigma X^2 \quad (1)$$

$$\Sigma XY = a_0 \Sigma X + a_1 \Sigma X^2 + a_2 \Sigma X^3 \quad (2)$$

$$\Sigma X^2 Y = a_0 \Sigma X^2 + a_1 \Sigma X^3 + a_2 \Sigma X^4 \quad (3)$$

$a_2$  se calcula por matriz algebraica

$$D = \begin{vmatrix} n & \Sigma X & \Sigma X^2 \\ \Sigma X & \Sigma X^2 & \Sigma X^3 \\ \Sigma X^2 & \Sigma X^3 & \Sigma X^4 \end{vmatrix}$$

$$a_2 = \frac{(n(\Sigma X^2 \Sigma X^2 Y - \Sigma X^3 \Sigma XY) - \Sigma X(\Sigma X \Sigma X^2 Y - \Sigma X^2 \Sigma XY) + \Sigma Y[\Sigma X \Sigma X^3 - (\Sigma X^2)^2])}{D}$$

Después de hallar el valor de  $a_2$ , podemos resolver las ecuaciones (1) y (2) por contar ya sólo con dos incógnitas

$$a_0 = \frac{\Sigma X \cdot \Sigma XY + a_2 (\Sigma X^2)^2 - a_2 \Sigma X \Sigma X^3 - \Sigma Y \Sigma X^2}{(\Sigma X)^2 - n \Sigma X^2}$$

$$a_1 = \frac{n \Sigma XY + a_2 \Sigma X^2 \Sigma X - a_2 \cdot n \Sigma X^3 - \Sigma X \Sigma Y}{n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

Referencia: Introduction into the Theory of Statistics  
de  
Alexander M. Mood & Franklin A. Grabill

```

        DIMENSION X(50),Y(50)
50    READ(1,*)IENT
    READ(IENT,100)
    WRITE(1,100)
    READ(IENT,*)N
    A=N
    X1=0.
    X2=0.
    X3=0.
    X4=0.
    XY=0.
    X2Y=0.
    Y1=0.
    DO 10 I=1,N
    READ(IENT,*)X(I),Y(I)
    X1=X1+X(I)
    X2=X2+X(I)**2
    X3=X3+X(I)**3
    X4=X4+X(I)**4
    XY=XY+X(I)*Y(I)
    X2Y=X2Y+Y(I)*X(I)**2
10    Y1=Y1+Y(I)
    P=X1/A
    Q=Y1/A
    YY=0.
    YX=0.
    XX=0.
    DO 20 I=1,N
    YY=YY+(Y(I)-Q)**2
    YX=YX+(Y(I)-Q)*(X(I)-P)
20    XX=XX+(X(I)-P)**2
    XM=YX/XX
    XB=Q-XM*P
    XR=YX/SQRT(YY*XX)
    WRITE(1,101)
    WRITE(1,102)XM,XB,XR
    D=(A *X2*X4+2.*X1*X2*X3)-(X4*X1**2+A*X3**2+X2**3)
    A2=(A*(X2*X2Y-X3*XY)-X1*(X1*X2Y-X2*XY)+Y1*(X1*X3-X2**2))/D
    A0=(A2*X2**2+XY*X1-Y1*X2-A2*X3*X1)/(X1**2-A*X2)
    A1=(A2*X2*X1+XY*A-Y1*X1-A2*X3*A)/(A*X2-X1**2)
    WRITE(1,103)
    WRITE(1,102)A0,A1,A2
    WRITE(1,105)
    DO 30 I=55,80
    XK=A0+A1*(FLOAT(I))+A2*(FLOAT(I)**2)
30    WRITE(1,106)I,XK
    PAUSE
    GO TO 50
100   FORMAT(72H
1
101   FORMAT(6X,"M",12X,"B",12X,"R")
102   FORMAT(E11.5,2X,E11.5,2X,E11.5)
103   FORMAT(5X,"A0",11X,"A1",11X,"A2")
105   FORMAT(" X",7X,"Y")
106   FORMAT(I4,F10.2)
    END
    ENDS

```

SOBRE-ACARREO C. G. AGOSTO/73

M	B	R
.55302E-02	-.20340E+00	.53998E+00
A0	A1	A2
.16907E+01	-.54686E-01	.47386E-03

X	Y
55	.12
56	.11
57	.11
58	.11
59	.11
60	.12
61	.12
62	.12
63	.13
64	.13
65	.14
66	.15
67	.15
68	.16
69	.17
70	.18
71	.20
72	.21
73	.22
74	.24
75	.25
76	.27
77	.29
78	.31
79	.33
80	.35

PAUSE

CONCRETO ESTRUCTURAL CLASE "A" PARA SUB-EST. C. G. AGOSTO/73

M	B	R
.19311E+01	-.32385E+02	.56613E+00
A0	A1	A2
.26500E+03	-.73862E+01	.72449E-01

X	Y
55	77.91
56	78.57
57	79.37
58	80.32
59	81.41
60	82.64
61	84.02
62	85.55
63	87.22
64	89.03
65	90.99
66	93.09
67	95.34
68	97.74
69	100.28
70	102.96
71	105.79
72	108.76
73	111.88
74	115.15
75	118.56
76	122.11
77	125.81
78	129.65
79	133.64
80	137.77

PAUSE

PAUSE

EXCAVACION NO CLASIFICADA

CARLOS GALVEZ

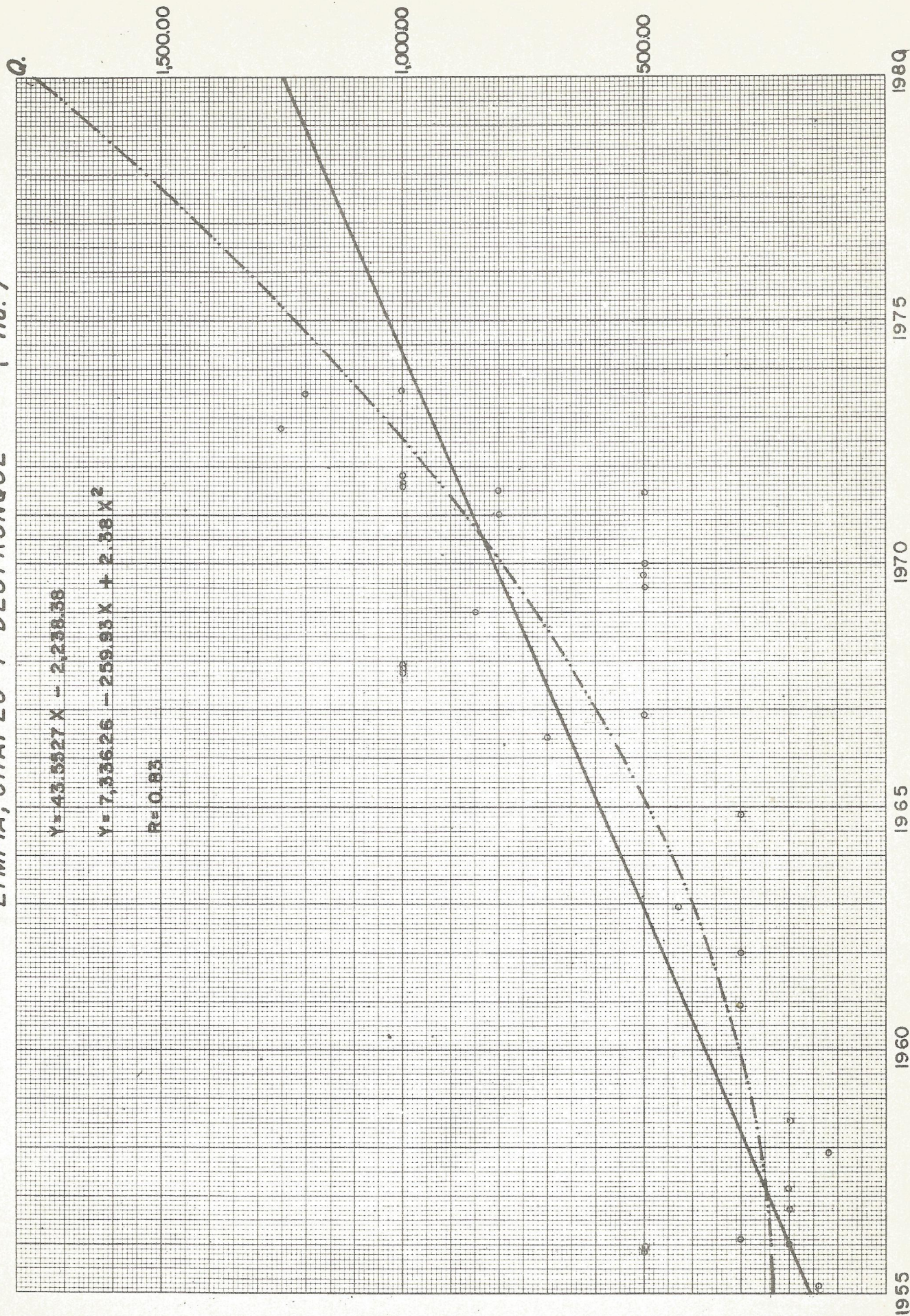
AGOSTO/73

M	B	R
.56502E-01	-.25726E+01	.80769E+00
A0	A1	A2
.15042E+00	-.29905E-01	.67902E-03

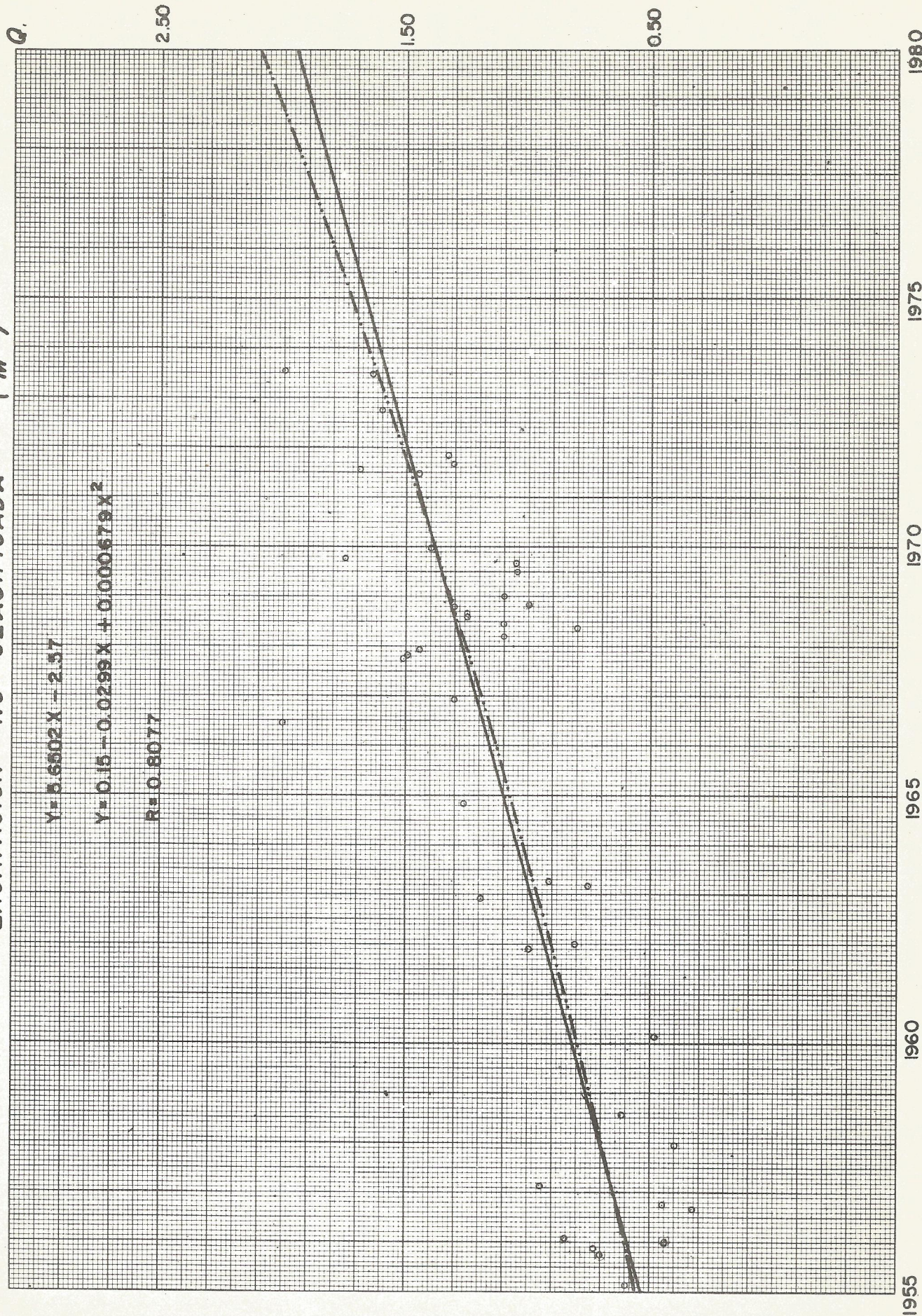
X	Y
55	.56
56	.61
57	.65
58	.70
59	.75
60	.80
61	.85
62	.91
63	.96
64	1.02
65	1.08
66	1.13
67	1.19
68	1.26
69	1.32
70	1.38
71	1.45
72	1.52
73	1.59
74	1.66
75	1.73
76	1.80
77	1.87
78	1.95
79	2.03
80	2.10

PAUSE

LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE ( Ho. )



EXCAVACION NO CLASIFICADA (M<sup>3</sup>)



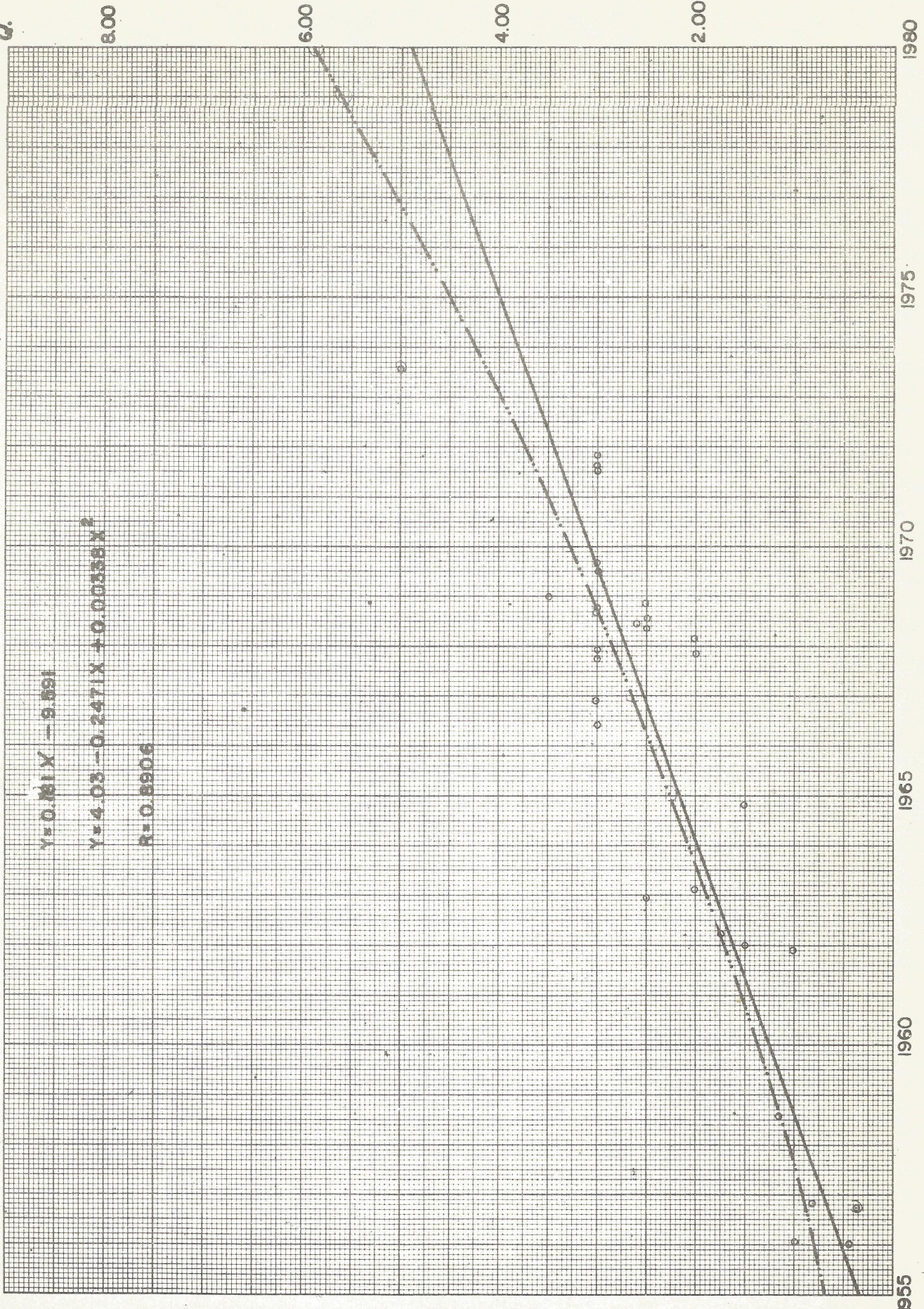
# EXCAVACION DE CANALES ( M<sup>3</sup> )

a.

