

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

**DETERMINACION DE FACTORES DE CONVERSION
EN UNIDADES GENERADORAS DE LAS
HIDROELECTRICAS DE LA EEB**

1991

128

**INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
AREA DE HIDROLOGIA**

REPUBLICA DE COLOMBIA



**DETERMINACION -MEDICION DE LOS FACTORES DE CONVERSION DE LAS
UNIDADES DE GENERACION EN LAS PLANTAS HIDROELECTRICAS DE LA
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA (E.E.B.)**

TRABAJO DE OFICINA
Eduardo...
Eduardo...
Eduardo...
Edna Pazos
Ricardo Martínez
Luis Rodríguez
Fernando Montenegro
Francisco...

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

TRABAJO DE OFICINA Y ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTA, D. E., COLOMBIA

Eduardo...
Eduardo...
Eduardo...
Eduardo...
Eduardo...
Eduardo...
Eduardo...

SANTA FE DE BOGOTA DISTRITO CAPITAL, JUNIO DE 1991

251

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
AREA DE HIDROLOGIA

DETERMINACION - MEDICION DE LOS FACTORES DE CONVERSION DE LAS
UNIDADES DE GENERACION EN LAS PLANTAS HIDROELECTRICAS DE LA
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA (E.E.B.)

SANTA FE DE BOGOTA DISTRITO CAPITAL, JUNIO DE 1991

DETERMINACION DE FACTORES DE CONVERSION EN UNIDADES GENERADORAS
DE LAS HIDROELECTRICAS DE LA E.E.B

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

REPUBLICA DE COLOMBIA

Area de Hidrología



TRABAJO DE CAMPO:

Edgar Obando	Coordinador Area
Ernesto Torres	Ingeniero Civil
Fabio Garavito	Geólogo
Edna Pazos	Pregrado U.Católica
Ricardo Martínez	Pregrado U.Católica
Luis Rodríguez	Técnico
Manuel Montenegro	Técnico
Francisco Lopez	Técnico

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

TRABAJO OFICINA Y LABORATORIO:

Edgar Obando	1
Ernesto Torres	2
Fabio Garavito	3
Edna Patricia Pazos	4
Ricardo Martinez	5
Luis Rodriguez	6
Irma Ramirez	7
Angela Bustos	8

BOGOTA D. E., COLOMBIA

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

Área de Hidrología

TRABAJO DE CAMPO:

Francisco Lopez	Técnico
Manuel Monfregre	Técnico
Luis Rodríguez	Técnico
Ricardo Martínez	Pregrado U.Cafolica
Edna Pazos	Pregrado U.Cafolica
Fabio Garavito	Geólogo
Ernesto Torres	Ingeniero Civil
Edgar Obando	Coordinador Área

TRABAJO OFICINA Y LABORATORIO:

Andrés Muñoz
Lina Ramírez
Luis Rodríguez
Ricardo Martínez
Edna Patricia Pazos
Fabio Garavito
Ernesto Torres
Edgar Obando

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION.....	1
1. TEORIA.....	4
1.1. METODO DE DILUCION.....	4
1.1.1. INYECCION A CAUDAL CONSTANTE.....	4
1.1.2. CONDICION DE BUENA MEZCLA.....	5
1.1.3. SELECCION DEL TRAZADOR.....	5
1.1.4. ESTABLECIMIENTO DEL "PLATEAU" O MESETA.....	5
1.2. METODO DE TIEMPO DE TRANSITO.....	6
2. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	8
3. TECNICA EXPERIMENTAL.....	11
3.1. PREPARACION DE LA SOLUCION A INYECTAR.....	11
3.2. TECNICA DE MEDIDA.....	12
4. RESULTADOS.....	13
4.1. ECUACIONES DE LOS FACTORES DE CONVERSION DE LAS DIFERENTES HIDROELECTRICAS.....	13
5. COSTOS.....	15
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
7. AGRADECIMIENTOS.....	17
ANEXOS.....	18

TABLA DE CONTENIDO

Página

INTRODUCCION.....	1
TEORIA.....	1.1
METODO DE DILUCION.....	1.1.1
INYECCION A CAUDAL CONSTANTE.....	1.1.1.1
CONDICION DE BUENA MEZCLA.....	1.1.2
SELECCION DEL TRAZADOR.....	1.1.3
ESTABLACIMIENTO DEL "PLATAU" O "MESA".....	1.1.4
METODO DE TIEMPO DE TRANSITO.....	1.2
ACTIVIDADES REALIZADAS.....	2
TECNICA EXPERIMENTAL.....	3
PREPARACION DE LA SOLUCION A INYECTAR.....	3.1
TECNICA DE MEDIDA.....	3.2
RESULTADOS.....	4
RELACIONES DE LOS FACTORES DE CONVERSION DE LAS DIFERENTES HIDROLICTICAS.....	4.1
COSTOS.....	5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	6
AGRADECIMIENTOS.....	7
ANEXOS.....	18

INTRODUCCION

La medida de caudales de líquidos, gases y sólidos ha sido una necesidad en Hidrología e Ingeniería de Procesos. Existen métodos convencionales de medición de caudal tales como orificios, venturis, vertederos etc. La precisión en la medida utilizando estos equipos depende de los factores que directamente influyen (remolinos, cambios en las corrientes, sección de medida, posicionamiento del equipo etc.).

La técnica de medida utilizando trazadores ha venido evolucionando a tal punto que son utilizadas para calibrado de los equipos convencionales.

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTÁ, D. E. COLOMBIA

Específicamente las técnicas nucleares son aptas para aforar ríos de montañas, de régimen turbulento y difícil acceso, determinar la eficiencia de turbinas en hidroeléctricas; medir caudales en secciones sucesivas para determinar pérdidas o aportes entre las mismas etc.

El Area de Hidrología del Instituto de Asuntos Nucleares asesorada por dos expertos del Organismo Internacional de

INTRODUCCION

La medida de caudales de líquidos, gases y sólidos ha sido una necesidad en Hidrología e Ingeniería de Procesos. Existen métodos convencionales de medición de caudal tales como orificios, venturis, vertederos etc. La precisión en la medida utilizando estos equipos depende de los factores que directamente influyen (remolinos, cambios en las corrientes, sección de medida, posicionamiento del equipo etc.).

La técnica de medida utilizando trazadores ha venido evolucionando a tal punto que son utilizadas para calibrado de los equipos convencionales.

Específicamente las técnicas nucleares son aptas para estar en rios de montañas, de régimen turbulento y difícil acceso, determinar la eficiencia de turbinas en hidroeléctricas; medir caudales en secciones sucesivas para determinar pérdidas o aportes entre las mismas etc.

El Área de Hidrología del Instituto de Asuntos Nucleares asesorada por dos expertos del Organismo Internacional de

Energía Atómica (OIEA), realizó en abril de 1990 dos experiencias para el aforo de los caudales turbinados en la Central Hidroeléctrica de Salto II. Los aforos se realizaron en la turbina No.1 de la Central con funcionamiento a máxima y mínima carga.

Estas experiencias tuvieron un carácter demostrativo e incluyeron la aplicación de Técnicas Nucleares haciendo uso del método de inyección de un trazador a caudal constante (método de dilución).

Los resultados obtenidos indicaron que la aplicación de esta técnica permite obtener resultados con la exactitud que este tipo de aforos requiere.

Con base en lo anterior, se firmó un convenio I.A.N - E.E.B. cuyo objetivo es determinar los caudales en cada una de las turbinas que conforma la cadena antigua y Paraiso - Guaca, aplicando Técnicas Nucleares.

El trabajo se efectuó en coordinación con la División Centro de Control de la Empresa de Energía de Bogotá en dos campañas, el trazador utilizado fué el tritio (H^3) en forma de agua tritiada.

La mayoría de aforos se realizó en las horas de la noche debido a restricciones de operación de la E.E.B. y a que las medidas deberían hacerse en forma independiente por unidad (turbina a

energía eléctrica (E.A.E.), realizó en abril de 1970 dos
experimentos para el estudio de los caudales turbados en la
Central Hidroeléctrica de Salto II. Los estudios se realizaron en
la turbina No. 1 de la Central con funcionamiento a máxima y
mínima carga.

Estas experiencias tuvieron un carácter demostrativo e
incluyeron la aplicación de técnicas nucleares haciendo uso del
método de inyección de un trazador a caudal constante (método
de dilución).

Los resultados obtenidos indicaron que la aplicación de esta
técnica permite obtener resultados con la exactitud que este
tipo de estudios requiere.

Con base en lo anterior, se firmó un convenio I.A.N. - E.E.B.
cuyo objetivo es determinar los caudales en cada una de las
turbinas que conforma la cadena antigua y Paraiso - Guaca,
aplicando técnicas nucleares.

El trabajo se efectuó en coordinación con la División Centro de
Control de la Empresa de Energía de Bogotá en dos campañas, el
trazador utilizado fue el tritio (H^3) en forma de agua
tritiada.

La mayoría de estudios se realizó en las horas de la noche debido
a restricciones de operación de la E.E.B. y a que las medidas
deberían hacerse en forma independiente por unidad (turbina a

turbina), sacando de operación el resto de unidades o
disminuyendo su carga lo que originó una programación ajustada.
A continuación se describe la técnica utilizada al igual que los
datos obtenidos.

REPUBLICA DE COLOMBIA



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTA, D. E., COLOMBIA

o sabiendo el tiempo de operación de unidades
... cuando se carga lo que origina una producción...
A continuación se describe la técnica utilizada al igual que los
datos obtenidos.

1. TEORIA

1.1. Método de Dilución

REPUBLICA DE COLOMBIA

1.1.1. Inyección a Caudal Constante

Este fué el método más empleado en el presente estudio, se basa en la comparación entre la concentración "C" del trazador que se inyecta continuamente a un caudal "q" constante conocido, con la concentración "c" de muestras que se extraen en un punto aguas abajo del sitio de buena mezcla. El porcentaje de actividad inyectada es igual al porcentaje de actividad que pasa por el punto de muestreo, si el caudal que se afora es Q, se cumple:

$$\frac{Q}{q} = \frac{C}{c}, \text{ donde } Q = q \frac{C}{c} \quad (1)$$

El tiempo de inyección debe ser lo suficientemente largo para que se establezca un "PLATEAU" o meseta de concentración constante C.

Si el flujo es turbulento, este método es independiente de la

1. TEORIA

1.1. Método de Dilución

1.1.1. Inyección a Caudal Constante

Este fue el método más empleado en el presente estudio, se pasa un volumen conocido de un trazador "C" de concentración conocida, con un caudal "Q" constante conocido, con un punto de inyección "C" de muestras que se extraen en un punto aguas abajo del sitio de buena mezcla. El porcentaje de actividad inyectada es igual al porcentaje de actividad que pasa por el punto de muestreo, si el caudal que se extrae es Q, se cumple:

$$C = \frac{C_0}{p} \quad (1)$$

El tiempo de inyección debe ser lo suficientemente largo para que se establezca un "PLATEAU" o meseta de concentración constante C.

Si el flujo es turbulento, este método es independiente de la

velocidad del flujo y de las dimensiones del conducto.

1.1.2. CONDICION DE BUENA MEZCLA

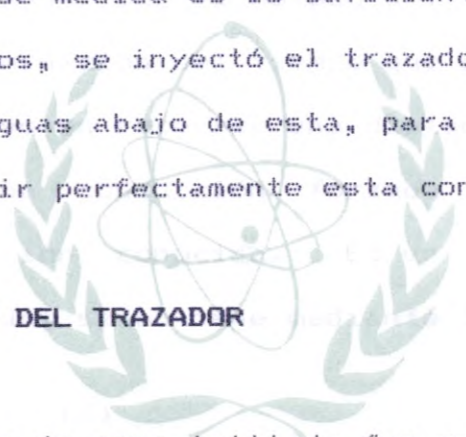
Para que se cumpla la condición de buena mezcla se requiere que la concentración del trazador en la estación de medida tenga un valor constante en los diferentes puntos de la sección del flujo. Esto se cumple si la distancia entre las estaciones de inyección y de medida es lo suficientemente grande. Para caudales turbinados, se inyectó el trazador antes de la turbina y se muestreo aguas abajo de esta, para aprovechar el efecto mezclador y cumplir perfectamente esta condición.

1.1.3. SELECCION DEL TRAZADOR

El tritio en forma de agua tritiada fue escogido como trazador, es uno de los que mejor se comporta como un marcador ideal, es decir, no produce pérdida debido a efectos químicos o físicos, sino que se incorpora directamente a la molécula de agua; teniendo en cuenta el elevado nivel de contaminación del río Bogotá, no es conveniente utilizar trazadores químicos o fluorescente ya que, muy seguramente se descomponen por efecto químico o bacteriológico.

1.1.4. ESTABLECIMIENTO DEL "PLATEAU" O MESETA

El comienzo del "plateau" o meseta se produce cuando la primera



velocidad del flujo y de las dimensiones del conducto.

1.1.2. CONDICION DE BUENA MEDIDA

Para que se cumpla la condicion de buena medida se requiere que la concentracion del trazador en la estacion de medida tenga un valor constante en los diferentes puntos de la seccion del flujo. Esto se cumple si la distancia entre las estaciones de inyeccion y de medida es lo suficientemente grande. Para caudales turbados, se inyecta el trazador antes de la turbina y se muestra agua abajo de esta, para aprovechar el efecto mezclador y cumplir perfectamente esta condicion.

1.1.3. SELECCION DEL TRAZADOR

El trazo en forma de agua tritizada fue escogido como trazador, es uno de los que mejor se comporta como un marcador ideal, es decir, no produce perdida debido a efectos quimicos o fisicos, sino que se incorpora directamente a la molecula de agua; teniendo en cuenta el elevado nivel de contaminacion del rio Bogota, no es conveniente utilizar trazadores quimicos o fluorescentes ya que muy seguramente se descomponen por efecto quimico o bacteriologico.

1.1.4. ESTABLECIMIENTO DEL "PLATEAU" O MESETA

El comienzo del "plateau" o meseta se produce cuando la primera

fraccion del trazador inyectado en la corriente ha terminado de pasar cuantitativamente por la estacion de medida. Este tiempo depende de la dispersion experimentada por el trazador entre ambas estaciones. La concentracion "c" corresponde a la de este PLATEAU. Ver figura No.1.

1.2. METODO DE TIEMPO DE TRANSITO

REPUBLICA DE COLOMBIA

La medicion de caudal por el metodo del tiempo de transito se basa en la determinacion del tiempo que demora un pulso de trazador radiactivo en recorrer una distancia conocida entre dos estaciones de una conduccion forzada (tuberia o tunel de presion) de seccion conocida. Es un metodo de aforo muy sencillo y el caudal se obtiene mediante la expresion:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2)$$

Q = caudal
V = volumen entre las estaciones de inyeccion y medida.
t = tiempo de transito del trazador entre estaciones.

El tiempo se obtiene por medio de una inyeccion instantanea en el sitio escogido como estacion de inyeccion, aguas abajo en la estacion de medida se determina la curva de paso del trazador (concentracion en funcion del tiempo), el tiempo de transito se determina a partir de los datos de concentracion de trazador en funcion del tiempo (tiempo correspondiente al paso de 50% del trazador) segun la expresion:

La medición de caudal por el método del tiempo de tránsito se basa en la determinación del tiempo que demora un pulso de trazador radiactivo en recorrer una distancia conocida entre dos secciones de una conducción forzada (tubería o túnel de presión) de sección conocida. Es un método de atoro muy sencillo y el caudal se obtiene mediante la expresión:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2)$$

Q = caudal

V = volumen entre las estaciones de inyección y medida.

t = tiempo de tránsito del trazador entre estaciones.

El tiempo se obtiene por medio de una inyección instantánea en el sitio escogido como estación de inyección, aguas abajo en la estación de medida se determina la curva de paso del trazador (concentración en función del tiempo), el tiempo de tránsito se determina a partir de los datos de concentración de trazador en función del tiempo (tiempo correspondiente al paso de 50% del trazador) según la expresión:

1.2. METODO DE TIEMPO DE TRANSITO

PLANTAS VER TUBERIA HALL.

$$\text{tiempo de tránsito} = \frac{\int t C(t) dt}{\int C(t) dt}$$

c = Concentración (detección)

t = tiempo

REPUBLICA DE COLOMBIA

El trazador radiactivo debe estar suficientemente mezclado con el fluido en el punto donde se encuentra el sitio de detección, para que las funciones concentración/tiempo registradas sean representativas del sistema en estudio.

Para que la mezcla, trazador radiactivo - fluido sea efectiva, el número de REYNOLDS debe ser > 5000 flujo turbulento. La principal ventaja de este método es que no es necesario conocer la actividad de la solución a inyectar.

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTA D. E. COLOMBIA

Cuando se utiliza un trazador radiactivo emisor de rayos gamma por ejemplo Br-82 o yodo -131, su detección puede hacerse en forma directa por medio de uno o varios detectores de radiación colocado en el exterior de la tubería de presión.

$$\text{Tiempo de tránsito} = \frac{L}{C} \quad \text{de} \quad \frac{L}{C} \quad \text{de}$$

$$C = \text{Concentración (detección)}$$

$$L = \text{Tiempo}$$

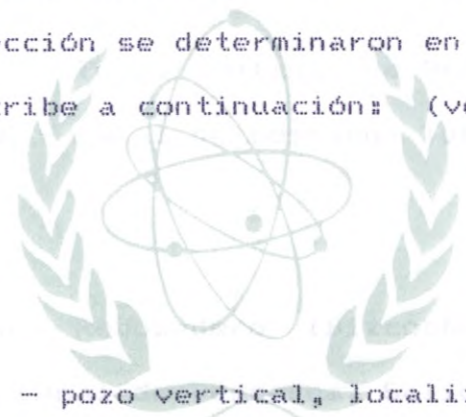
El trazador radiactivo debe estar suficientemente mezclado con el fluido en el punto donde se encuentra el sitio de detección, para que las funciones concentración/tiempo registradas sean representativas del sistema en estudio.

Para que la mezcla, trazador radiactivo - fluido sea efectiva, el número de REYNOLDS debe ser > 3000 flujo turbulento. La principal ventaja de este método es que no es necesario conocer la actividad de la solución a inyectar.

Cuando se utiliza un trazador radiactivo emisor de rayos gamma por ejemplo Br-82 o Yodo-131, su detección puede hacerse en forma directa por medio de uno o varios detectores de radiación colocados en el exterior de la tubería de presión.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Para cada turbina se efectuaron cuatro medidas de caudal, los cuales cubren entre 20 y 100% de la potencia total de cada unidad generadora. Estos ensayos se realizaron de acuerdo a una programación establecida con la E.E.B., los sitios de inyección y detección se determinaron en visitas previas en la forma que se describe a continuación: (ver. figuras 2,3,4 y 5).



UNIDADES:

CANONAS

Sitio Inyección - pozo vertical, localizado 30 metros aguas abajo Rejilla Bocatoma.

Sitio Detección - canal de salida agua turbinada (puente)

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA

SALTO 1

Sitio Inyección - Dársena (Bocatoma Salto 1)

Sitio Detección - Canal de Descarga Agua Turbinada (Rejilla)

SALTO 2

Sitio Inyección - Dársena (Bocatoma Salto 2)

Sitio Detección - Salida de Turbinas (antes Rebosadero)

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Para cada turbina se efectuaron cuatro mediciones de caudal, las cuales cubren entre 20 y 100% de la potencia total de cada unidad generadora. Estos ensayos se realizaron de acuerdo a una programación establecida con la E.E.B., los sitios de inyección y detección se determinaron en visitas previas en la forma que se describe a continuación: (ver. figuras 2.3.4 y 2.3.5).

UNIDADES:

CANAS

Sitio Inyección - pozo vertical, localizado 30 metros aguas abajo Rejilla Rocafoma.

Sitio Detección - canal de salida agua turbina (puente)

SALTO 1

Sitio Inyección - Dársena (Rocafoma Salto 1)

Sitio Detección - Canal de Descarga Agua Turbina (Rejilla)

SALTO 2

Sitio Inyección - Dársena (Rocafoma Salto 2)

Sitio Detección - salida de turbinas (antes Rebosadero)

LAGUNETA

Sitio Inyección - Pozo vertical entrada tunel de carga

Sitio Detección - Canal de Descarga

DARIO VALENCIA

Sitio de inyección - Canal de Descarga Turbinas Laguneta

Sitio Detección - Canal de Descarga "Dario Valencia"

PARAISO

Sitio de Inyección - Tunel Ventana de Granada

Sitio de Detección - Canal de Descarga Turbinas

GUACA

Sitio de Inyección - Rebosadero (Bizcocho) Paraiso

Sitio Detección - Canal de Descarga, Salida



Para la inyección del trazador a caudal constante, se utilizó una célula de nivel constante cuyo esquema se muestra en la figura 6. A través de la célula se hace circular un caudal de solución trazadora ligeramente superior al proporcionado por la célula. El caudal excedente se retorna al recipiente que contiene la solución de trazador, tal como se muestra en la fig.7.

Obviamente, el caudal proporcionado por la célula de nivel constante viene determinado, básicamente, por el diámetro "d"

LAGUNETA

Sifón Inyección - Foto vertical entrada túnel de carga
Sifón Detección - Canal de Descarga

DARIO VALENCIA

Sifón de Inyección - Canal de Descarga Turbinas Laguneta
Sifón Detección - Canal de Descarga "Dario Valencia"

PARAISO

Sifón de Inyección - Tunnel Ventana de Granada
Sifón de Detección - Canal de Descarga Turbinas

GUACA

Sifón de Inyección - Reposadero (Ricocho) Paraiso
Sifón Detección - Canal de Descarga Salida

Para la inyección del trazador a caudal constante, se utilizó una célula de nivel constante cuyo esquema se muestra en la figura 5. A través de la célula se hace circular un caudal de solución trazadora ligeramente superior al proporcionado por la célula. El caudal excedente se retorna al recipiente que contiene la solución de trazador, tal como se muestra en la figura 5.

Así mismo, el caudal proporcionado por la célula de nivel constante viene determinado, básicamente, por el diámetro "d"

del orificio de salida y por la altura "h" del agua en el interior de la célula (fig. 6). Ambos parámetros son constantes. En una pequeña extensión dicho caudal es afectado también por la temperatura, viscosidad y conductividad del agua. Por tanto, el calibrado de la célula realizada en el laboratorio con un agua diferente puede ser algo erróneo. Debido a ello, se realizó una medida directa del caudal de la célula pesando la cantidad total de solución inyectada durante el aforo y dividiendo por el tiempo de inyección. Para ello, se pesó con una balanza la cantidad inicial de solución radiactiva a inyectar durante el aforo. El recipiente de inyección se conectó a la célula de nivel constante y se taponó el orificio de salida misma (figura No.8). Cuando dicha célula alcanzó el régimen normal del flujo, se quitó el tapón y se empezó a cronometrar. El final de la inyección se marcó taponando nuevamente el orificio.

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA

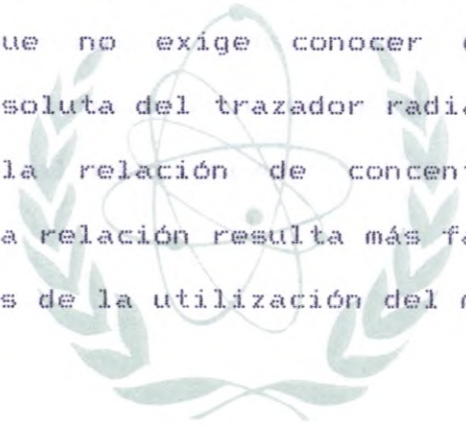
del tritio de salida y por la altura "h" del agua en el
interior de la célula. En el caso de un flujo constante
con un caudal constante, la altura "h" de la columna de agua
también por la temperatura, viscosidad y conductividad del agua.
Por tanto, el calibrado de la célula realizada en el laboratorio
con un agua diferente puede ser algo erróneo. Debido a esto, se
realizó una medida directa del caudal de la célula pesando la
cantidad total de solución inyectada durante el aforo y
dividiendo por el tiempo de inyección. Para ello, se pesó con
una balanza la cantidad inicial de solución radiactiva a
inyectar durante el aforo. El recipiente de inyección se
conectó a la célula de nivel constante y se tapó el orificio
de salida misma (figura No.8). Cuando dicha célula alcanza el
régimen normal del flujo, se quitó el tapón y se empezó a
cronometrar. El final de la inyección se marcó tapando
nuevamente el orificio.

3. TECNICA EXPERIMENTAL

3.1. PREPARACION DE LA SOLUCION A INYECTAR

REPUBLICA DE COLOMBIA

Una de las ventajas del método de aforo por inyección a caudal constante es que no exige conocer de forma exacta la concentración absoluta del trazador radiactivo, sino que basta con determinar la relación de concentraciones C/c de la ecuación 1. Esta relación resulta más fácil de determinar con exactitud a través de la utilización del mismo método de medida para ambas.



Obviamente la concentración C es mucho mayor que la c y para determinar la relación C/c , se toma una alícuota de la solución inicial y debe ser diluida convenientemente. Para el presente trabajo se utilizó para cada aforo concentraciones de aproximadamente 0.33 curios de tritio en forma de agua tritiada, (tH_2O), diluido en unos 25 litros de agua, se tomaron alícuotas de estas soluciones originales y fueron sometidas a los procesos de dilución que se muestran en la figura No.9. Con el fin de mantener porcentaje de error bajos en el proceso de dilución todas las muestras de agua y de solución radiactiva fueron pesadas cuidadosamente en balanzas de precisión, así resulta más

3. TECNICA EXPERIMENTAL

3.1. PREPARACION DE LA SOLUCION A INYECTAR

Una de las ventajas del método de aforo por inyección a caudal constante es que no exige conocer de forma exacta la concentración absoluta del trazador radiactivo, sino que basta con determinar la relación de concentraciones C_1 de la solución I. Esta relación resulta más fácil de determinar con exactitud a través de la utilización del mismo método de medida para ambas.

Oportuna la concentración C_2 es mucho mayor que la C_1 para determinar la relación C_1/C_2 se toma una alícuota de la solución I y debe ser diluida convenientemente. Para el presente trabajo se utilizó para cada aforo concentraciones de aproximadamente 0.25 curios de tritio en forma de agua tritjada (HTO), diluido en unos 25 litros de agua, se tomaron alícuotas de estas soluciones originales y fueron sometidas a los procesos de dilución que se muestran en la figura No. 9. Con el fin de mantener porcentaje de error bajo en el proceso de dilución todas las muestras de agua y de solución radiactiva fueron pesadas cuidadosamente en balanzas de precisión, así resulta más

exacto que el basado en la medición de volúmenes o con recipientes aforados.

Para mejorar la estadística se prepararon varios patrones. El error relativo a dilución fué cancelado y se considera despreciable.

3.2. TECNICA DE MEDIDA

REPUBLICA DE COLOMBIA

La concentración de tritio de la muestra de agua tomada a la salida de las turbinas, así como los patrones fueron determinados por la técnica de centelleo líquido, basada en el mezclado del material radiactivo.



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

4.1 Bogota, D. E., Colombia

BOGOTA, D. E., COLOMBIA

4. RESULTADOS

En la tabla No.1 se presenta un resumen de los datos obtenidos con fecha, unidad generadora, sitio de inyección y detección, tiempo de tránsito en horas, potencia en Mw, caudal en m^3/seg y factor de conversión en $Mw/m^3/seg$. En las figuras de la 10 a la 28 se presentan las curvas potencia (Mw) vs caudal, (m^3/seg), en las figuras 29 a la 47 se presentan las curvas, factor de conversión - potencia y en las figuras 48 a la 63 se presentan las curvas factor de conversión - caudal.

No se incluyó la unidad cuatro de Laguneta y Dario Valencia unidad cinco por estar en mantenimiento prolongado.

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

4.1 Ecuaciones de los Factores de Conversión de las Diferentes Hidroeléctricas. BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA

Para determinar las ecuaciones de los factores de conversión se utilizaron los datos reales de potencia y caudal ajustándolos por el método de mínimos cuadrados, la ecuación que mejor ajustó fué de la forma:

$$POTENCIA = A * CAUDAL^B$$

4. RESULTADOS

En la tabla No. 1 se presenta un resumen de los datos obtenidos con fecha, unidad generadora, sitio de inspección y deflexión, tiempo de tránsito en horas, potencia en MW, caudal en m³/seg y factor de conversión en MW/m³/seg. En las figuras de la 19 a la 28 se presentan las curvas potencia (MW) vs caudal (m³/seg), en las figuras 29 a la 47 se presentan las curvas factor de conversión - potencia y en las figuras 48 a la 62 se presentan las curvas factor de conversión - caudal.

No se incluyó la unidad Cuatro de Lagunas y Dario Valencia, unidad cinco por estar en mantenimiento prolongado.

4.1 Ecuaciones de los Factores de Conversión de las Diferentes Hidroeléctricas.

Para determinar las ecuaciones de los factores de conversión se utilizaron los datos reales de potencia y caudal ajustándose por el método de mínimos cuadrados, la ecuación que mejor ajustó fue de la forma:

$$POTENCIA = A * CAUDAL^B$$

En la tabla No. 2 se muestra un listado de las constantes A, B y coeficiente de correlación de cada unidad generadora y en las figuras de la 64 a la 82 se presentan las curvas ajustadas Potencia-Caudal.

REPUBLICA DE COLOMBIA



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTA, D. E., COLOMBIA

5. COSTOS

Los costos totales del proyecto se estimaron de acuerdo a los costos unitarios de la propuesta enviada por el I.A.N, la cual fue base de la elaboración del contrato.

ITEM	Vr. Unitario	Vr. Total
90 días profesional	\$49.400.00	\$4.446.000.00
90 días técnicos	\$26.600.00	\$2.394.000.00
90 días vehículo	\$16.500.00	\$1.485.000.00
*25 Ci Tritio Global		\$1.431.000.00
TOTAL.....		\$9.756.000.00

* La diferencia de valores con respecto a la cotización inicial(realizada con un año de anterioridad) se justifica por el cambio de valor del dolar considerando que éste material es importado.

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

El costo total del proyecto fué de \$9.756.000.000 (nueve millones setecientos cincuenta y seis mil pesos m/cte).

BOGOTÁ D. E. COLOMBIA

Los costos totales del proyecto se estimaron de acuerdo a los costos unitarios de la propuesta enviada por el I.A.N. La cual fue base de la elaboración del contrato.

ITEM	Vr. Unitario	Vr. Total
90 días profesional	\$49.400.00	\$4.448.000.00
90 días técnicos	\$28.800.00	\$2.592.000.00
90 días vehículo	\$18.200.00	\$1.638.000.00
\$25 Ci Tritio	Global	\$1.431.000.00
TOTAL.....		\$9.756.000.00

* La diferencia de valores con respecto a la cotización inicial (realizada con un año de anterioridad) se justifica por el cambio de valor del dólar considerando que este material es importado.

El costo total del proyecto fue de \$9.756.000.000 (nueve millones setecientos cincuenta y seis mil pesos m/cte).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

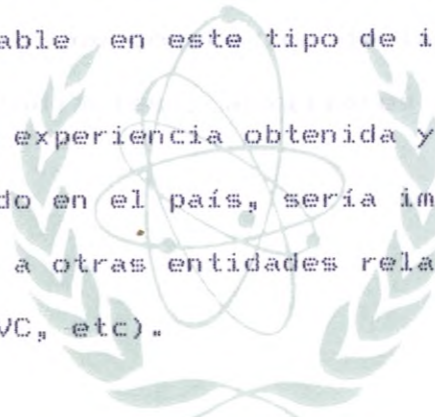
6.1. Teniendo en cuenta la contaminación del río Bogotá y analizando los resultados obtenidos, podemos concluir que los aforos turbinados utilizando técnicas isotópicas producen información confiable en este tipo de investigación.

6.2. Ante la experiencia obtenida y siendo éste el primer trabajo adelantado en el país, sería importante dar a conocer estos resultados a otras entidades relacionadas con el sector eléctrico (ISA, CVC, etc).

6.3. Se espera que el aporte de esta información sea de gran utilidad para la Empresa Contratante.

6.4. Analizando las curvas Potencia-Caudal, Factor de Conversión-Potencia y Factor de Conversión-Caudal se puede concluir que las máximas eficiencias se producen cuando se opera entre 60 y 80% de la potencia nominal dada por la E.E.B.

6.5. Se concluye que el tritio se comporta como un excelente trazador para calcular caudales turbinados.



INSTITUTO DE AGUAS NUCLEARES
ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTÁ, D. E. COLOMBIA

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Teniendo en cuenta la contaminación del río Bogotá y analizando los resultados obtenidos, podemos concluir que los datos turbinados utilizando técnicas isotópicas producen información confiable en este tipo de investigación.

6.2. Ante la experiencia obtenida y siendo éste el primer trabajo adelantado en el país, sería importante dar a conocer estos resultados a otras entidades relacionadas con el sector eléctrico (ISA, CVC, etc.).

6.3. Se espera que el aporte de esta información sea de gran utilidad para la Empresa Contratante.

6.4. Analizando las curvas Potencia-Caudal, Factor de Conversión-Potencia y Factor de Conversión-Caudal se puede concluir que las máximas eficiencias se producen cuando se opera entre 60 y 80% de la potencia nominal dada por la E.E.B.

6.5. Se concluye que el tritio se comporta como un excelente

trazador para calcular caudales turbinados.

7. AGRADECIMIENTOS

Para la realización y programación de este trabajo se contó con la colaboración de los ingenieros Henry Navarro y Jaime Acosta, de la División Centro de Control y el personal de las diferentes plantas de generación de la E.E.B. Igualmente se agradece a los estudiantes y auxiliares de campo por su valioso aporte.



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA

7. AGRADECIMIENTOS

La realización y programación de este trabajo se contó con la colaboración de los ingenieros Henry Navarro y Jaime Acosta, de la División Centro de Control y el personal de las diferentes plantas de generación de la E.S.R. Igualmente se agradece a los estudiantes y auxiliares de campo por su valioso aporte.

UNIDAD	A	B	C.R	Q (Med)	P (med)	FC (Med)	P (Est)	FC (Est)	ERROR %
CANDAS	1.13696	1.00699	0.9999	9.10	10.50	1.1538	10.5073	1.1546	0.069
	1.13696	1.00699		17.46	20.26	1.1604	20.2522	1.1599	-0.039
	1.13696	1.00699		34.30	40.20	1.1720	39.9734	1.1654	-0.564
	1.13696	1.00699		38.77	44.98	1.1602	45.2215	1.1664	0.537
SALTO1 U1	2.51811	1.01681	0.9999	0.81	2.02	2.4938	2.0325	2.5092	0.617
	2.51811	1.01681		1.58	4.05	2.5633	4.0093	2.5375	-1.004
	2.51811	1.01681		3.14	8.08	2.5732	8.0604	2.5670	-0.242
	2.51811	1.01681		3.91	10.01	2.5601	10.0741	2.5765	0.640
SALTO1 U2	2.53118	1.01365	0.9998	0.83	2.08	2.5060	2.0955	2.5248	0.747
	2.53118	1.01365		1.58	4.06	2.5696	4.0243	2.5470	-0.879
	2.53118	1.01365		3.08	8.03	2.6071	7.9167	2.5703	-1.411
	2.53118	1.01365		3.95	10.03	2.5392	10.1874	2.5791	1.569
SALTO2 U1	3.62988	1.01084	0.9999	2.01	7.30	3.6318	7.3515	3.6575	0.705
	3.62988	1.01084		3.79	14.10	3.7203	13.9574	3.6827	-1.011
	3.62988	1.01084		7.48	27.94	3.7353	27.7503	3.7099	-0.679
	3.62988	1.01084		9.45	34.80	3.6825	35.1478	3.7193	0.999
SALTO2 U2	3.430136	1.00326	0.9993	2.08	7.04	3.3846	7.1517	3.4383	1.588
	3.430136	1.00326		3.98	13.98	3.5126	13.7136	3.4456	-1.906
	3.430136	1.00326		7.92	28.08	3.5455	27.3506	3.4534	-2.598
	3.430136	1.00326		10.29	34.52	3.3547	35.5654	3.4563	3.028
LAGUNETA U1	1.791218	1.02258	0.9998	2.29	4.15	1.8122	4.1794	1.8250	0.707
	1.791218	1.02258		3.89	7.25	1.8638	7.1849	1.8470	-0.898
	1.791218	1.02258		7.72	14.60	1.8912	14.4813	1.8758	-0.813
	1.791218	1.02258		9.75	18.20	1.8667	18.3859	1.8857	1.021
LAGUNETA U2	1.718794	1.03459	0.9997	2.35	4.10	1.7447	4.1603	1.7703	1.471
	1.718794	1.03459		3.81	7.00	1.8373	6.8587	1.8002	-2.018
	1.718794	1.03459		7.75	14.40	1.8581	14.2984	1.8450	-0.706
	1.718794	1.03459		9.75	17.90	1.8359	18.1317	1.8597	1.294
LAGUNETA U3	1.848196	0.986288	0.9991	2.45	4.40	1.7959	4.4728	1.8256	1.654
	1.848196	0.986288		3.92	7.20	1.8367	7.1105	1.8139	-1.243
	1.848196	0.986288		6.79	12.60	1.8557	12.2239	1.8003	-2.985
	1.848196	0.986288		9.86	17.20	1.7444	17.6603	1.7911	2.676
D.VALENCIA U1	5.240883	1.25525	0.97369	1.85	10.47	5.6595	11.3441	6.1320	8.349
	5.240883	1.25525		4.01	30.21	7.5337	29.9572	7.4706	-0.837
	5.240883	1.25525		5.30	40.67	7.6736	42.5159	8.0219	4.539
	5.240883	1.25525		6.80	50.22	7.3853	58.1315	8.5487	15.754



INSTITUTO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS
BOGOTÁ, D. E. COLOMBIA

D.VALENCIA U2	6.694927	1.05475	0.9994	1.85	12.77	6.9027	12.8099	6.9243	0.312
	6.694927	1.05475		4.21	30.35	7.2090	30.4935	7.2431	0.473
	6.694927	1.05475		5.42	40.88	7.5424	39.8044	7.3440	-2.631
	6.694927	1.05475		6.90	50.39	7.3029	51.3478	7.4417	1.901

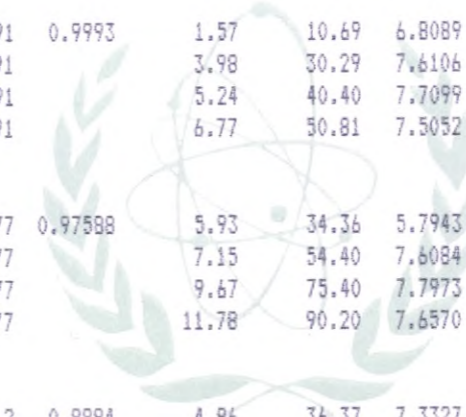
D.VALENCIA U3	6.64146	1.05953	0.9999	1.57	10.66	6.7898	10.7109	6.8222	0.477
	6.64146	1.05953		4.15	30.23	7.2843	29.9988	7.2286	-0.765
	6.64146	1.05953		5.45	40.17	7.3706	40.0403	7.3469	-0.323
	6.64146	1.05953		6.85	50.48	7.3693	51.0156	7.4475	1.061

D.VALENCIA U4	6.711282	1.06601	0.9995	1.52	10.39	6.8355	10.4870	6.8994	0.934
	6.711282	1.06601		4.05	30.46	7.5210	29.8098	7.3604	-2.135
	6.711282	1.06601		5.32	40.39	7.5921	39.8689	7.4942	-1.290
	6.711282	1.06601		6.68	49.55	7.4177	50.8189	7.6076	2.561

D.VALENCIA U6	6.651949	1.07891	0.9993	1.57	10.69	6.8089	10.8220	6.8930	1.235
	6.651949	1.07891		3.98	30.29	7.6106	29.5236	7.4180	-2.530
	6.651949	1.07891		5.24	40.40	7.7099	39.7231	7.5807	-1.676
	6.651949	1.07891		6.77	50.81	7.5052	52.3696	7.7355	3.069

PARAISO U1	3.404268	1.35077	0.97588	5.93	34.36	5.7943	37.6915	6.3561	9.696
	3.404268	1.35077		7.15	54.40	7.6084	48.5283	6.7872	-10.794
	3.404268	1.35077		9.67	75.40	7.7973	72.9639	7.5454	-3.231
	3.404268	1.35077		11.78	90.20	7.6570	95.2565	8.0863	5.606

PARAISO U2	6.277812	1.10312	0.9994	4.96	36.37	7.3327	36.7289	7.4050	0.987
	6.277812	1.10312		7.08	55.15	7.7895	54.3872	7.6818	-1.383
	6.277812	1.10312		9.43	75.26	7.9809	74.6125	7.9122	-0.860
	6.277812	1.10312		11.38	90.66	7.9666	91.8036	8.0671	1.261



INSTITUTO DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

PARAISO U3	6.257245	1.10699	0.9988	4.96	36.37	7.3327	36.8362	7.4266	1.282
	6.257245	1.10699		7.08	55.29	7.8093	54.6212	7.7149	-1.210
	6.257245	1.10699		8.93	72.06	8.0694	70.6263	7.9089	-1.990
	6.257245	1.10699		11.34	90.23	7.9568	92.0088	8.1136	1.971

GUACA U1	6.659138	1.12951	0.9989	5.06	41.34	8.1700	41.5684	8.2151	0.552
	6.659138	1.12951		7.25	62.19	8.5779	62.3991	8.6068	0.336
	6.659138	1.12951		9.05	82.22	9.0851	80.1608	8.8575	-2.504
	6.659138	1.12951		11.51	103.46	8.9887	105.1752	9.1377	1.658

GUACA U2	6.692517	1.1367	0.9934	5.07	41.83	8.2505	42.3616	8.3553	1.271
	6.692517	1.1367		7.12	61.16	8.5899	62.3166	8.7523	1.891
	6.692517	1.1367		8.57	82.26	9.5986	76.9323	8.9769	-6.477
	6.692517	1.1367		11.50	103.84	9.0296	107.4694	9.3452	3.495

GUACA U3	8.244283	1.04604	0.9994	4.77	41.83	8.7694	42.2581	8.8591	1.023
----------	----------	---------	--------	------	-------	--------	---------	--------	-------

107	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
108	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
109	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
110	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
111	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
112	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
113	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
114	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
115	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
116	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
117	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
118	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
119	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
120	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
121	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
122	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
123	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
124	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
125	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
126	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
127	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
128	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
129	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
130	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
131	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
132	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
133	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
134	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
135	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
136	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
137	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
138	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
139	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
140	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
141	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
142	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
143	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
144	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
145	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
146	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
147	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
148	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
149	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
150	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0

8.244283	1.04604	6.87	62.64	9.1179	61.8932	9.0092	-1.192
8.244283	1.04604	8.95	82.58	9.2268	81.6202	9.1196	-1.162
8.244283	1.04604	11.38	103.53	9.0975	104.9349	9.2210	1.357



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
 ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 BOGOTA D. E. COLOMBIA

Figura 1. Variación de la concentración de tritio en la muestra de agua en el método de atomo per investigación en el método de atomo.