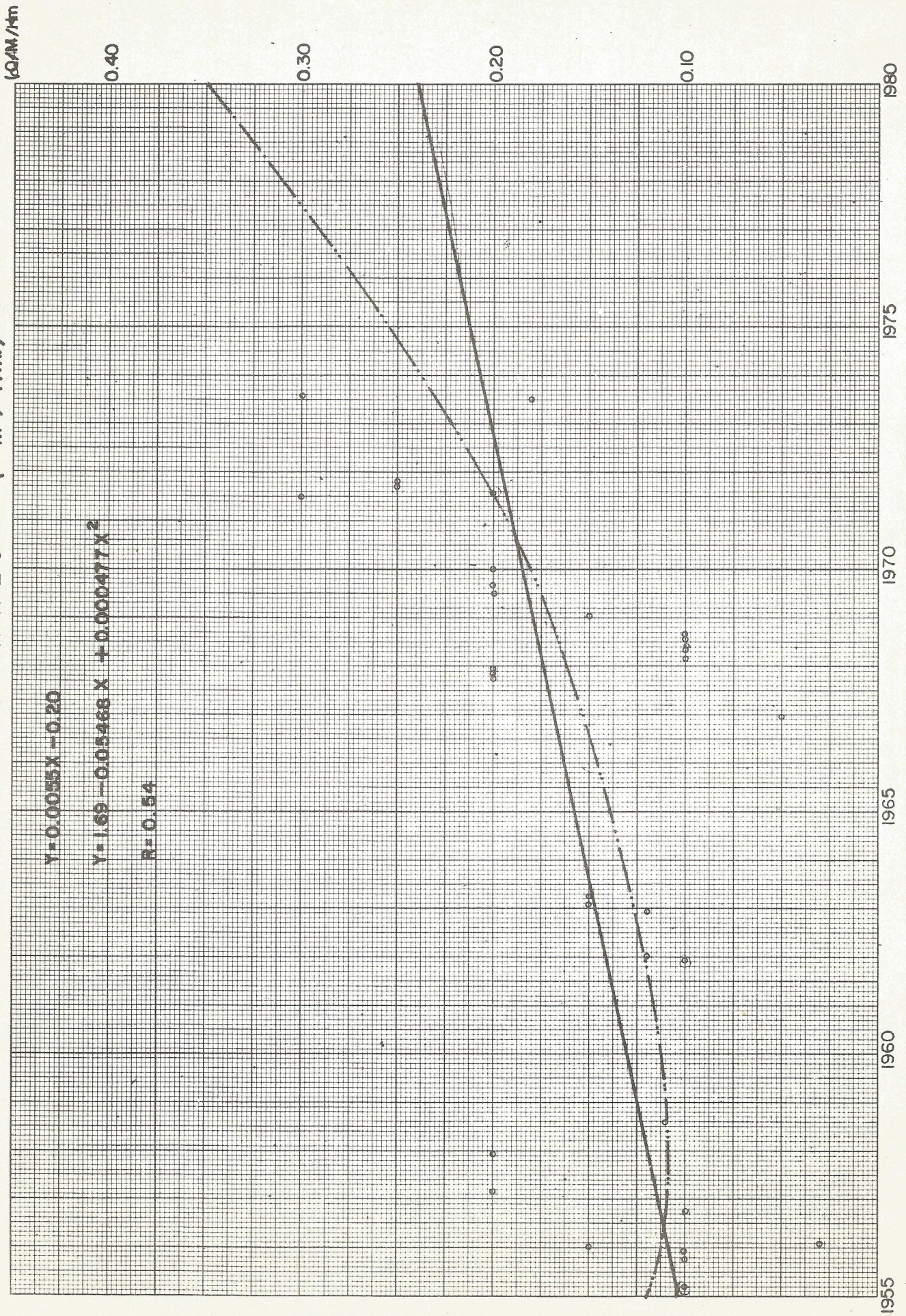
$$Y = 0.161X - 9.591$$

$$Y = 4.03 - 0.247X + 0.00558X^2$$

$$R = 0.8906$$



SOBRE - ACARREO ( M<sup>3</sup>/Hm.)



# EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA TUBERIAS Y CABEZALES (M<sup>3</sup>)

Q.

$$Y = 0.07055X + 0.15$$

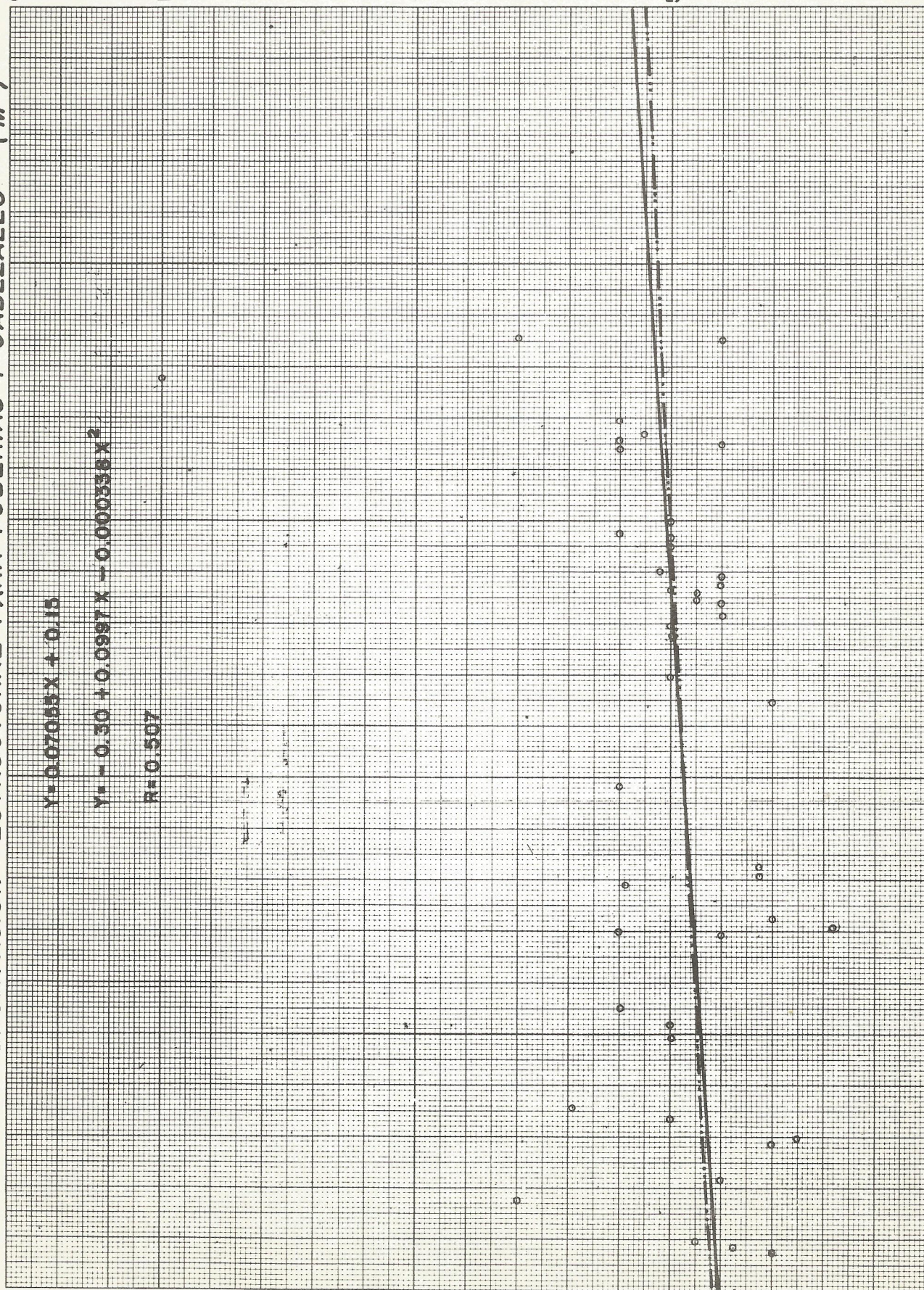
$$Y = -0.30 + 0.0997X - 0.000358X^2$$

$$R = 0.507$$

15.00

10.00

5.00



1955

1960

1965

1970

1975

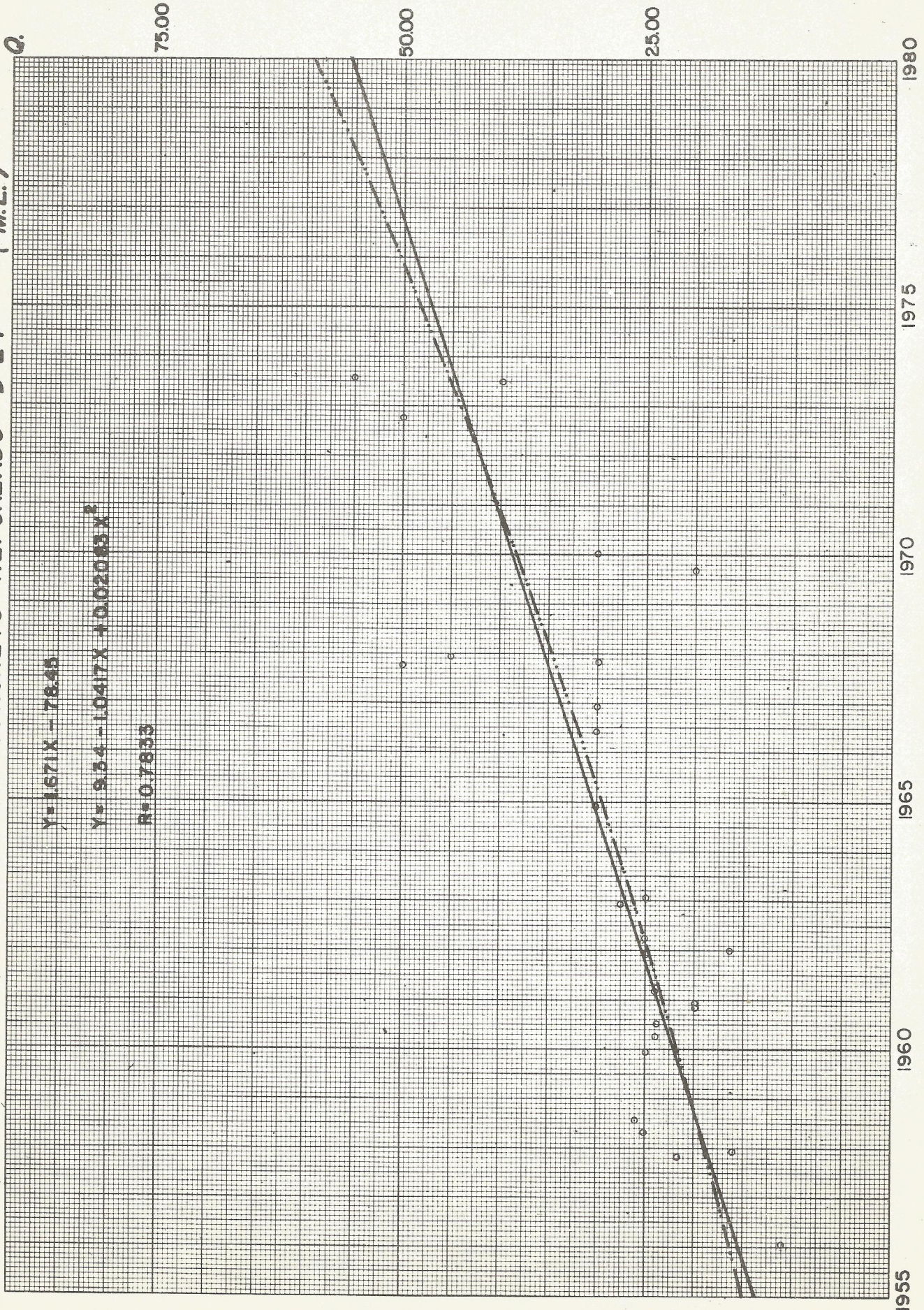
1980

TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO Ø 24" ( M.L. )

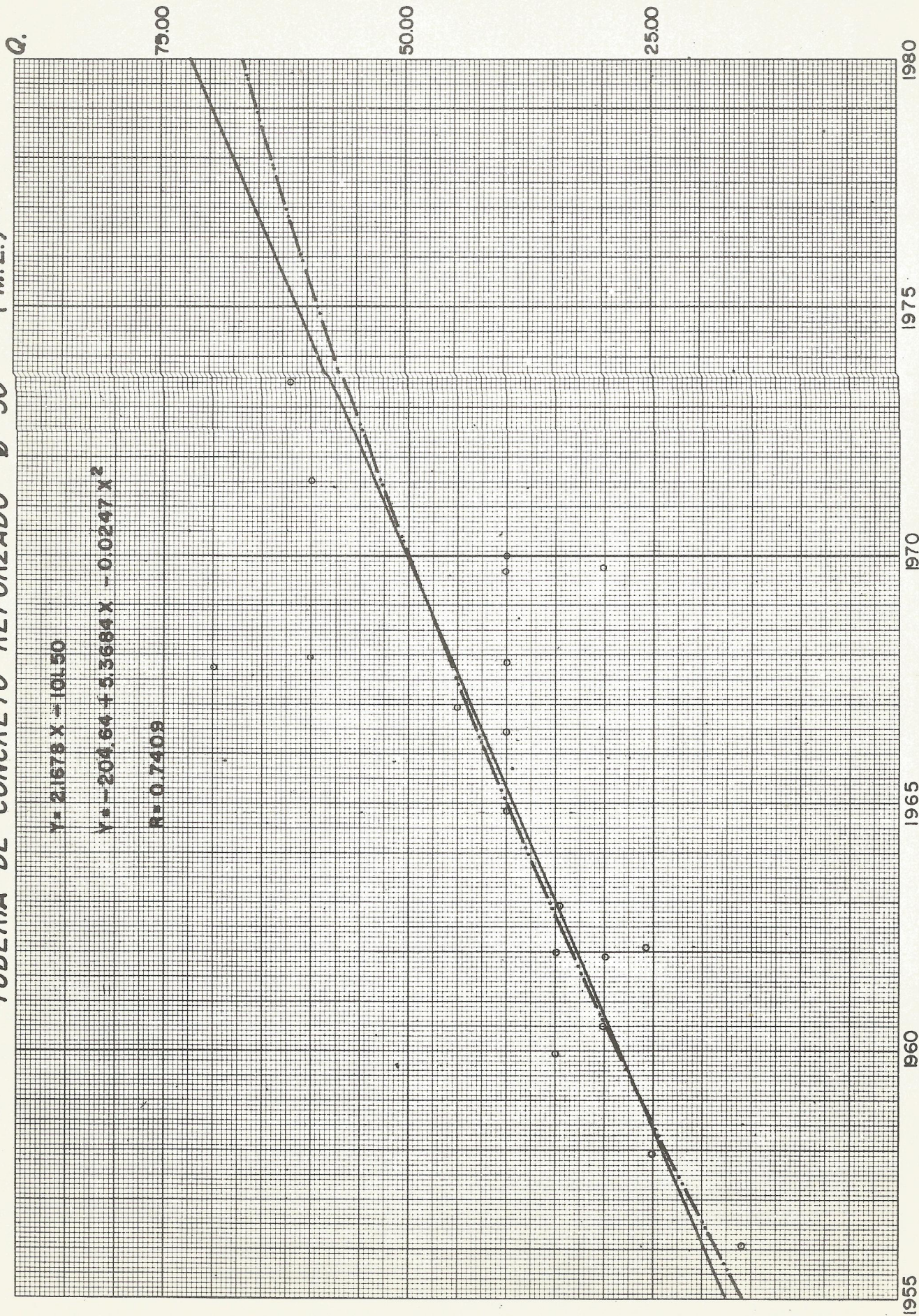
$Y = 1.671X - 78.45$

$Y = 9.334 - 1.0417X + 0.02063X^2$

$R = 0.7833$



TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO Ø 30" (M.L.)



TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO Ø 36" ( M.L. )

(Q/ML)

$$Y = 2.857 X - 123.32$$

$$Y = -319.27 + 8.6957 X - 0.0462 X^2$$

$$R = 0.7577$$

100.00

80.00

60.00

40.00

1955

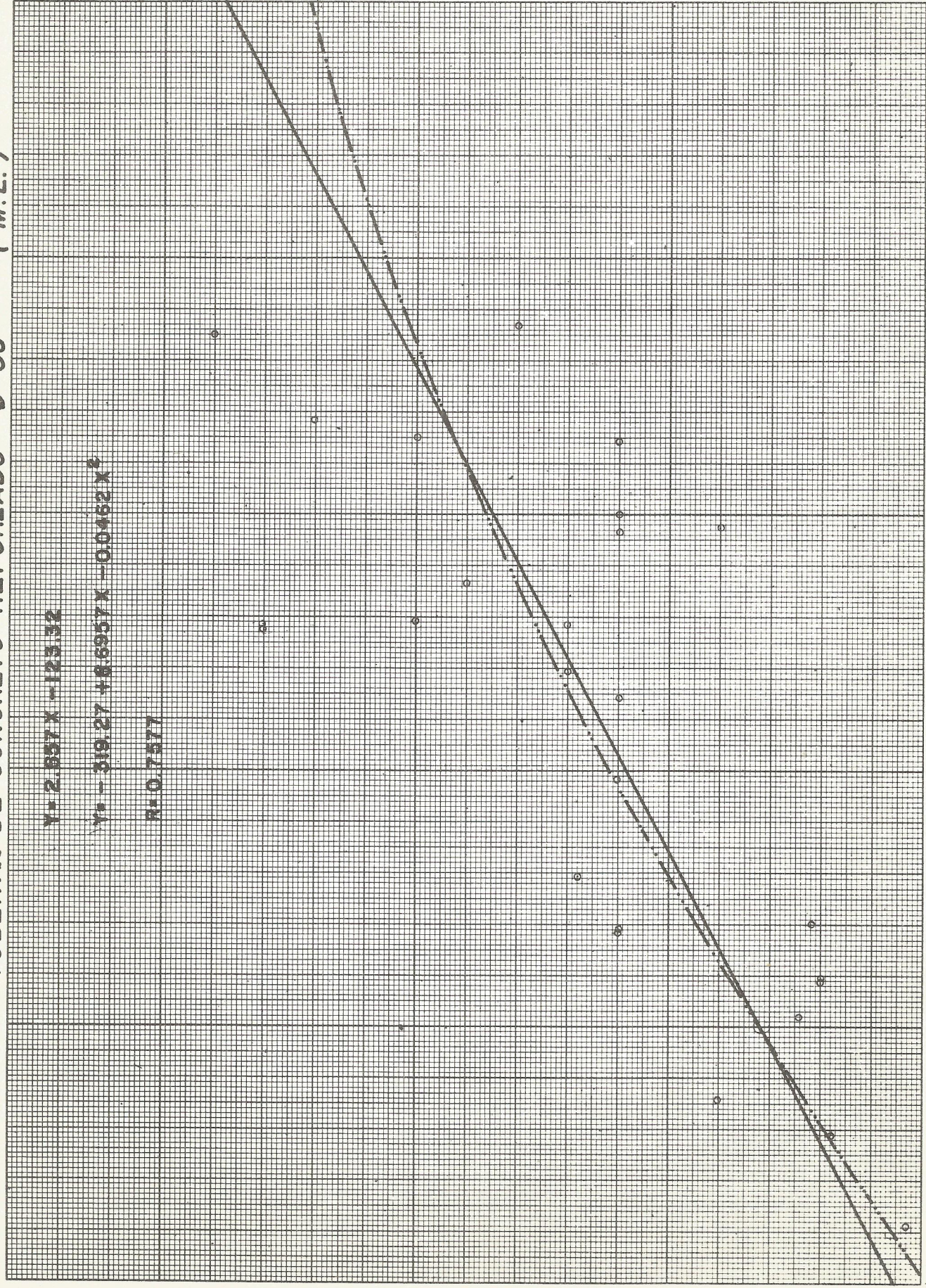
1960

1965

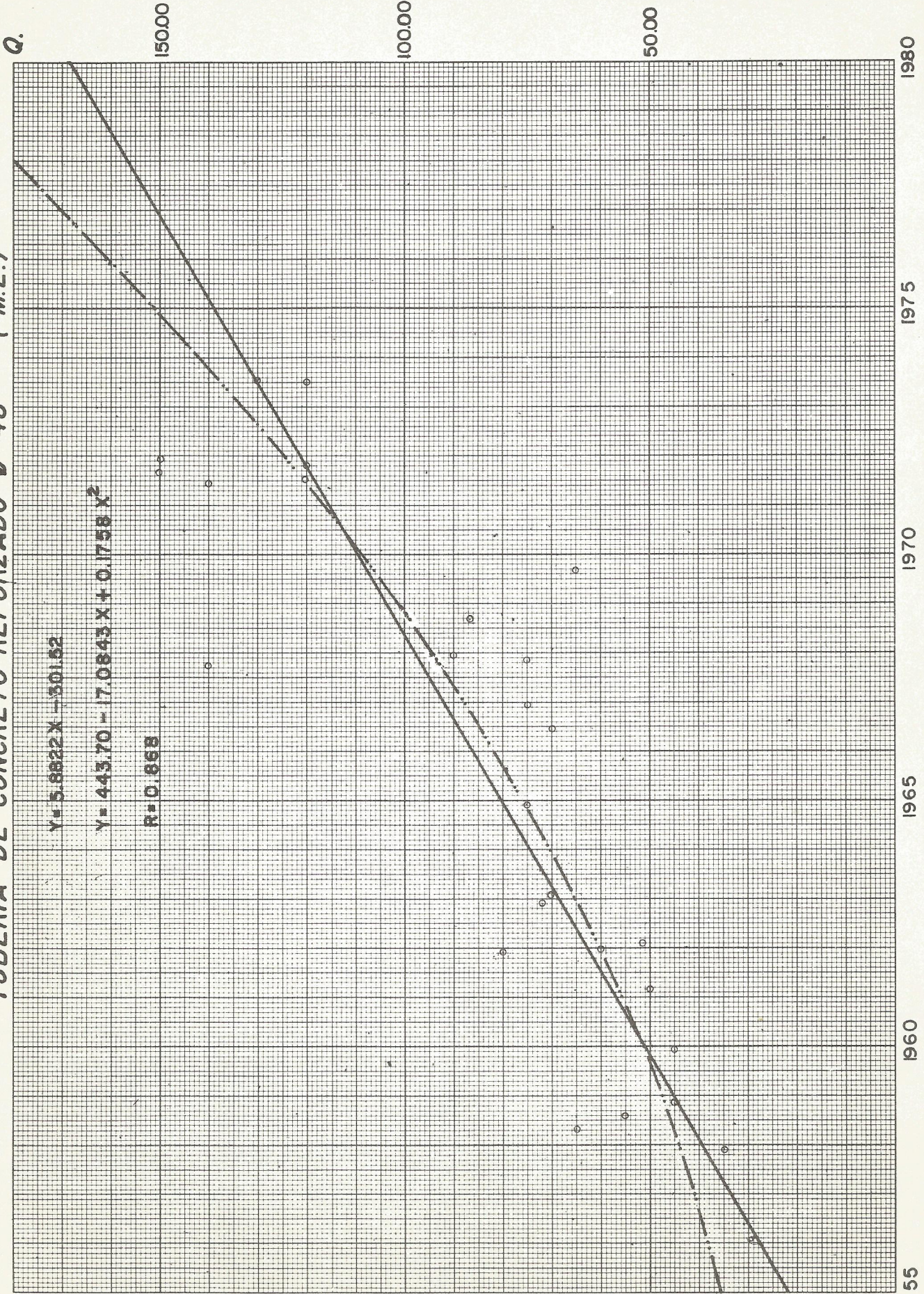
1970

1975

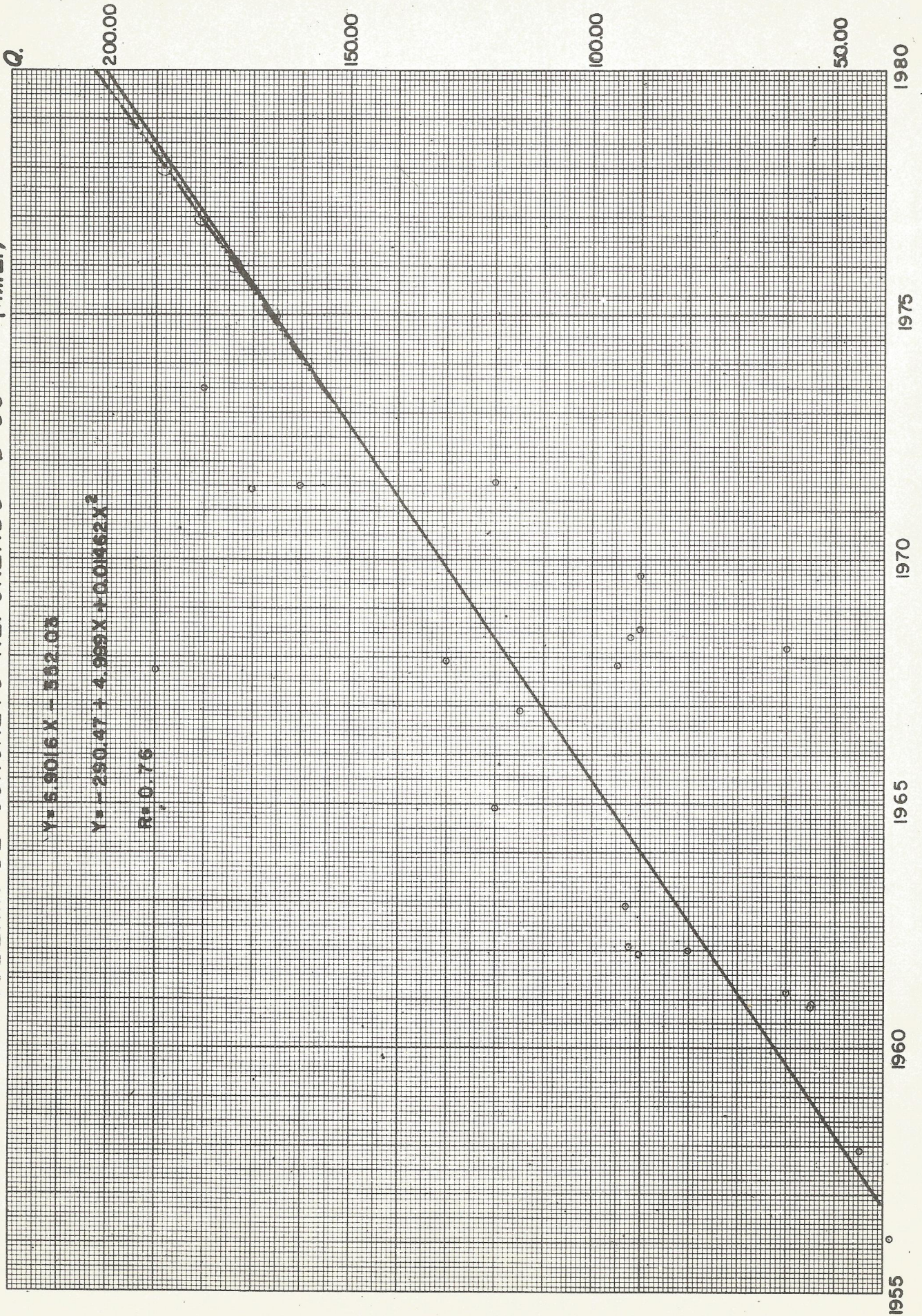
1980



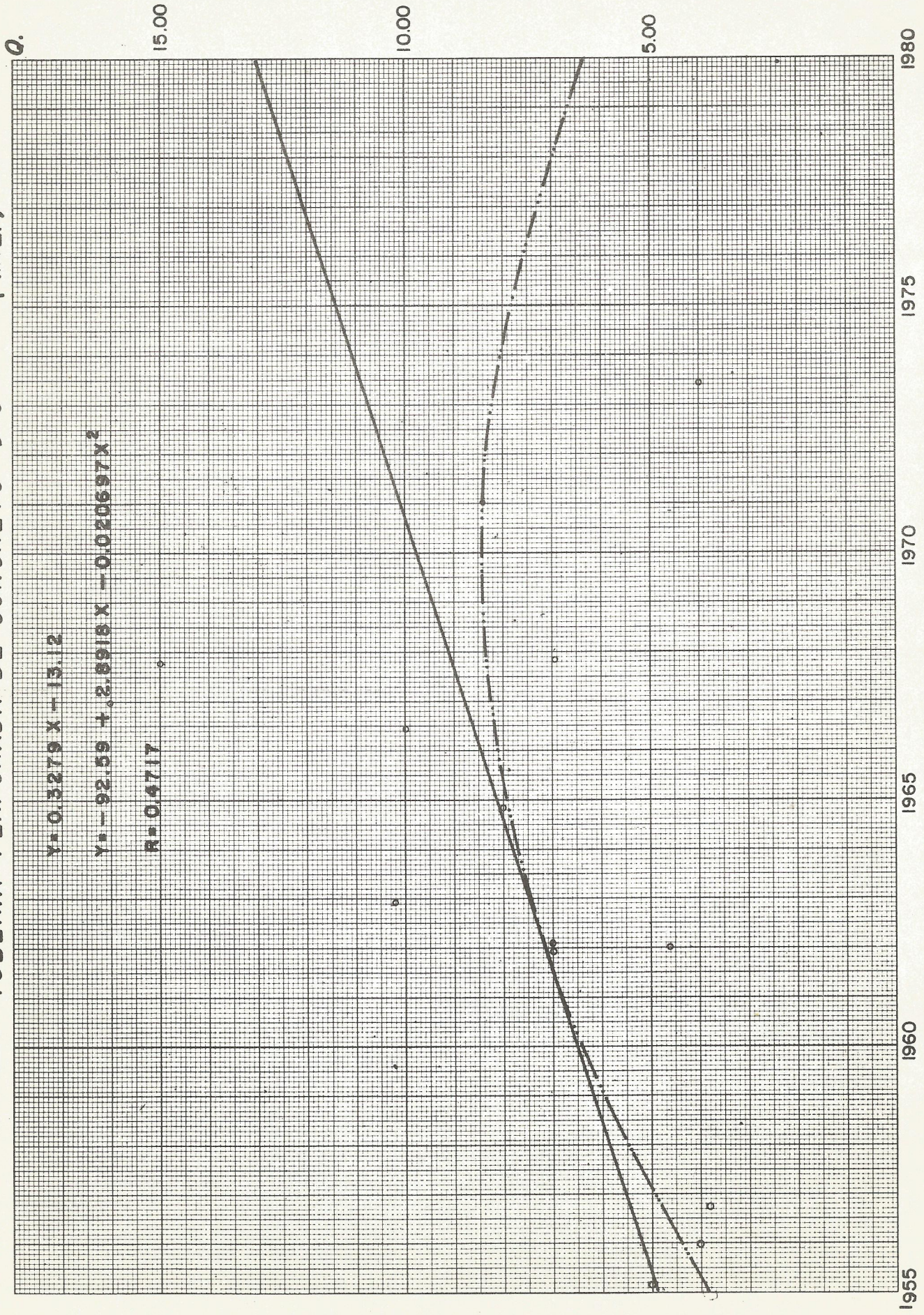
TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO Ø 48" ( M.L. )



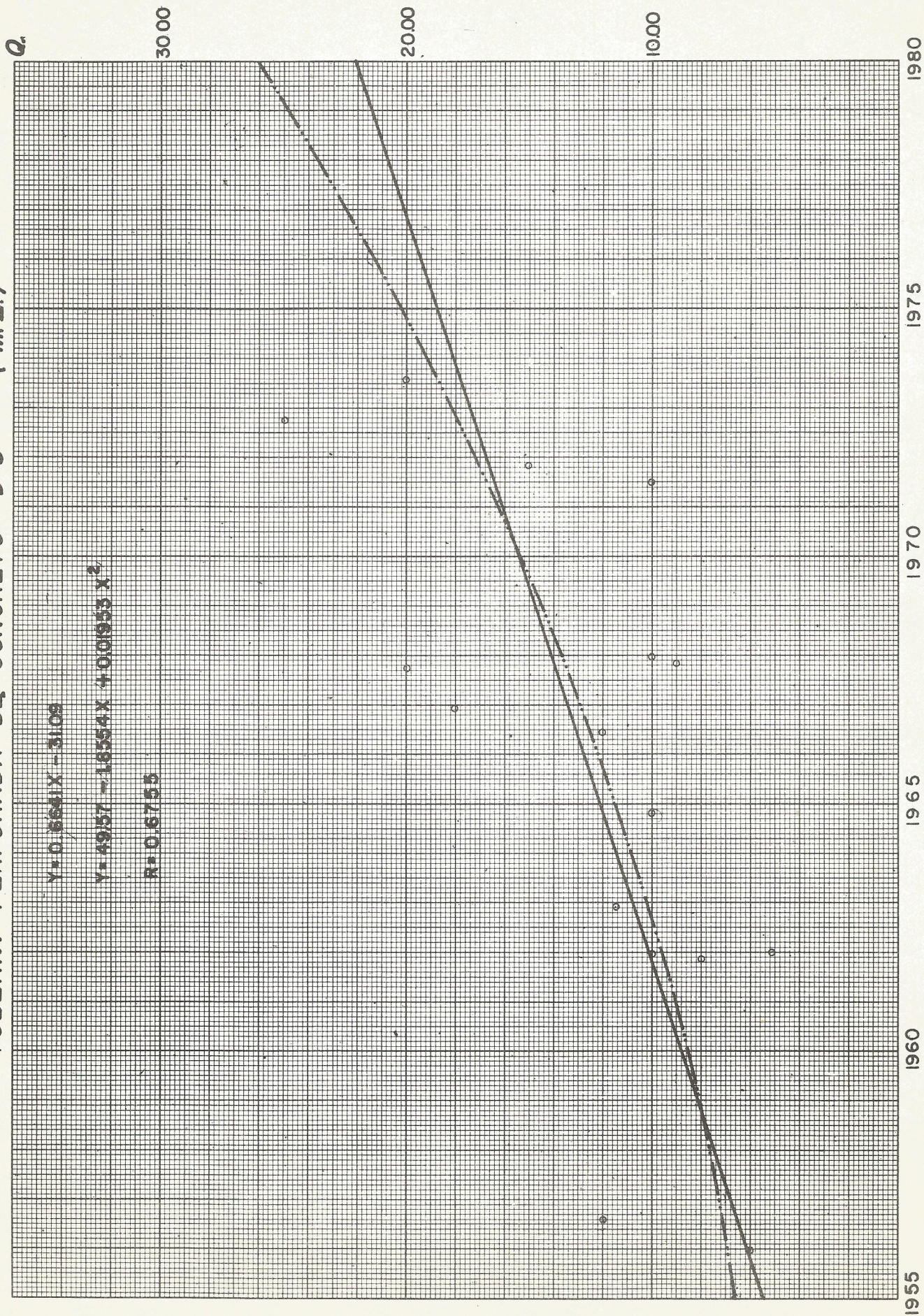
TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO Ø 60" (M.L.)



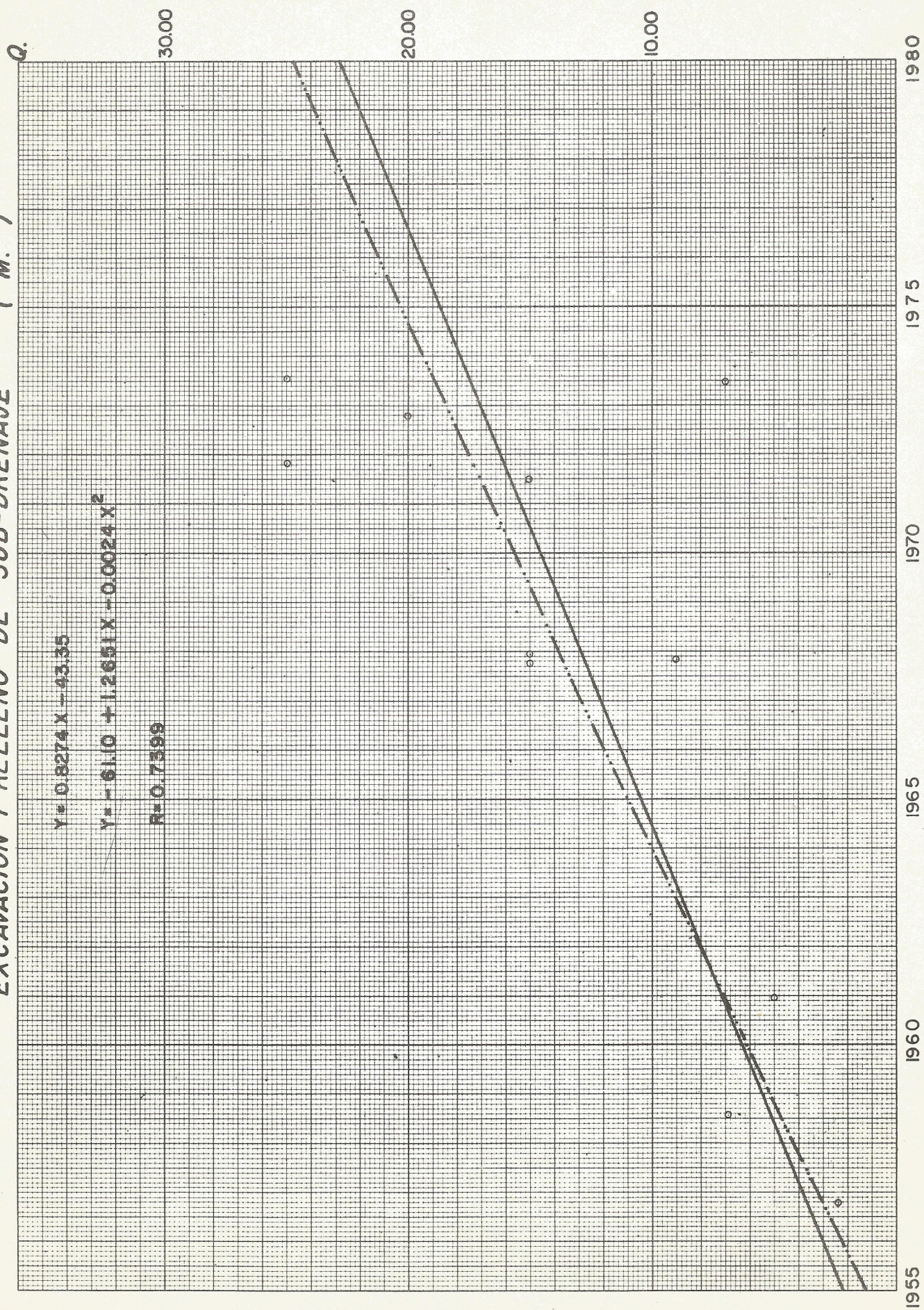
TUBERIA PERFORADA DE CONCRETO Ø 6" (M.L.)



TUBERIA PERFORADA DE CONCRETO Ø 8" (M.L.)



# EXCAVACION Y RELLENO DE SUB-DRENAJE ( M.<sup>3</sup> )

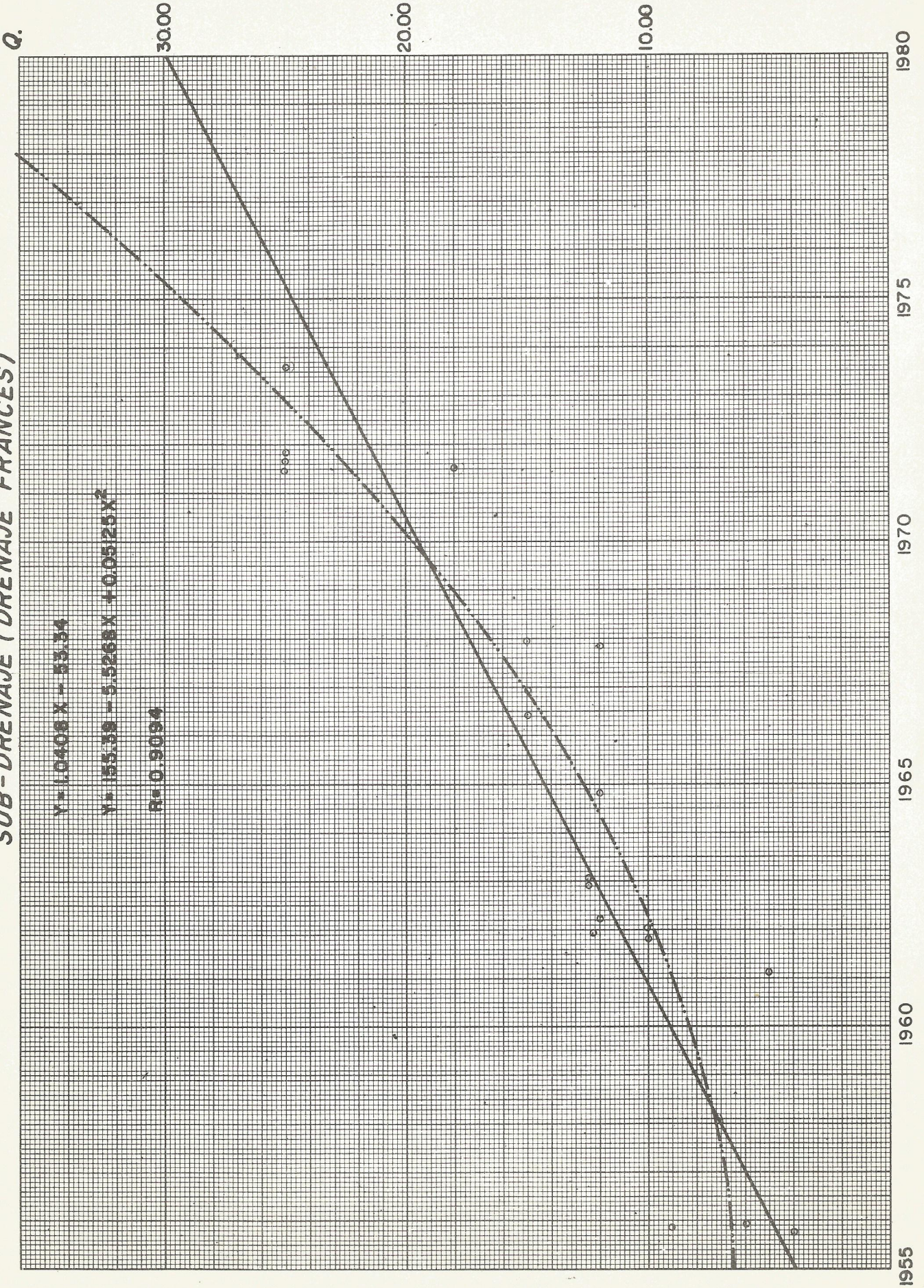


$$Y = 0.8274 X - 43.35$$

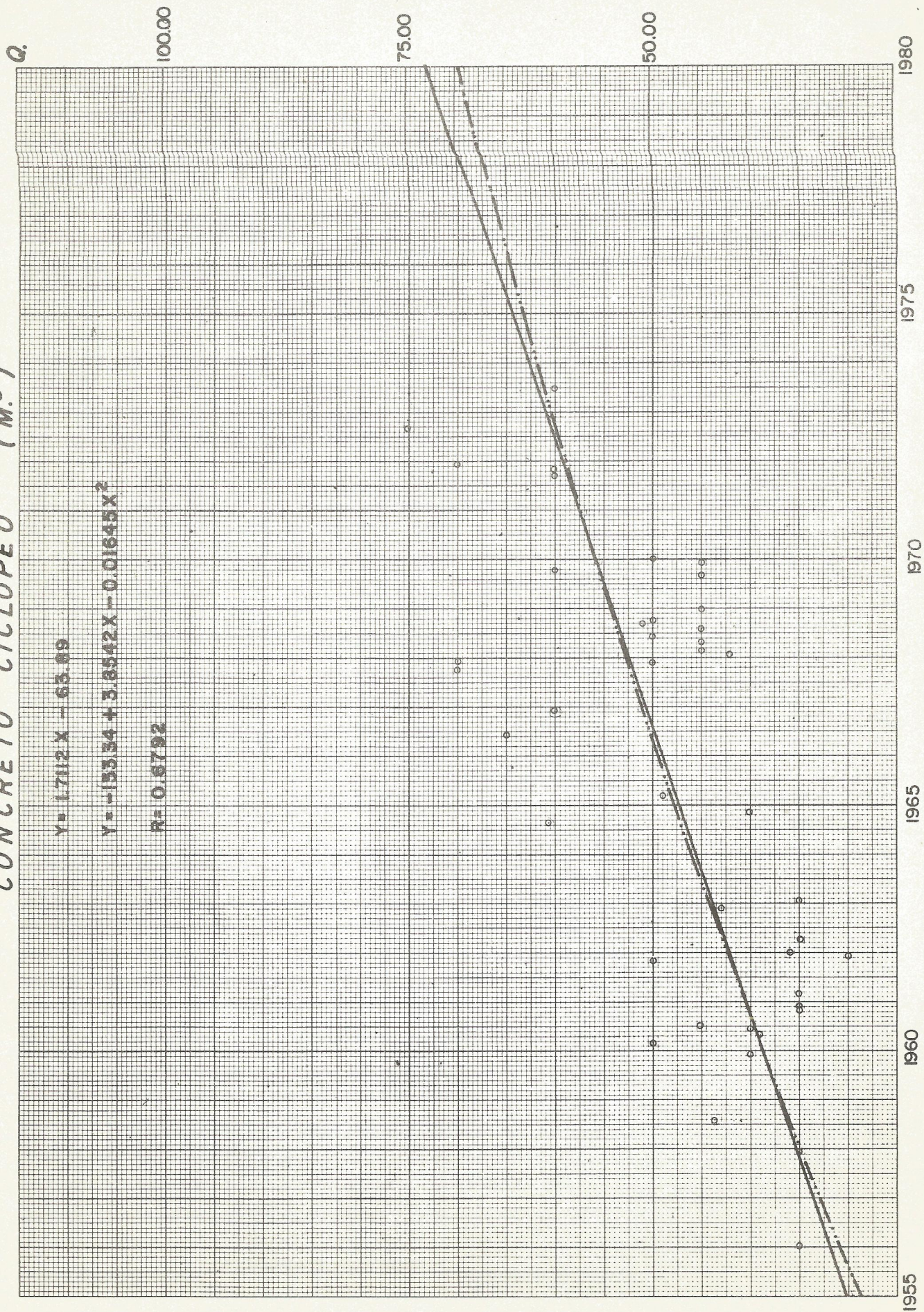
$$Y = -61.10 + 1.2651 X - 0.0024 X^2$$

$$R = 0.7399$$

SUB - DRENAJE ( DRENAJE FRANCES )



# CONCRETO CICLOPEO ( M.<sup>3</sup> )



# EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA PUNTES ( M.<sup>3</sup> )

Q.