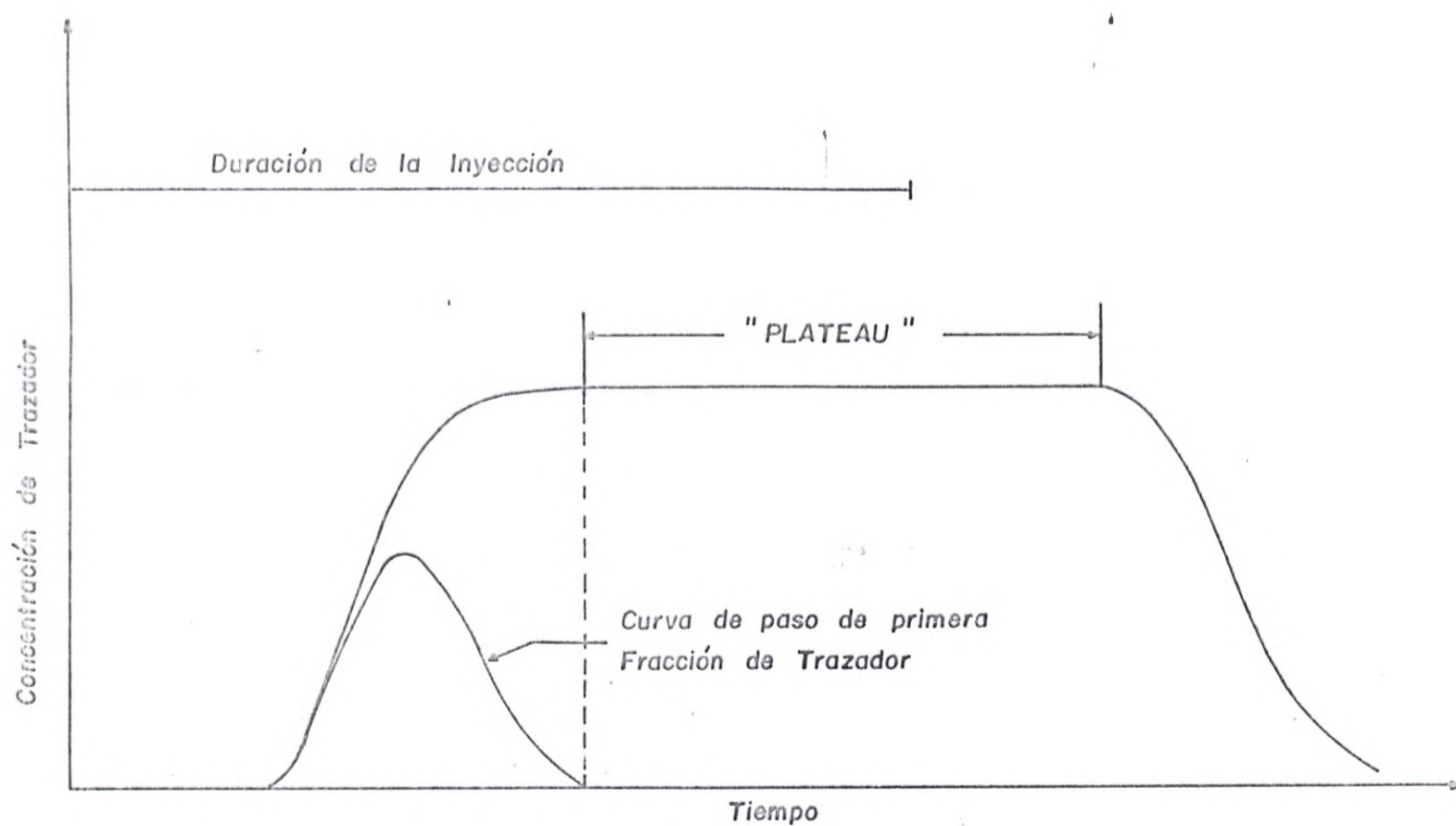
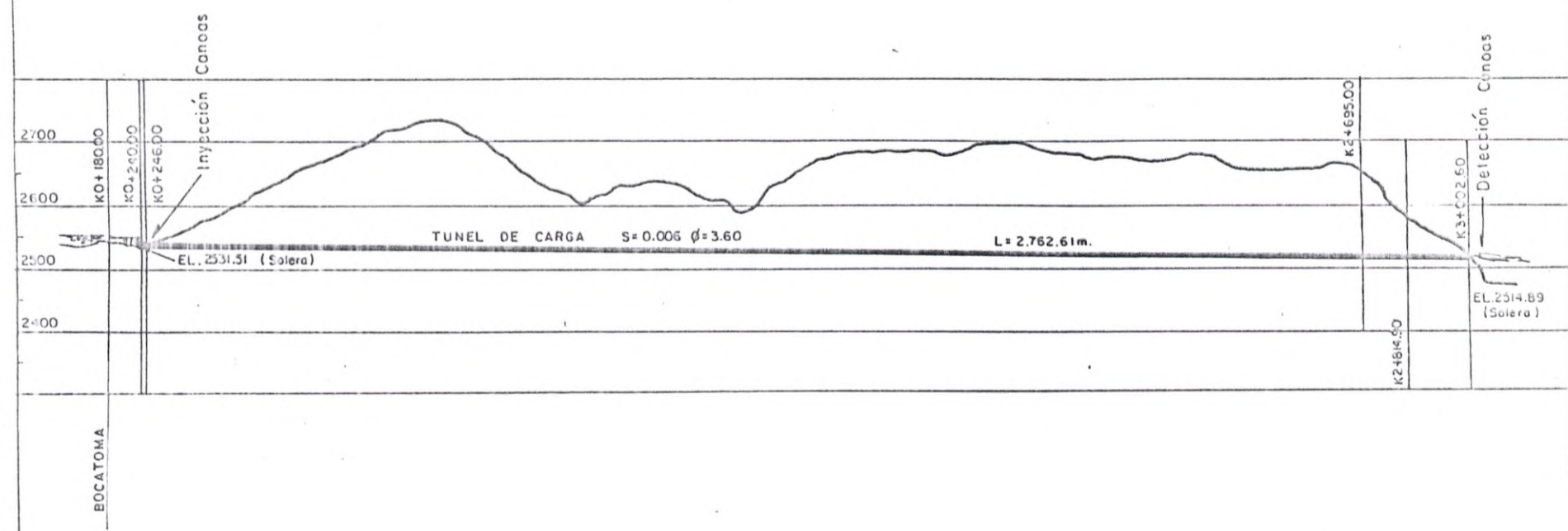


Figura 1. Variación de la concentración de trazador en función del tiempo en el método de aforo por inyección continua a caudal constante.

CENTRAL HIDROELECTRICA DE CANOAS



PERFIL GENERAL

FIGURA - 2

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES		
DETERMINACION DE FACTORES DE CONVERSION TURBINAS E.E.B.		
AREA: DE HIDROLOGIA		
DIBUJO: M.M.Montenegro	FECHA: Junio, 1991	ESCALA: 1: 13.000 Aprox

CENTRAL HIDROELECTRICA SALTO 2

2384.04
N. Amot.
Elevación
2375

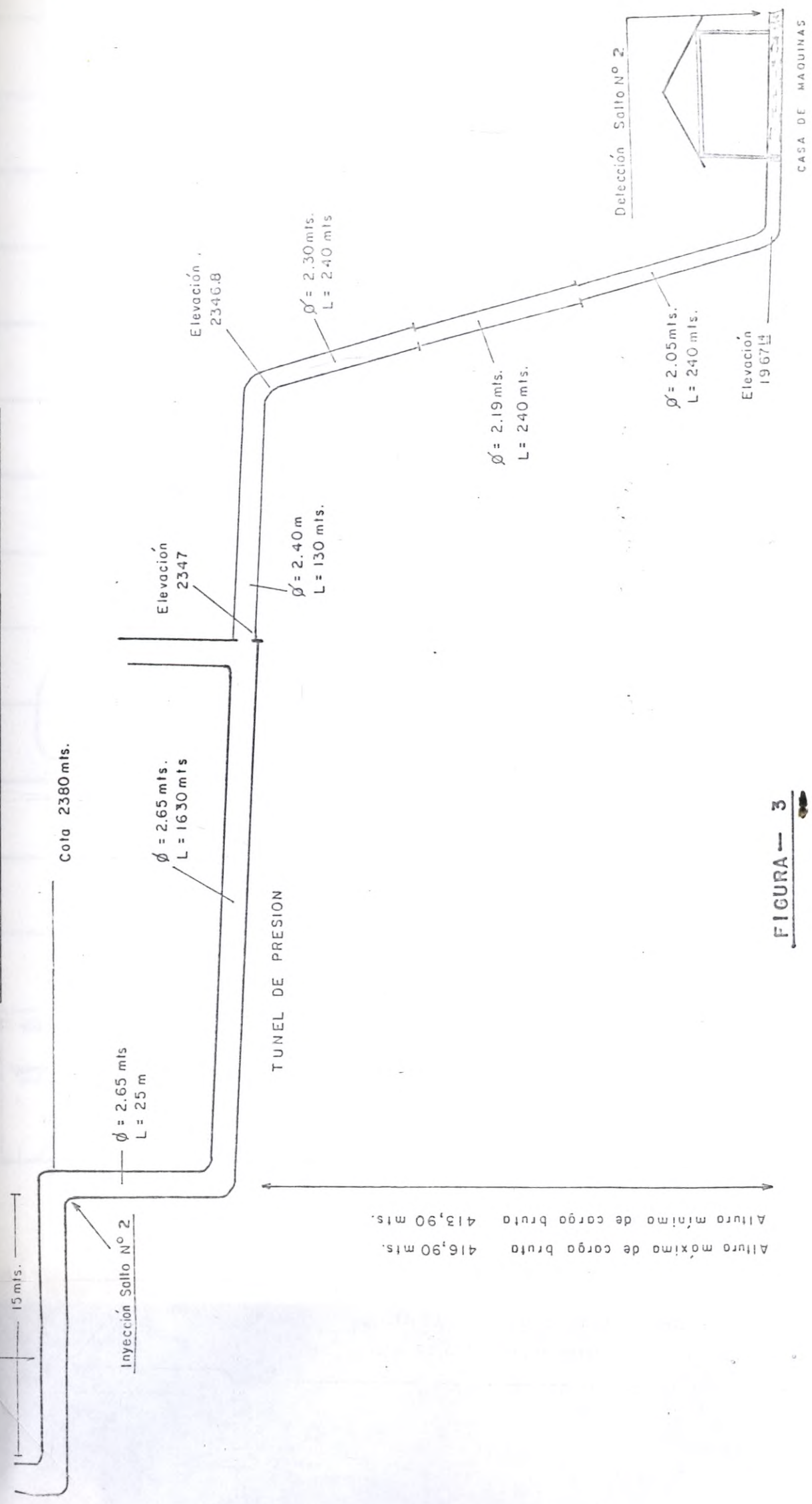
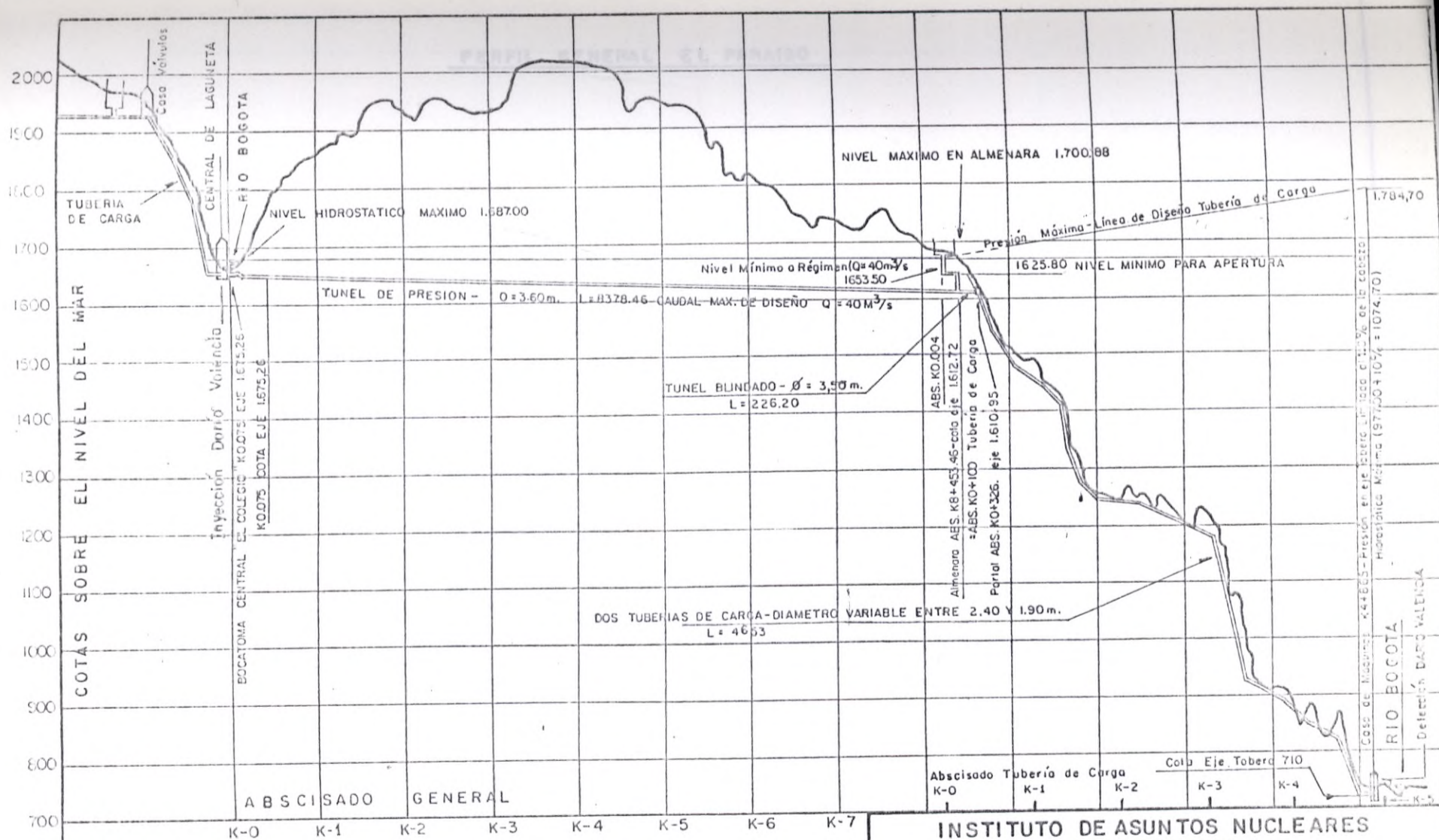


FIGURA -- 3



CENTRAL HIDROELECTRICA DE EL COLEGIO

PERFIL GENERAL

FIGURA— 4

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
AREA DE HIDROLOGIA

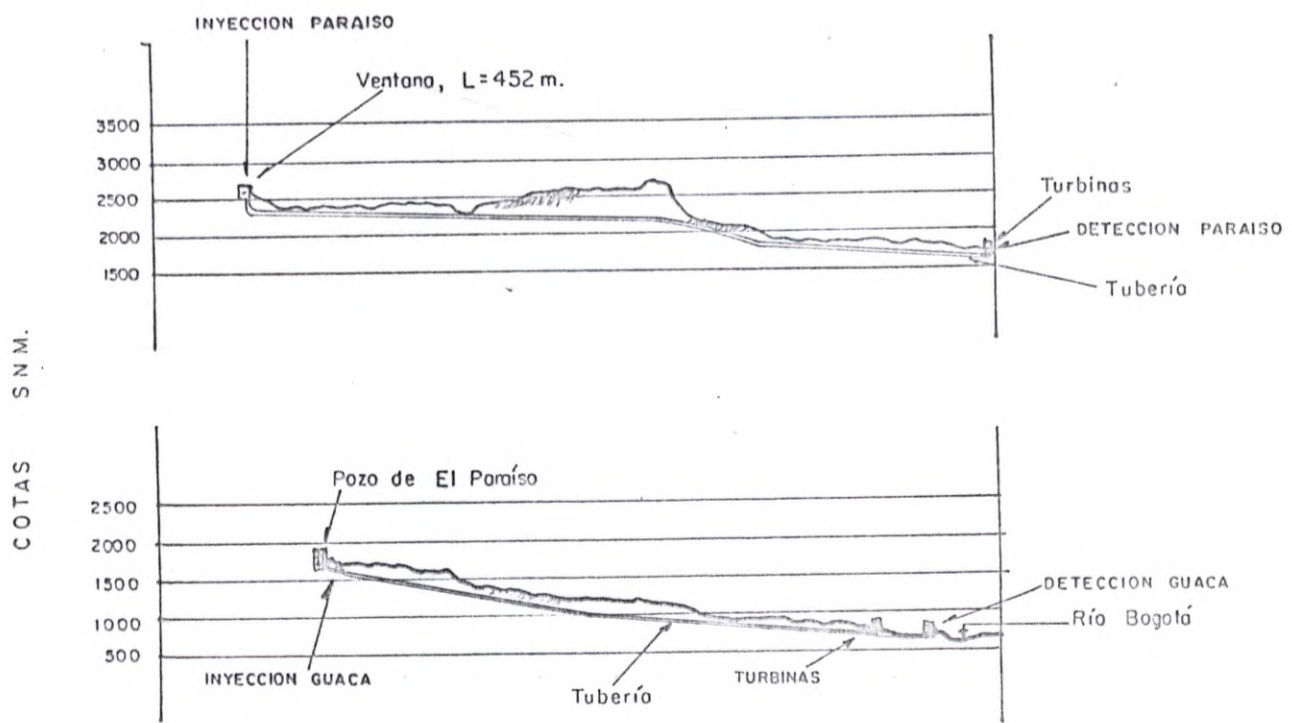
DETERMINACION DE FACTORES DE CONVERSION
TURBINAS. E.E.E.B.

ESCALA: H=1:66.600-Aprox.
V=1:10.000

FECHA: Sept. 1990.

Dib: M.M.Montenegro

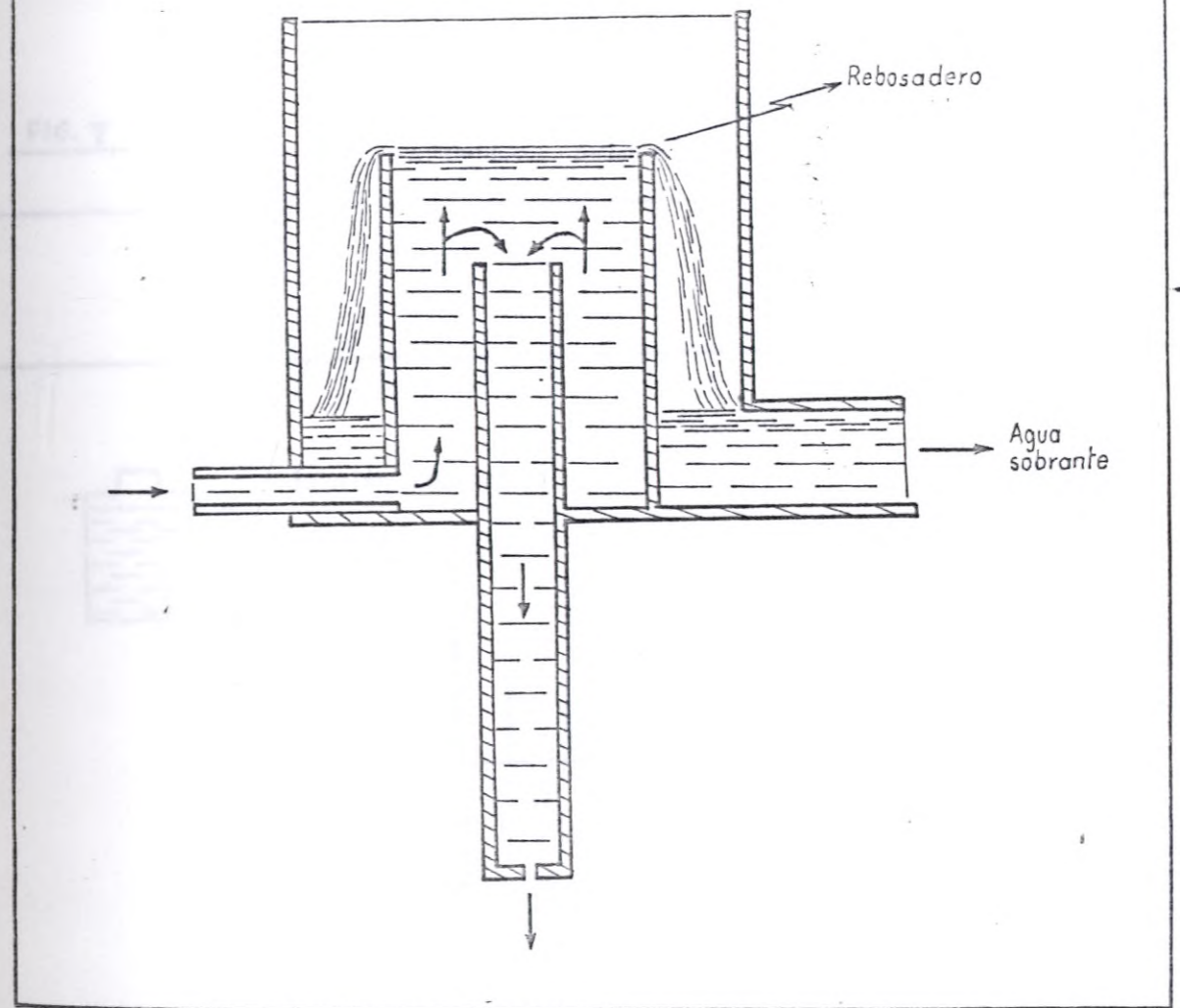
PERFIL GENERAL EL PARAISO

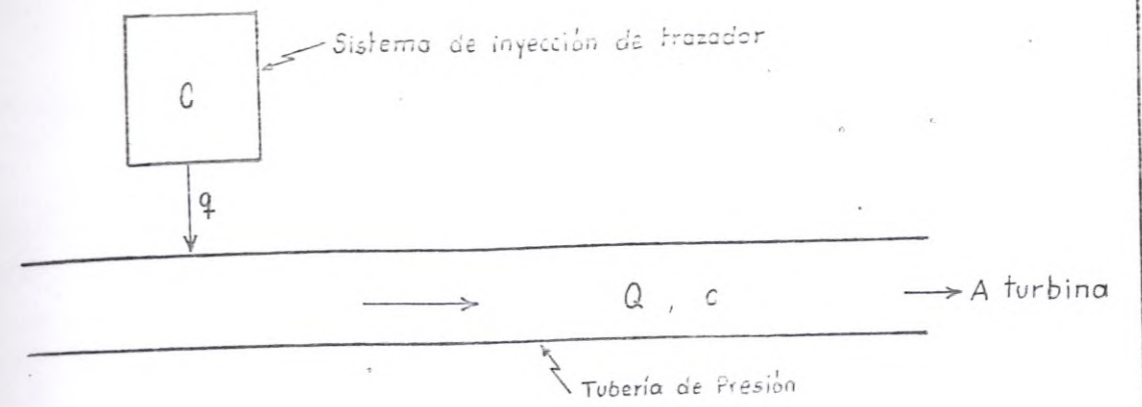


PERFIL GENERAL LA GUACA

FIGURA - N° 5

FIG. 6 CELULA DE NIVEL CONSTANTE





$$\frac{Q}{q} = \frac{C}{c}$$

FIG. 7 ESQUEMA DEL METODO DE AFORO POR INYECCION DE TRAZADOR A CAUDAL CONSTANTE

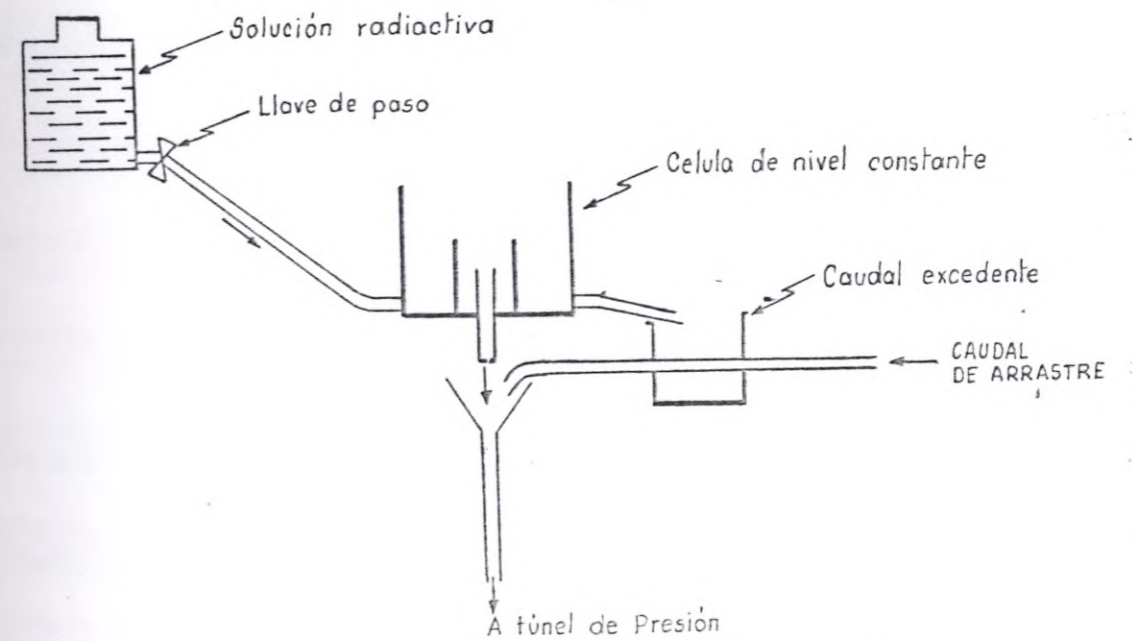


FIG. 8 ESQUEMA DEL SISTEMA DE INYECCION DE TRAZADOR

SOLUCION DE TRITIO
INYECTADA
~ 0.33 Ci
~ 25 Litros

~ 10 ml.

~ 1000 Gramos

~ 10 ml.

~ 1000 Gramos

10 ml.

MEDIDA EN EL
ESPECTROMETRO DE
CENTELLEO LIQUIDO

FIGURA - 9

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LAS DILUCIONES.
REALIZADAS PARA LA PREPARACION DE LAS SOLUCIONES
PARA CALIBRADO DE LA SOLUCION INYECTADA DE TRITIO.

Tabla No. 1

RESULTADOS DE FACTORES DE CONVERSION DE LAS DIFERENTES

UNIDADES GENERADORAS DE LA E.E.B.

AFORO	FECHA Y HORA INICIAL	UNIDAD	SITIO DE INYECCION	SITIO DE DETECCION	TIEMPO DE TRANSITO HORAS	POTENCIA MW	%POTENCIA NOMINAL	CAUDAL m3/seg	FACTOR DE CONVERSION MW/m3/seg
1	19-feb-91 14:00	CANOAS	BOCATOMA CANOAS	CANAL DE DESCARGA	1.05	10.50	21.00	9.10	1.154
2	18-feb-91 15:00	CANOAS	BOCATOMA CANOAS	CANAL DE DESCARGA	0.48	20.26	40.40	17.46	1.160
3	19-feb-91 10:00	CANOAS	BOCATOMA CANOAS	CANAL DE DESCARGA	0.22	40.20	80.40	34.30	1.172
4	18-feb-91 10:00	CANOAS	BOCATOMA CANOAS	CANAL DE DESCARGA	0.19	44.98	89.90	38.77	1.160
5	25-feb-91 22:30	SALTO 1 UNIDAD 1	DARSENAS SALTO1 U1	CANAL DE DESCARGA	2.75	2.02	17.60	0.81	2.494
6	24-feb-91 23:00	SALTO 1 UNIDAD 1	DARSENAS SALTO1 U1	CANAL DE DESCARGA	1.34	4.05	35.20	1.58	2.563
7	25-feb-91 21:00	SALTO 1 UNIDAD 1	DARSENAS SALTO1 U1	CANAL DE DESCARGA	0.66	8.08	70.30	3.14	2.573
8	24-feb-91 21:00	SALTO 1 UNIDAD 1	DARSENAS SALTO1 U1	CANAL DE DESCARGA	0.53	10.01	87.00	3.91	2.560
9	27-feb-91 23:00	SALTO 1 UNIDAD 2	DARSENAS SALTO1 U2	CANAL DE DESCARGA	2.85	2.08	18.10	0.83	2.506
10	26-feb-91 23:00	SALTO 1 UNIDAD 2	DARSENAS SALTO1 U2	CANAL DE DESCARGA	1.58	4.06	35.30	1.58	2.570
11	27-feb-91 21:00	SALTO 1 UNIDAD 2	DARSENAS SALTO1 U2	CANAL DE DESCARGA	0.68	8.03	69.80	3.08	2.607
12	26-feb-91 21:00	SALTO 1 UNIDAD 2	DARSENAS SALTO1 U2	CANAL DE DESCARGA	0.60	10.03	87.20	3.95	2.539
13	22-feb-91 23:30	SALTO 2 UNIDAD 1	DARSENAS SALTO2 U1	CANAL DE DESCARGA	1.72	7.30	20.80	2.01	3.632
14	21-feb-91 23:00	SALTO 2 UNIDAD 1	DARSENAS SALTO2 U1	CANAL DE DESCARGA	1.10	14.10	40.30	3.79	3.720

RESULTADOS DE FACTORES DE CONVERSION DE LAS DIFERENTES UNIDADES GENERADORAS DE LA E.E.B.

ORDEN	FECHA Y HORA	UNIDAD	TIPO	DESCARGA	INYECCION	DETECCION	TIEMPO DE TRAYECTO	POTENCIA NOMINAL	FACTORES DE CONVERSION
1	17-feb-91 14:00	CANAL DE DESCARGA	BOCATOMA	CANAL DE DESCARGA	1.02	10.30	51.00	41.0	1.134
2	18-feb-91 13:00	CANAL DE DESCARGA	BOCATOMA	CANAL DE DESCARGA	0.48	50.28	40.44	11.48	1.160
3	19-feb-91 14:00	CANAL DE DESCARGA	BOCATOMA	CANAL DE DESCARGA	0.52	40.20	80.40	24.20	1.122
4	18-feb-91 10:00	CANAL DE DESCARGA	BOCATOMA	CANAL DE DESCARGA	0.14	44.98	89.96	26.77	1.180
5	19-feb-91 12:30	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 1 UNIDAD 1	2.72	2.02	13.80	0.81	2.444
6	24-feb-91 12:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 1 UNIDAD 1	1.24	4.02	22.20	1.28	2.223
7	23-feb-91 11:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 1 UNIDAD 1	0.88	8.08	16.16	2.14	2.223
8	24-feb-91 11:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 1 UNIDAD 1	0.22	10.01	20.02	2.41	2.280
9	23-feb-91 12:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 2 UNIDAD 2	2.82	2.08	18.10	0.82	2.208
10	24-feb-91 12:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 2 UNIDAD 2	1.28	4.08	22.20	1.28	2.220
11	23-feb-91 11:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 2 UNIDAD 2	0.88	8.08	16.16	2.08	2.202
12	24-feb-91 10:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 2 UNIDAD 2	0.80	10.02	20.04	2.42	2.224
13	23-feb-91 12:30	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 2 UNIDAD 2	1.22	1.20	10.80	2.01	2.222
14	21-feb-91 12:00	CANAL DE DESCARGA	DARSENAS	SALTO 2 UNIDAD 2	1.10	14.10	40.20	2.22	2.220

Tabla No. 1

15	22-feb-91 21:00	SALTO 2 UNIDAD 1	DARSENAS	CANAL DE SALTO2 U1	DESCARGA	0.44	27.94	79.80	7.48	3.735
16	21-feb-91 21:00	SALTO 2 UNIDAD 1	DARSENAS	CANAL DE SALTO2 U1	DESCARGA	0.35	34.80	99.40	9.45	3.683
17	7-mar-91 03:00	SALTO 2 UNIDAD 2	DARSENAS	CANAL DE SALTO2 U2	DESCARGA	1.78	7.04	20.10	2.08	3.385
18	23-feb-91 23:00	SALTO 2 UNIDAD 2	DARSENAS	CANAL DE SALTO2 U2	DESCARGA	0.87	13.98	39.90	3.98	3.513
19	24-feb-91 01:30	SALTO 2 UNIDAD 2	DARSENAS	CANAL DE SALTO2 U2	DESCARGA	0.44	28.08	80.20	7.92	3.545
20	23-feb-91 21:00	SALTO 2 UNIDAD 2	DARSENAS	CANAL DE SALTO2 U2	DESCARGA	0.34	34.52	98.60	10.29	3.355
21	1-mar-91 21:00	LAGUNETA UNIDAD 1	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	2.71	4.15	23.00	2.29	1.812
22	28-feb-91 23:00	LAGUNETA UNIDAD 1	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	1.58	7.25	40.30	3.89	1.864
23	28-feb-91 21:00	LAGUNETA UNIDAD 1	DARSENAS	CANAL DE SALTO2 U2	DESCARGA	0.75	14.60	81.10	7.72	1.891
24	1-mar-91 03:00	LAGUNETA UNIDAD 1	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	0.60	18.20	101.10	9.75	1.867
25	2-mar-91 23:00	LAGUNETA UNIDAD 2	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	2.63	4.10	22.80	2.35	1.745
26	2-mar-91 03:00	LAGUNETA UNIDAD 2	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	1.53	7.00	38.90	3.81	1.837
27	2-mar-91 01:00	LAGUNETA UNIDAD 2	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	0.74	14.40	80.00	7.75	1.858
28	2-mar-91 21:00	LAGUNETA UNIDAD 2	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	0.28	17.90	99.40	9.75	1.836
29	3-mar-91 21:00	LAGUNETA UNIDAD 3	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	2.45	4.40	24.40	2.45	1.796
30	3-mar-91 03:00	LAGUNETA UNIDAD 3	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	1.54	7.20	40.00	3.92	1.837
31	5-mar-91 21:00	LAGUNETA UNIDAD 3	BOCATOMA	CANAL DE LAGUNETA	DESCARGA	0.82	12.60	70.00	6.79	1.856

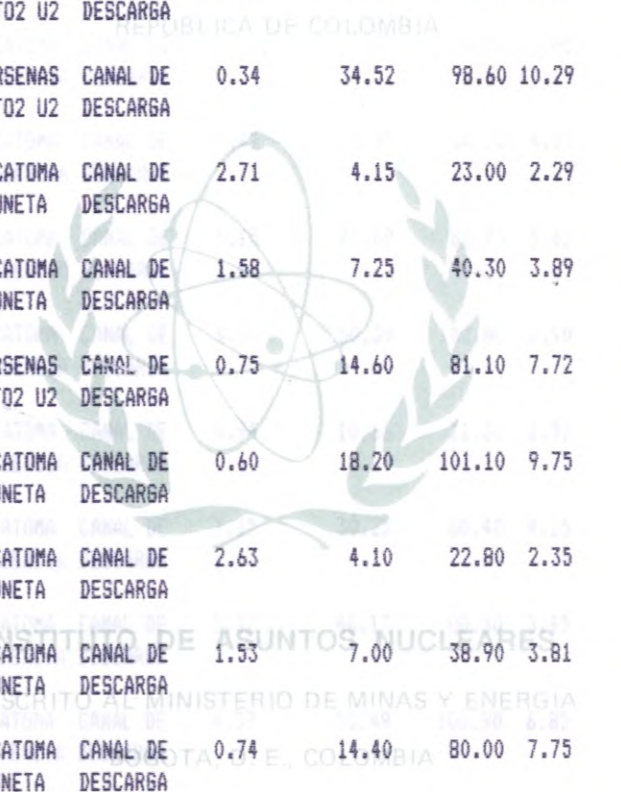


Tabla No. 1

32	4-mar-91 21:00	LAGUNETA BOCATOMA UNIDAD 3	CANAL DE DESCARGA	0.62	17.20	95.50	9.86	1.744
33	6-abr-91 21:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 1	CANAL DE DESCARGA	7.85	10.47	20.90	1.85	5.659
34	16-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 1	CANAL DE DESCARGA	7.21	30.21	60.40	4.01	7.534
35	10-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 1	CANAL DE DESCARGA	5.47	40.67	81.30	5.30	7.674
36	11-mar-91 21:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 1	CANAL DE DESCARGA	4.26	50.22	100.40	6.80	7.385
37	6-abr-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 2	CANAL DE DESCARGA	7.85	12.77	25.50	1.85	6.903
38	17-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 2	CANAL DE DESCARGA	6.42	30.35	60.70	4.21	7.209
39	12-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 2	CANAL DE DESCARGA	5.15	40.88	81.70	5.42	7.542
40	18-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 2	CANAL DE DESCARGA	4.33	50.39	100.80	6.90	7.303
41	7-abr-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 3	CANAL DE DESCARGA	8.94	10.66	21.30	1.57	6.790
42	18-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 3	CANAL DE DESCARGA	7.15	30.23	60.40	4.15	7.284
43	13-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 3	CANAL DE DESCARGA	5.32	40.17	80.30	5.45	7.371
44	9-mar-91 01:30	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 3	CANAL DE DESCARGA	4.39	50.48	100.90	6.85	7.369
45	4-abr-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 4	CANAL DE DESCARGA	8.85	10.39	20.80	1.52	6.836
46	5-abr-91 2:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 4	CANAL DE DESCARGA	7.08	30.46	60.90	4.05	7.521
47	15-mar-91 22:00	D.VALENCIA BOCATOMA UNIDAD 4	CANAL DE DESCARGA	5.29	40.39	80.80	5.32	7.592