$$Y = 0.644 X - 29.72$$

$$Y = -67.24 + 1.827 X - 0.009247 X^2$$

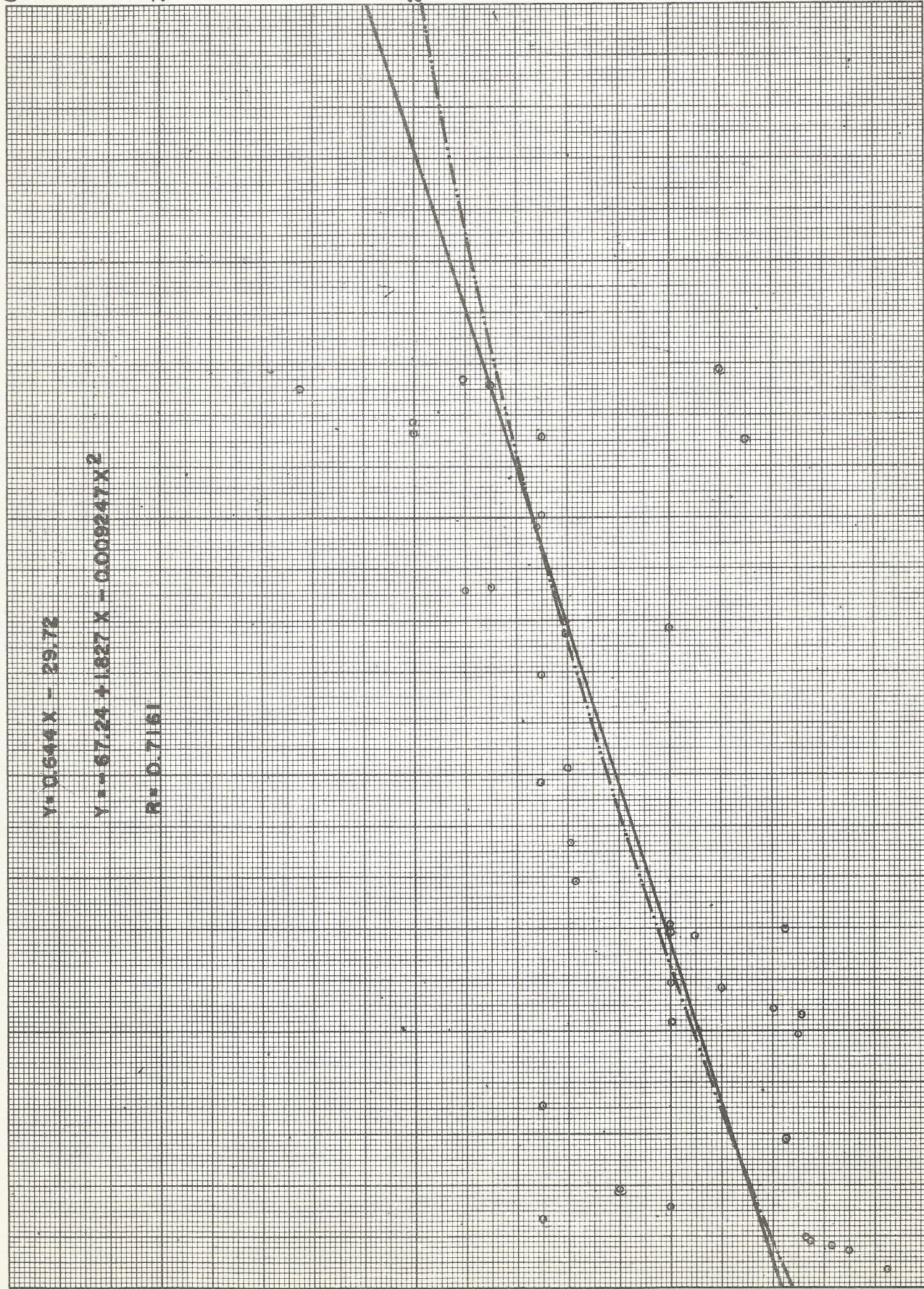
$$R = 0.7161$$

30.00

20.00

10.00

1955 1960 1965 1970 1975 1980



# ACERO DE REFUERZO ( Kg )

Q.

$$Y = 0.0055X + 0.0344$$

$$Y = 2.3655 - 0.0676X + 0.0005732 X^2$$

$$R = 0.4666$$

0.75

0.50

0.25

1980

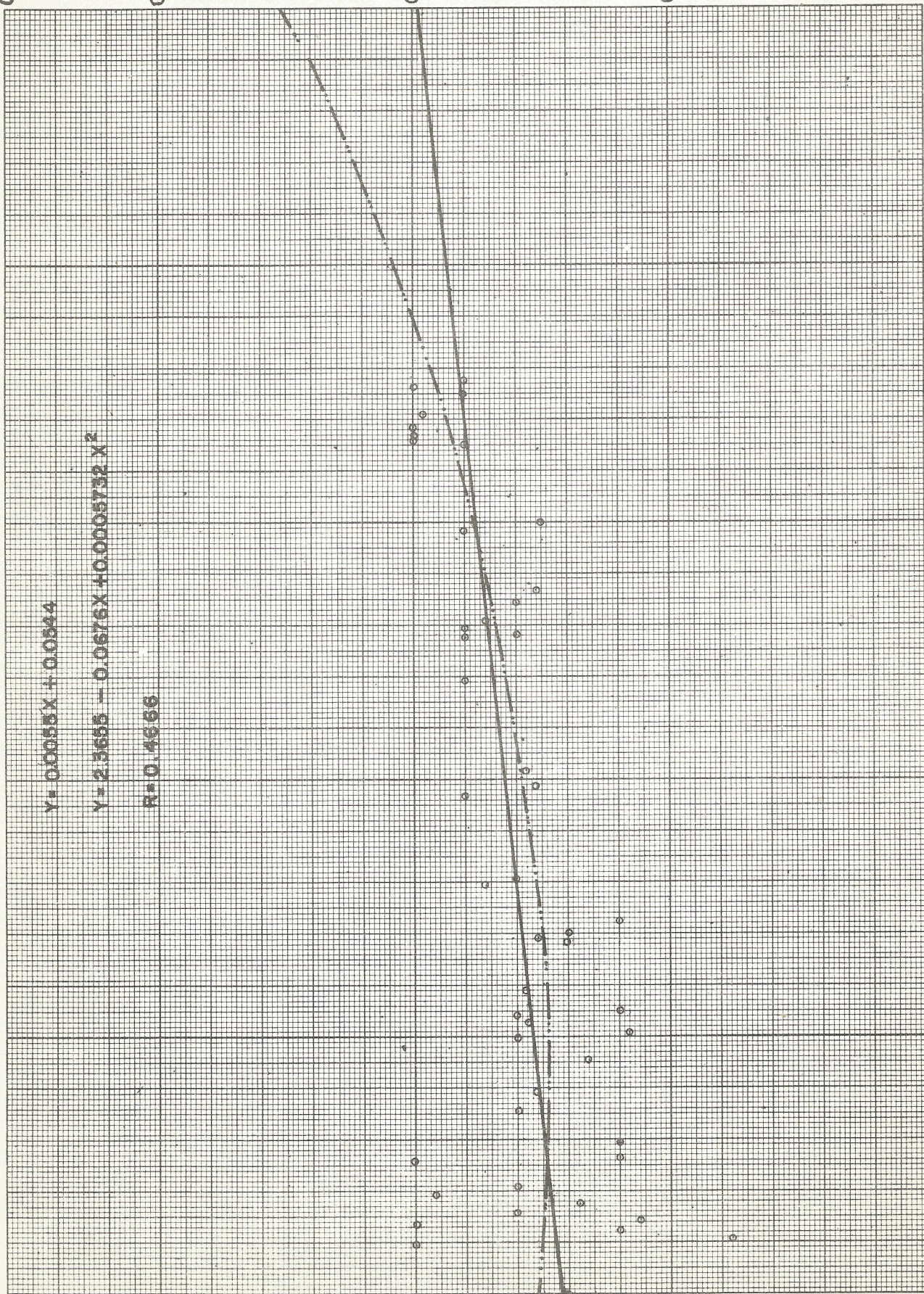
1975

1970

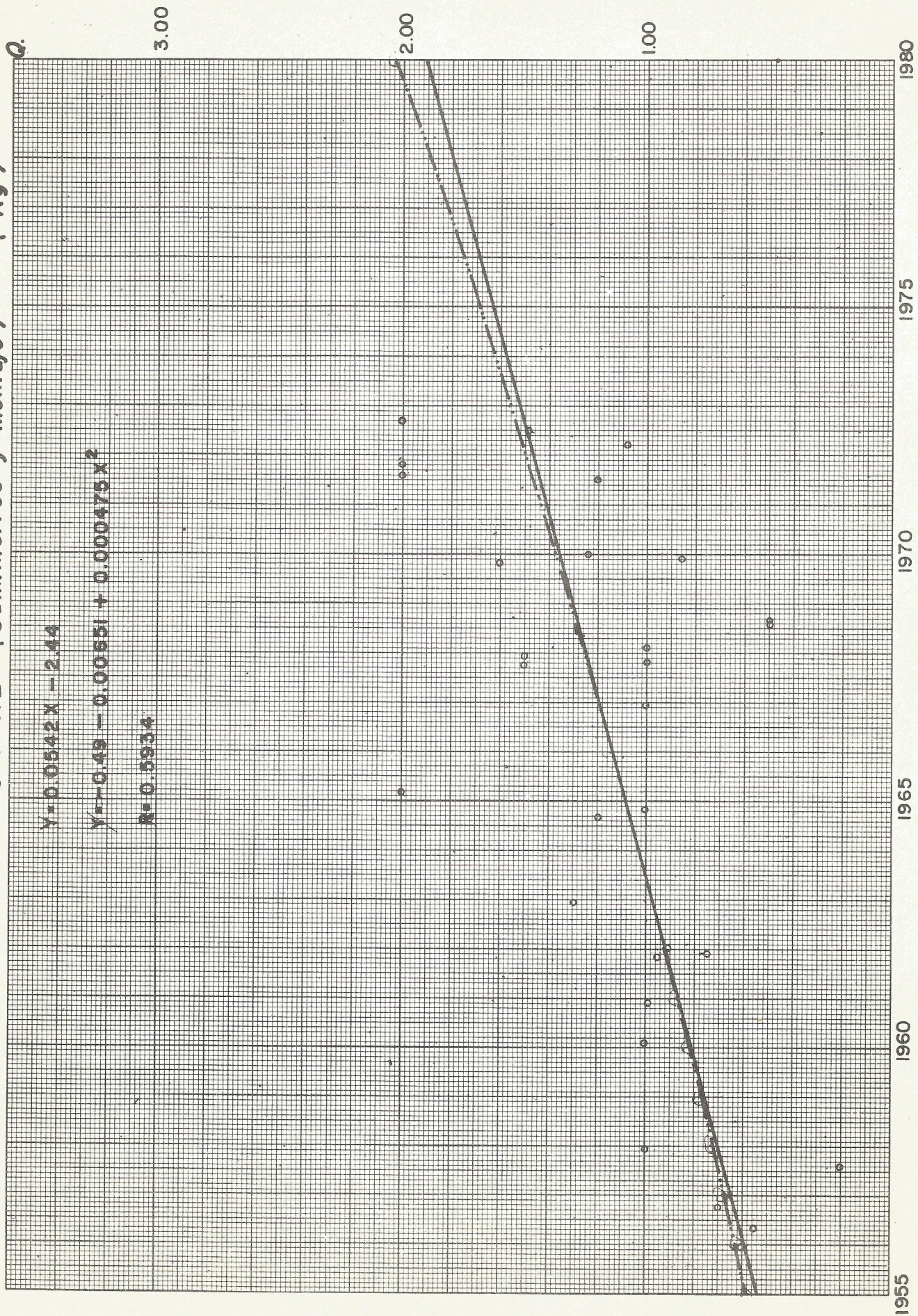
1965

1960

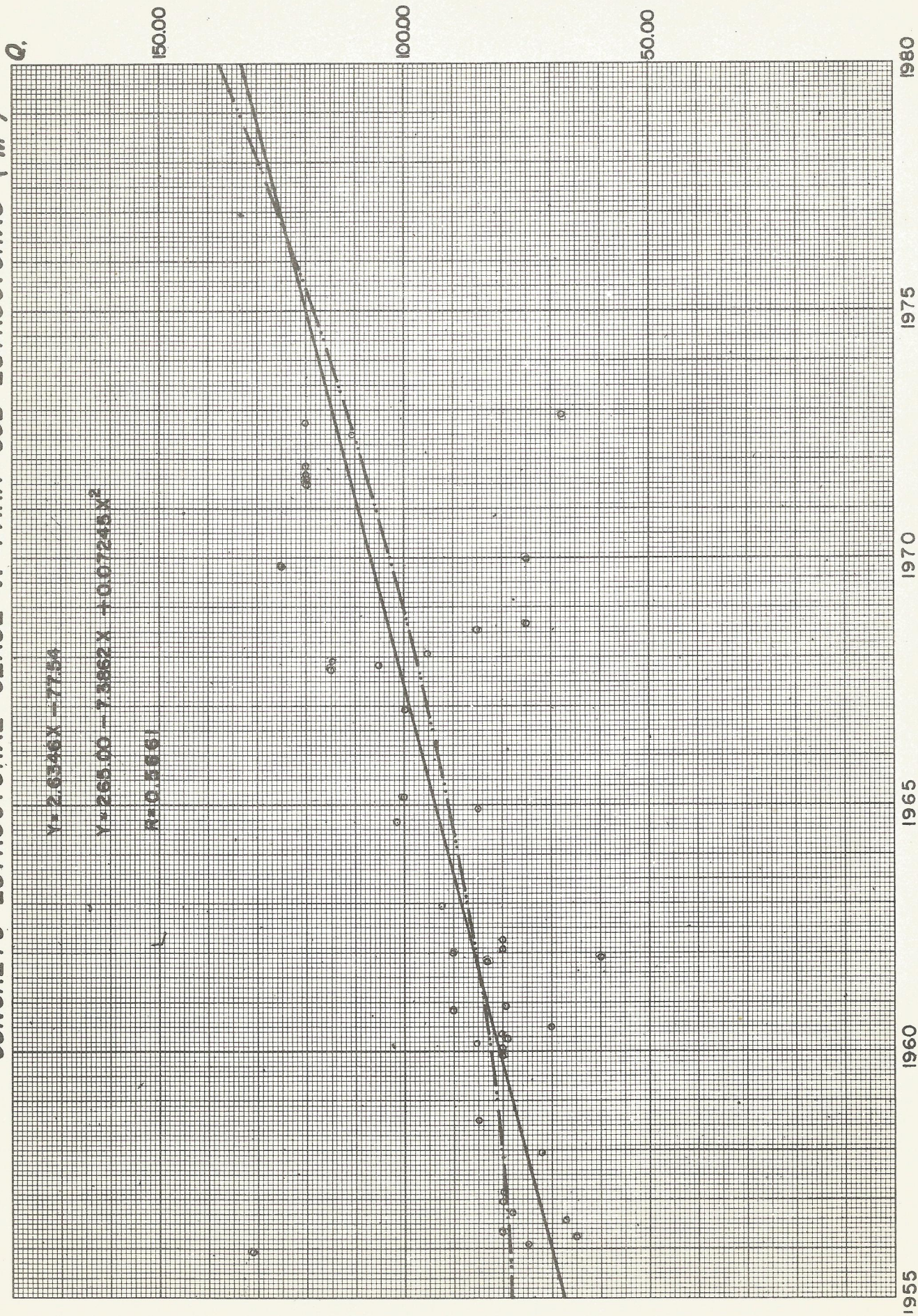
1955



# ACERO ESTRUCTURAL (Suministros y Montaje) (Kg)



# CONCRETO ESTRUCTURAL CLASE "A" PARA SUB-ESTRUCTURAS ( M<sup>3</sup> )

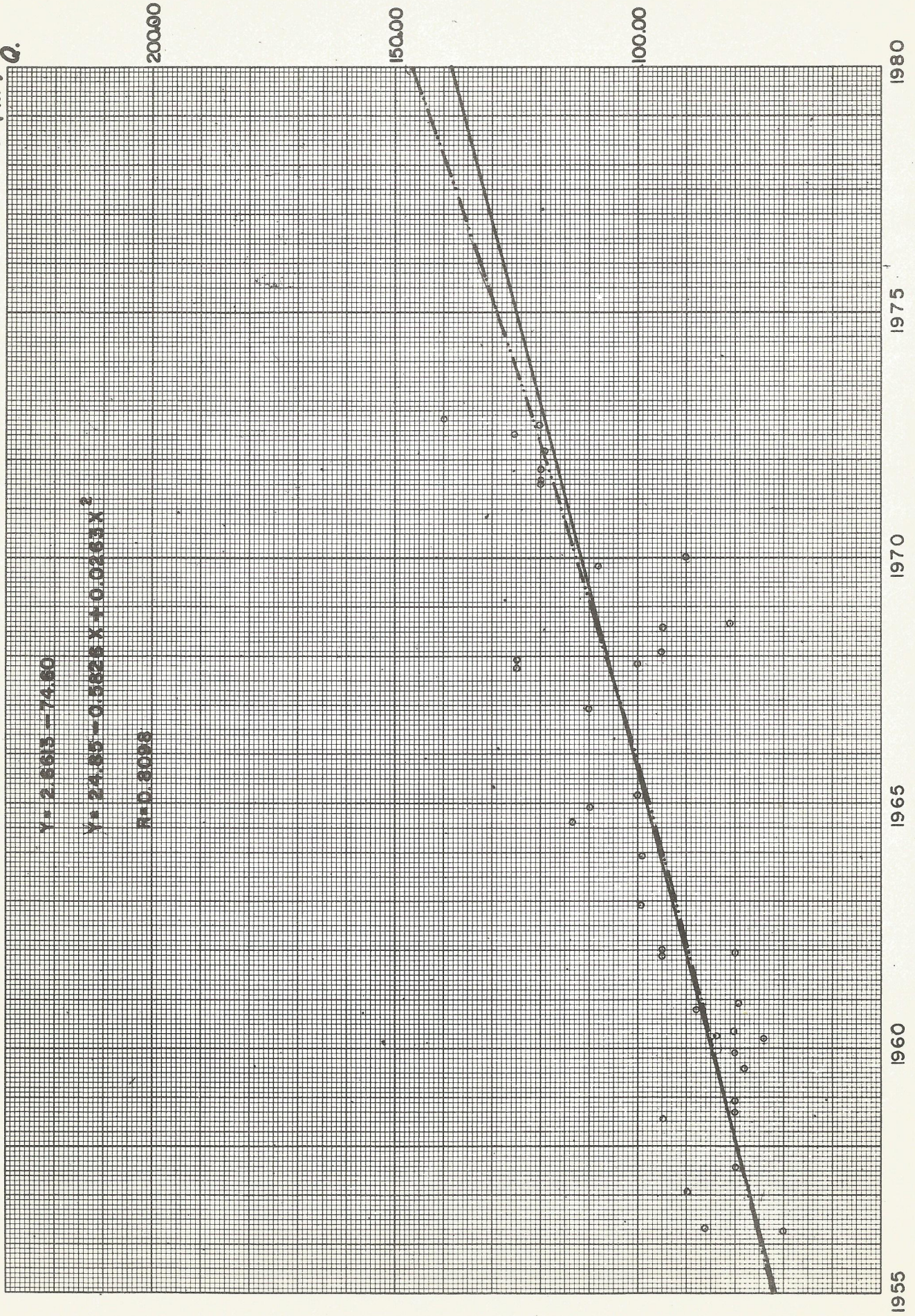


CONCRETO ESTRUCTURAL CLASE "A" PARA SUPER ESTRUCTURAS (M<sup>3</sup>) Q.

$Y = 2.6613 - 74.60$

$Y = 24.85 - 0.3825 X + 0.0263 X^2$

$R = 0.8096$



1955

1960

1965

1970

1975

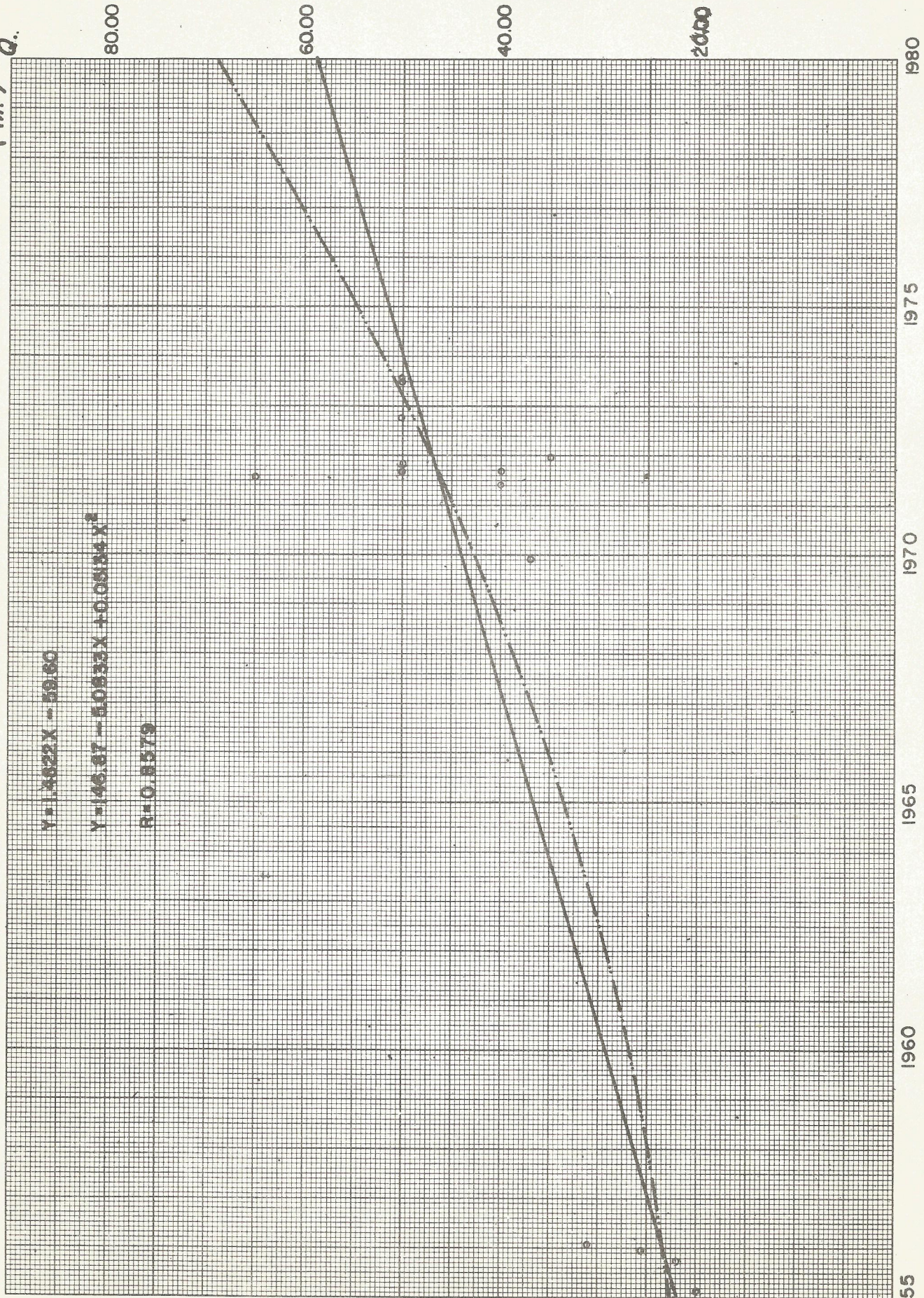
1980

MAMPOSTERIA DE PIEDRA SIN LABRAR PARA CABEZALES Y TRAGANTES (M<sup>3</sup>) Q.

$$Y = 1.3622X - 59.60$$

$$Y = 146.87 - 5.0633X + 0.05134 X^2$$

$$R = 0.8579$$



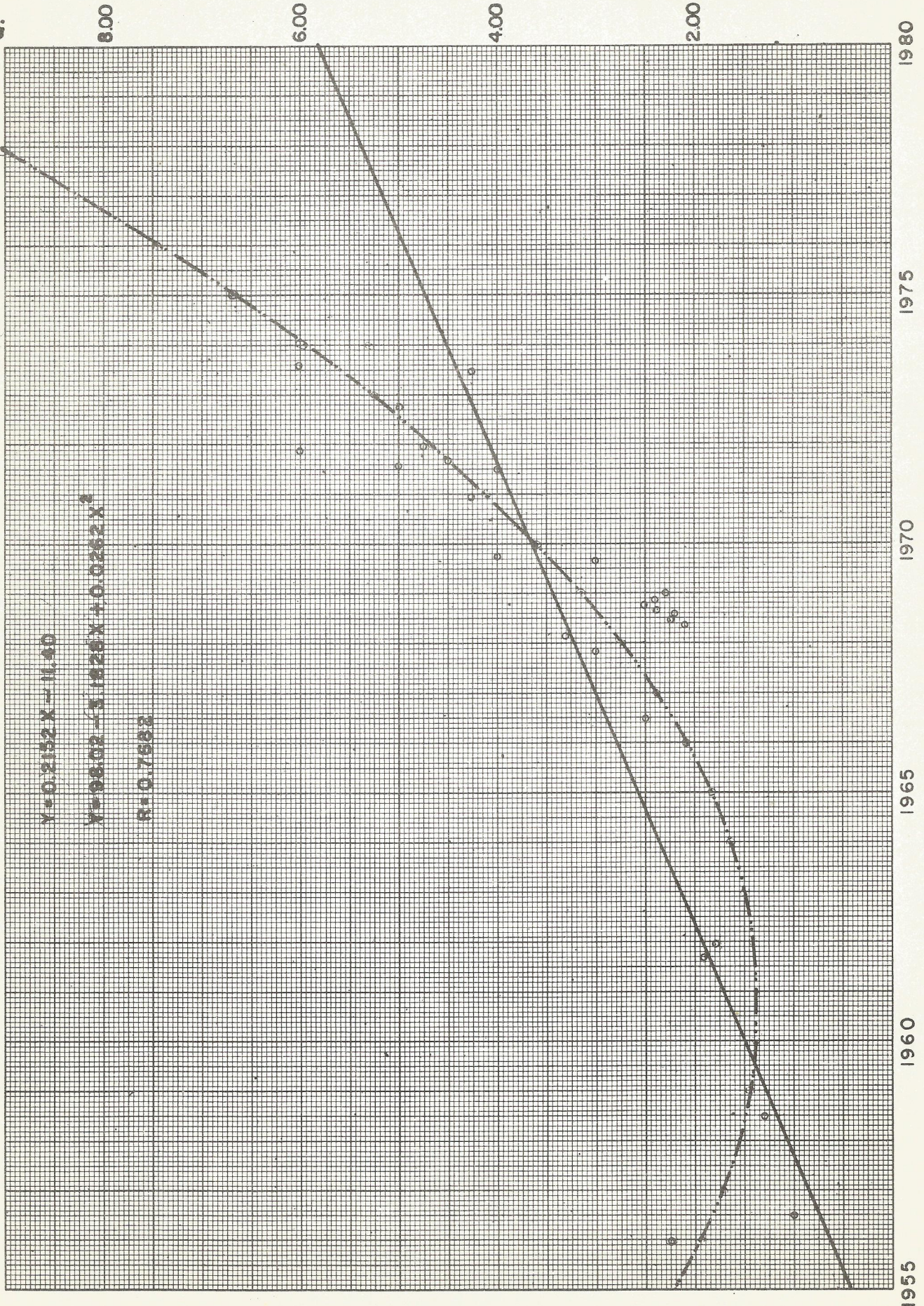
MATERIAL PARA CAPA DE SUB-BASE

Q.

$$Y = 0.2152 X - 11.40$$

$$Y = 98.02 - 5.1826 X + 0.0262 X^2$$

$$R = 0.7682$$



1955 1960 1965 1970 1975 1980

CAPA DE BASE Y HOMBROS DE GRAVA O PIEDRAS TRITURADAS (M.<sup>3</sup>)

Q.