REPUBLICA DE COLOMBIA

COMISION NACIONAL DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTA, D. E., COLOMBIA

Tabla No. 1

48	11-mar-91	D.VALENCIA	BOCATOMA	CANAL DE	4.32	49.55	99.10	6.68	7.418
	21:00			UNIDAD 4 D.VALENCIA					
49	7-abr-91	D.VALENCIA	BOCATOMA	CANAL DE	8.94	10.69	21.40	1.57	6.809
	22:30			UNIDAD 6 D.VALENCIA					
50	5-abr-91	D.VALENCIA	BOCATOMA	CANAL DE	7.28	30.29	60.60	3.98	7.611
	22:00			UNIDAD 6 D.VALENCIA					
51	15-mar-91	D.VALENCIA	BOCATOMA	CANAL DE	5.43	40.40	80.80	5.24	7.710
	22:00			UNIDAD 6 D.VALENCIA					
52	12-mar-91	D.VALENCIA	BOCATOMA	CANAL DE	4.22	50.81	101.60	6.77	7.505
	01:00			UNIDAD 6 D.VALENCIA					
53	11-abr-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	2.67	41.34	40.00	5.06	8.170
	22:00			UNIDAD 1 GUACA					
54	5-may-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.66	62.19	60.10	7.25	8.578
	2:00			UNIDAD 1 GUACA					
55	6-may-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.42	82.22	91.30	9.05	9.085
	14:00			UNIDAD 1 GUACA					
56	10-mar-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.25	103.46	99.90	11.51	8.989
	5:30			UNIDAD 1 GUACA					
57	12-abr-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	2.68	41.83	40.40	5.07	8.250
	22:00			UNIDAD 2 GUACA					
58	11-abr-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.71	61.16	59.10	7.12	8.590
	2:00			UNIDAD 2 GUACA					
59	5-may-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.50	82.26	79.50	8.57	9.599
	22:00			UNIDAD 2 GUACA					
60	6-may-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.11	103.84	100.30	11.50	9.030
	22:00			UNIDAD 2 GUACA					
61	12-abr-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	2.81	41.83	40.40	4.77	8.769
	04:00			UNIDAD 3 GUACA					
62	24-may-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.89	62.64	60.50	6.87	9.118
	07:00			UNIDAD 3 GUACA					
63	10-abr-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.44	82.58	79.80	8.95	9.227
	00:30			UNIDAD 3 GUACA					
64	24-may-91	GUACA	BOCATOMA	CANAL DE	1.21	103.53	100.00	11.38	9.098
	10:00			UNIDAD 3 GUACA					

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTA, D. E., COLOMBIA

No.	Fecha	Unidad	Canal	Descarga	Guaca	Botatoma	Amotaco	Canal	Fecha	No.
84	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	84
85	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	85
86	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	86
87	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	87
88	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	88
89	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	89
90	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	90
91	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	91
92	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	92
93	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	93
94	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	94
95	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	95
96	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	96
97	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	97
98	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	98
99	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	99
100	19-ago-91	UNIDAD 1	CANAL DE	DESCARGA	GUACA	BOTATOMA	AMOTACO	CANAL DE	19-ago-91	100

Tabla No. 1

65	30-abr-91 22:00	PARAISO UNIDAD 1	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	5.08	34.36	38.20	5.93	5.794
66	3-may-91 12:00	PARAISO UNIDAD 1	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	3.95	54.40	60.40	7.15	7.608
67	29-abr-91 22:00	PARAISO UNIDAD 1	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.78	75.40	83.70	9.67	7.797
68	12-abr-91 22:00	PARAISO UNIDAD 1	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.44	90.20	100.20	11.78	7.657
69	23-may-91 13:00	PARAISO UNIDAD 2	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.91	36.37	40.40	4.96	7.333
70	4-may-91 17:00	PARAISO UNIDAD 2	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	1.95	55.15	61.30	7.08	7.790
71	30-abr-91 01:00	PARAISO UNIDAD 2	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.91	75.26	83.60	9.43	7.981
72	13-abr-91 01:30	PARAISO UNIDAD 2	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.42	90.66	100.70	11.38	7.967
73	23-may-91 13:00	PARAISO UNIDAD 3	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.91	36.37	40.40	4.96	7.333
74	4-may-91 10:00	PARAISO UNIDAD 3	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	1.95	55.29	61.40	7.08	7.809
75	3-may-91 05:00	PARAISO UNIDAD 3	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.96	72.06	80.10	8.93	8.069
76	13-abr-91 04:00	PARAISO UNIDAD 3	VENTANA GRANADA	CANAL DE DESCARGA	2.58	90.23	100.30	11.34	7.957

REPUBLICA DE COLOMBIA
 MINISTERIO DE ASUNTOS NUCLEARES
 ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 BOGOTA, D. E., COLOMBIA



Potencia (MW)	Caudal (m ³ /seg)	Unidad	Parámetro	Canal	Ventana	Parámetro	Unidad
1.771	28.2	20-00-02	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	021000	UNIDAD 1
1.808	21.7	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 1
1.797	28.7	20-00-02	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	021000	UNIDAD 1
1.897	27.11	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 1
1.702	49.4	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 2
1.790	81.20	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 3
1.791	82.90	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 3
1.797	100.70	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 3
1.702	40.40	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 3
1.809	81.40	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 3
1.809	80.10	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 3
1.727	100.20	19-00-15	PARAISO	CANAL DE	VENTANA	001000	UNIDAD 3