$Y = 0.0575 X + 1.78$

$R = 0.1444$

15.00

10.00

5.00

1955

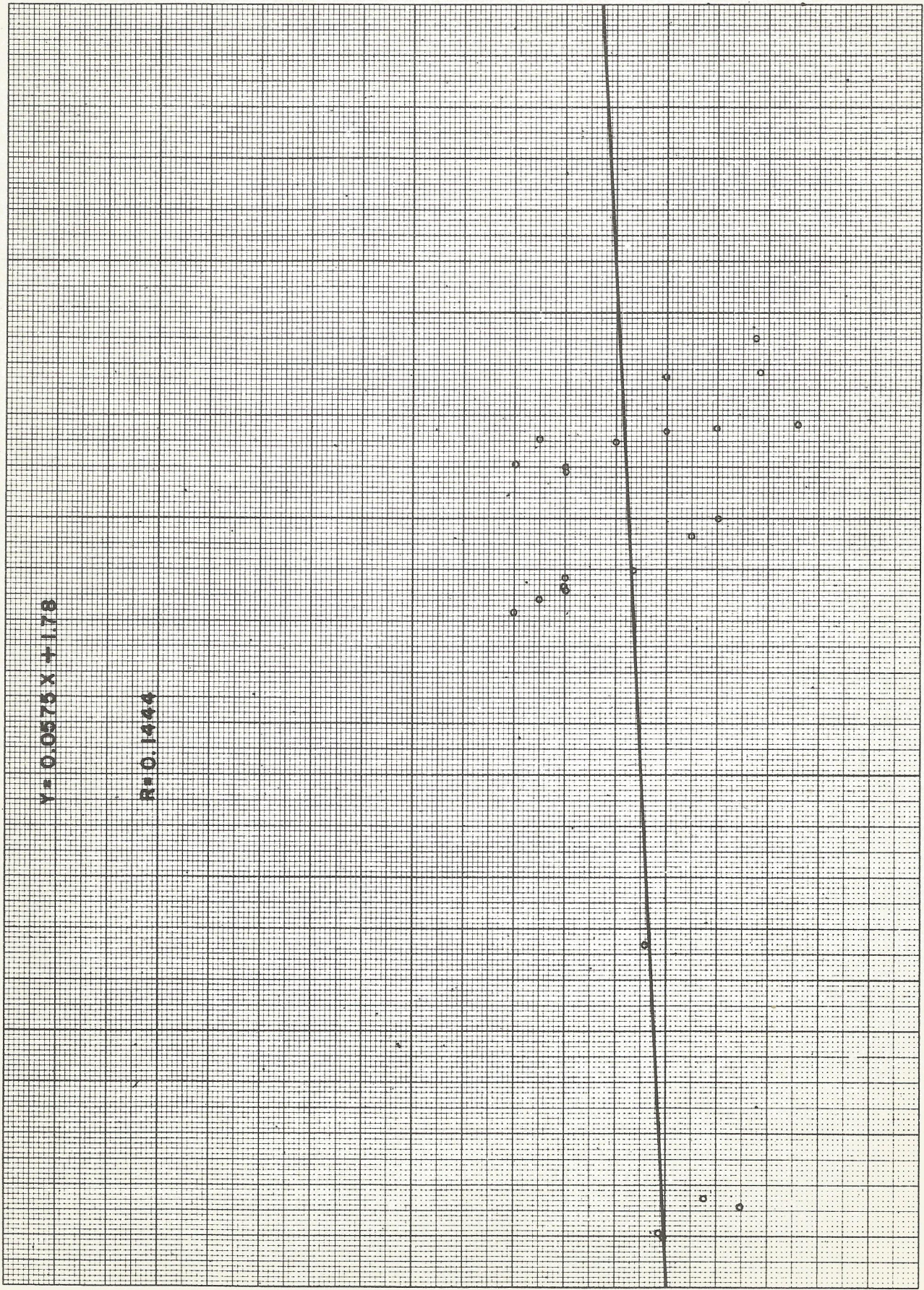
1960

1965

1970

1975

1980



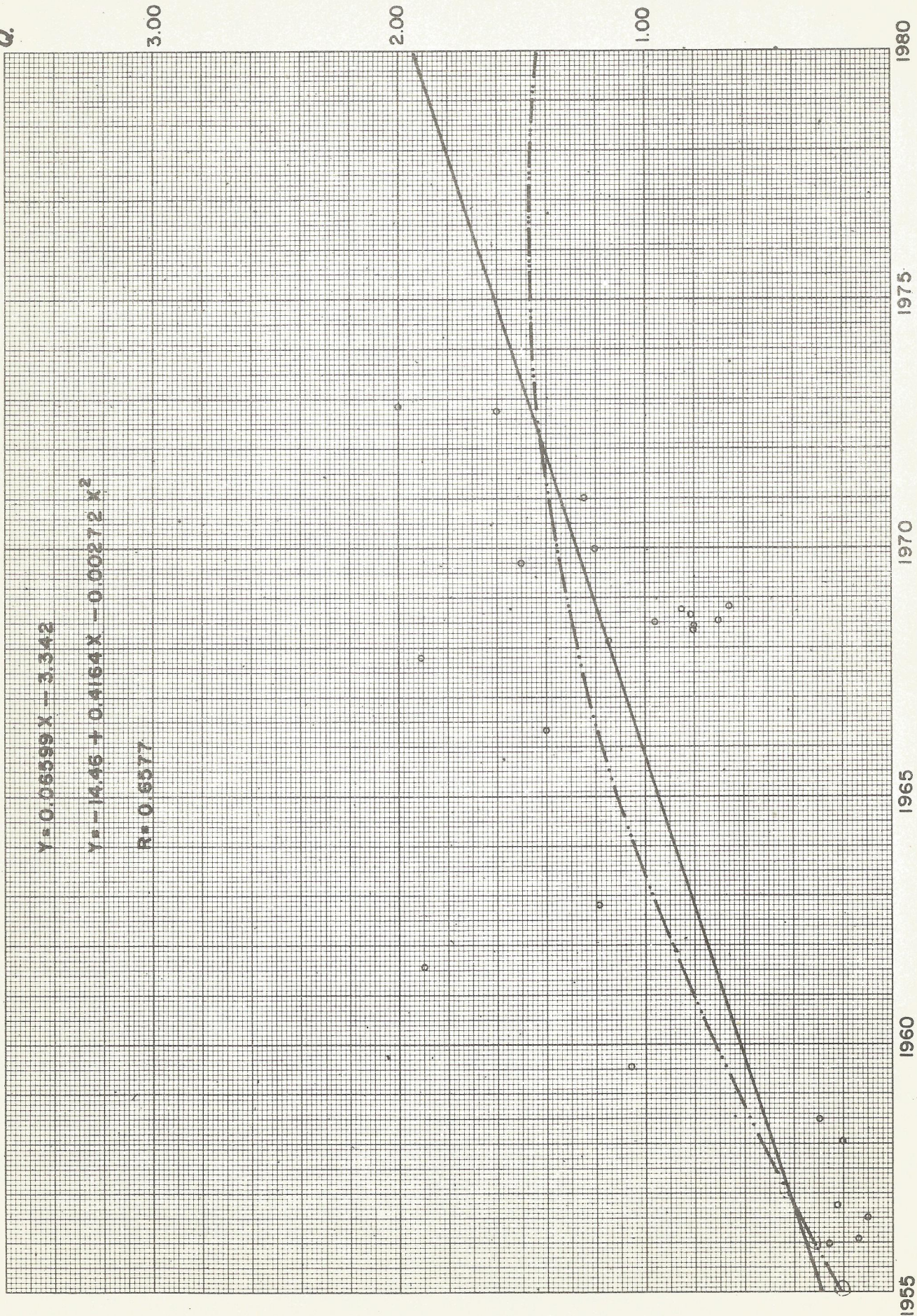
# CAPA DE BASE Y HOMBROS DE GRAVA O PIEDRAS TRITURADAS (M.<sup>2</sup>)

Q.

$$Y = 0.065599X - 3.342$$

$$Y = -14.46 + 0.4164X - 0.00272X^2$$

$$R = 0.6577$$

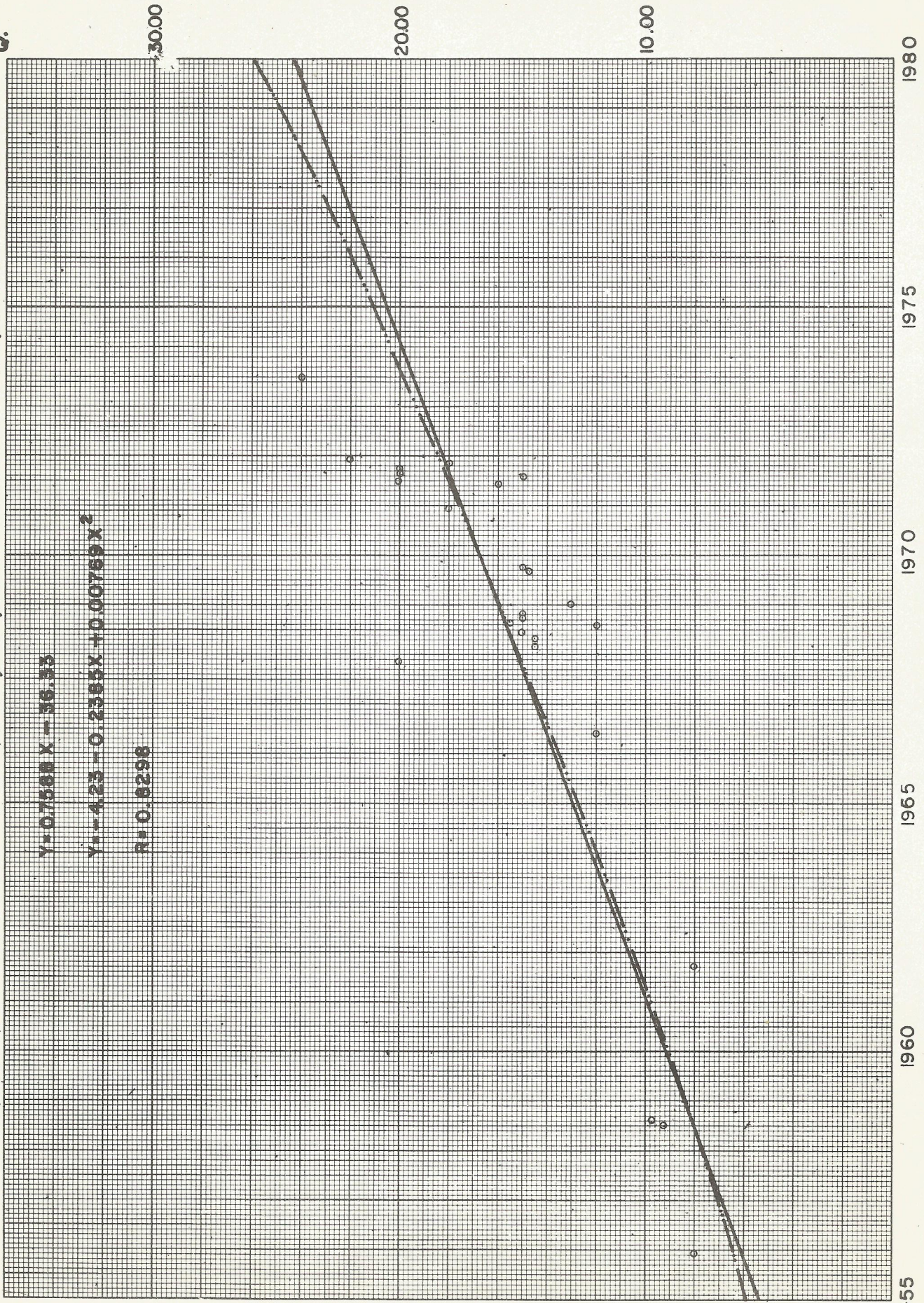


AGREGADO MINERAL (Grado 1 y 4 para tratamiento Superficial) (M<sup>3</sup>) Q.

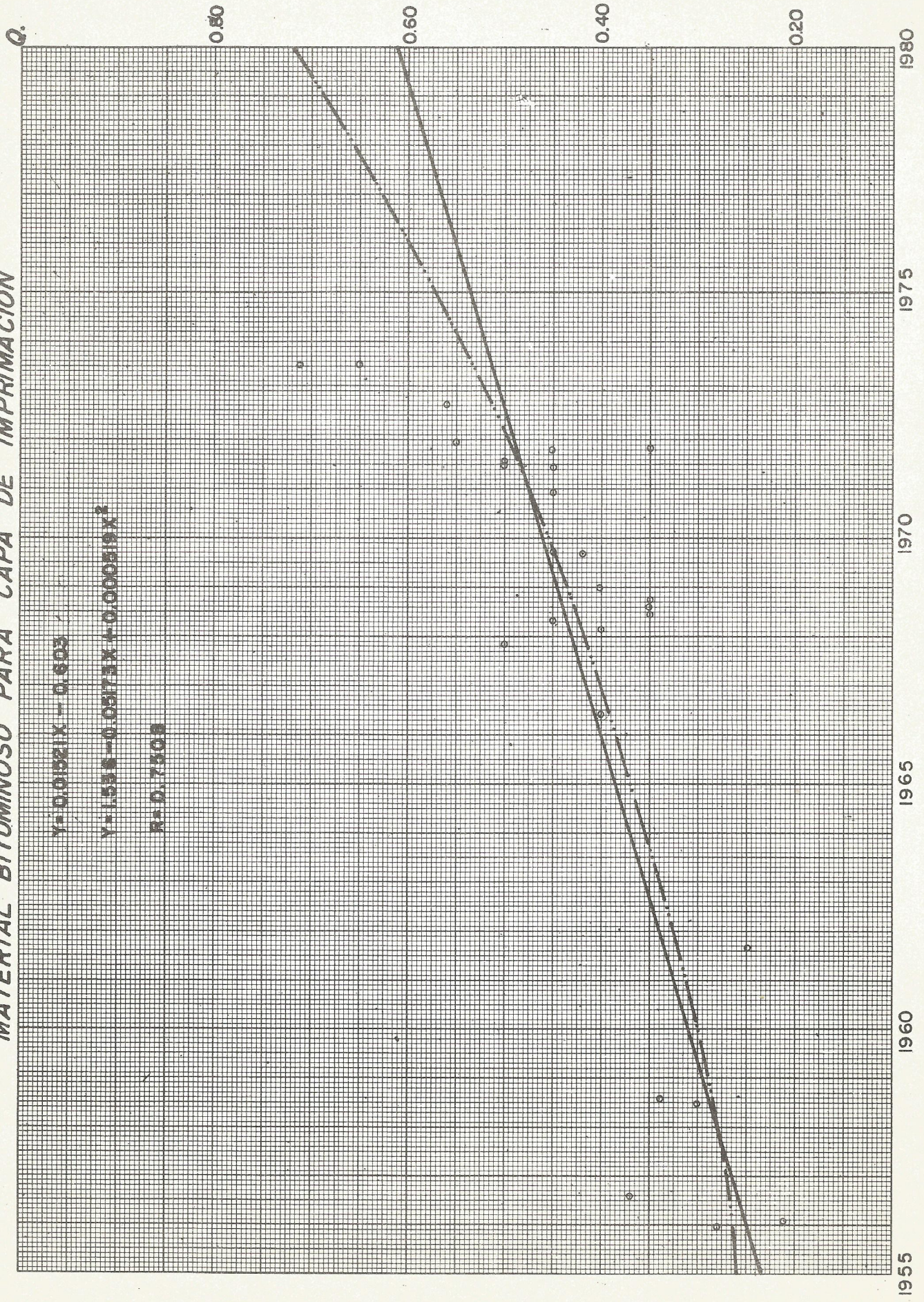
$$Y = 0.7588 X - 36.33$$

$$Y = -4.23 - 0.2385 X + 0.00769 X^2$$

$$R = 0.6298$$



MATERIAL BITUMINOSO PARA CAPA DE IMPRIMACION



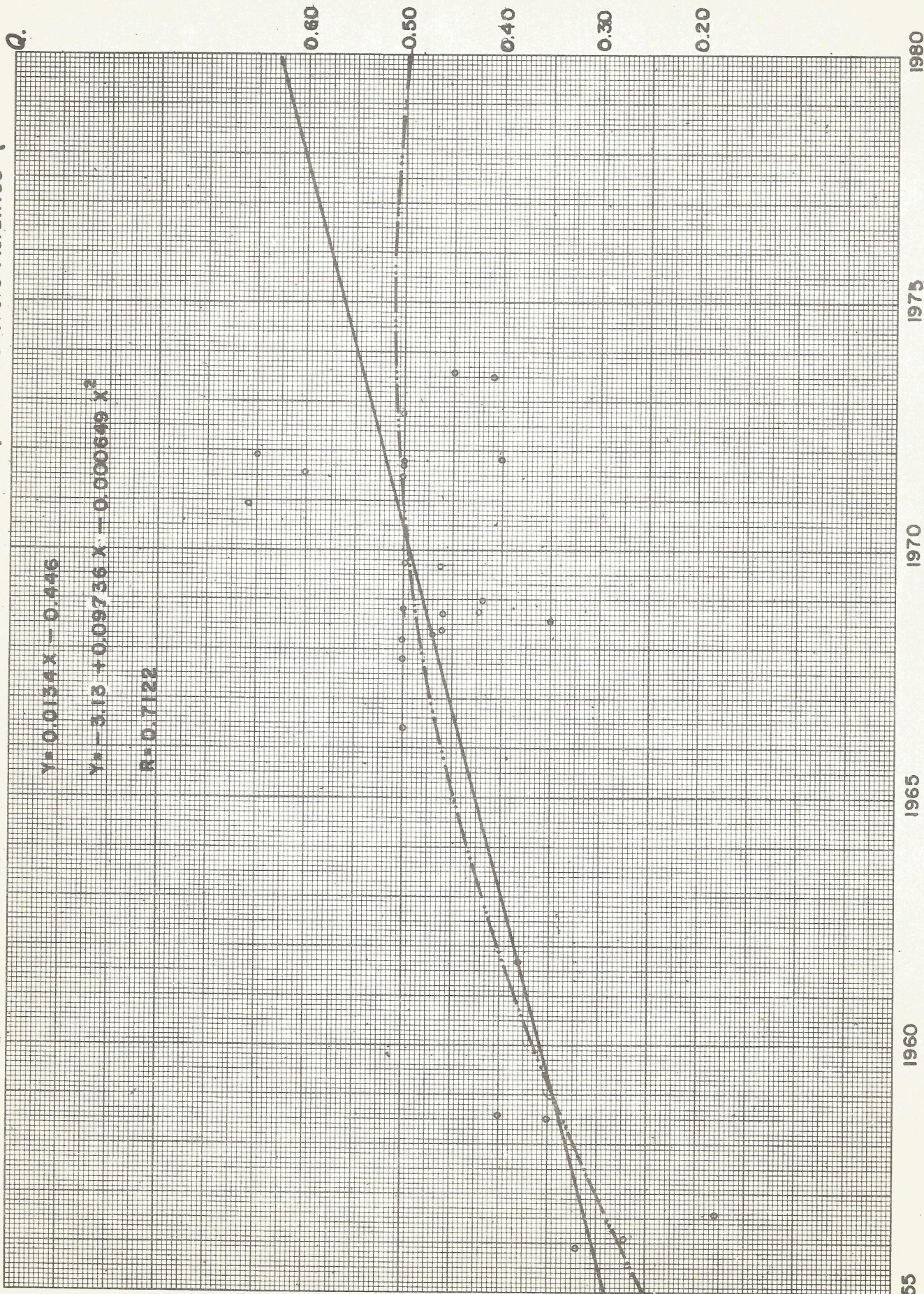
# CEMENTO ASFALTICO (Penetración 85-100 ó 120-150) Para Concreto Asfáltico (

Q.