CANOAS

CURVA POTENCIA-CAUDAL

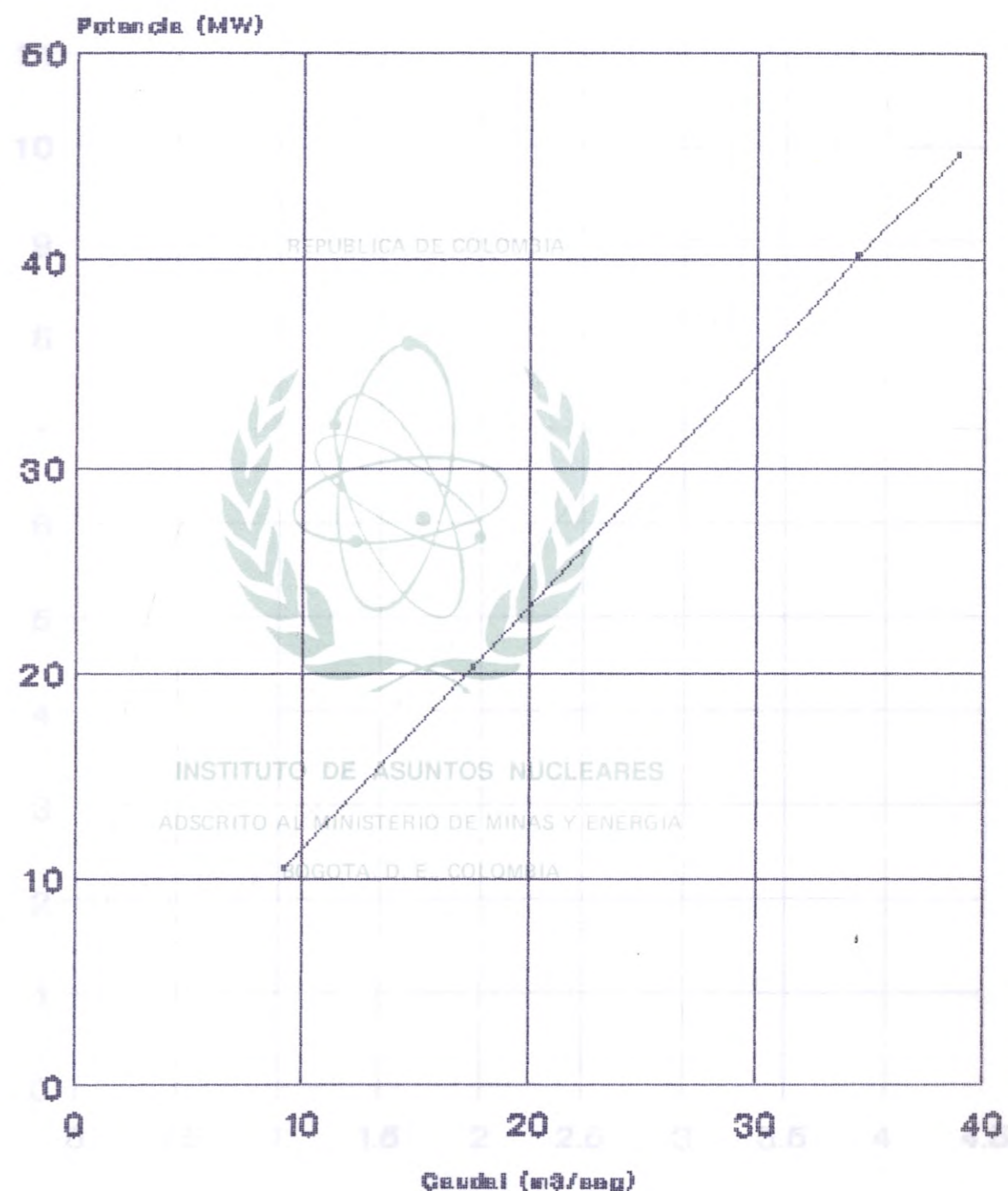


Fig. 10

CANON
CURVA POTENCIA-CAUDAL

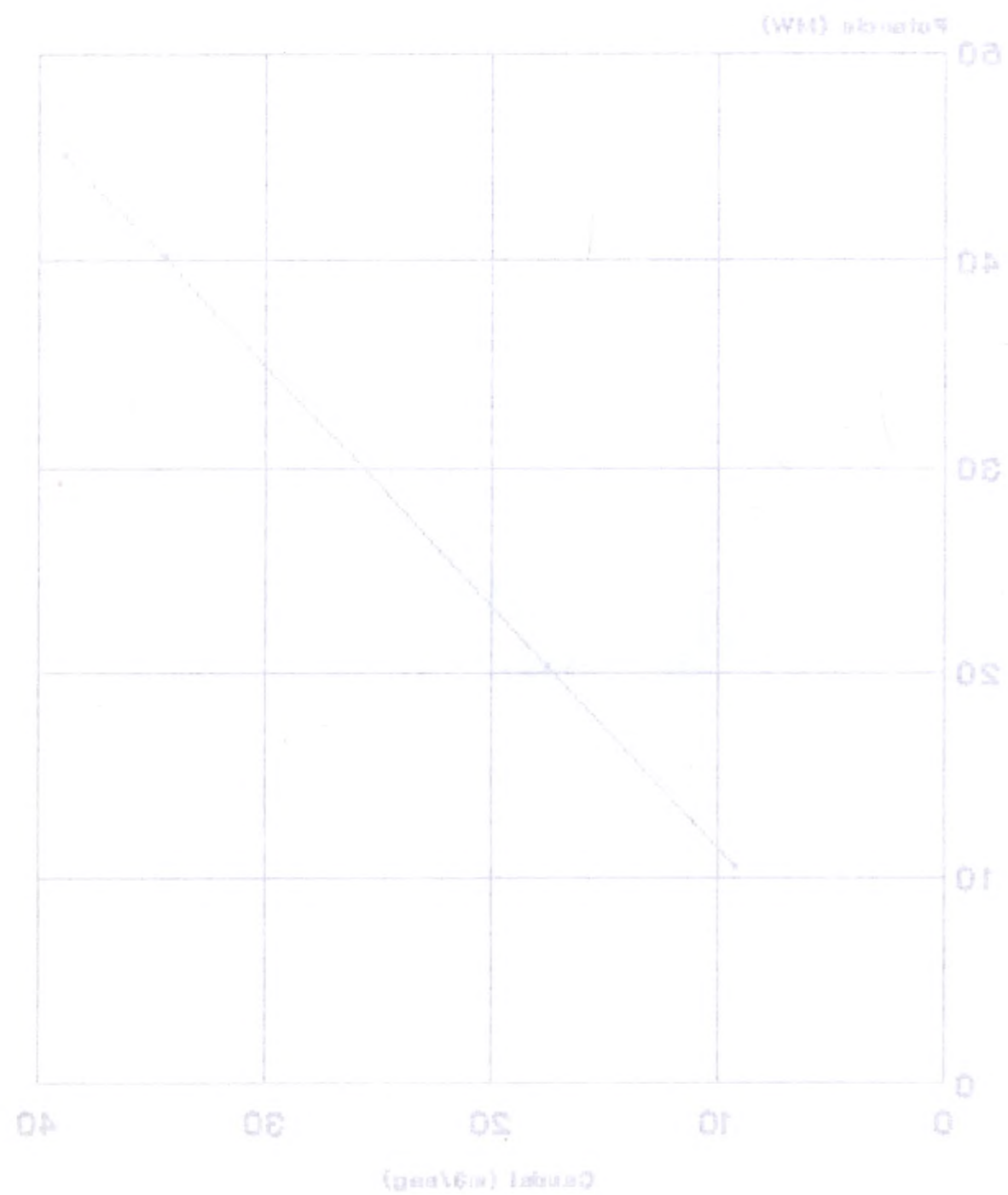


Fig. No 10

SALTO 1 UNIDAD 1
CURVA POTENCIA CAUDAL

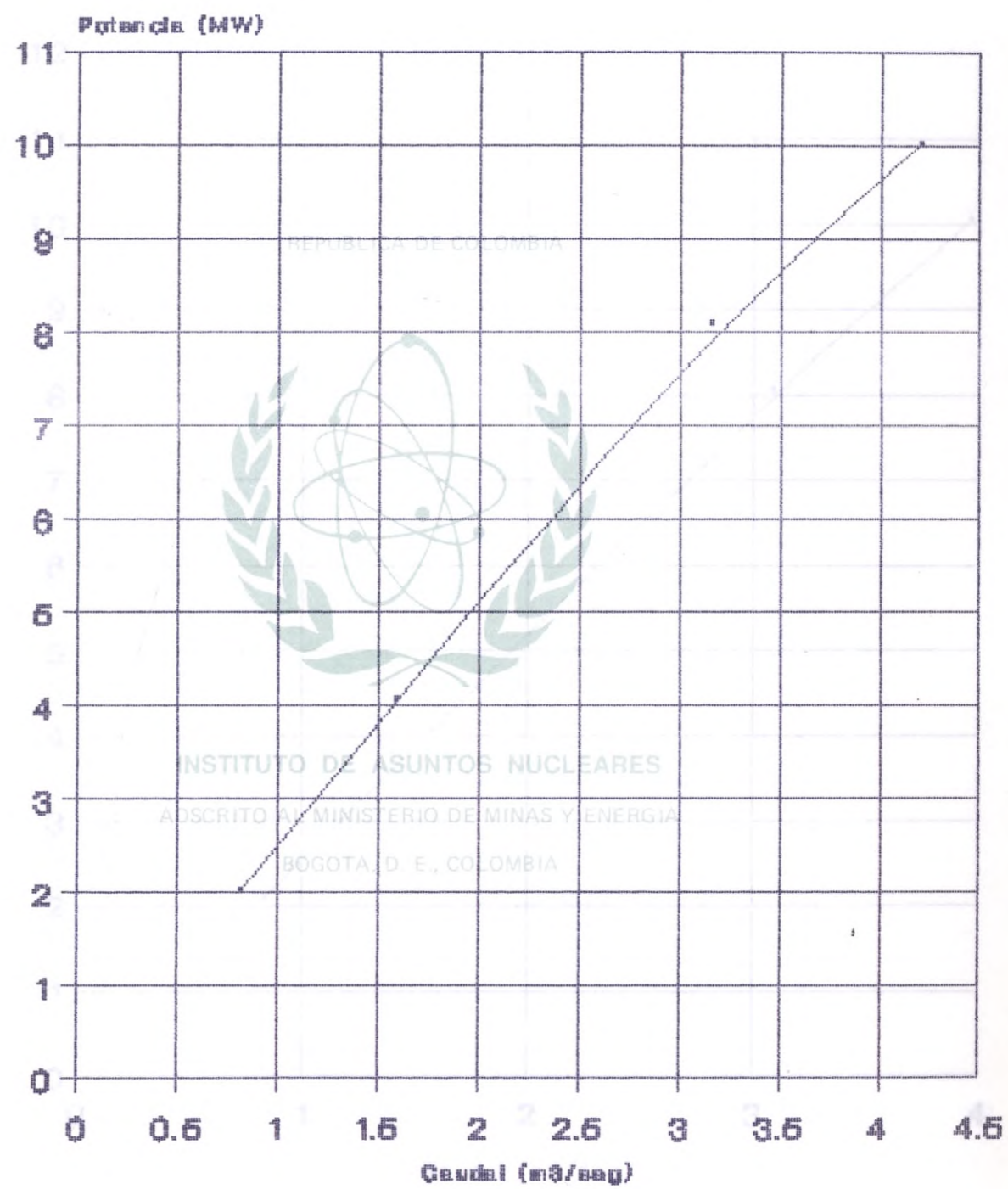


Fig. No 11

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

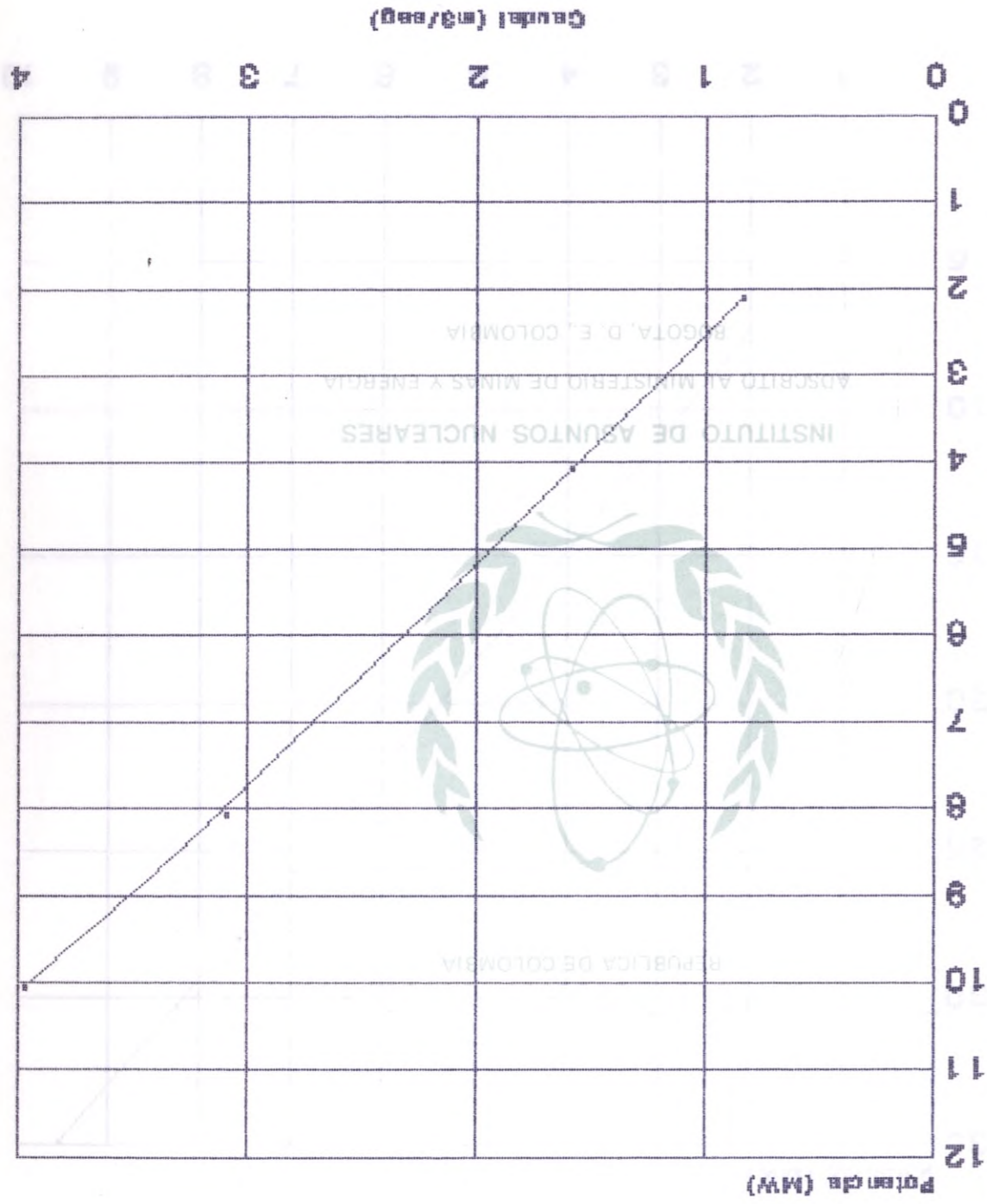


Fig. 12

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

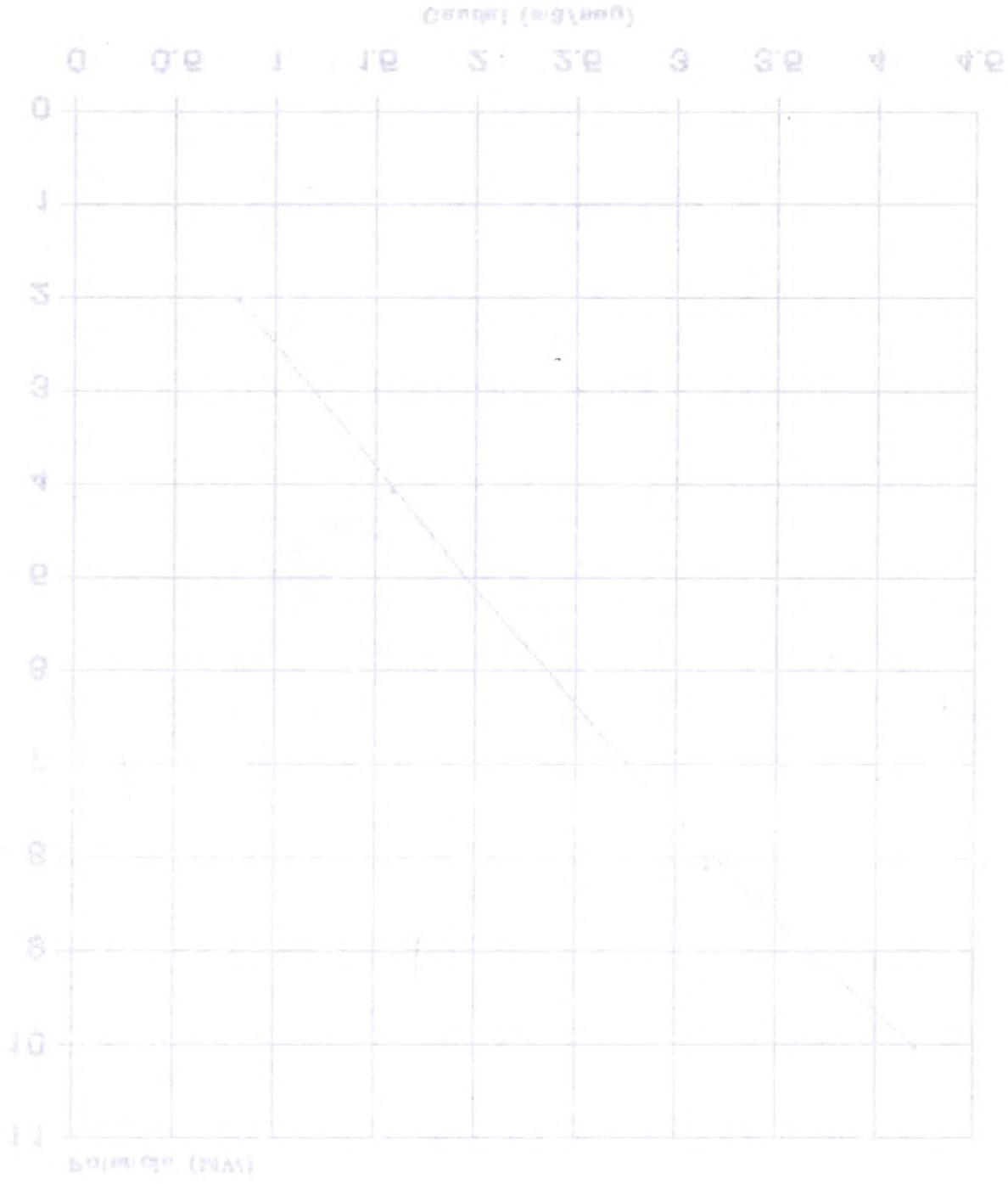


Fig. 13

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

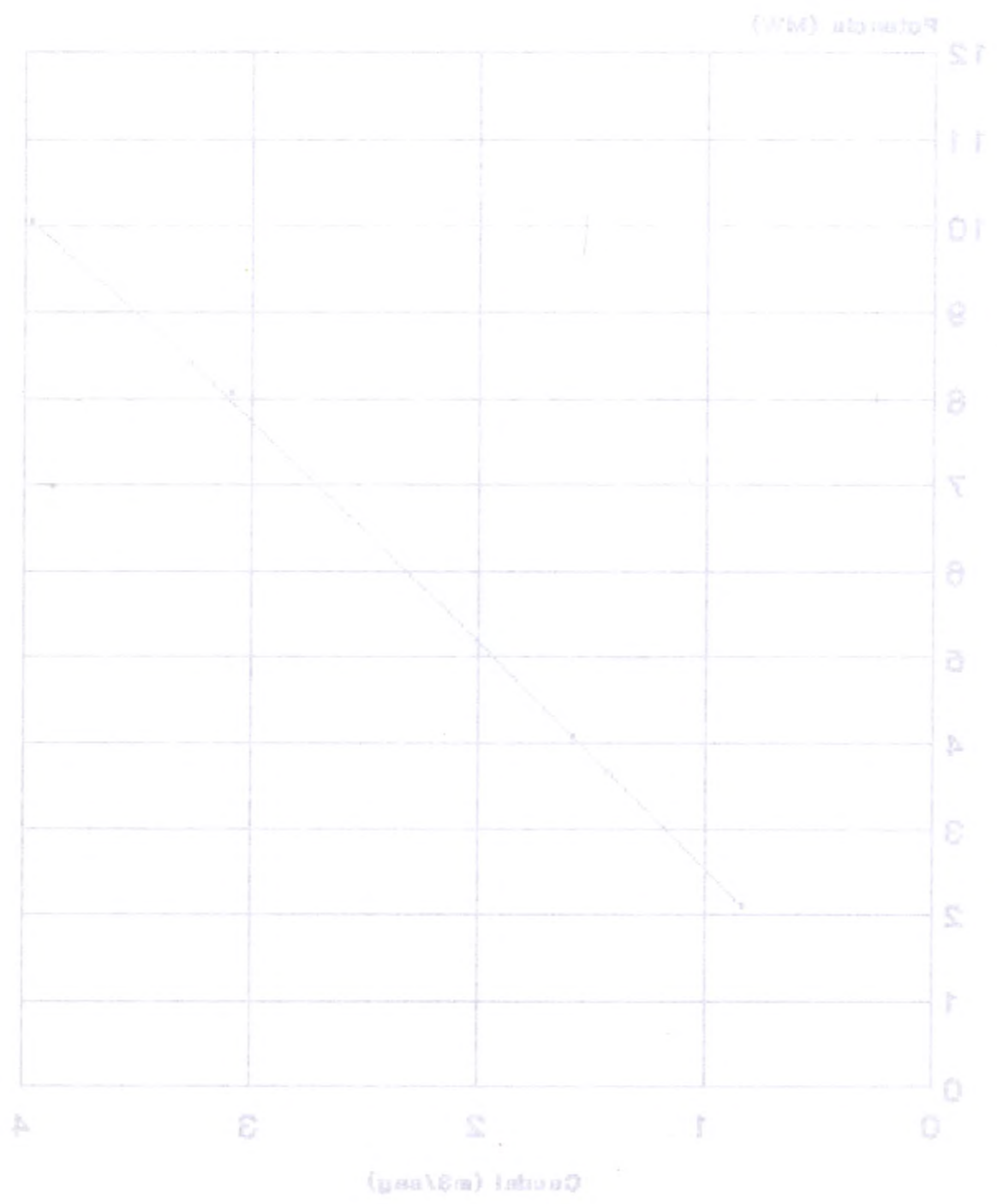


Fig. 12

SALTO 2 UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

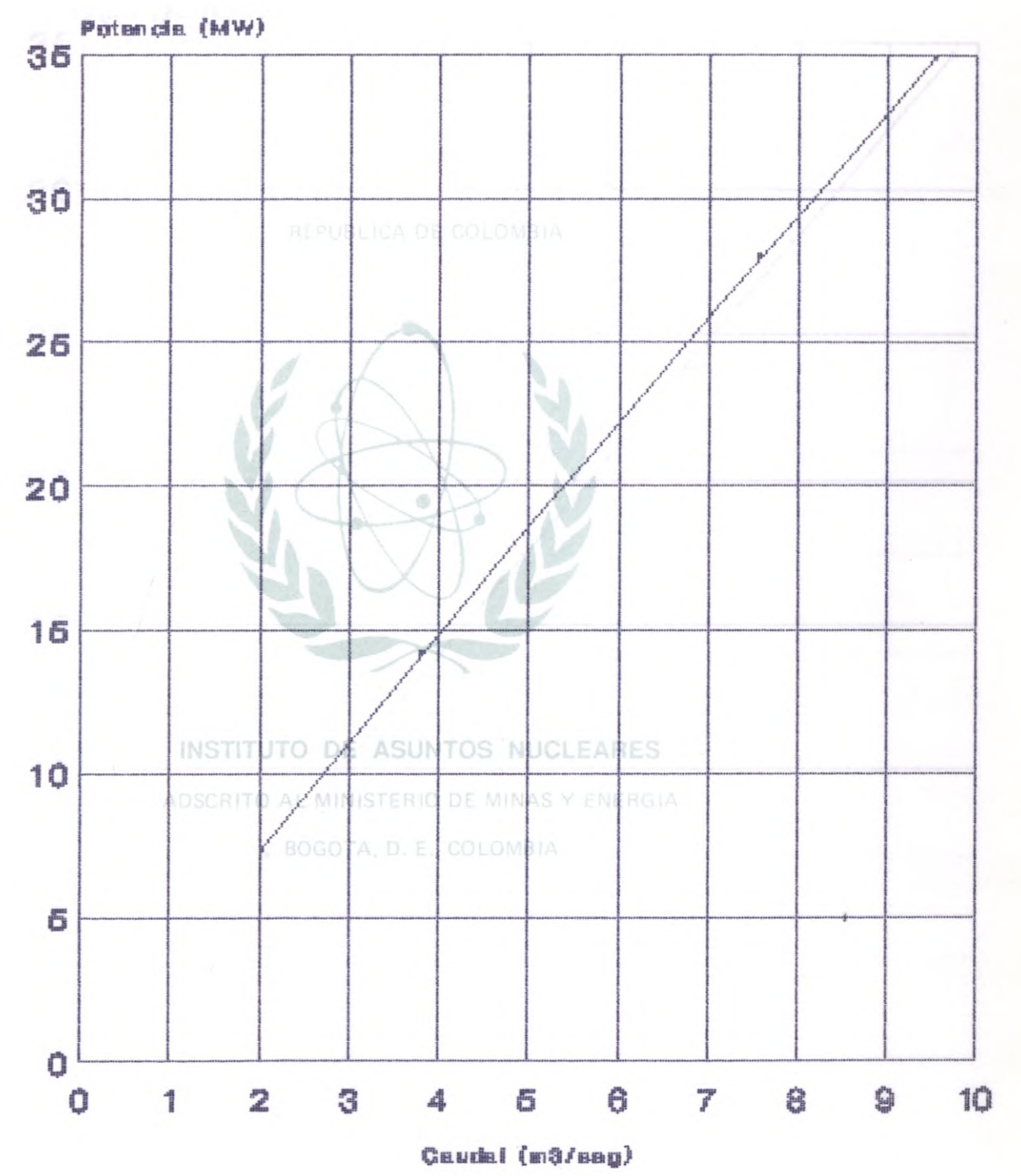


Fig. 13

SALTO 2 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

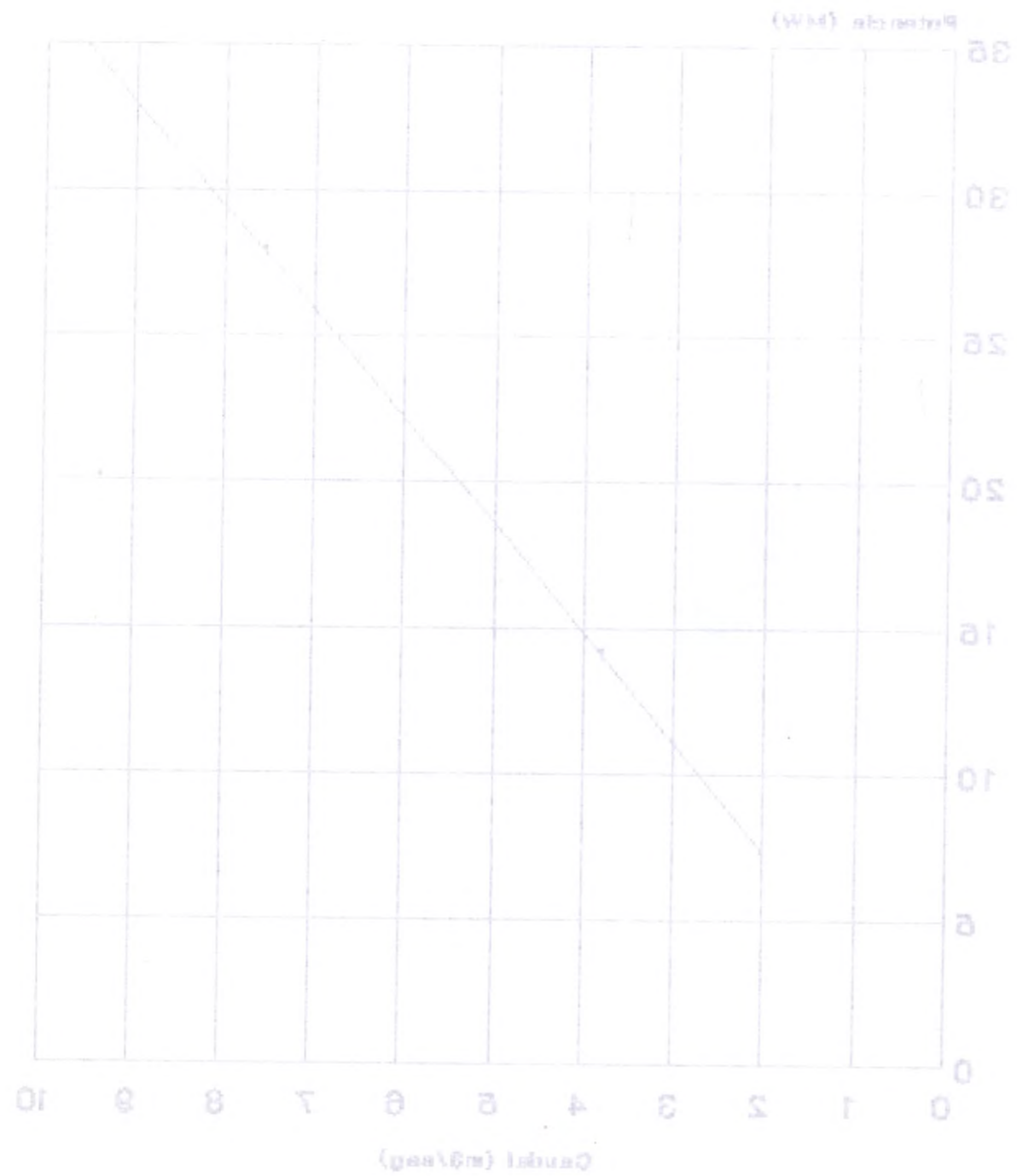


Fig. 13

SALTO 2 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

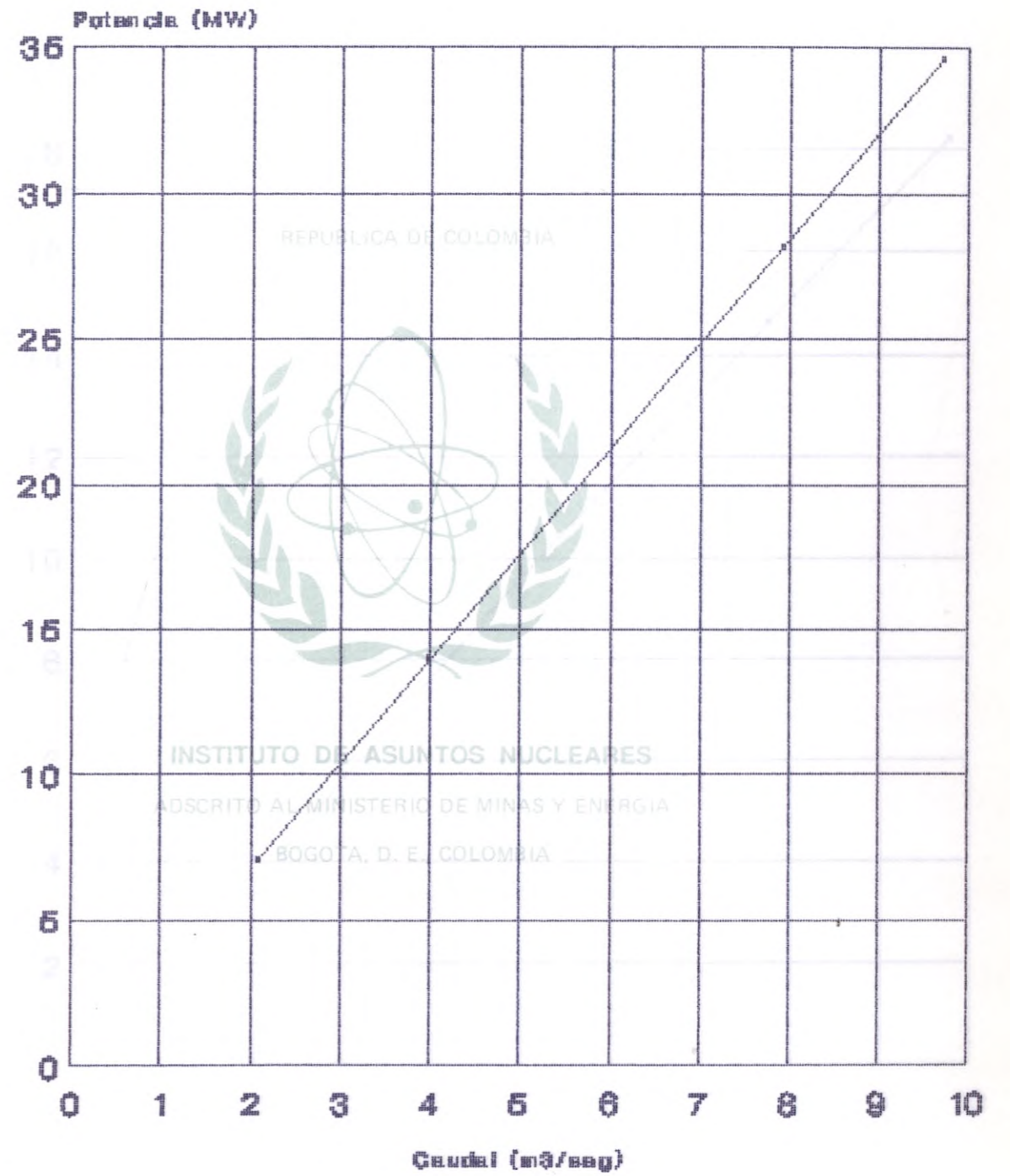


Fig. 14

SALTO 2 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

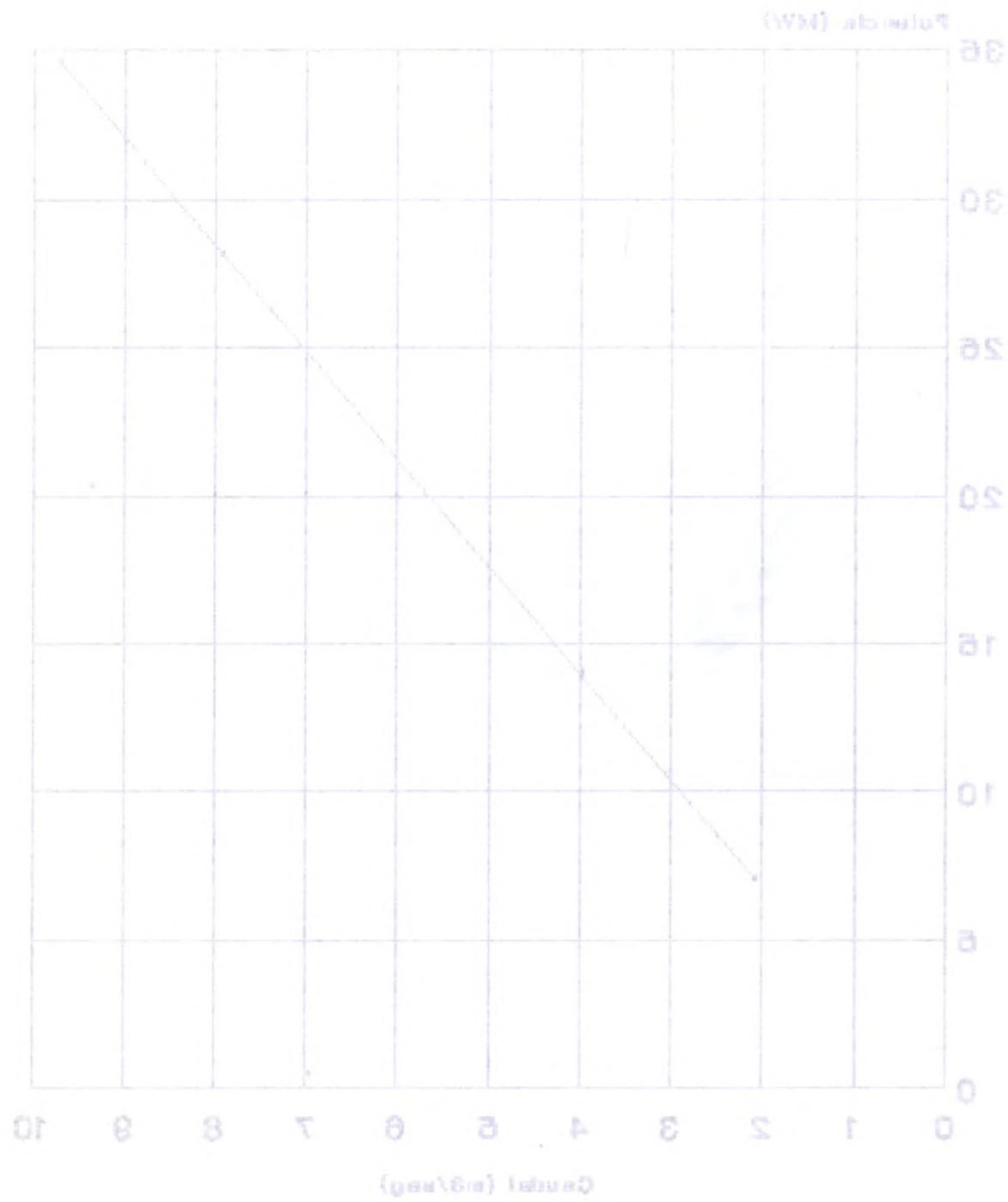


Fig. 15

LAGUNETA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

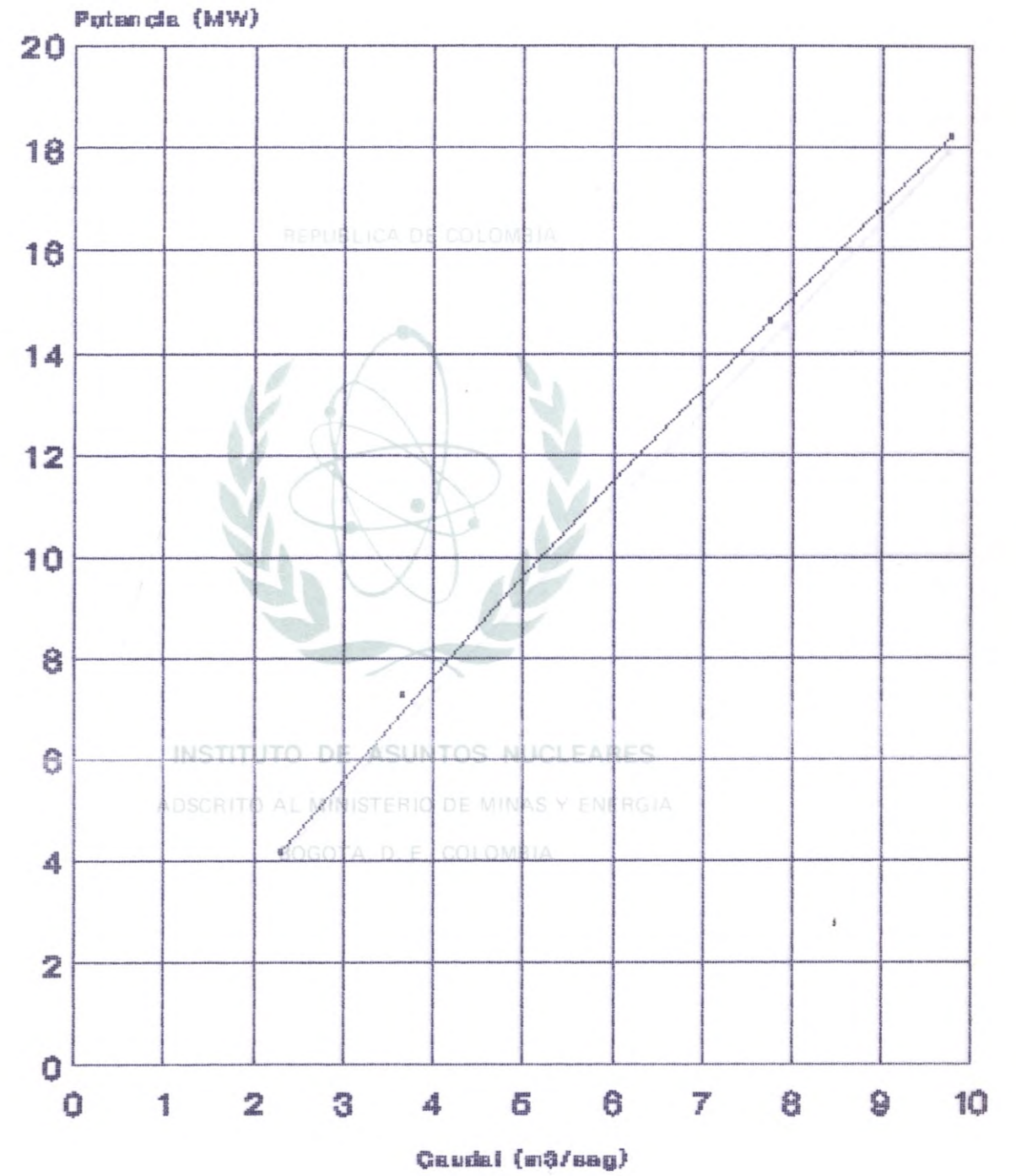


Fig. 16

LAGUNETTA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

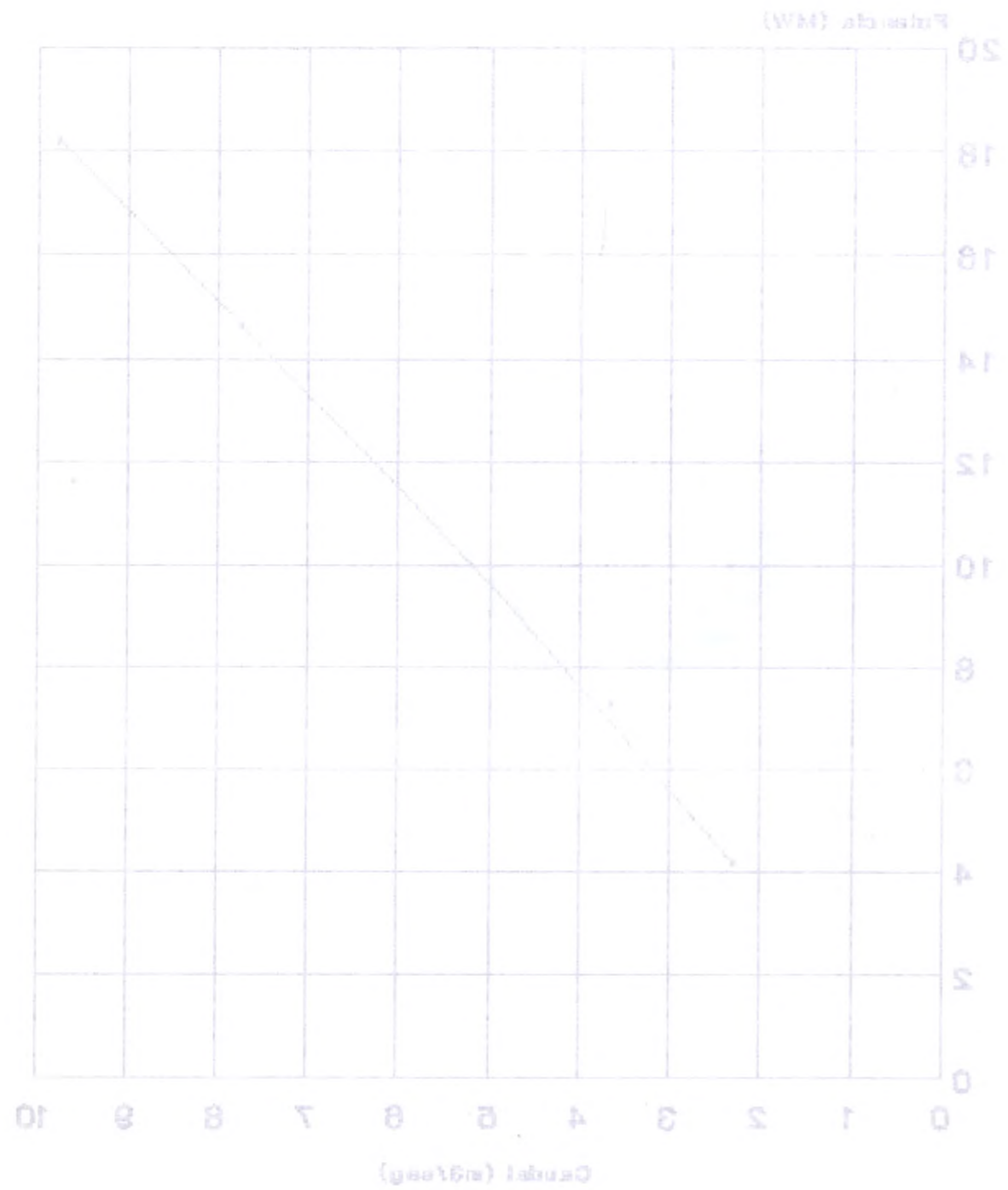


Fig. 16

LAGUNETTA UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

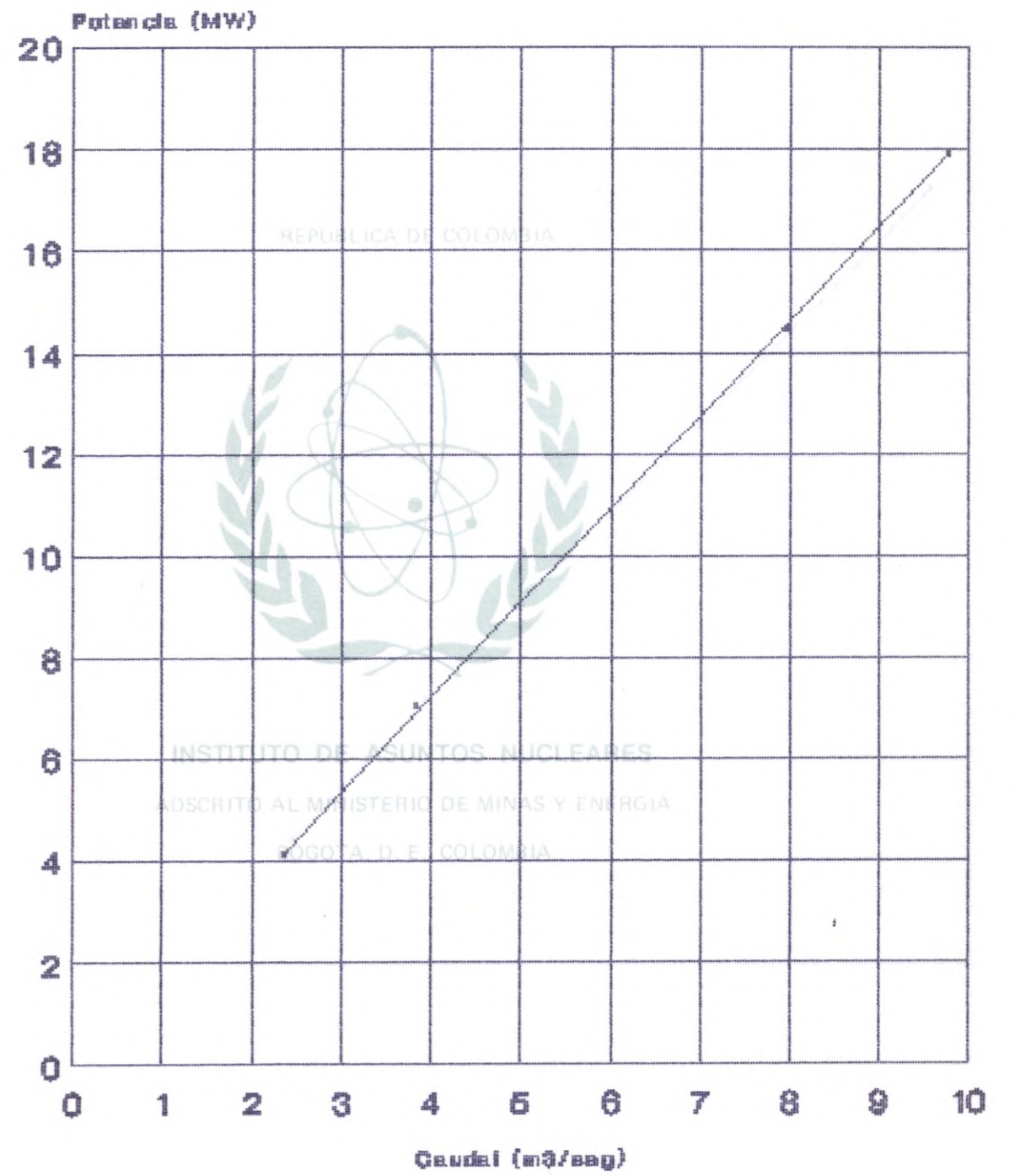


Fig. 16

LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL

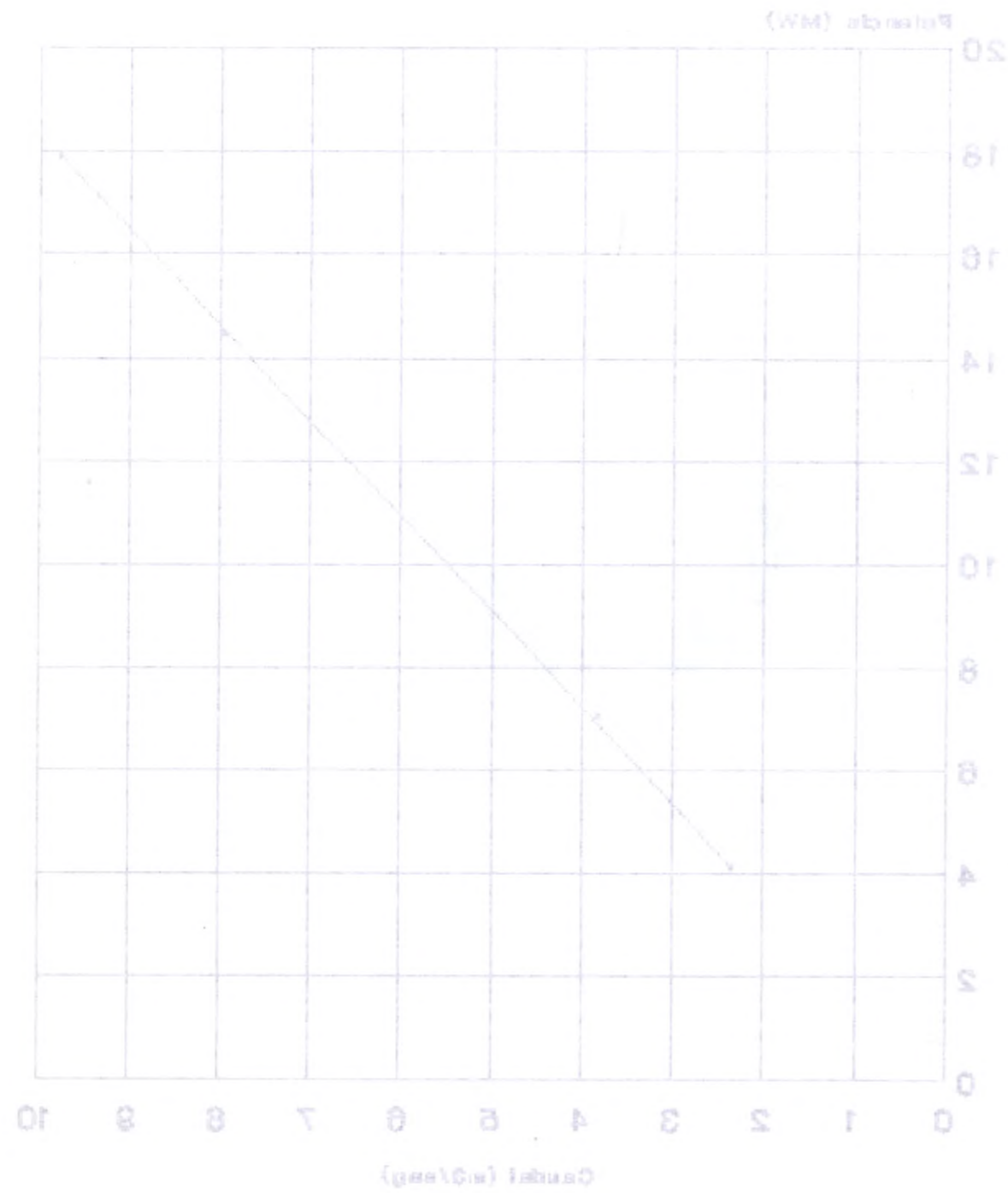


Fig. 16

LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL

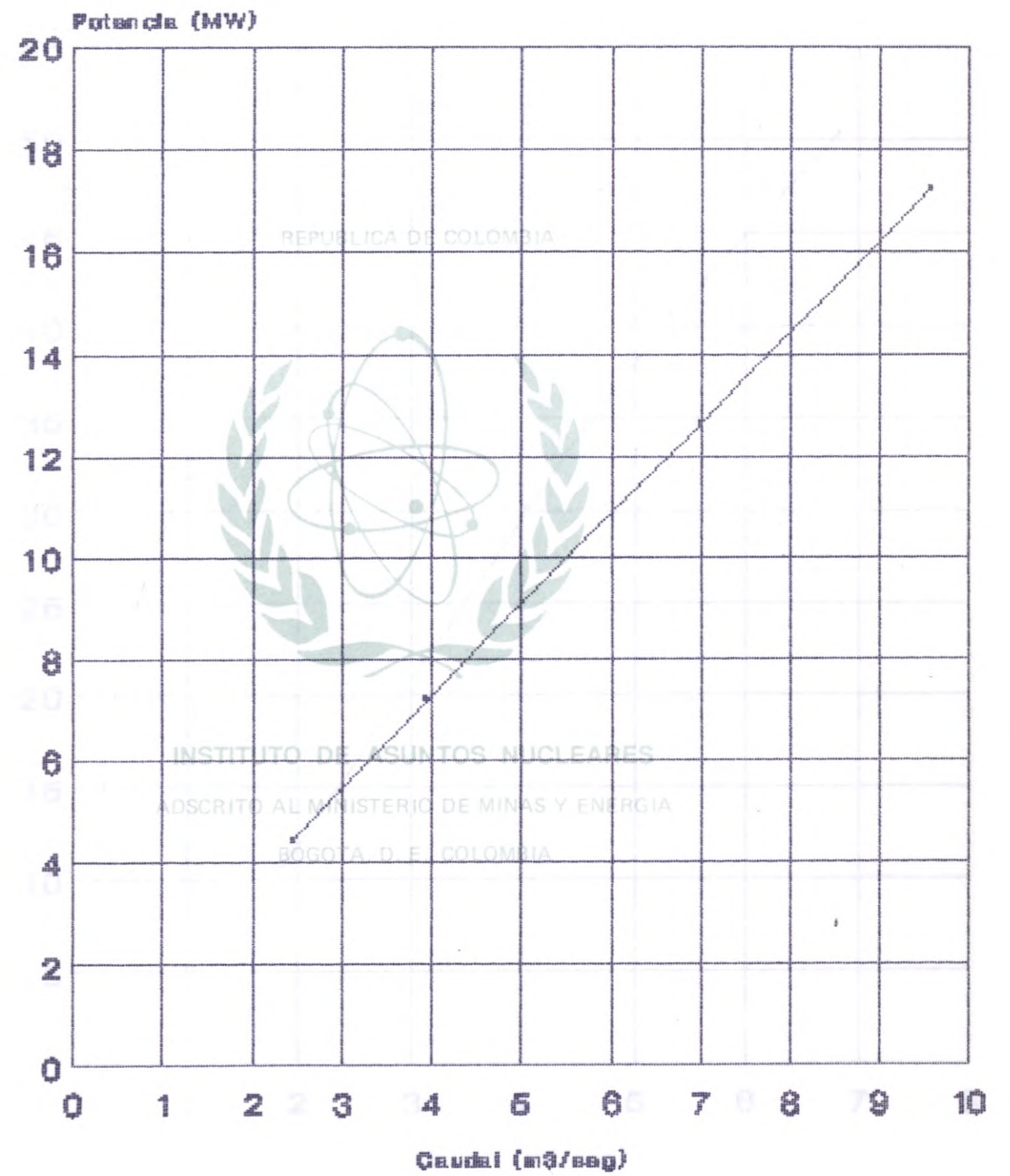


Fig. 17

LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL

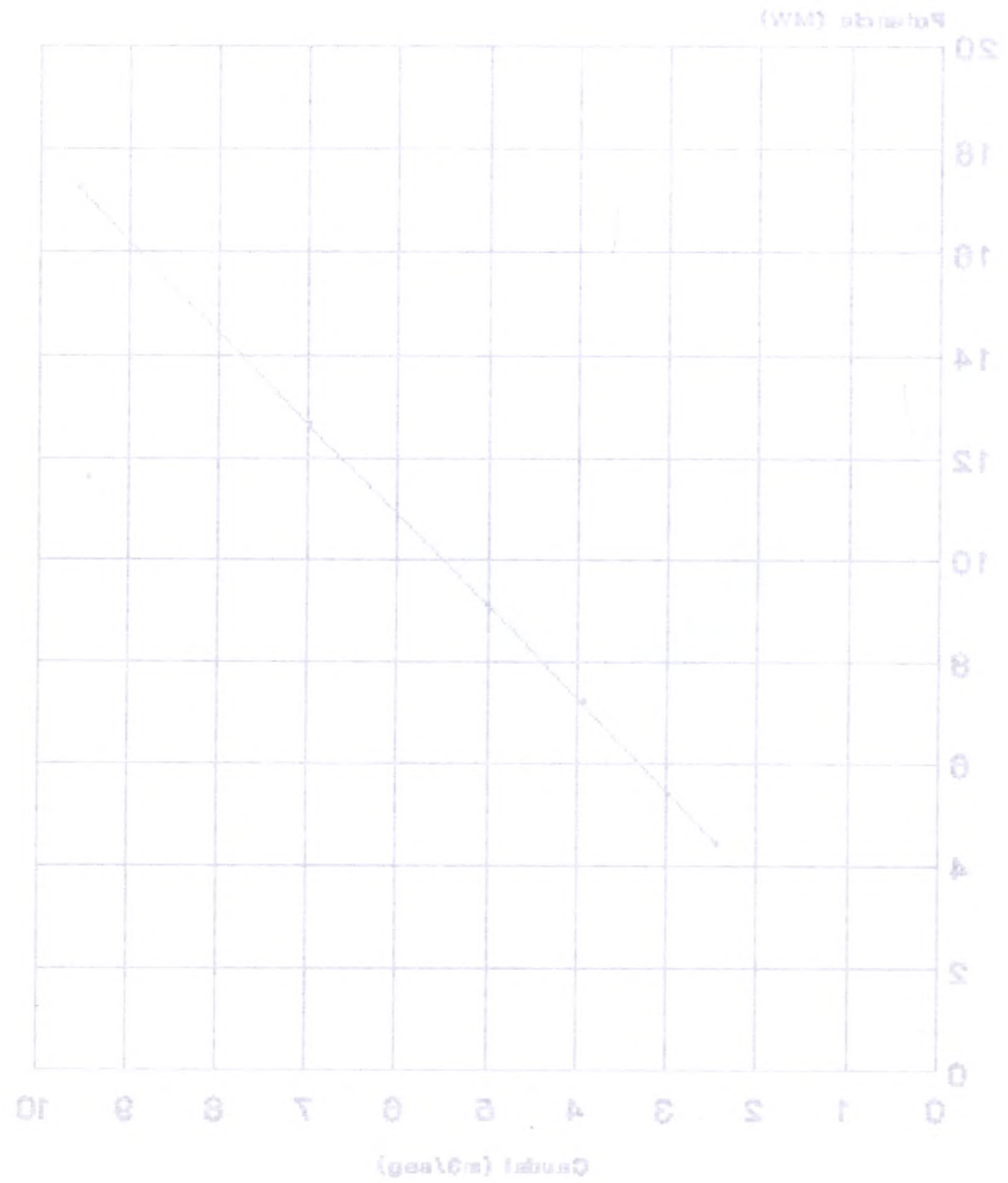


Fig. 17

DARIO VALENCIA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

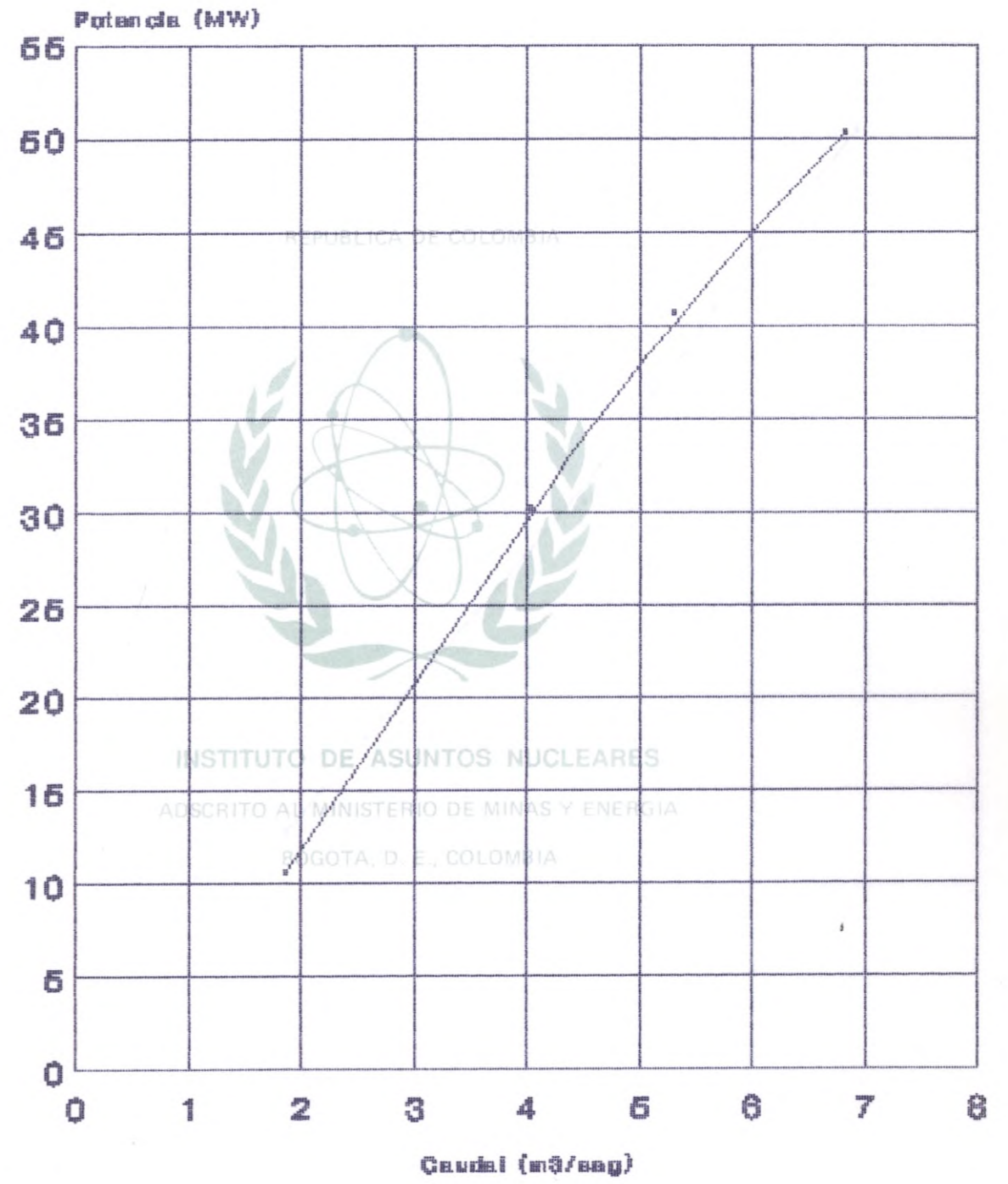


Fig. 18

DARIO VALENCIA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

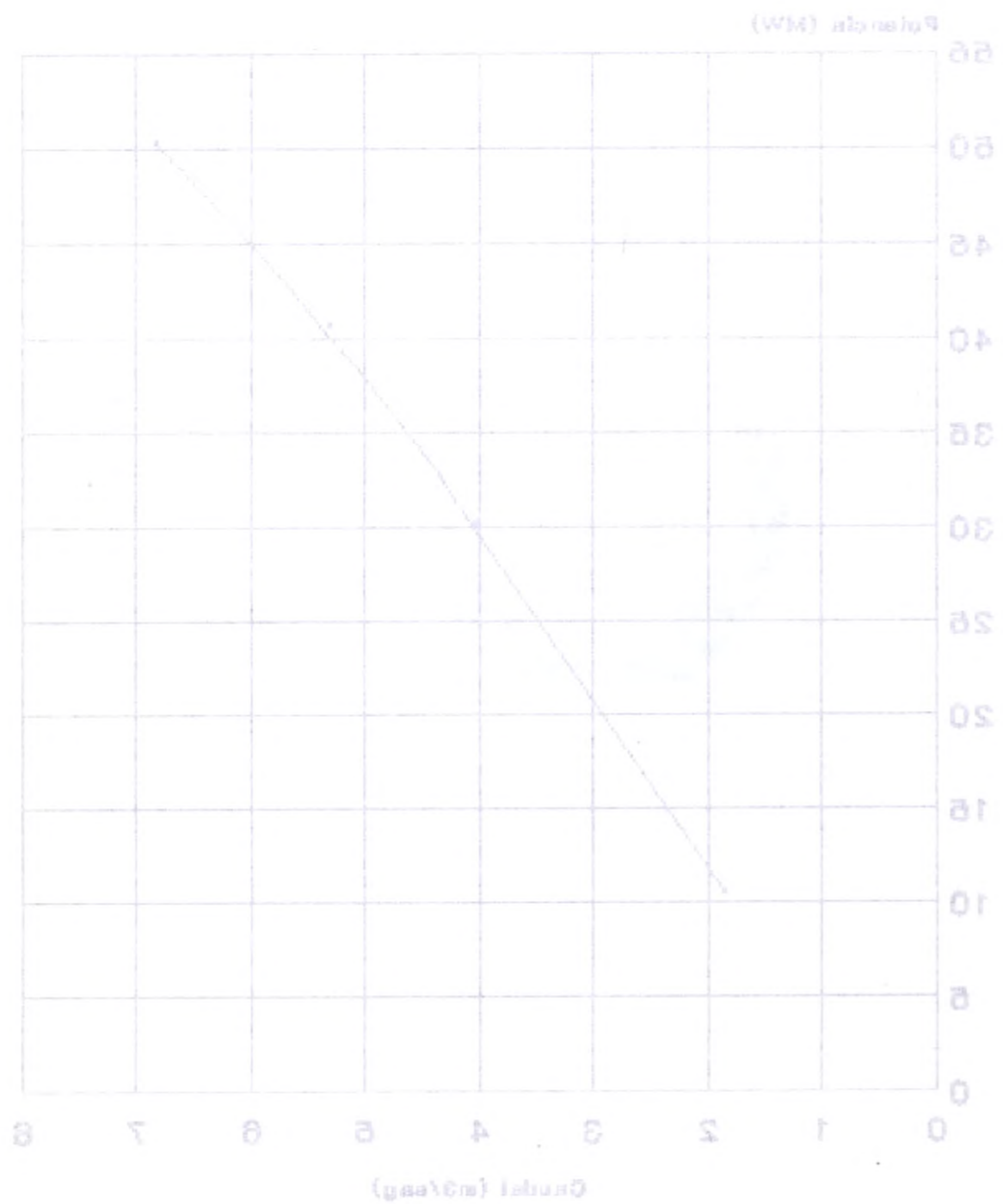


Fig. 18

DARIO VALENCIA UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

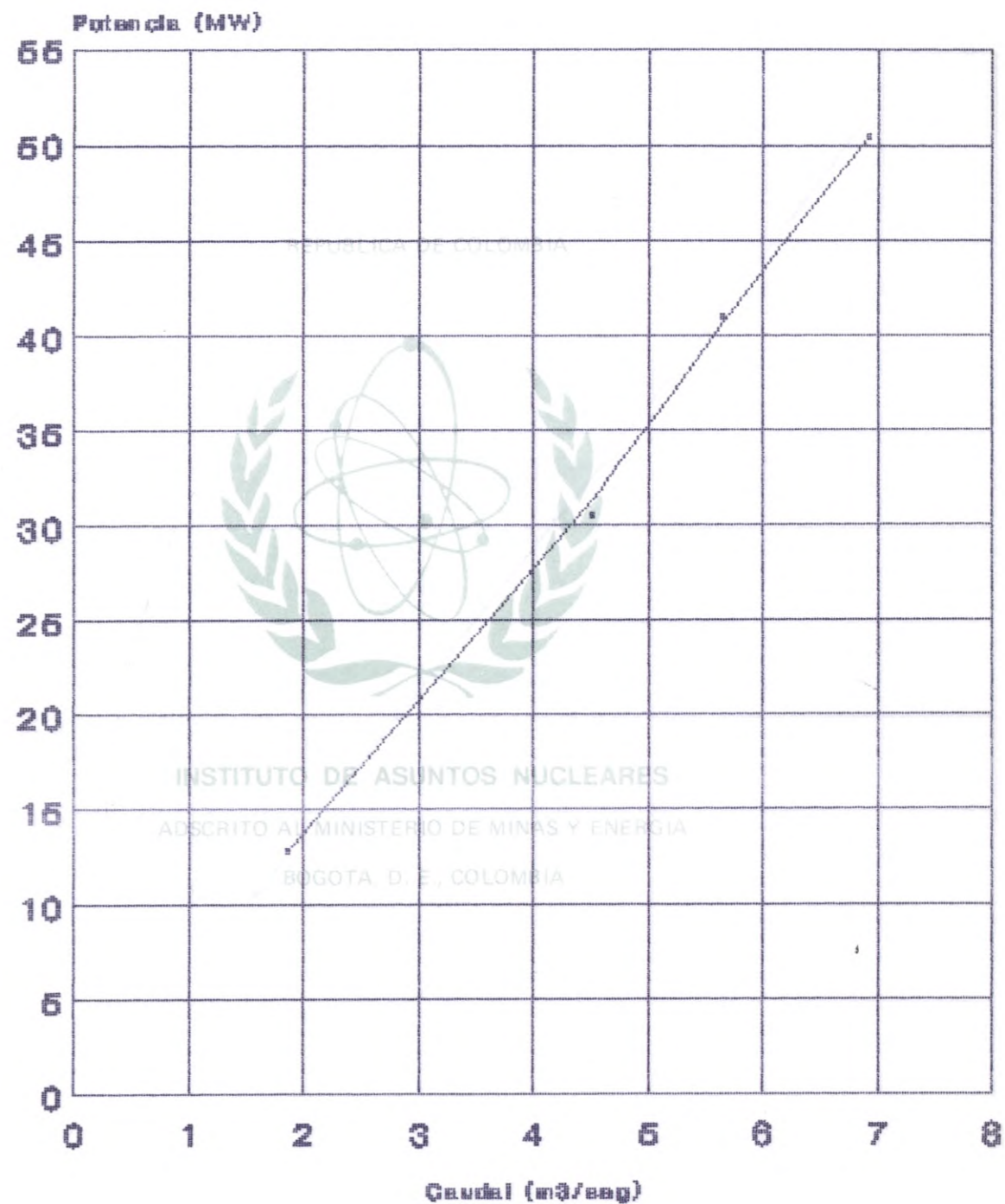


Fig. 19

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-GAUDAL

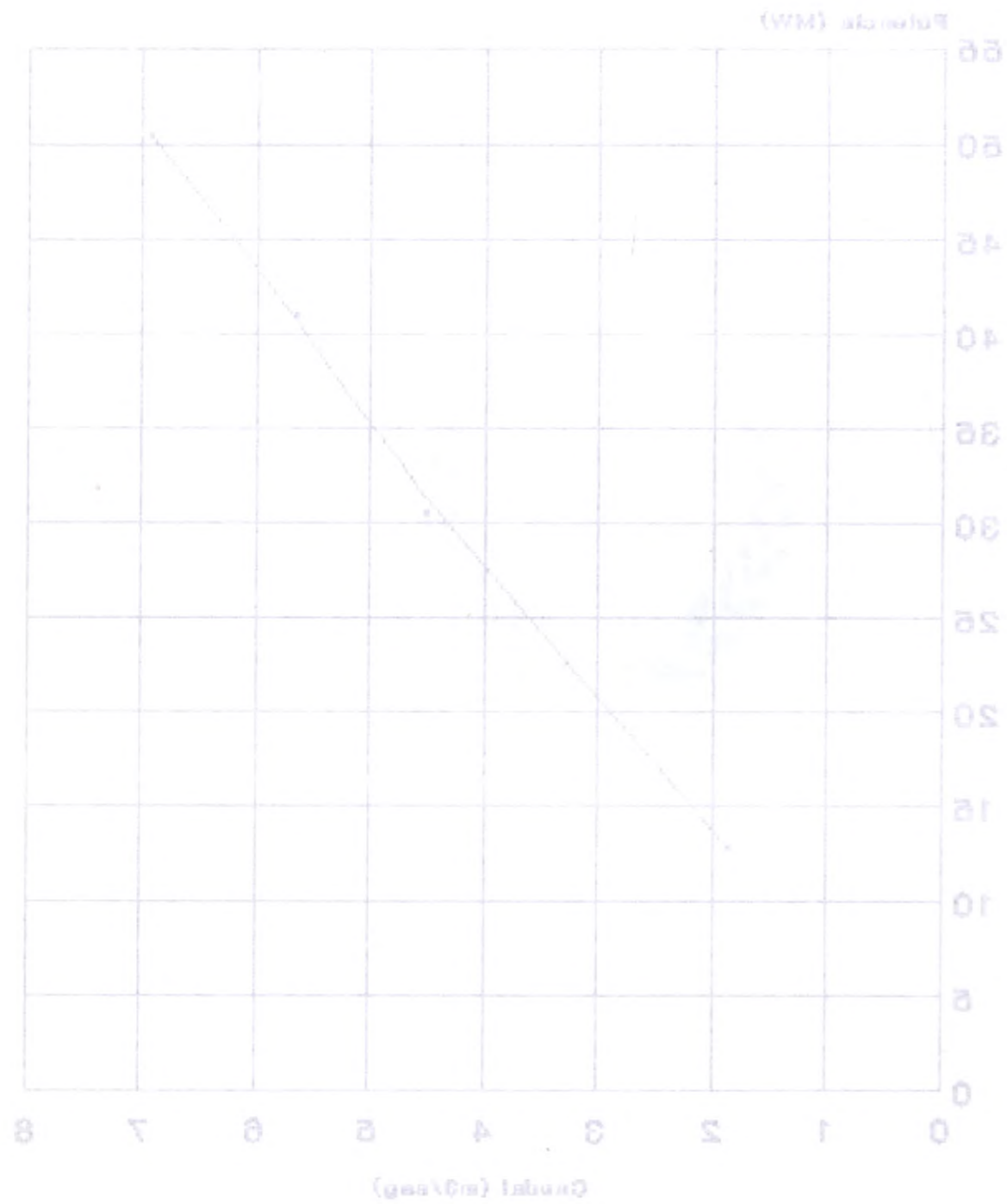


Fig. 20

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-GAUDAL

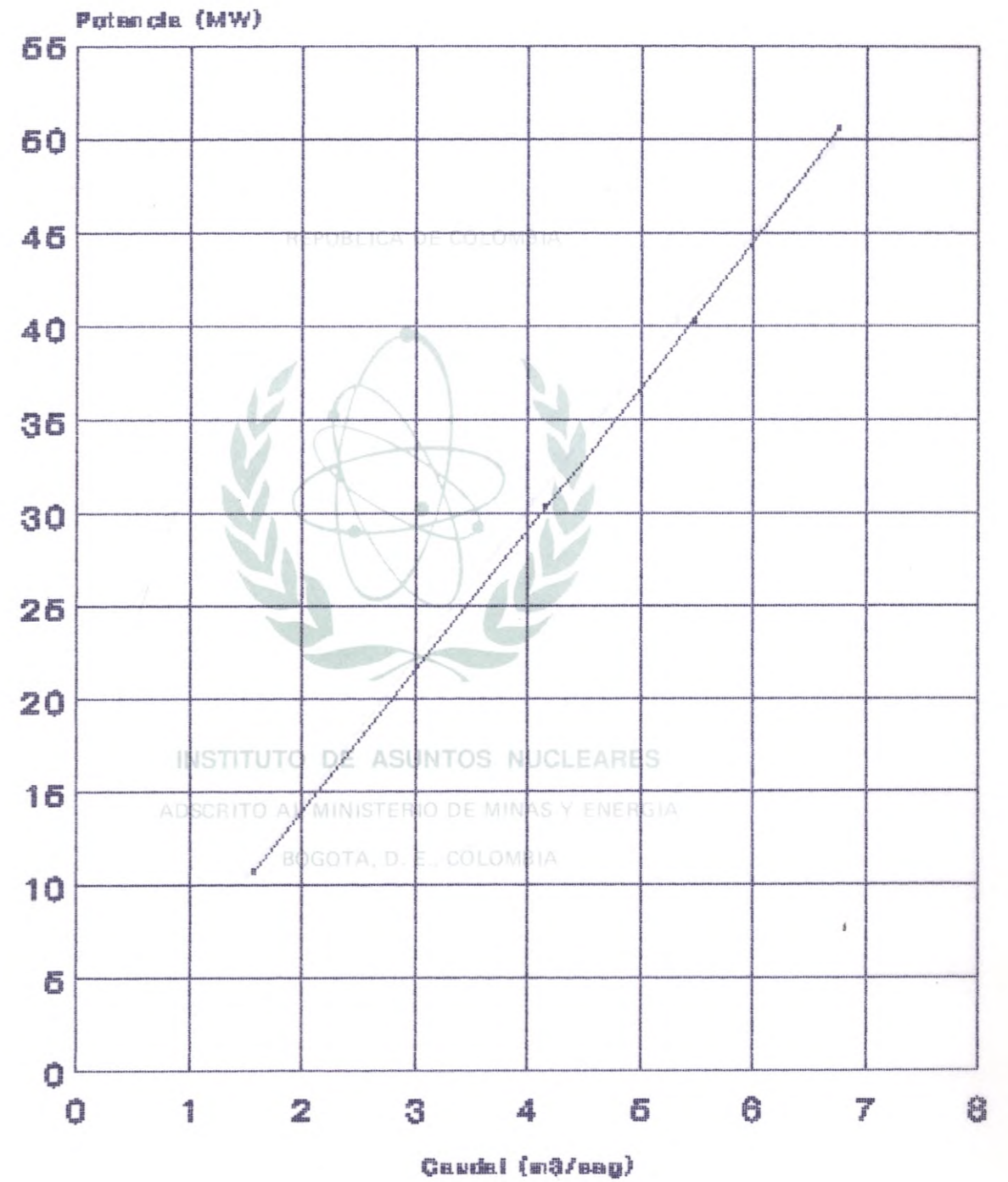
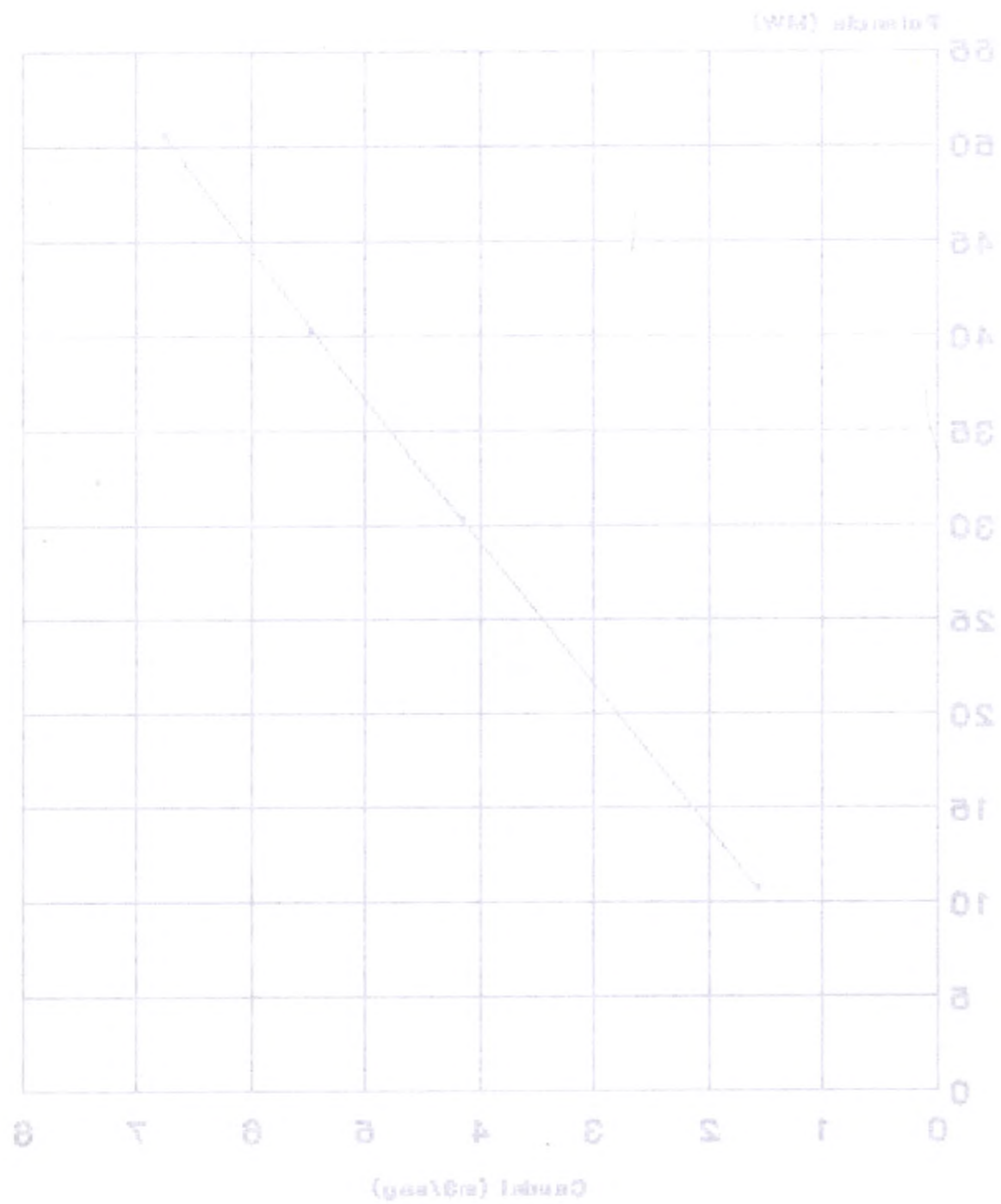


Fig. 20

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-GAUDAL



DARIO VALENCIA UNIDAD 4
CURVA POTENCIA-GAUDAL

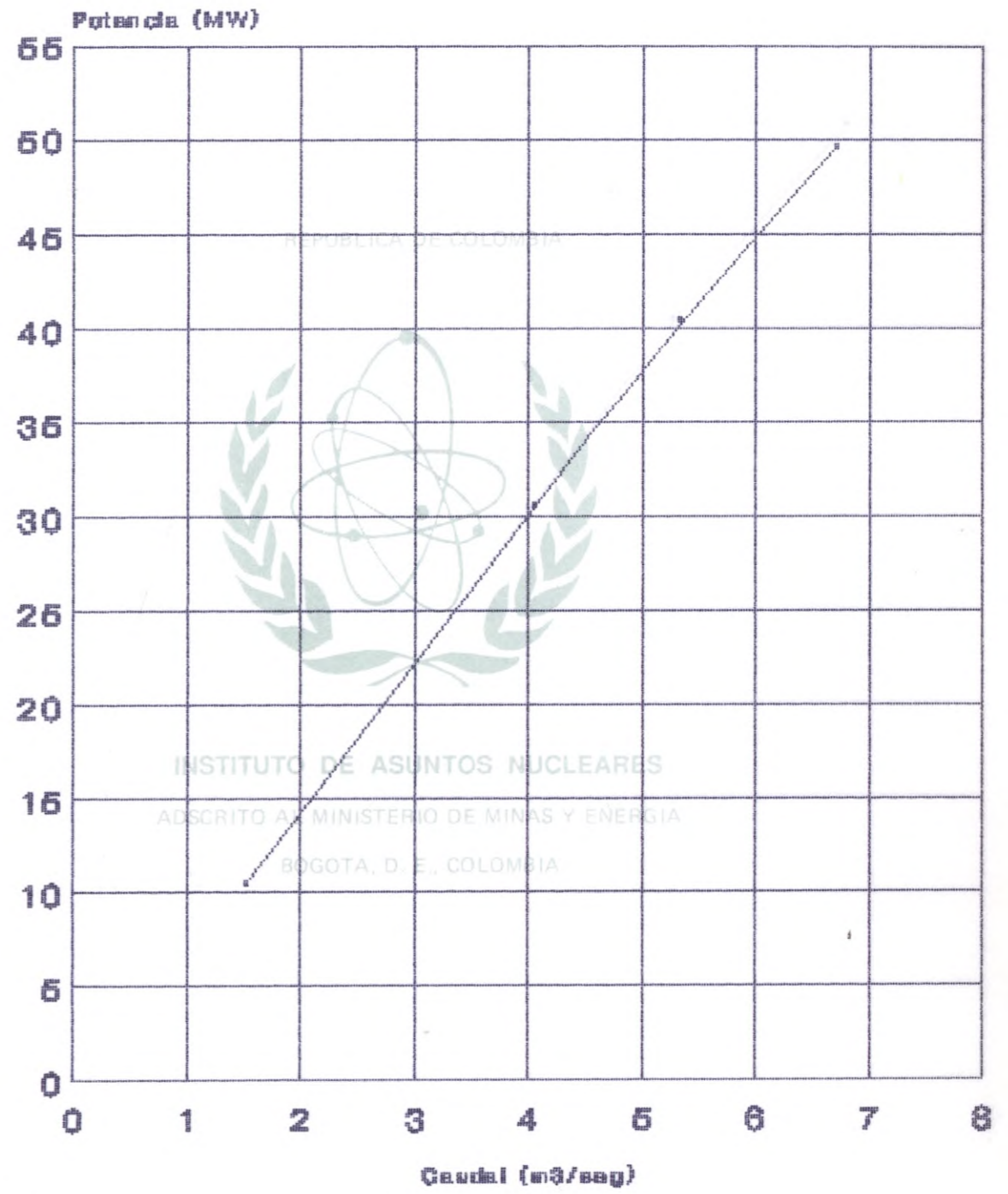


Fig. 21

DARIO VALENCIA UNIDAD 4
CURVA POTENCIA-CAUDAL

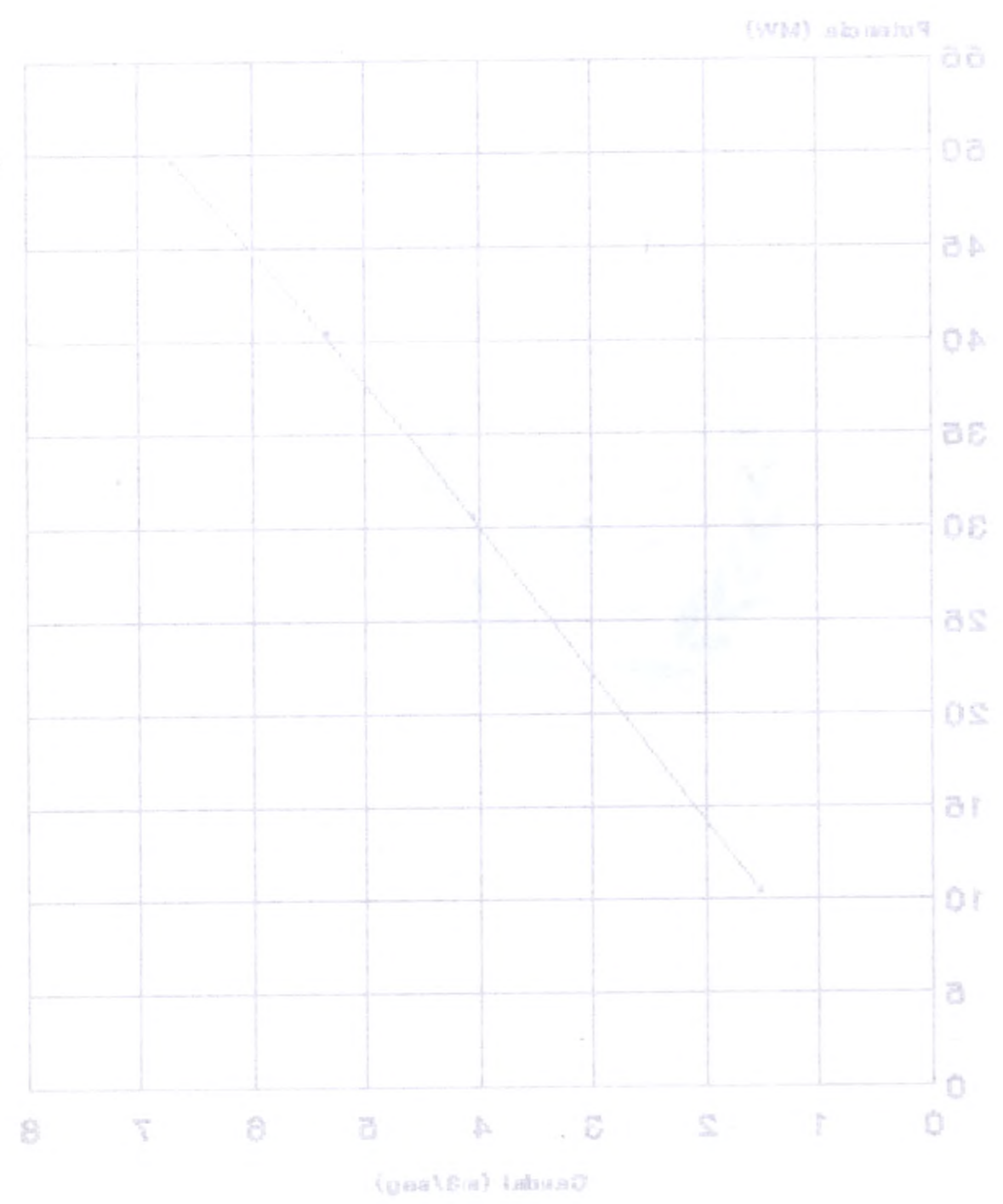


Fig. 21

DARIO VALENCIA UNIDAD 6
CURVA POTENCIA-CAUDAL

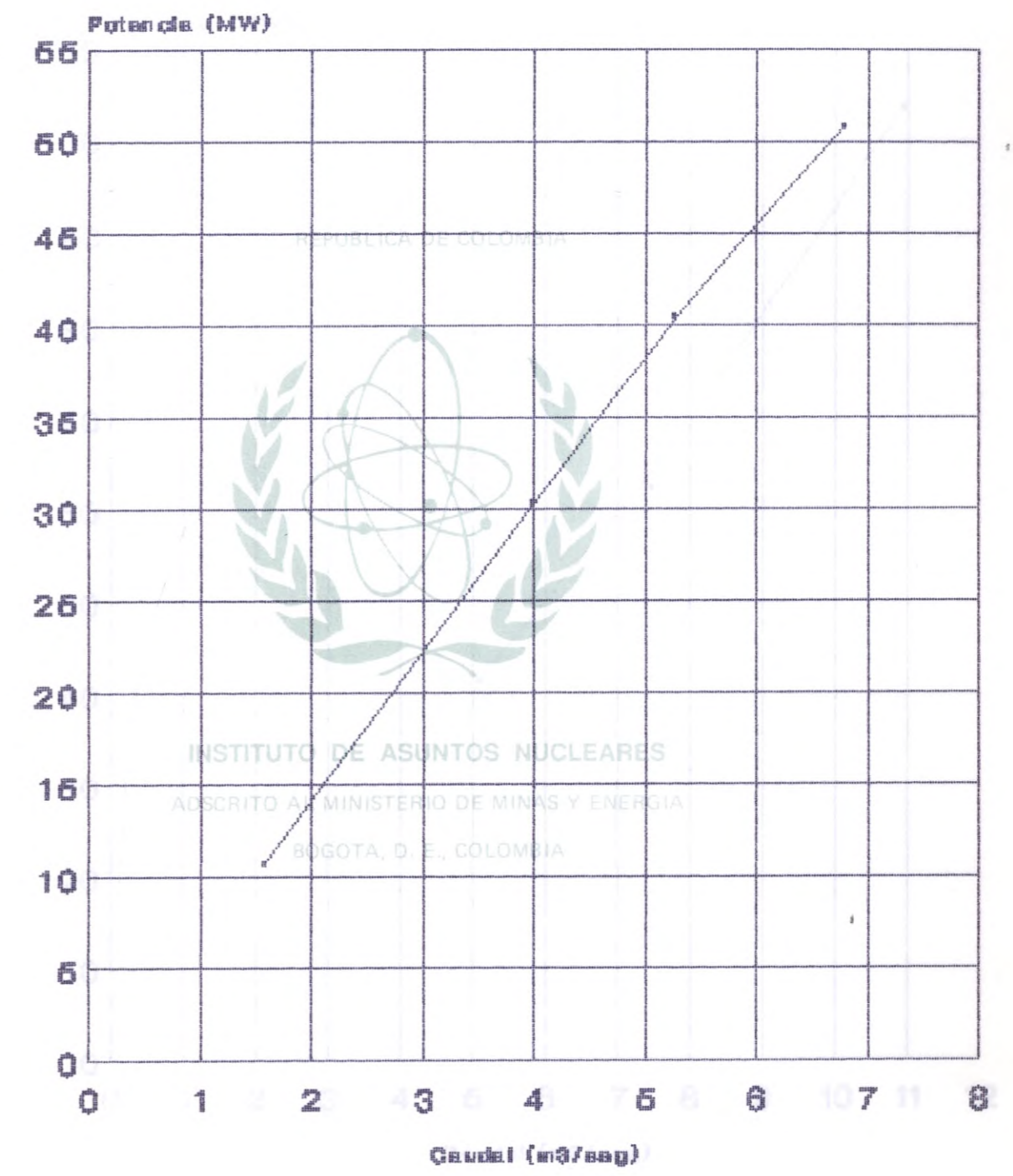
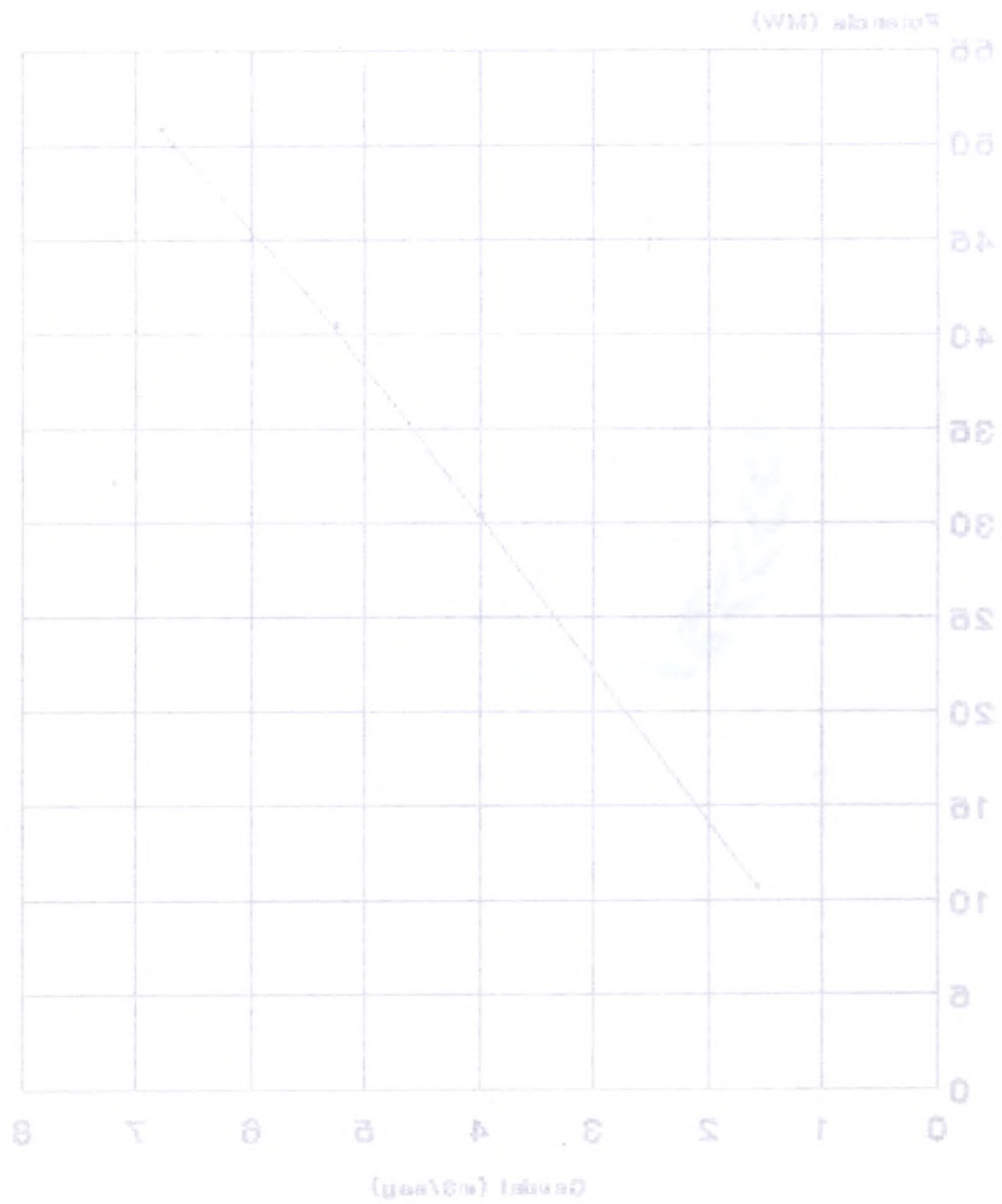
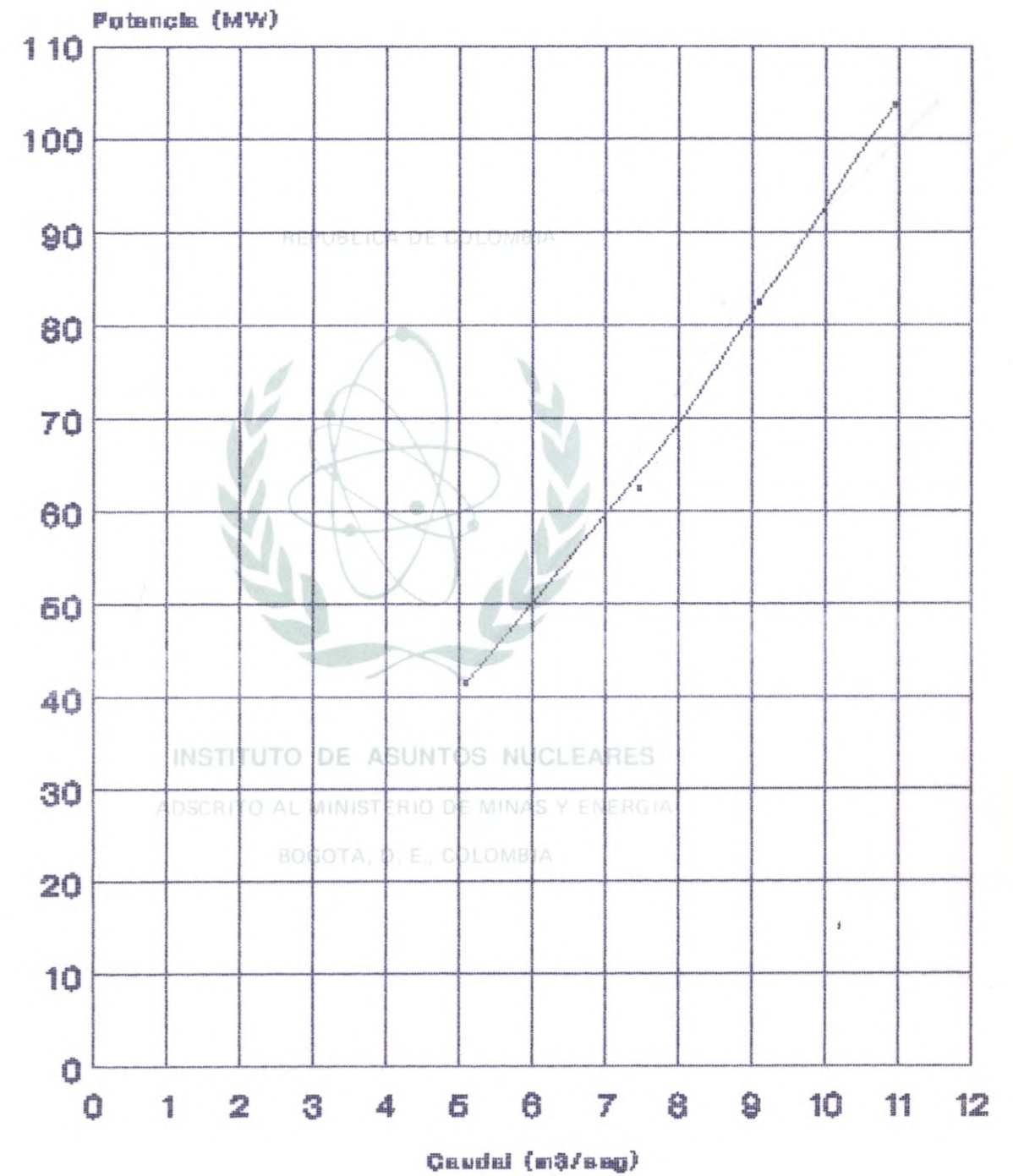


Fig. 22

DARIO VALENCIA UNIDAD 8
CURVA POTENCIA-CAUDAL



GUACA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL



GUACA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

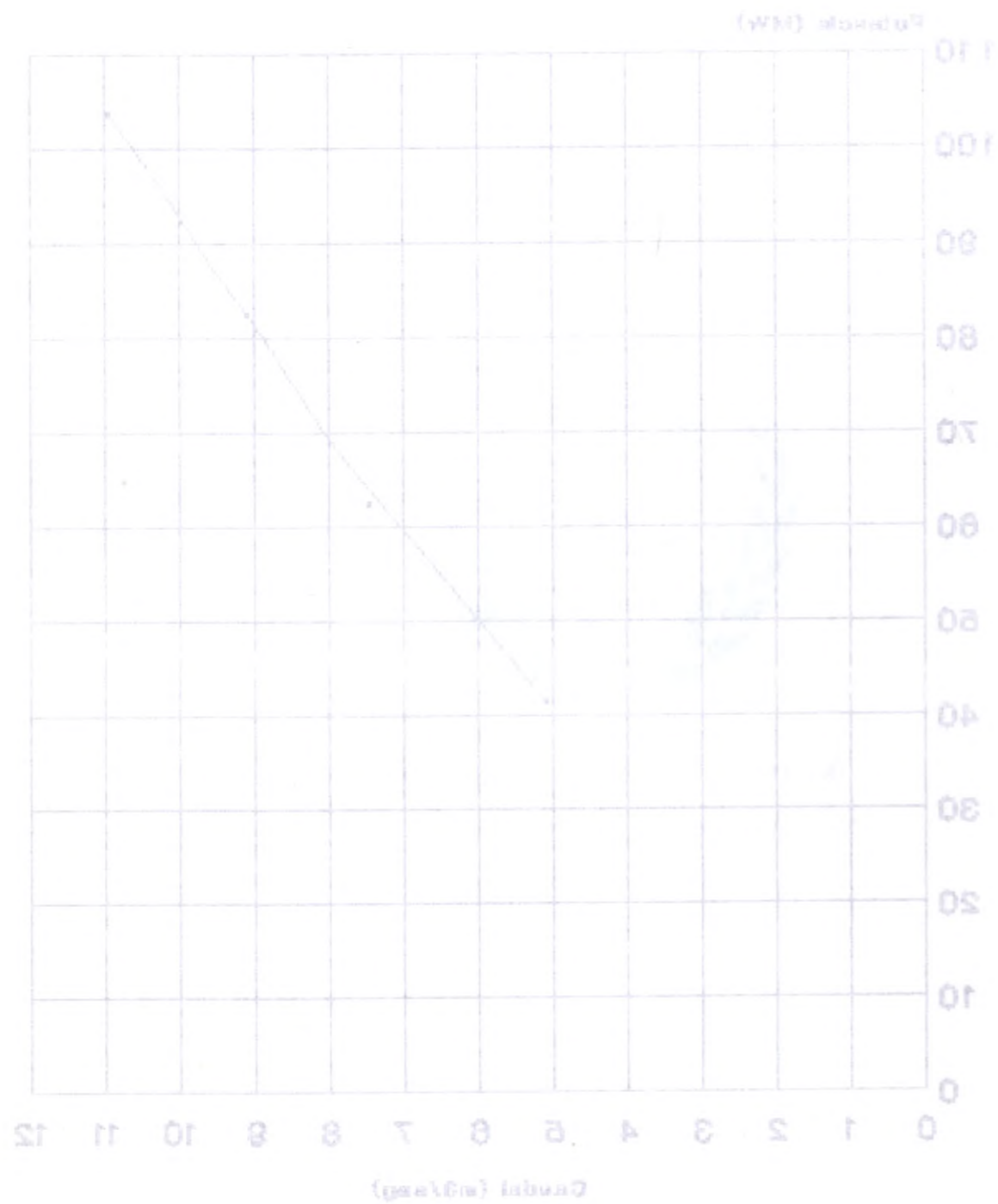


Fig. 23

GUACA UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

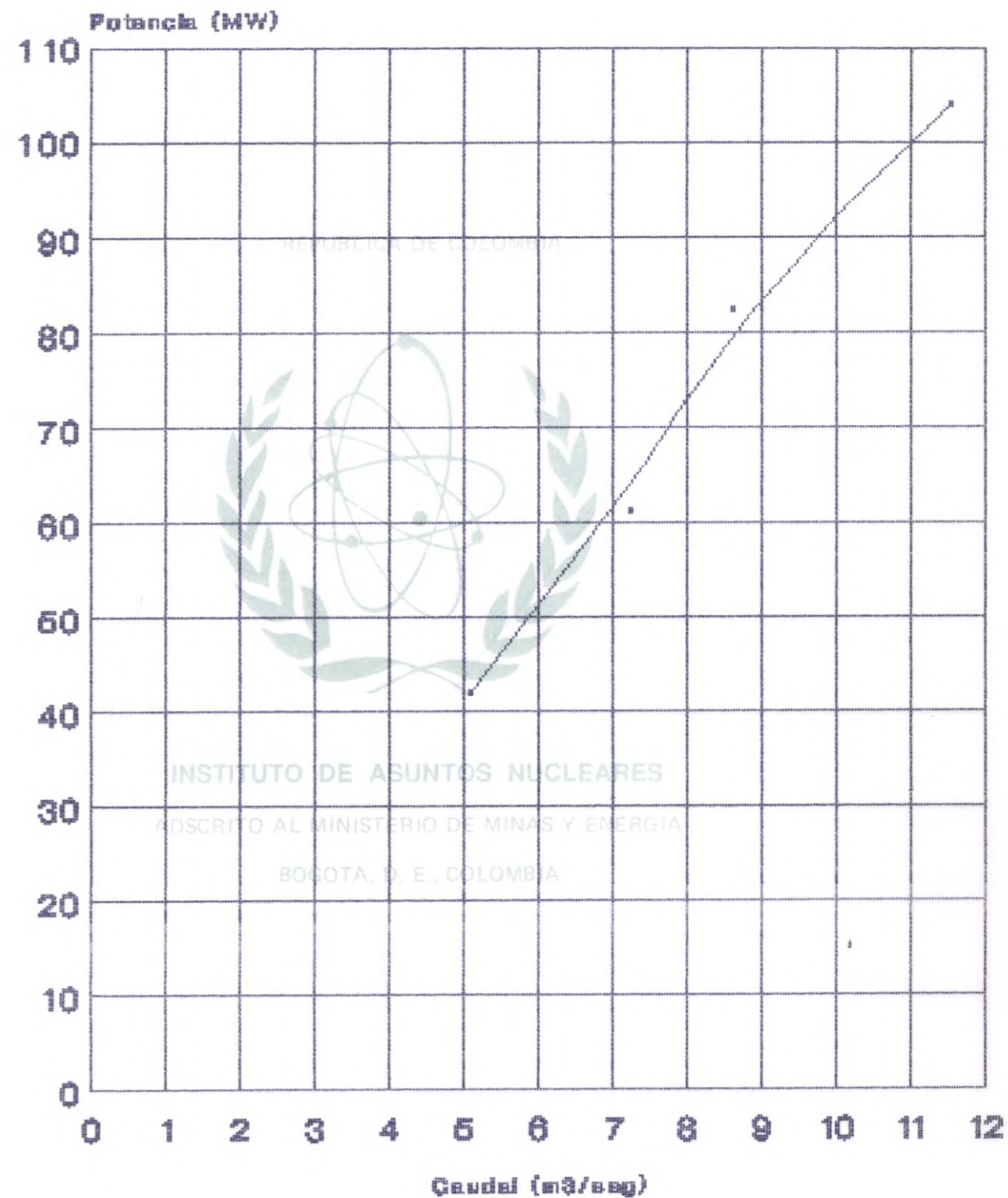


Fig. 24

GUACA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL

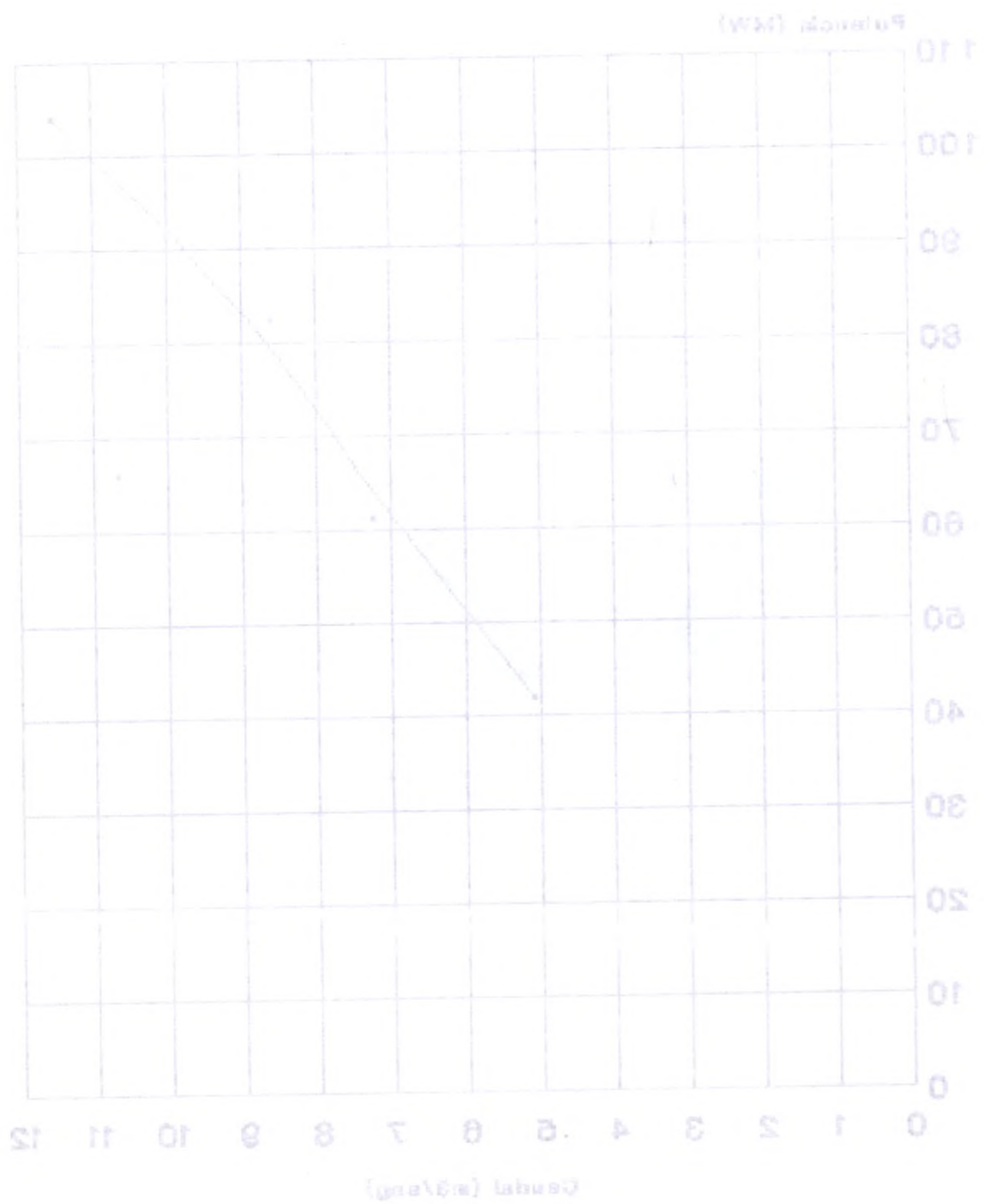
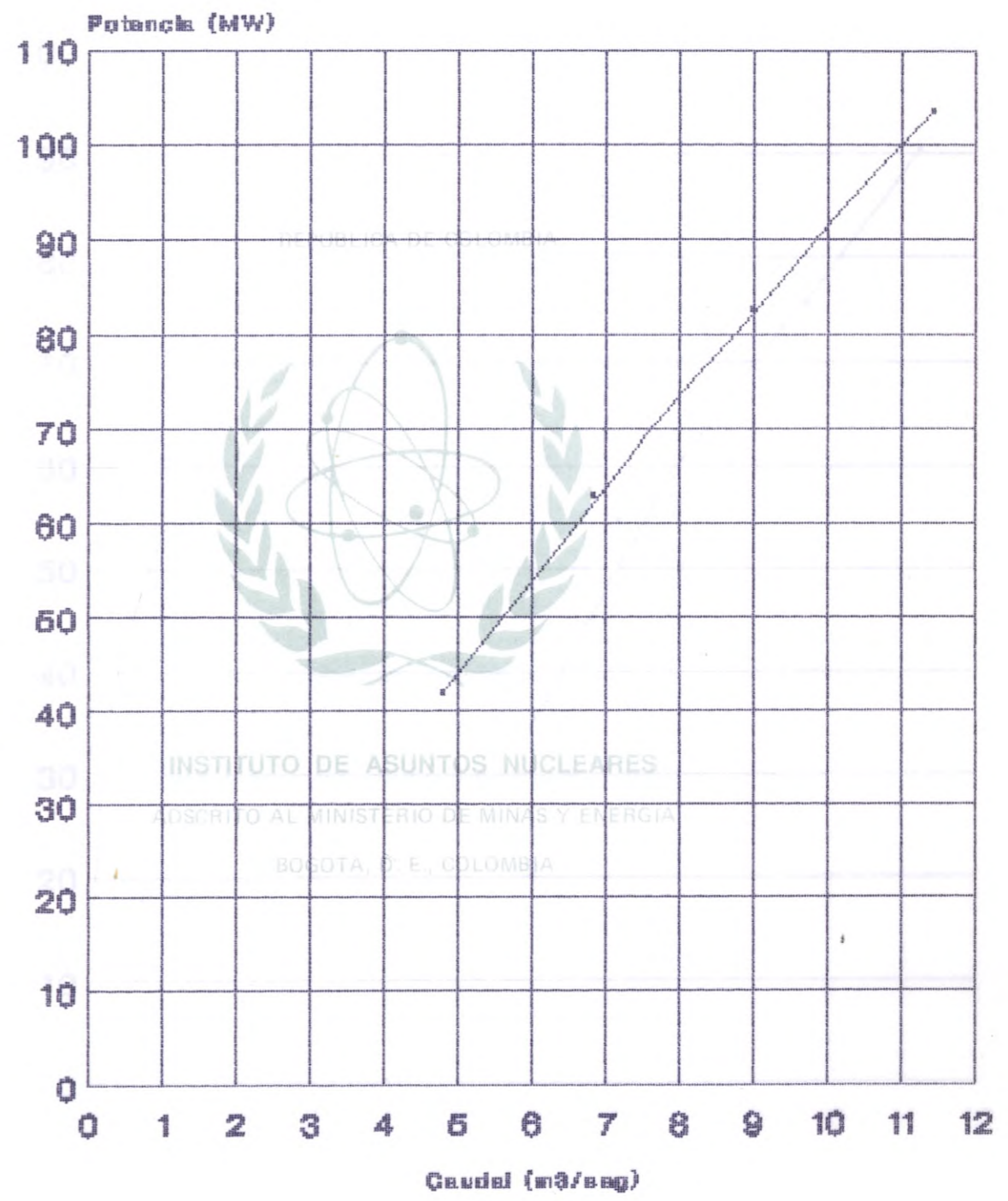


Fig. 26

GUACA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
 ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA

Fig. 26

GRUPO UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL

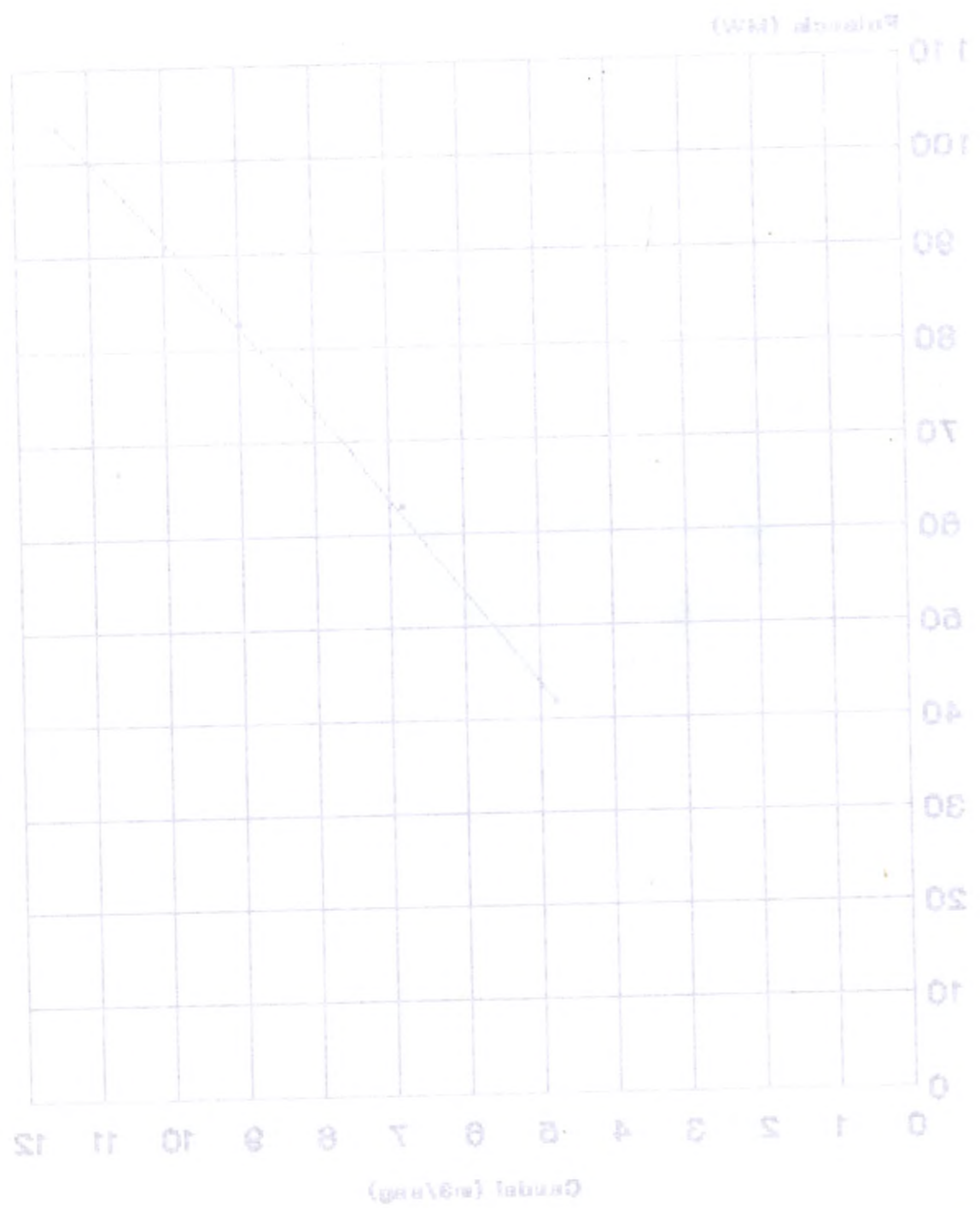


Fig. 25

PARAISO UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

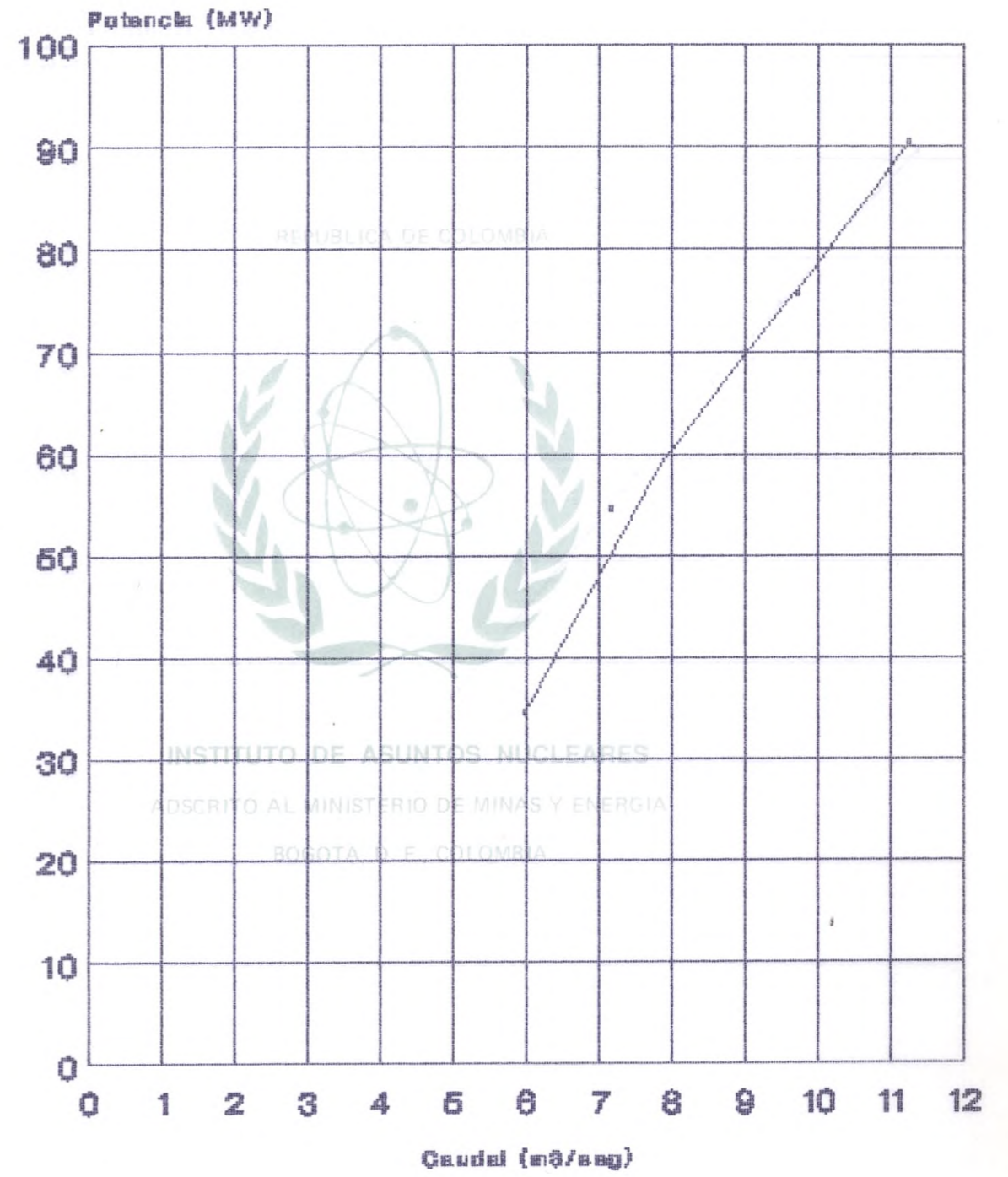


Fig. 26

PARAISO UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-CAUDAL

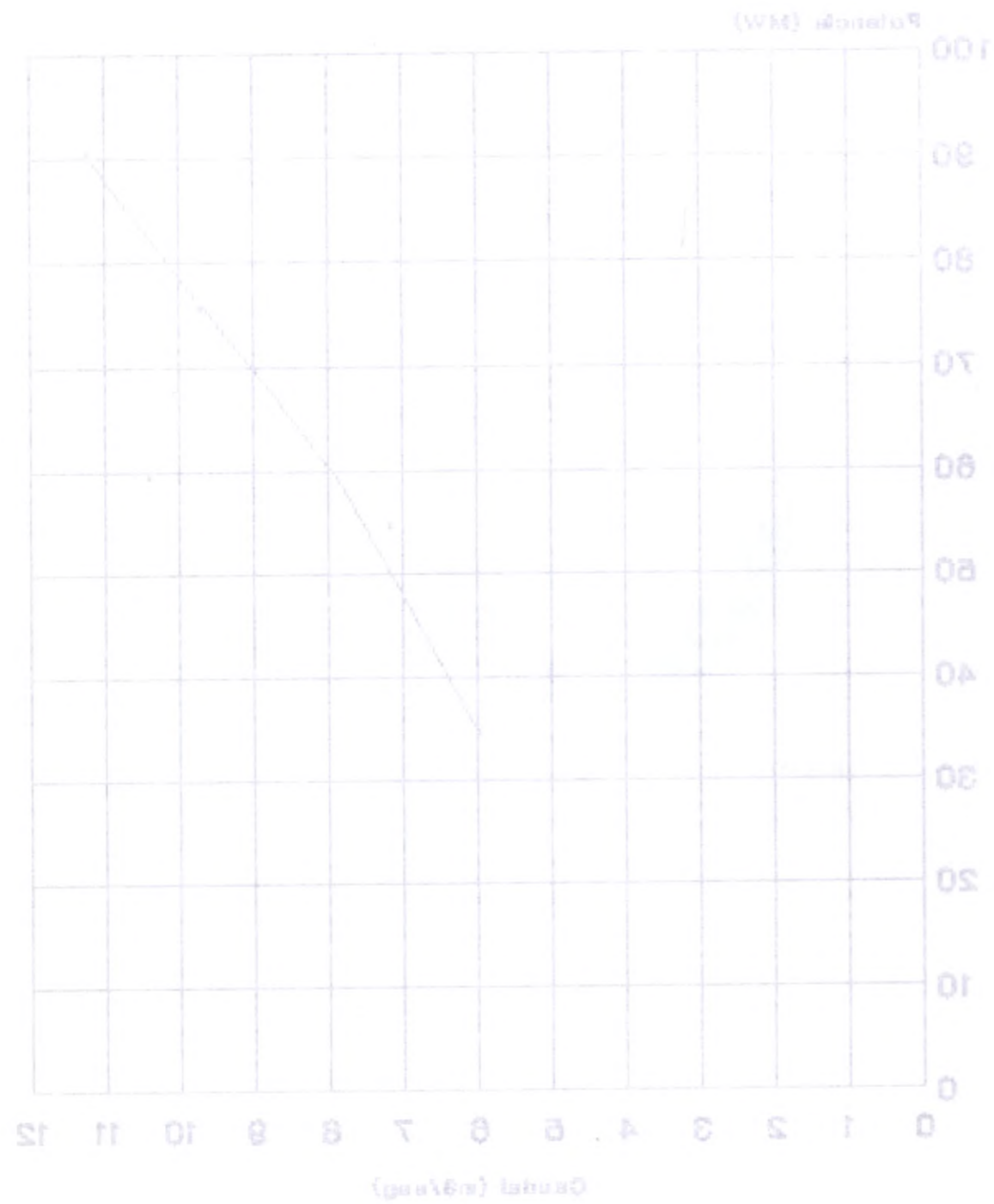


Fig. 26

PARAISO UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-CAUDAL

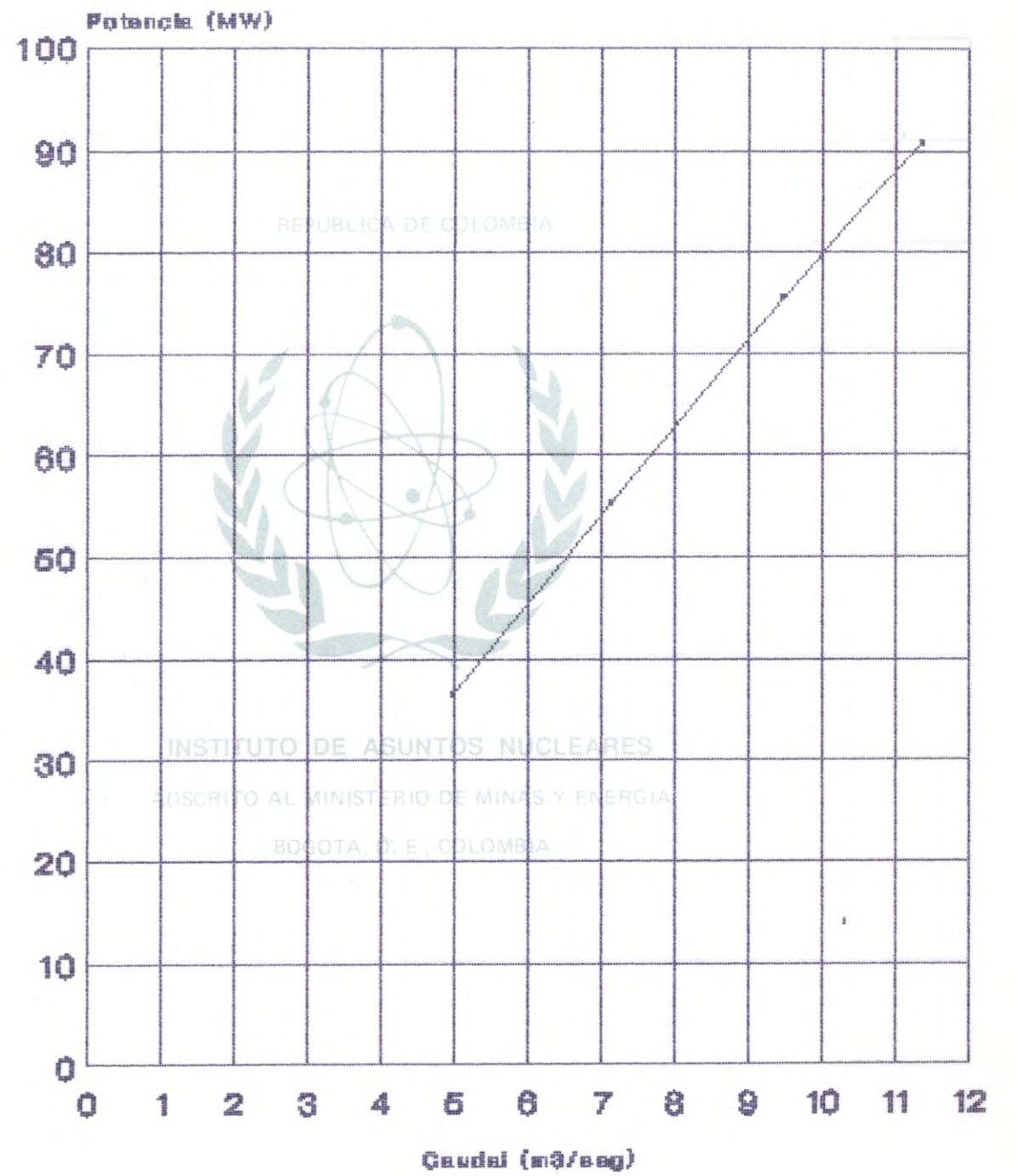


Fig. 27

PARAISO UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL

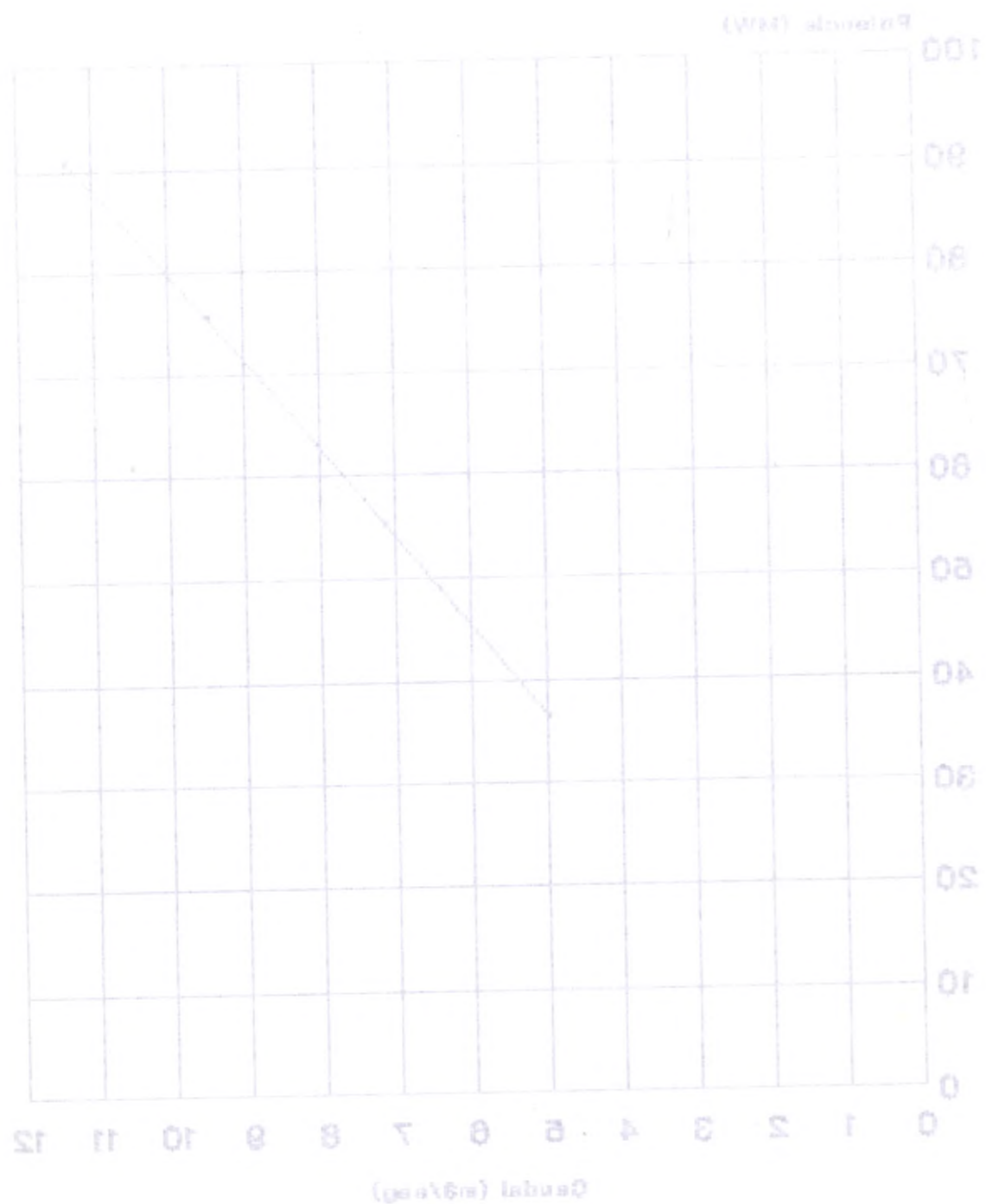


Fig. 27

PARAISO UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL

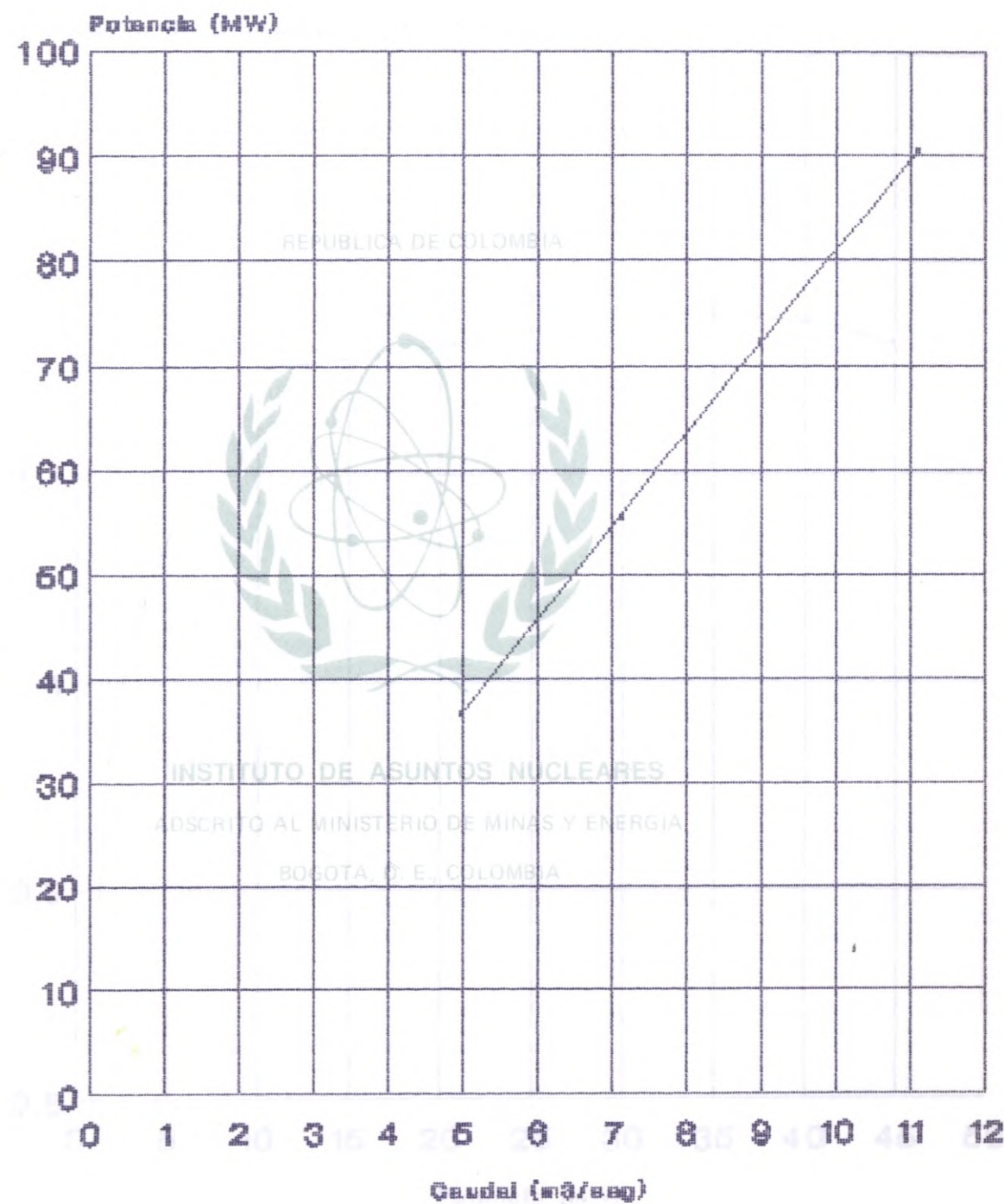
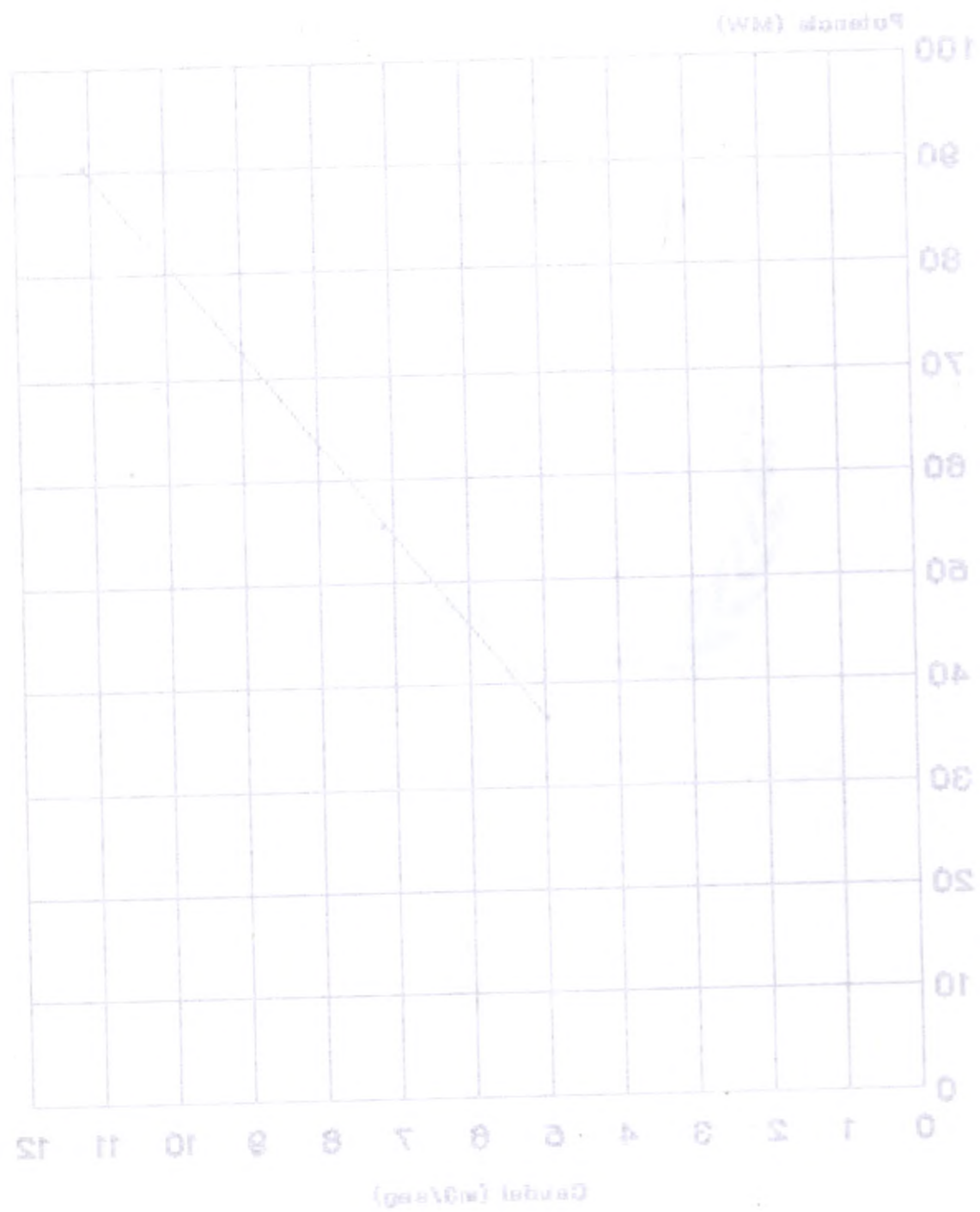