$$Y = 0.0134X - 0.646$$

$$Y = -3.13 + 0.09736X - 0.000649X^2$$

$$R = 0.7122$$



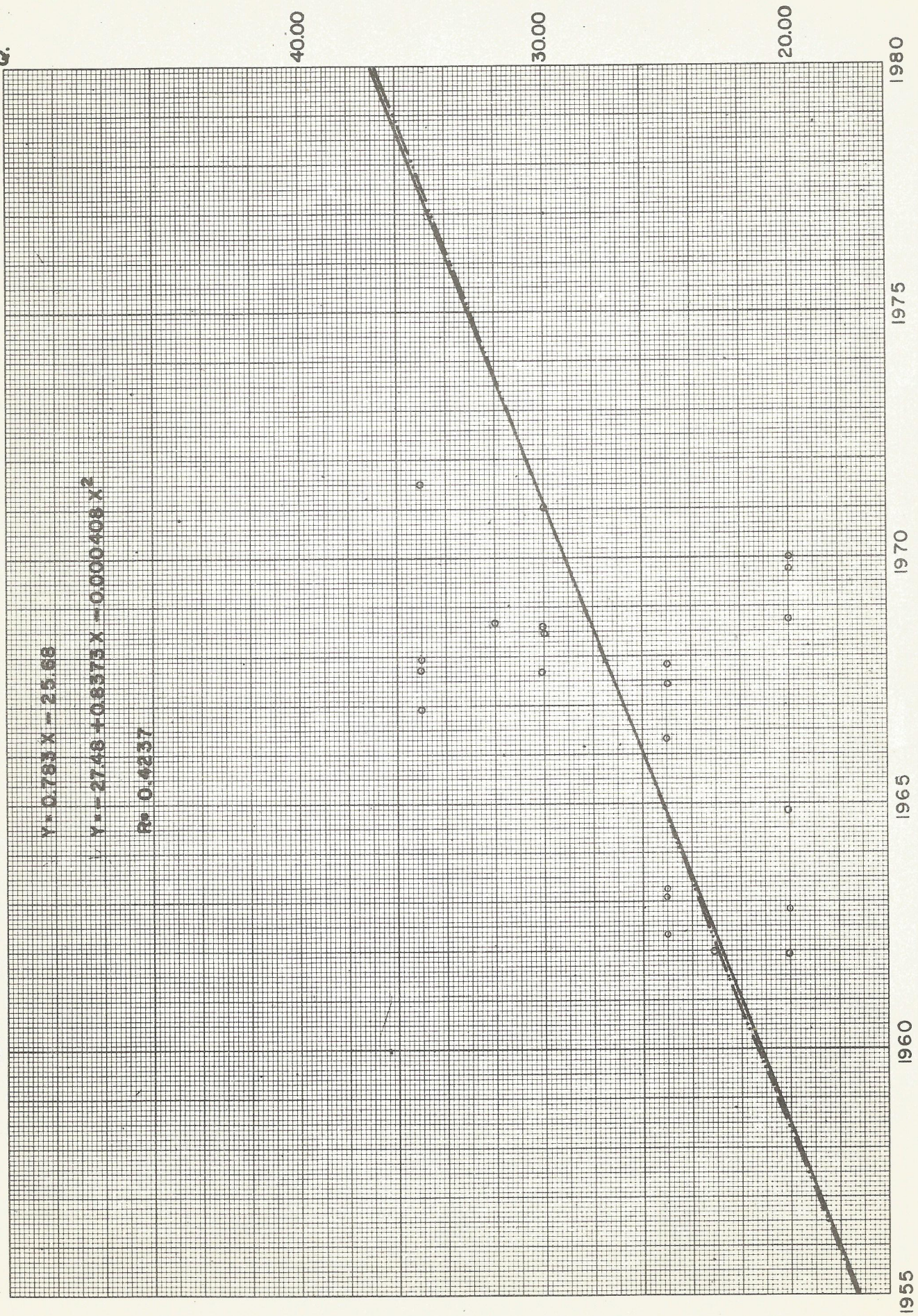
# ZAMPEADO DE PIEDRA CON MORTERO (M.<sup>3</sup>)

Q.

$$Y = 0.793 X - 25.68$$

$$Y = -27.48 + 0.6575 X - 0.000408 X^2$$

$$R = 0.4237$$



CUNETAS EMPEDRADAS LIGADAS CON MORTERO (M.<sup>2</sup>)

a.

$$Y = 0.0029X + 0.0568$$

$$Y = -66.61 + 2.2622X - 0.017172X^2$$

$$R = 0.2734$$

15.00

10.00

5.00

1955

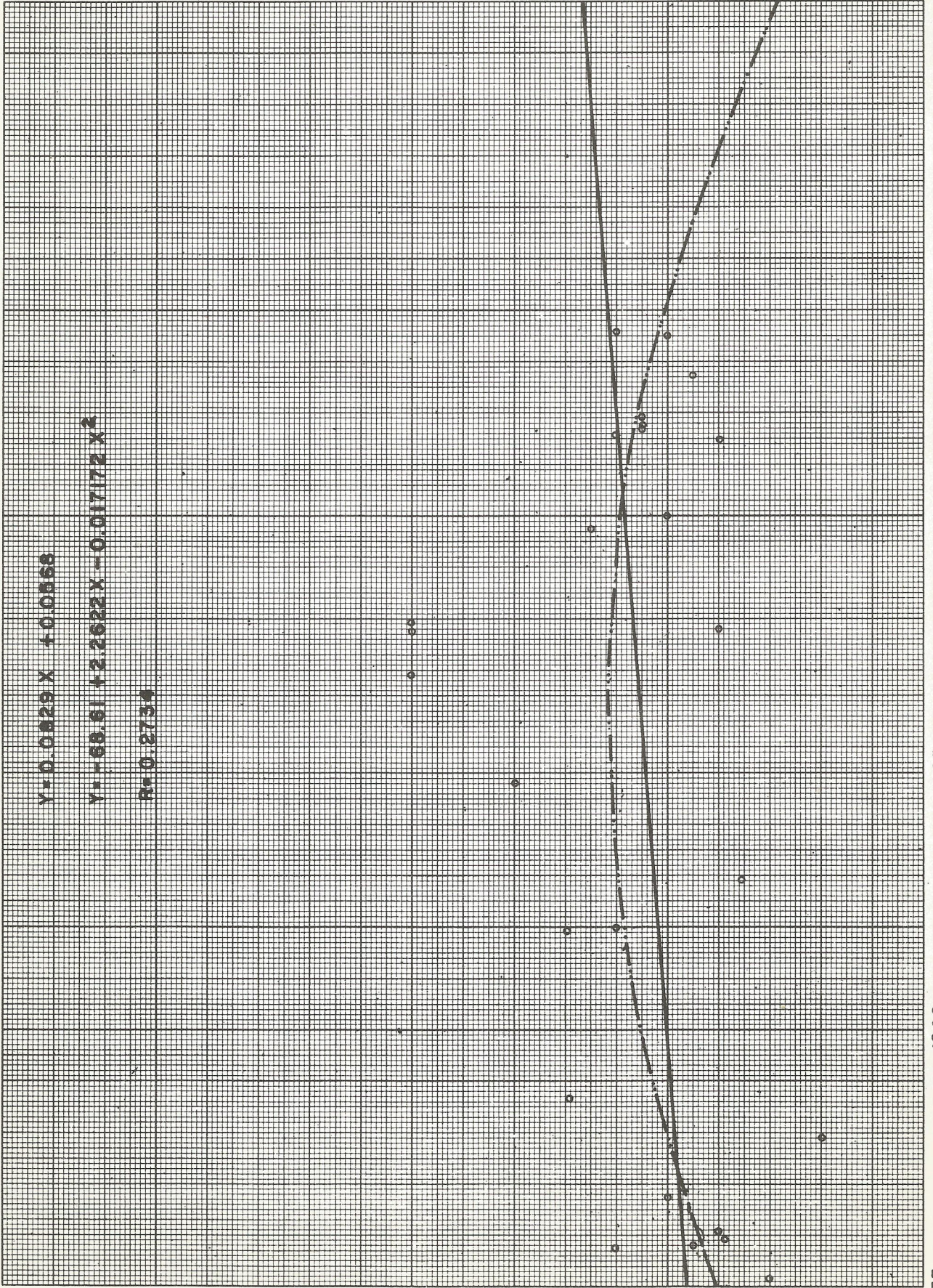
1960

1965

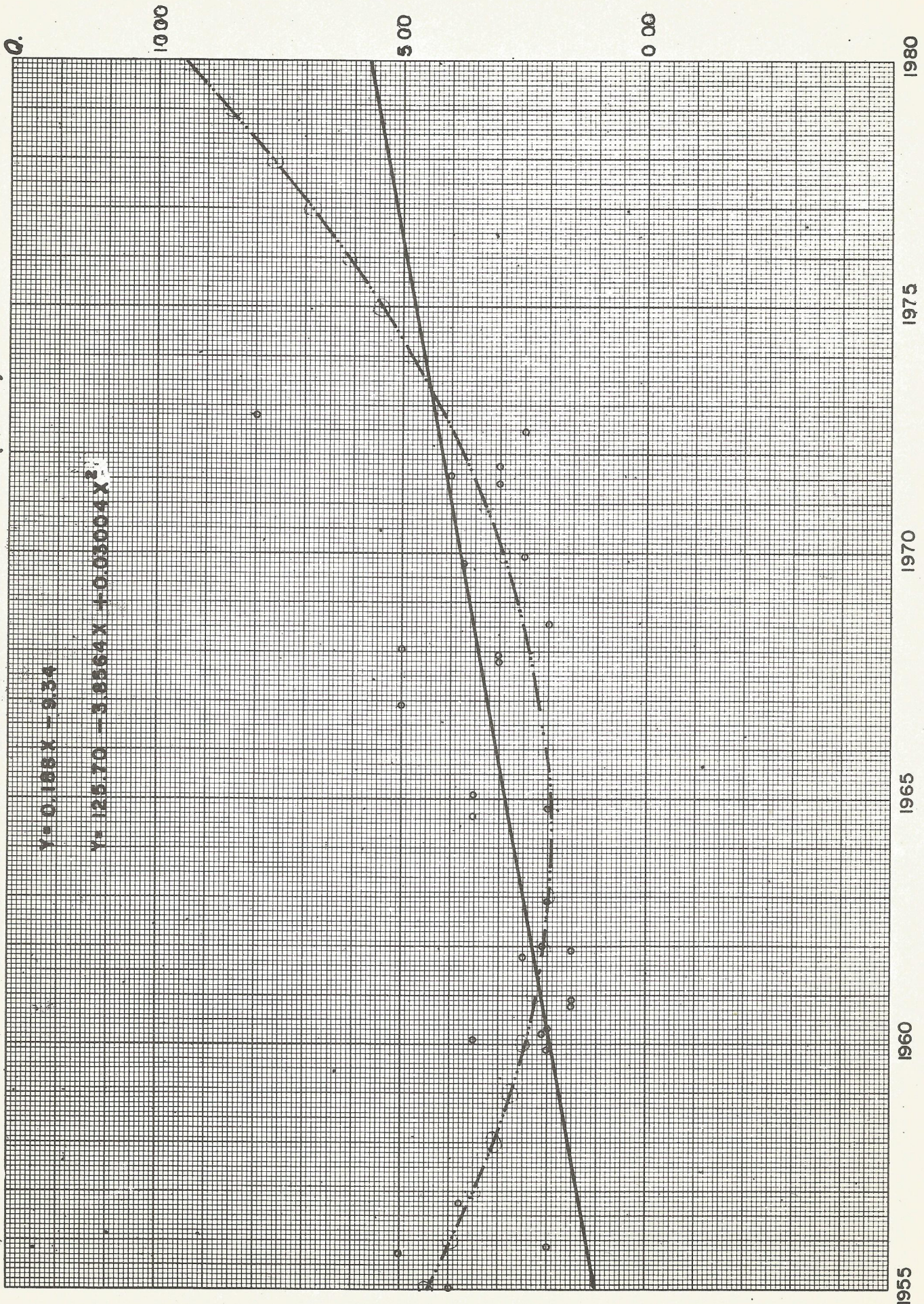
1970

1975

1980



# RELLENO DE ESTRUCTURAS ( M.<sup>3</sup> )



De los resultados obtenidos, se recomendaría que se usara la línea recta para las siguientes gráficas:

Limpia, Chapeo y Destronque  
 Excavación Estructural para tuberías y Cabezales  
 Tubería de Concreto Reforzado de 36'' y 48''  
 Tubería Perforada de 0 6''

#### Sub-Drenaje Francés

Excavación Estructural para Puentes  
 Mampostería de Piedra sin labrar para Cabezales y Tragantes  
 Capa de Sub-base  
 Capa de Base y hombros de grava o Piedras Trituradas ( $M^2$ ) y ( $M^3$ )  
 Cemento Asfáltico  
 Cunetas Empedradas ligadas con Mortero

Para las gráficas siguientes, la parábola es la indicada

Sobre - acarreo  
 Tubería perforada de 0 8''  
 Excavación y Relleno de Subdrenaje  
 Acero de Refuerzo  
 Concreto estructural para Super - Estructuras  
 Material Bituminoso

En las que a continuación se citan, es indiferente el uso de la recta o la parábola:

Tubería de concreto reforzado de 0 24'', 30'', 36'' y 60''  
 Concreto Ciclópeo  
 Acero Estructural  
 Concreto Estructural clase "A" para Sub-estructuras  
 Zampeado de piedra con mortero  
 Agregado mineral

El valor obtenido para la recta de relleno de estructuras fue con pendiente negativa, por lo que se asumió el indicado en la gráfica. La curva parabólica de base y hombros de Grava o piedras trituradas ( $M^3$ ) de su tendencia hacia abajo, llegando en 1976 a no tener valor, por lo cual solo se incluyó la recta.

### 3.3 PRONOSTICOS:

Puede observarse que el crecimiento de algunos renglones es muy acusado y que de seguirse correctamente su tendencia se llegará en 1980 a valores de 10 veces o mas su precio inicial, tal el caso de la Limpia, Chapeo y Destronque; Sub-drenaje Francés; Excavación estructural de puentes; otros por el contrario han mantenido un intercambio de alzas y bajas que permiten un alza paulatina bastante leve como la Excavación estructural para tuberías y cabezales; acero de refuerzo, capa de base y hombros de grava o piedra triturada ( $M^3$ ); aunque debe recordarse que con el acero deben tomarse las medidas del caso por el alza sufrida en estos últimos días.

Las curvas parabólicas de las cunetas empedradas, capa de base y hombros de grava o piedras trituradas ( $M^3$ ), Cemento Asfáltico y tubería de 0 6" de concreto perforada tienen la tendencia de bajar debido a que en las últimas licitaciones estos precios los cotizaron sensiblemente mas bajos.

Las curvas parabólicas obtenidas para relleno de estructuras y material de Sub-base observan dicho comportamiento por precios altos iniciales.

Realmente los comentarios sobran porque las gráficas son lo suficientemente elocuentes para observar los pronósticos de los renglones analizados, habiéndose dejado otros de analizar por existir muy pocos datos sobre los mismos lo cual repercutiría en obtener resultados poco elocuentes o muy distorsionados.

## CONCLUSIONES

- 1o. En vista de la fuerte tendencia alcista de los costos de construcción se estima necesario que los diseños sean lo más minuciosos posible con objeto de evitar cambios radicales durante el proceso de construcción.
- 2o. Se considera conveniente efectuar estudios para adecuar a nuestro medio las especificaciones de diseño y construcción tomando en cuenta las condiciones reales del tránsito en Guatemala.
- 3o. Se considera que a pesar de los incrementos en costos, el sistema de contratos con empresas particulares es la forma más conveniente para la ejecución de la obra pública.
- 4o. Se estima necesario que el Estado apoye a empresas nacionales en el ramo de construcción pesada, dicho apoyo se sugiere en forma de empresa financiera, de capital mixto, estado y empresas constructoras para avalar o afianzar la ejecución de obras públicas y particulares.
- 5o. Se considera que para un mayor impulso a la industria de la construcción sería sumamente beneficioso contar con una empresa financiera que se constituyera en aval de firmas nacionales, con objeto que estas pudieran competir con empresas internacionales en las obras de gran envergadura.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANALISIS Y CONTROL DE COSTOS DE INGENIERIA  
Ing. Armando Vides Tobar.
- 2.- ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION DE PUENTES Y CARRETERAS
- 3.- MEMORIAS DE CAMINOS
- 4.- CONTROL DE COSTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION DE  
CARRETERAS  
Tesis de Luis Alfredo Alonso Fernández,
- 5.- STATISTICS (Colección Schaums)  
Murray R. Spiegel.

CARLOS HUMBERTO GALVEZ CRUZ

APROBADO:

Ing. FRANCISCO J. MORALES LOPEZ  
Asesor

Vo.Bo.

Ing. AMANDO VIDES TOBAR  
Jefe del Depto. de Topografía y  
Transporte.

IMPRIMASE:

Ing. Marco Tulio Samáyoa  
Decano en Funciones