Fig. 28

PARAISO UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-CAUDAL



CANOAS
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION

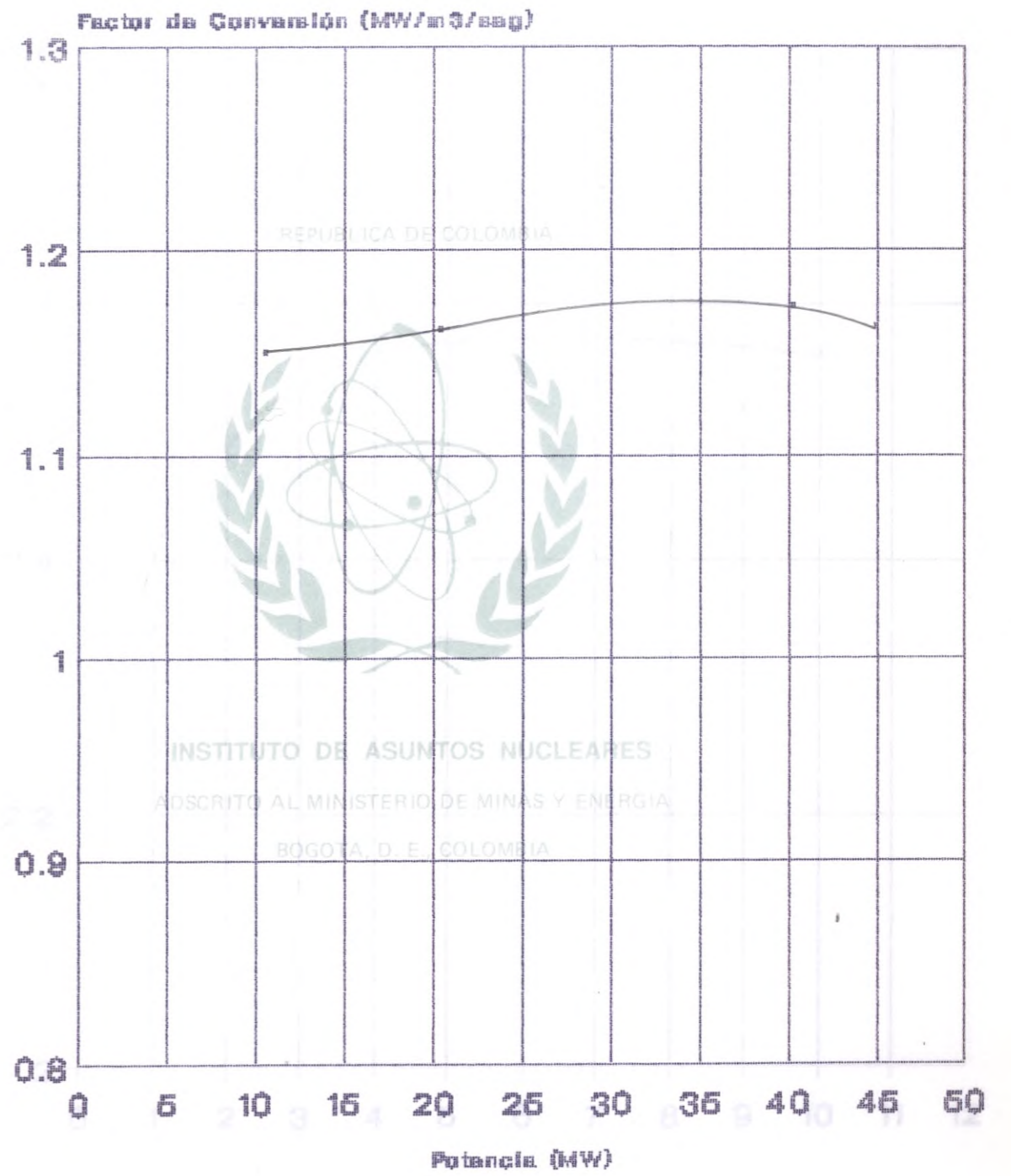


Fig. 29

CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION
CANON

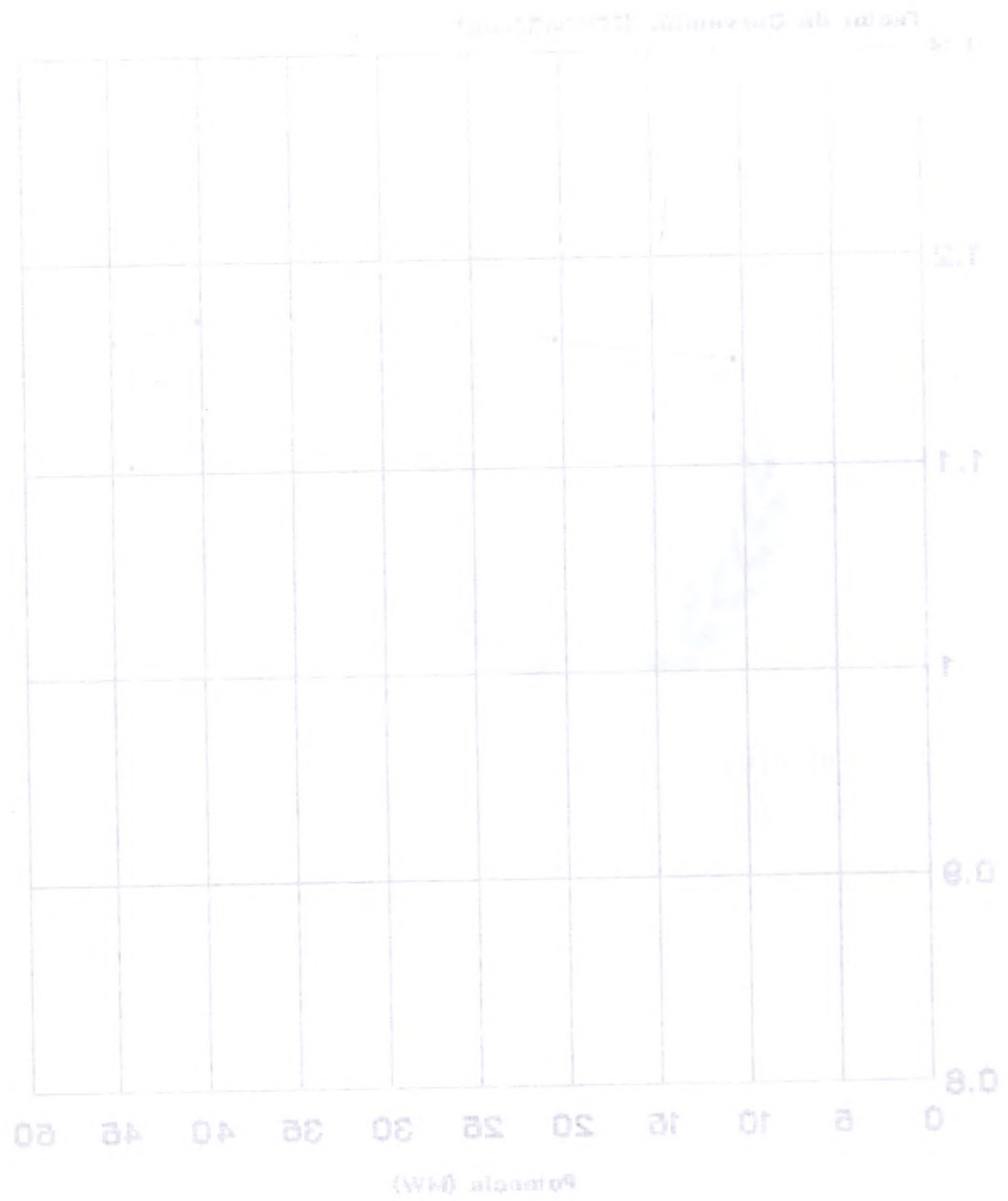


Fig. 38

SALTO 1 UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

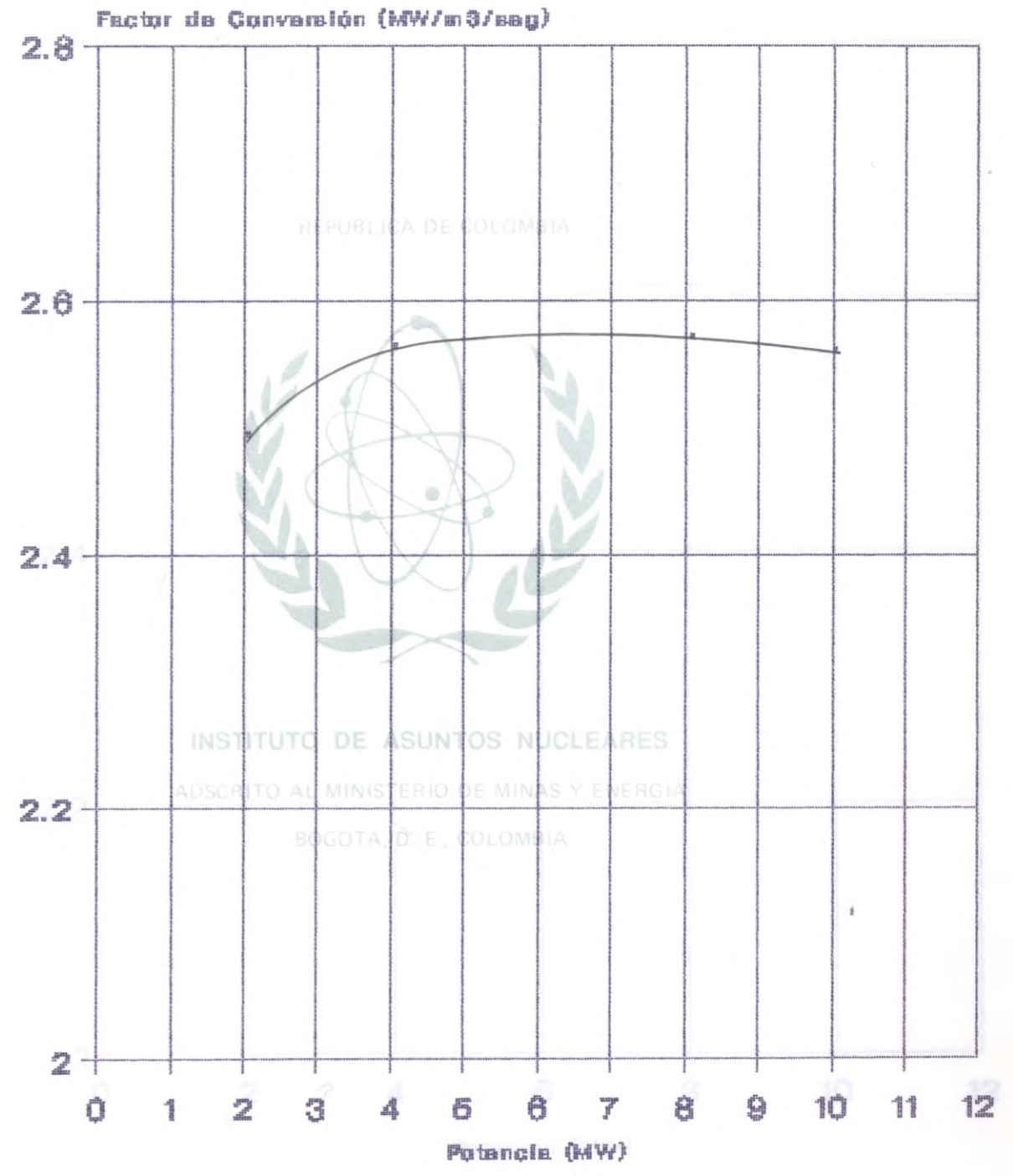


Fig. 39

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION



Fig. 30

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

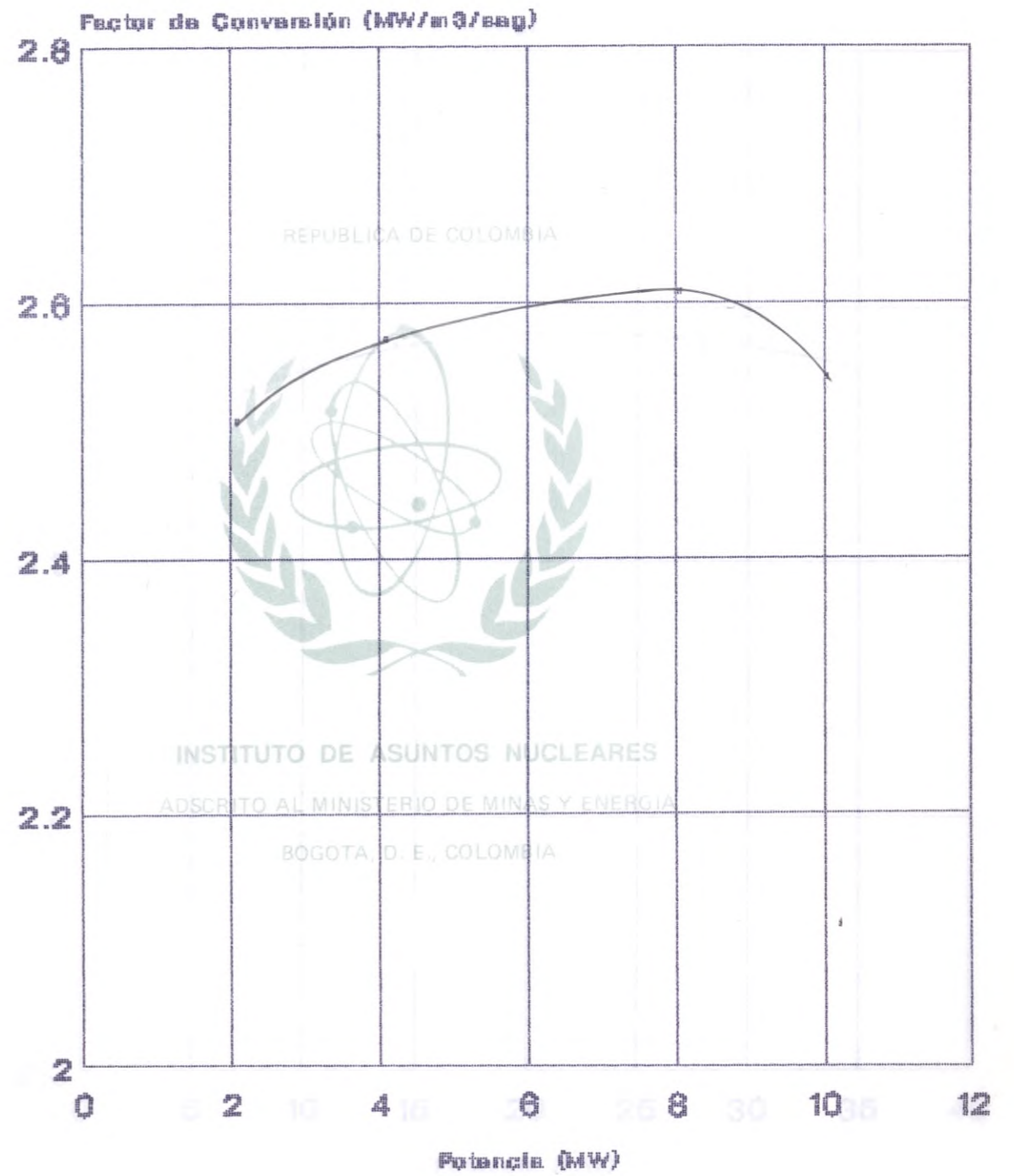


Fig. 31

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

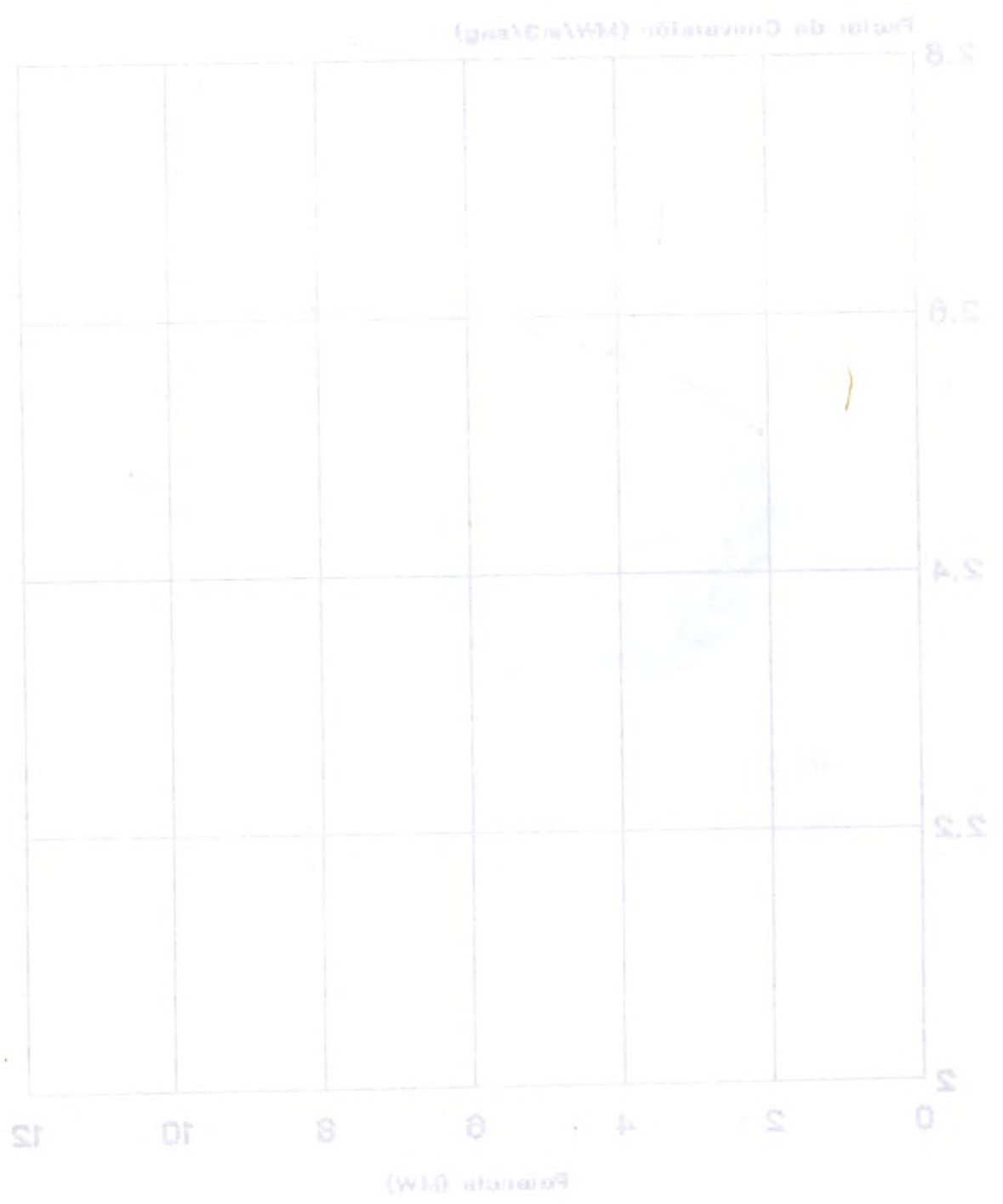


Fig. 31

SALTO 2 UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

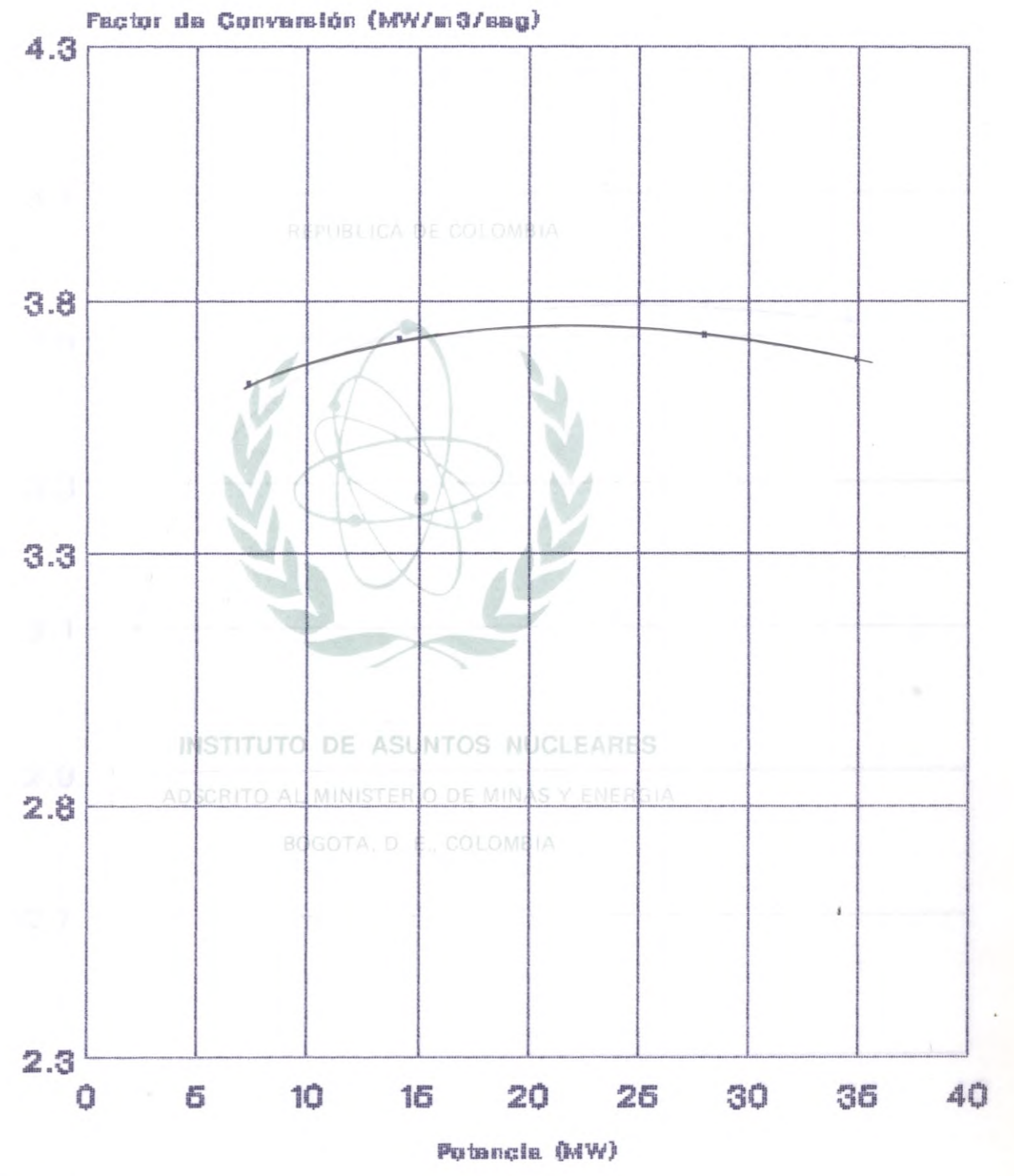


Fig. 32

SALTO 2 UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

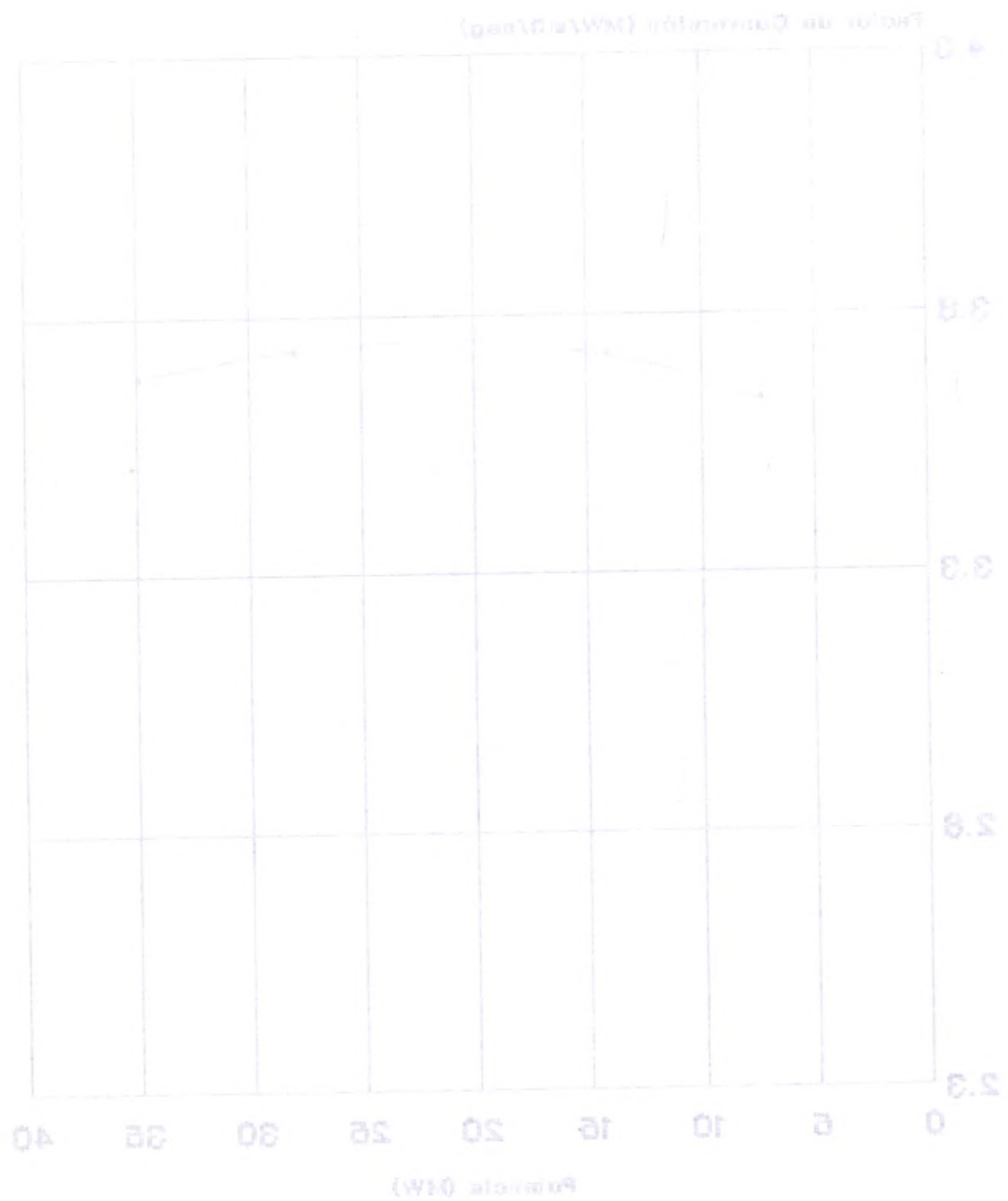


Fig. 32

SALTO 2 UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

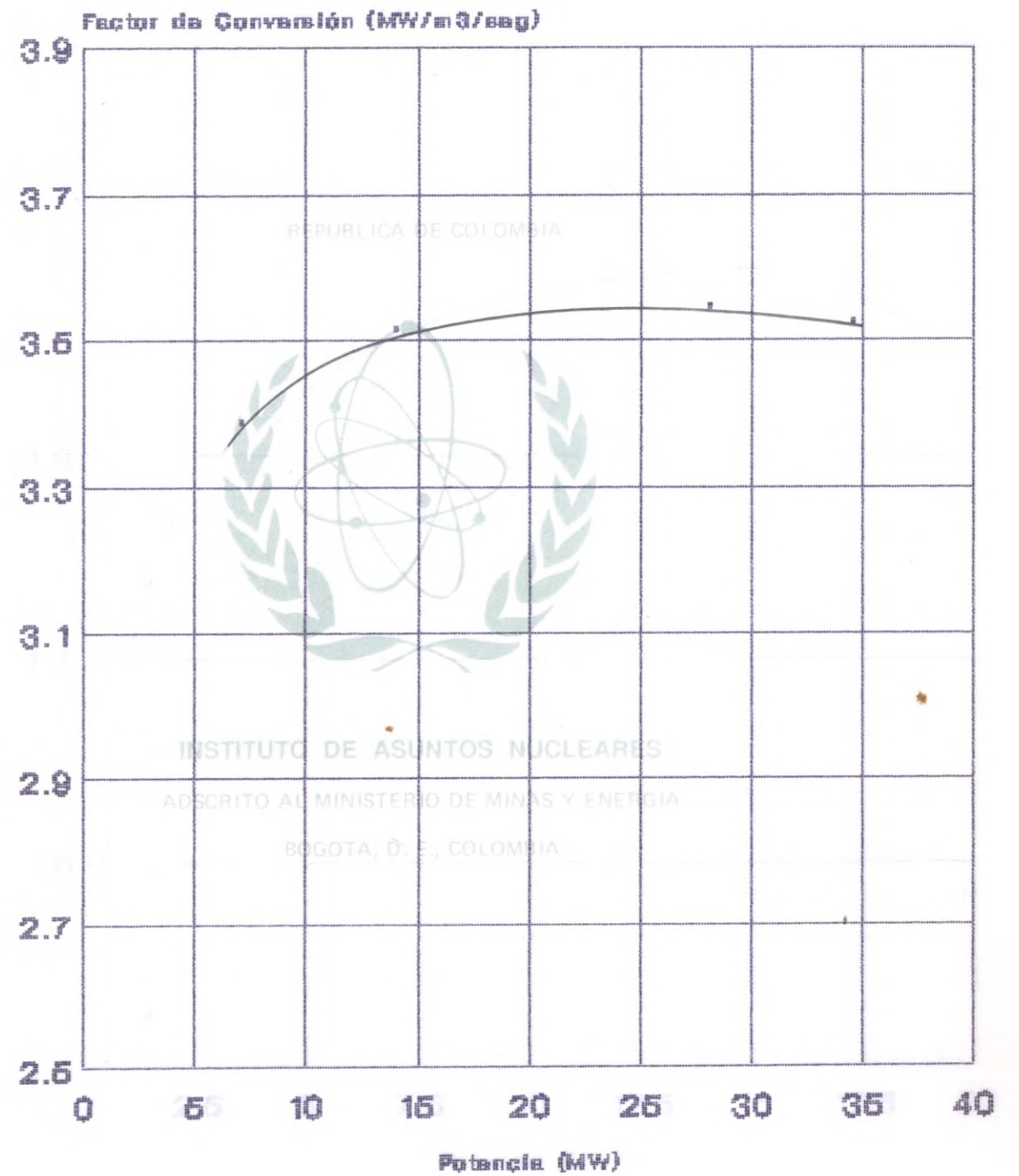


Fig. 33

CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION
SALTO 2 UNIDAD 2

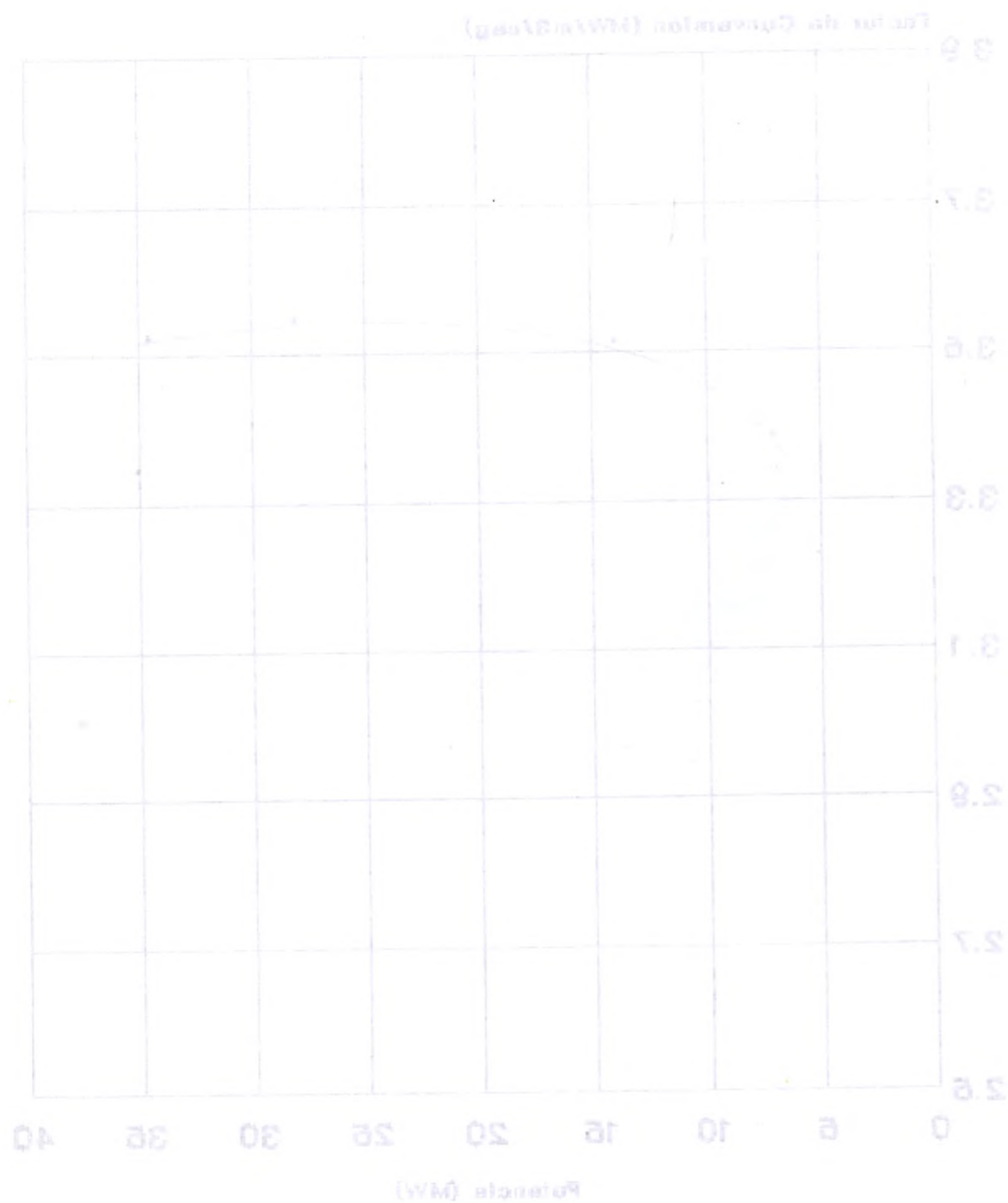


Fig. 33

LAGUNETA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

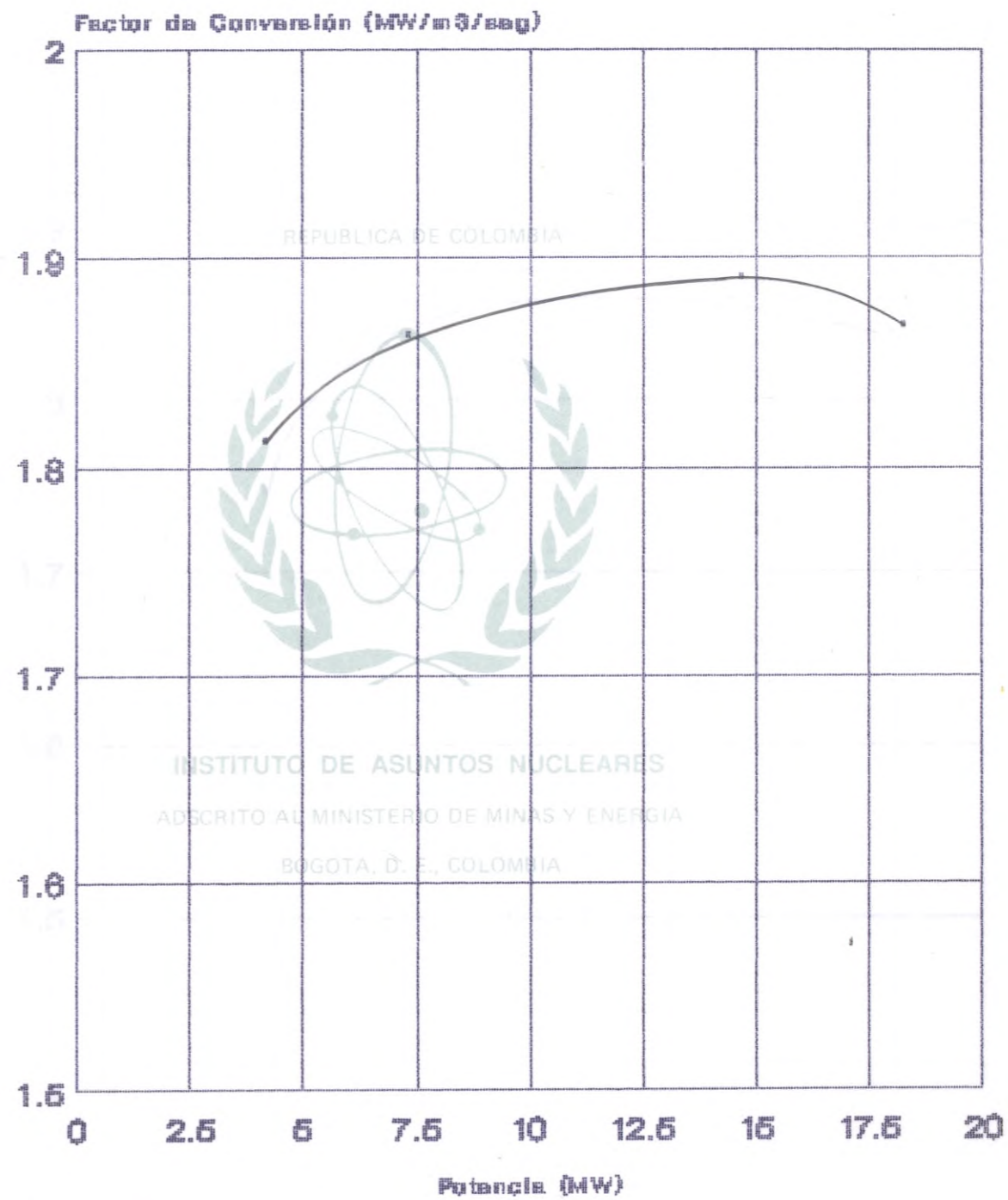


Fig. 34

LAGUNETA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION



Fig. 34

LAGUNETA UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

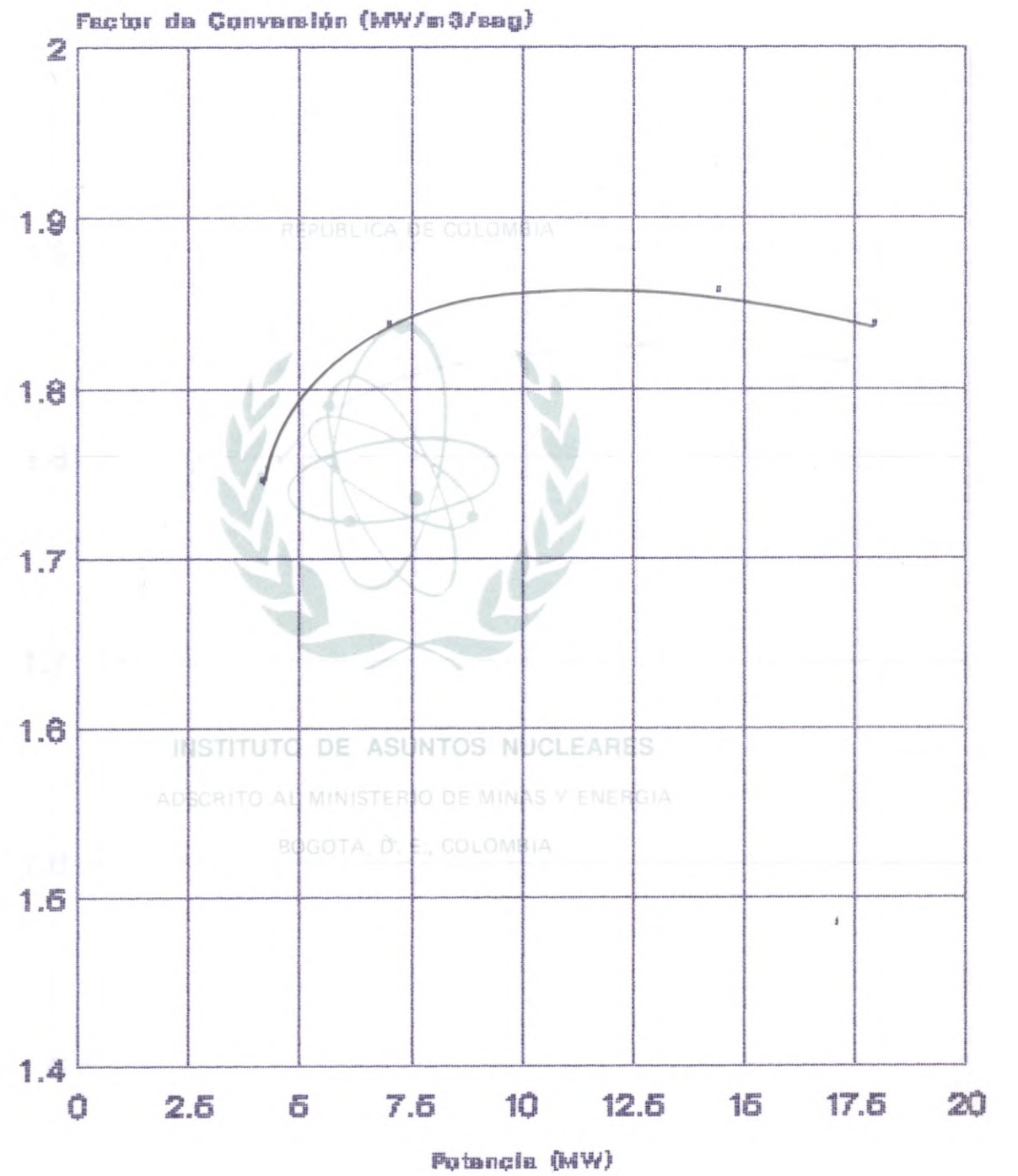


Fig. 35

LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION



LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

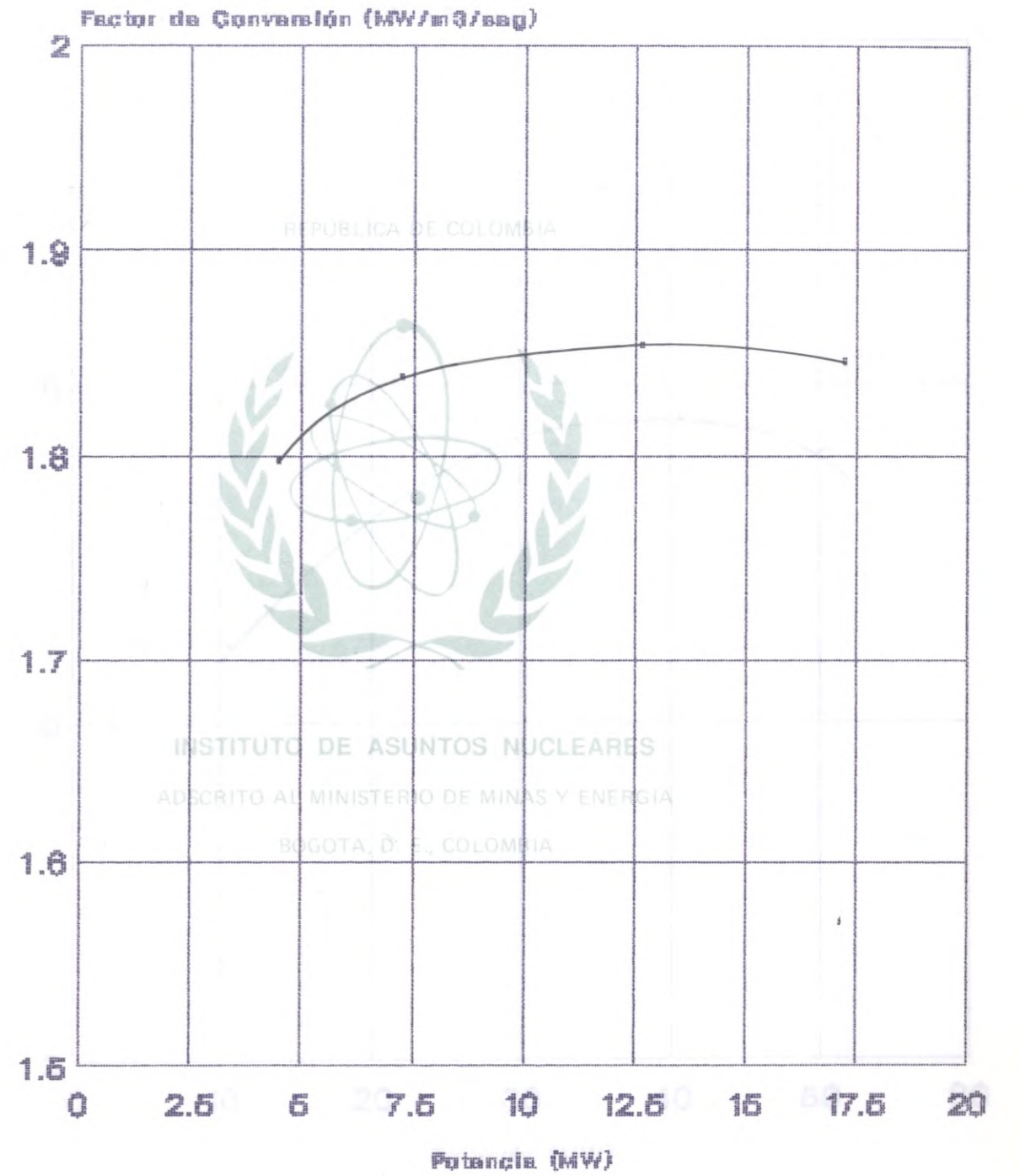


Fig. 36

LA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION



Fig. 37

DARIO VALENCIA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

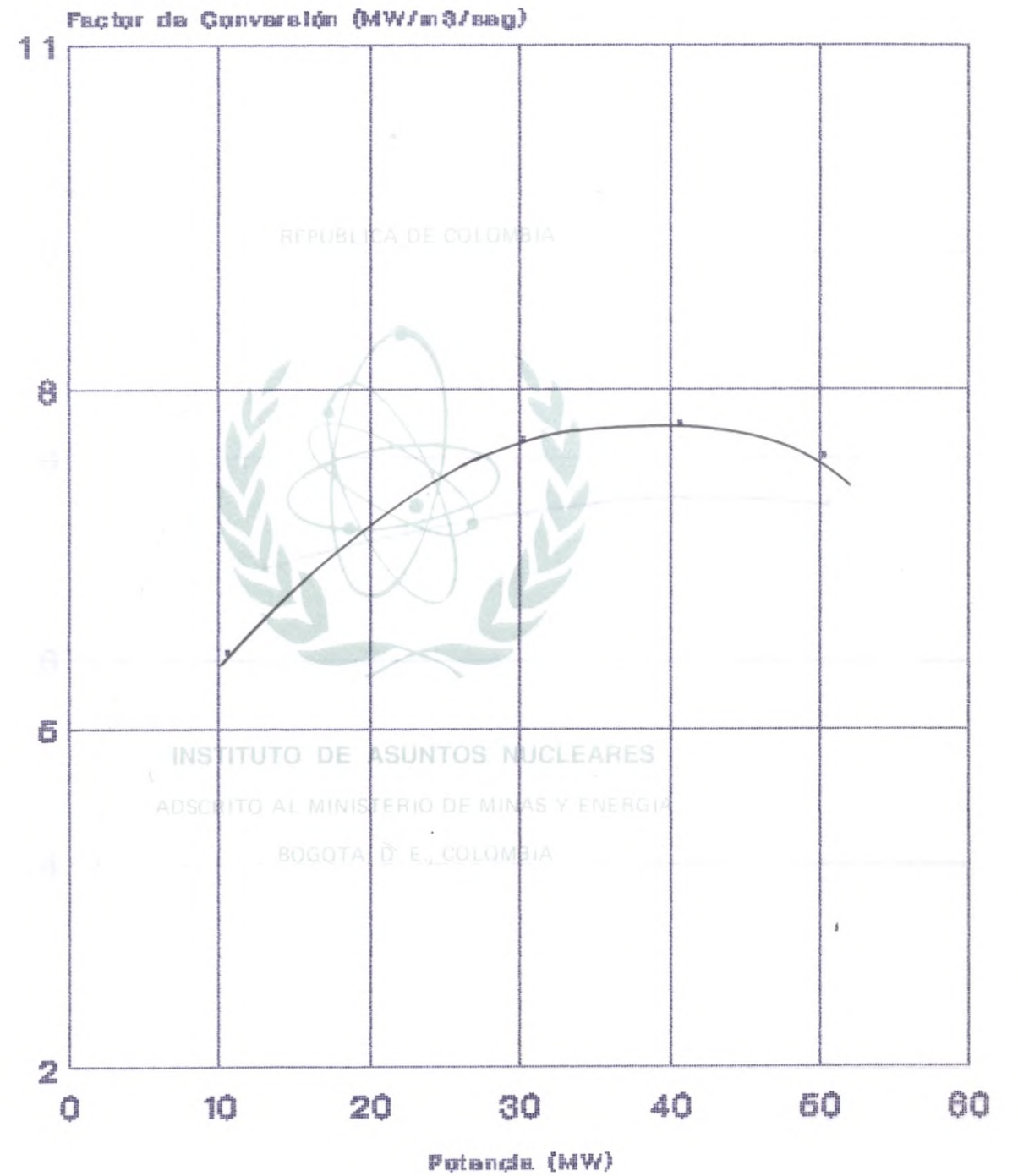


Fig. 37

DARIO VALENCIA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

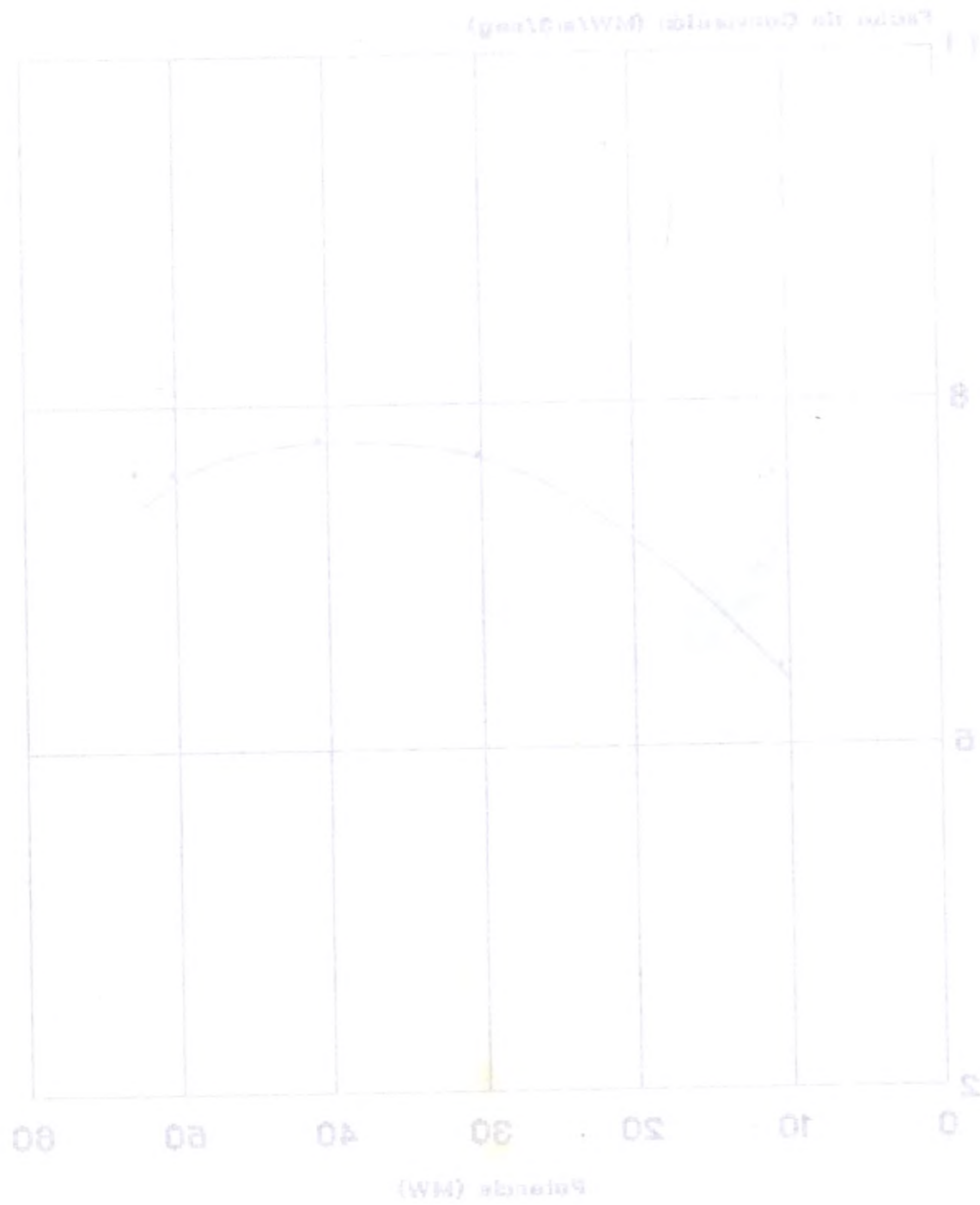


Fig. 37

DARIO VALENCIA UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

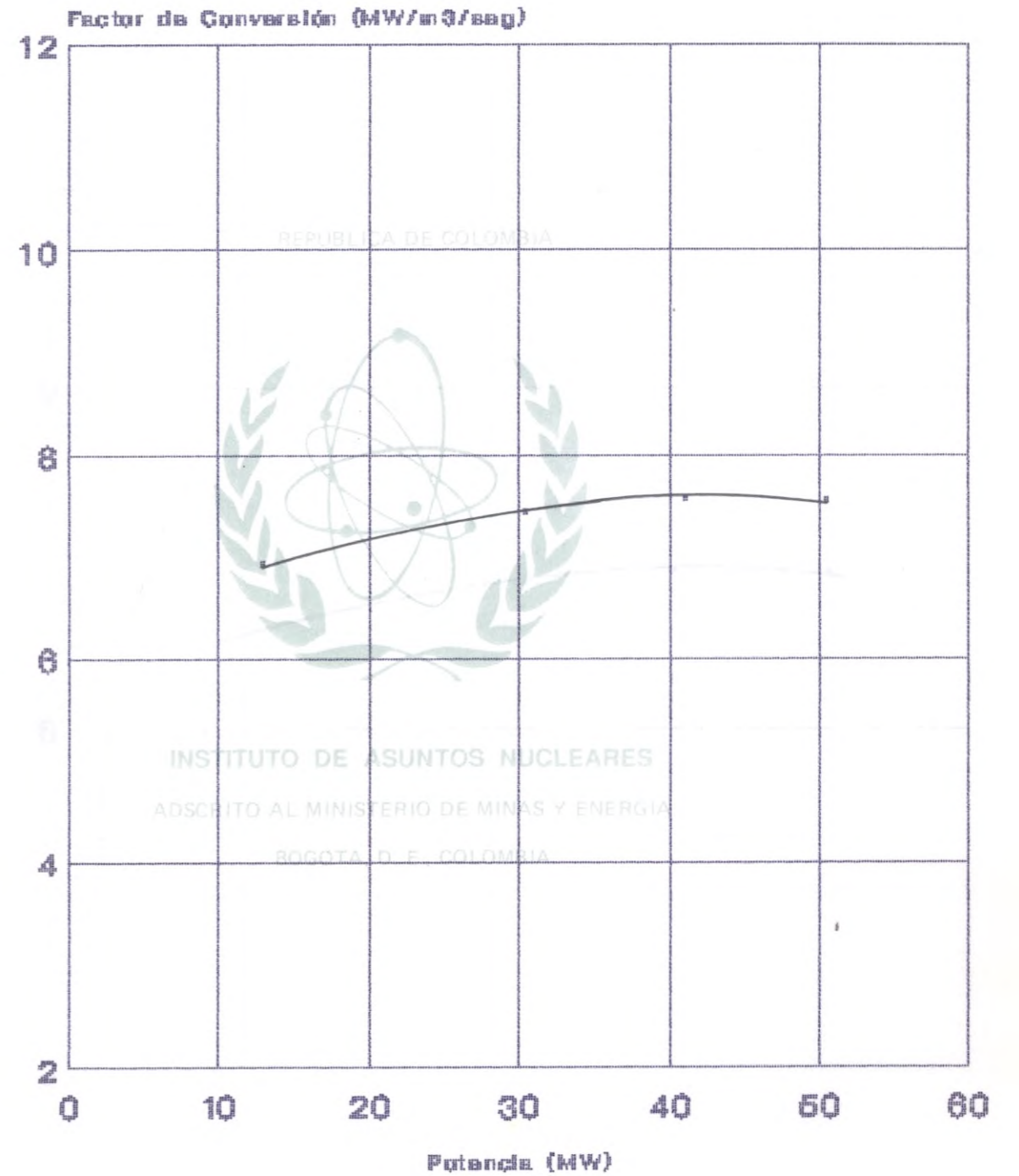


Fig. 38

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION



Fig. 38

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION

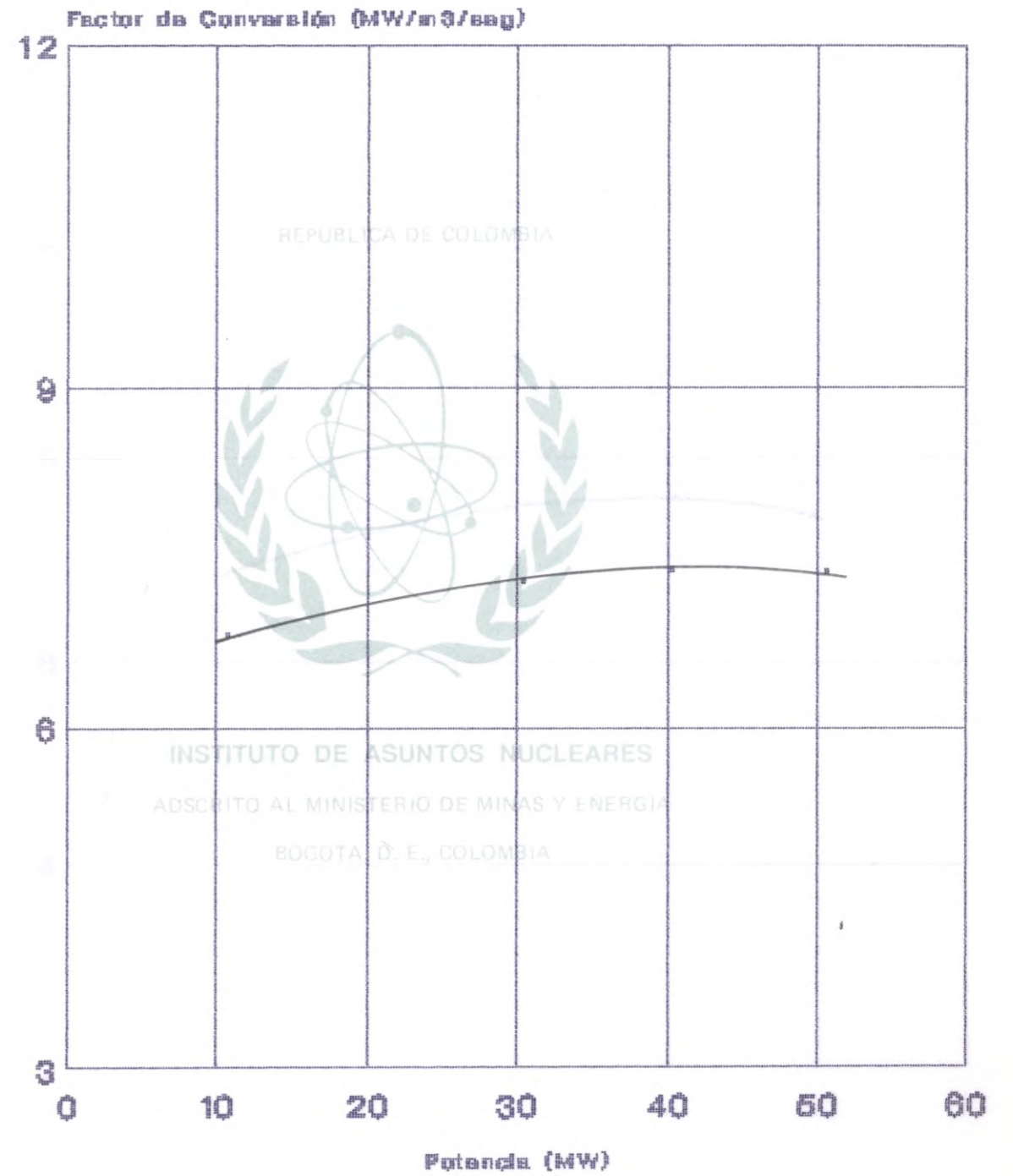


Fig. 39

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION

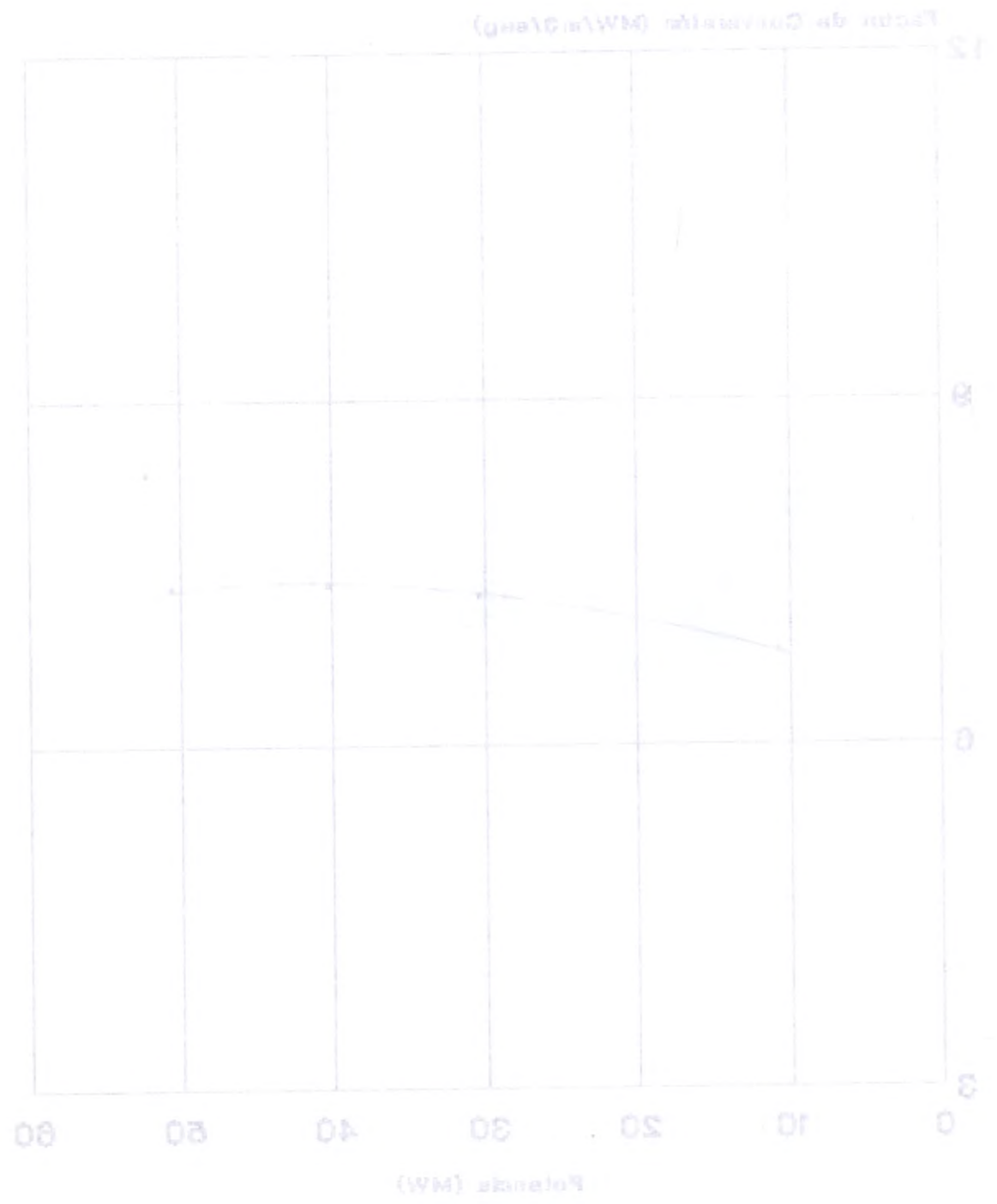


Fig. 39

DARIO VALENCIA UNIDAD 4
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION

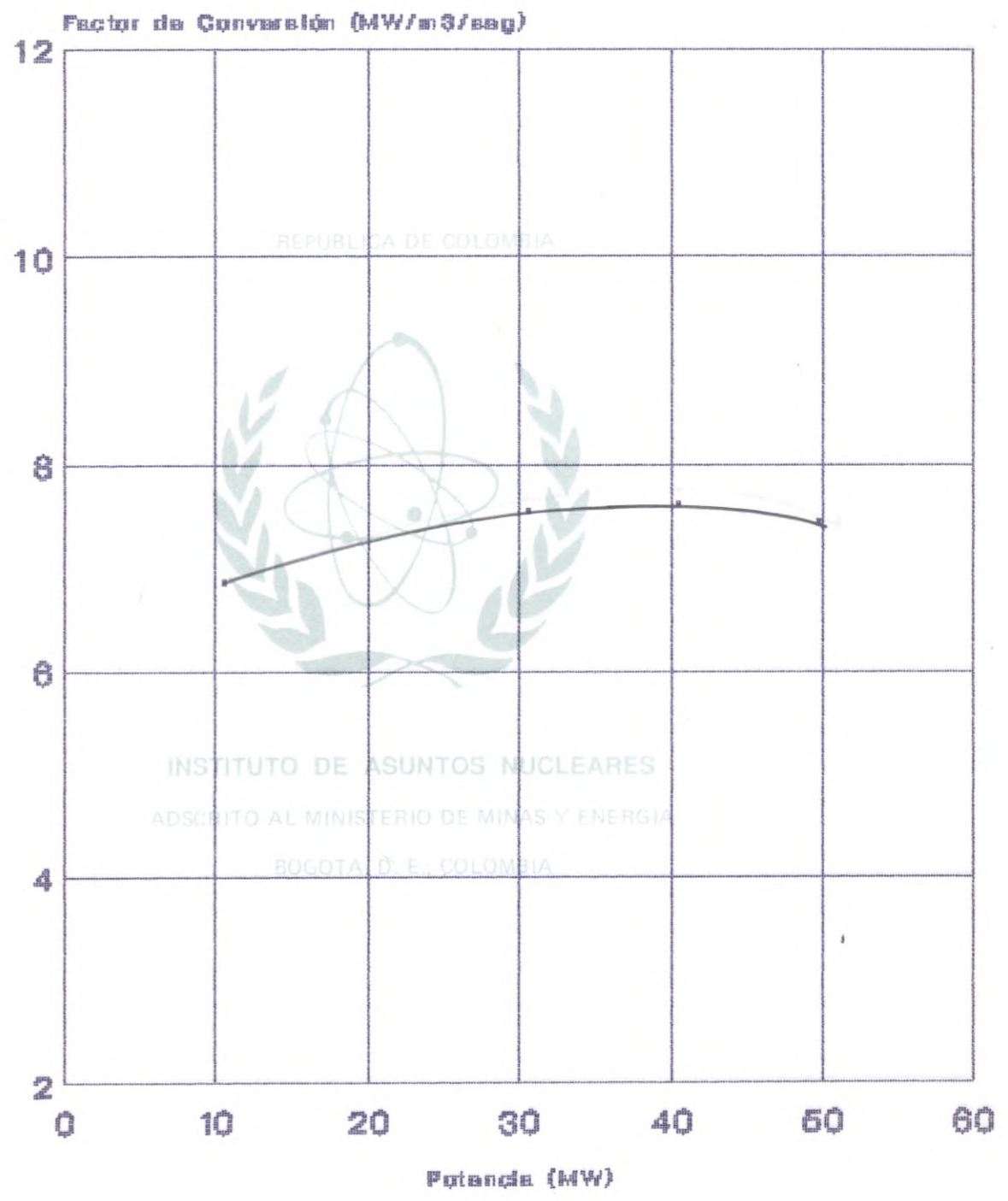


Fig. 40

DARIO VALENCIA UNIDAD 6
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

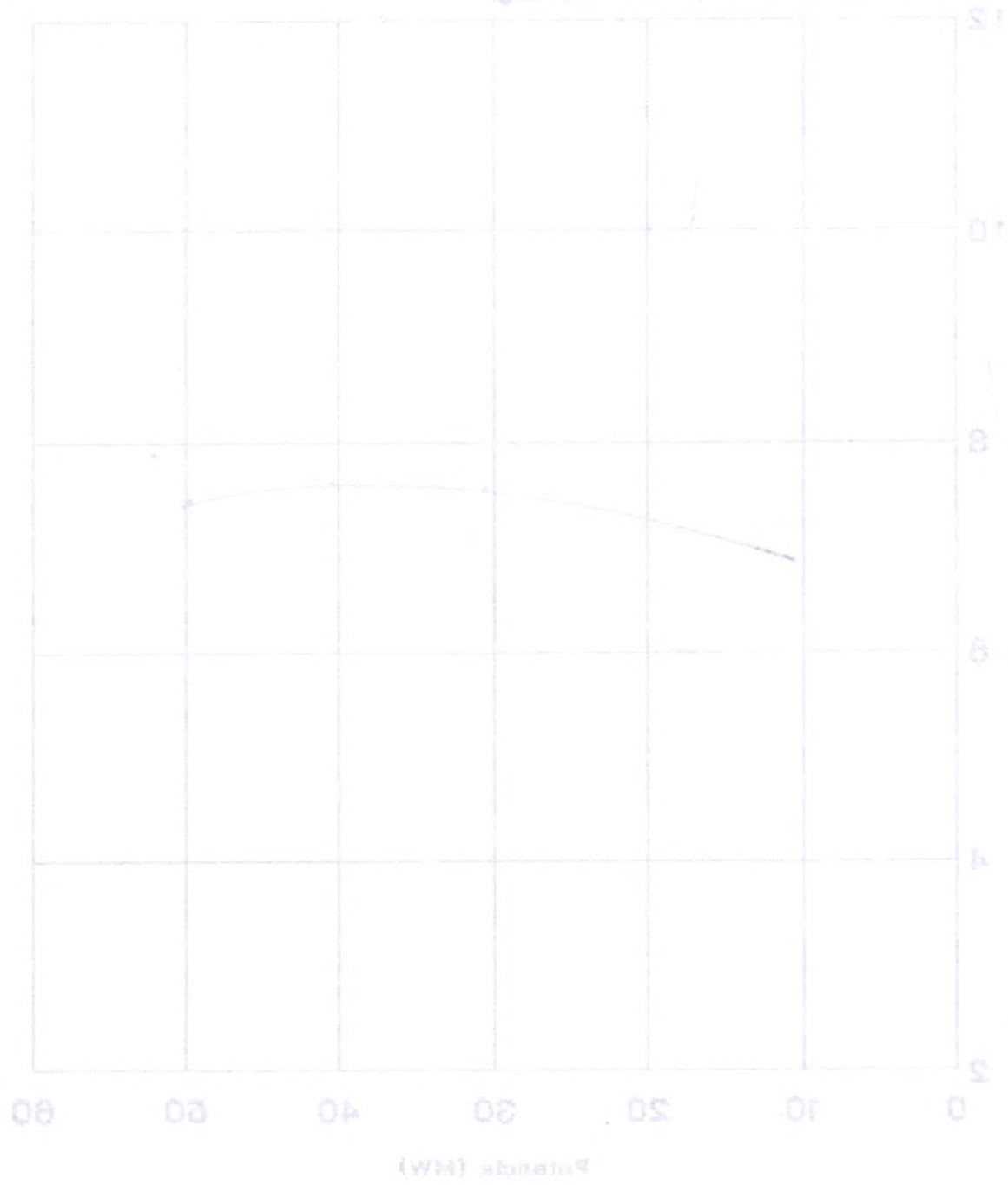


Fig. 40

DARIO VALENCIA UNIDAD 6
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

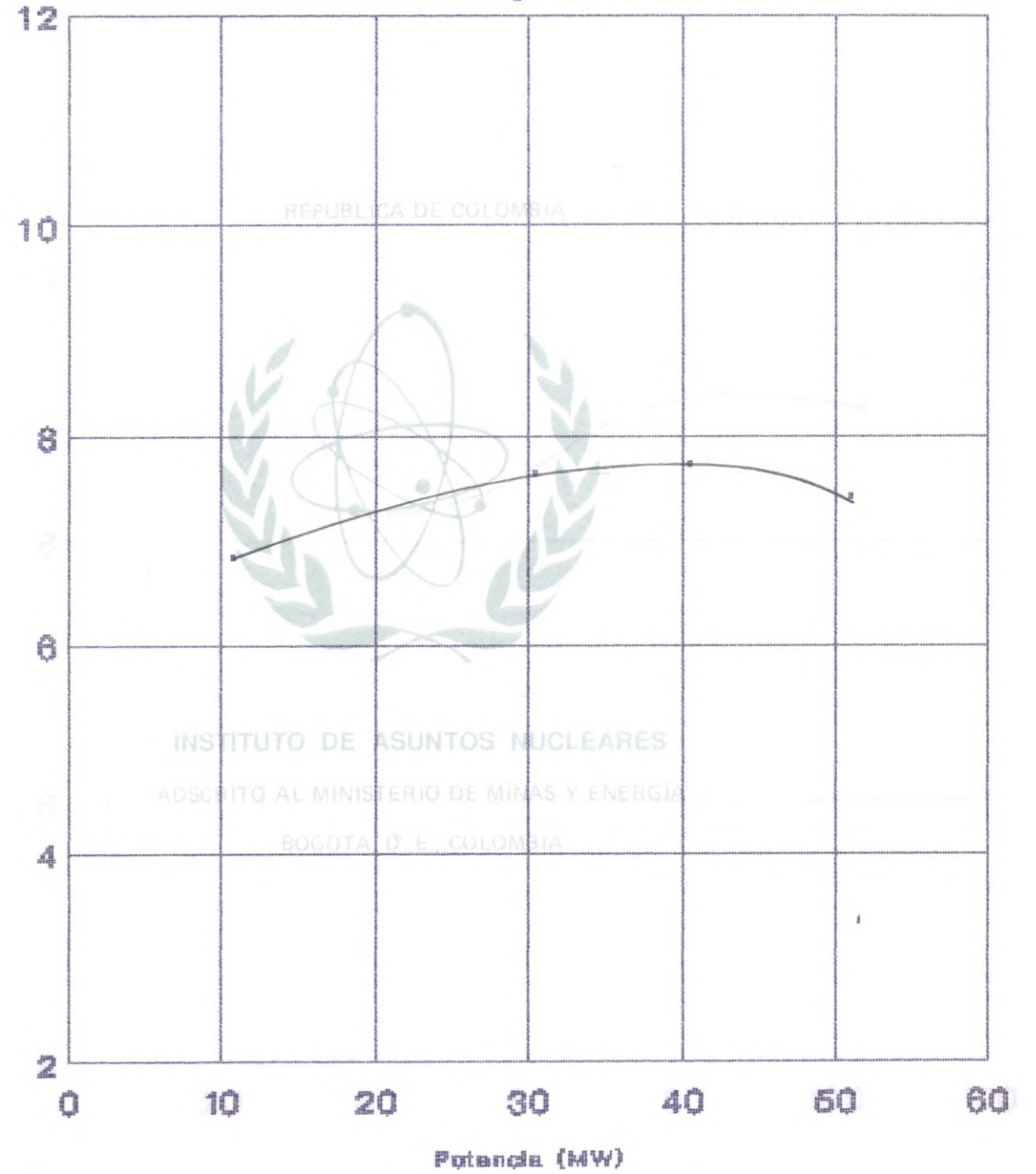


Fig. 41

DARIO VALENCIA UNIDAD 6
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)



Fig. 43

GUACA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

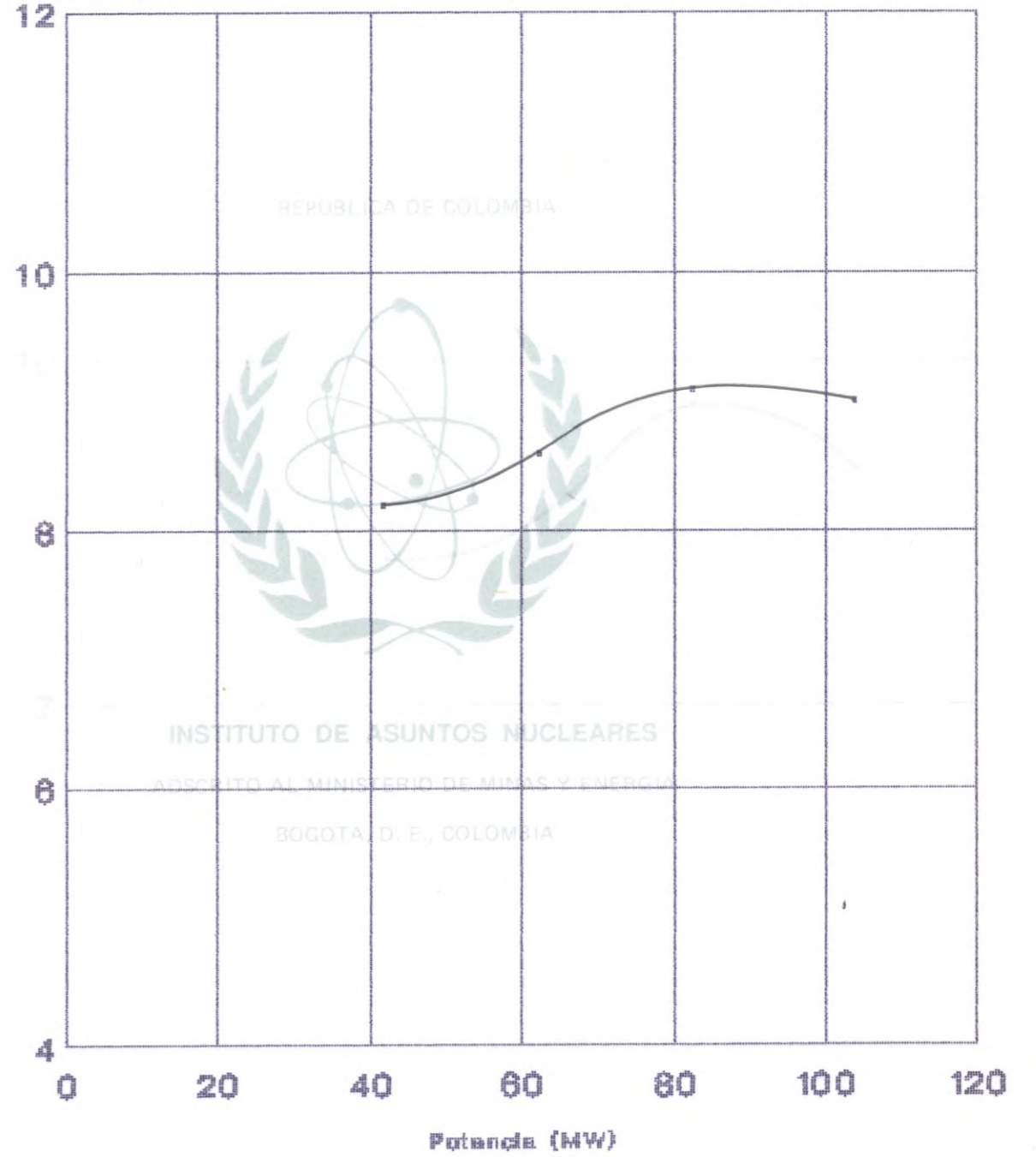


Fig. 43

GUACA UNIDAD 1
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION



Fig. 43

GUACA UNIDAD 2
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

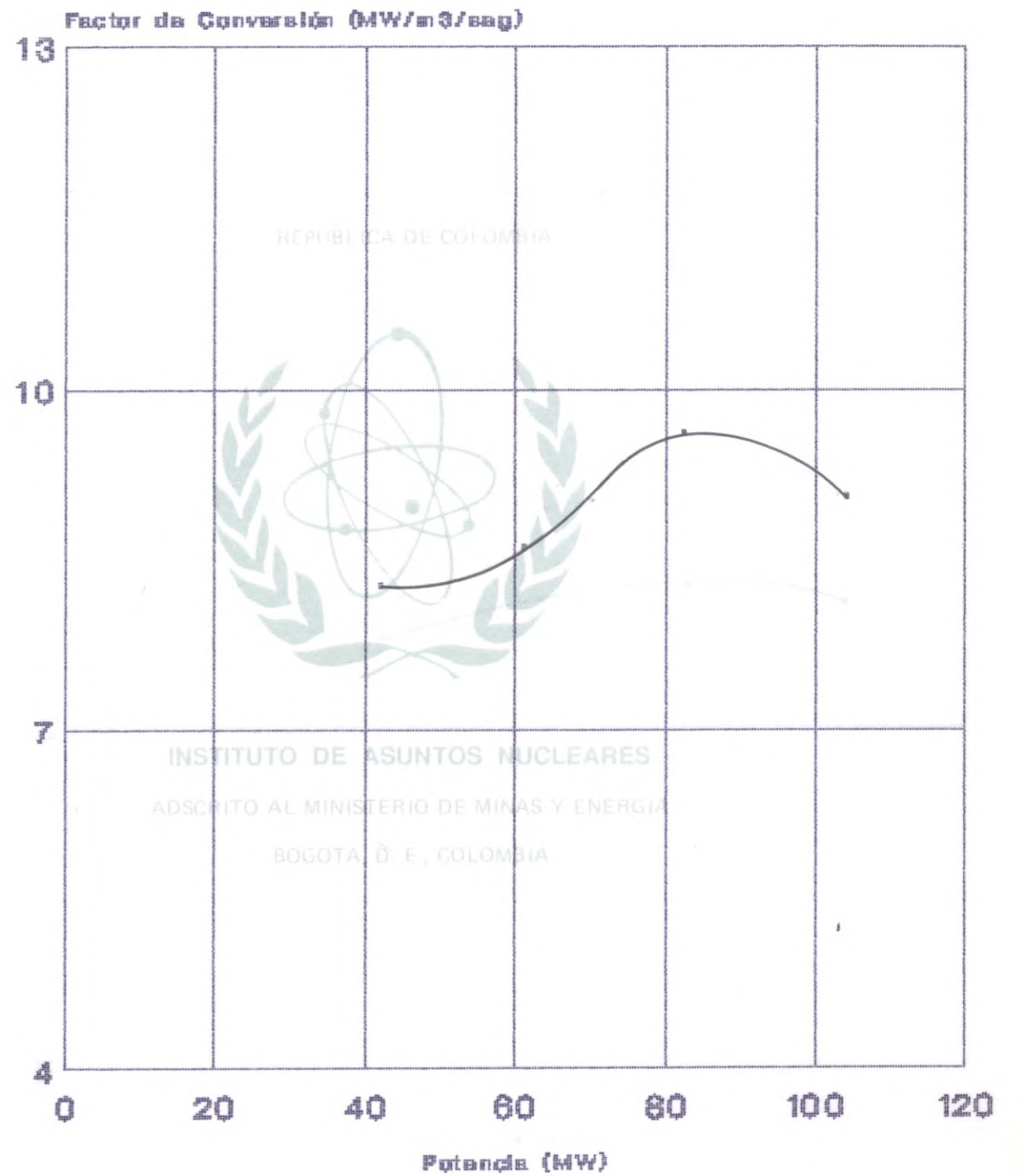


Fig. 43

GUACA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION



Fig. 43

GUACA UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

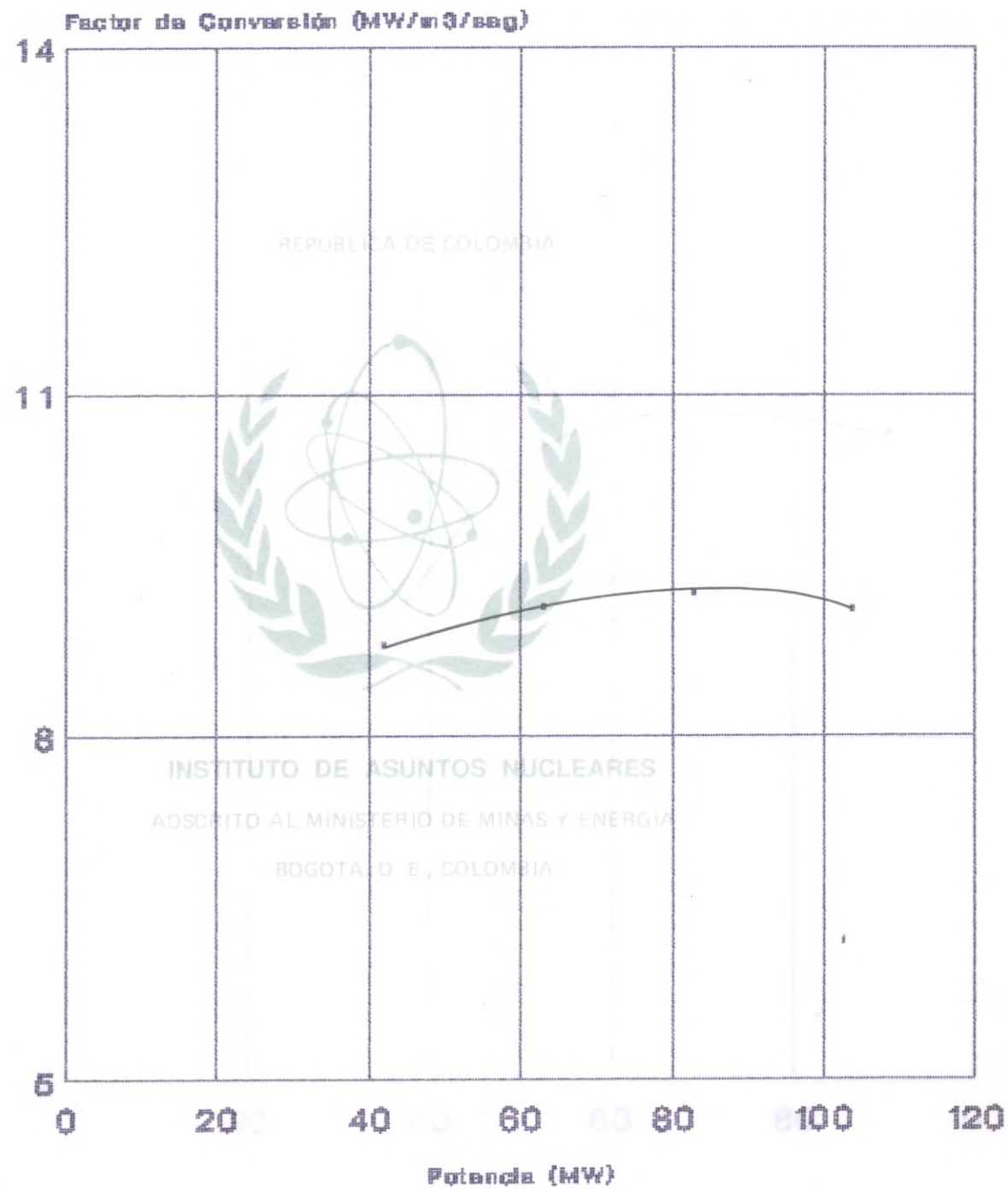


Fig. 44

GUACA UNIDAD 2
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

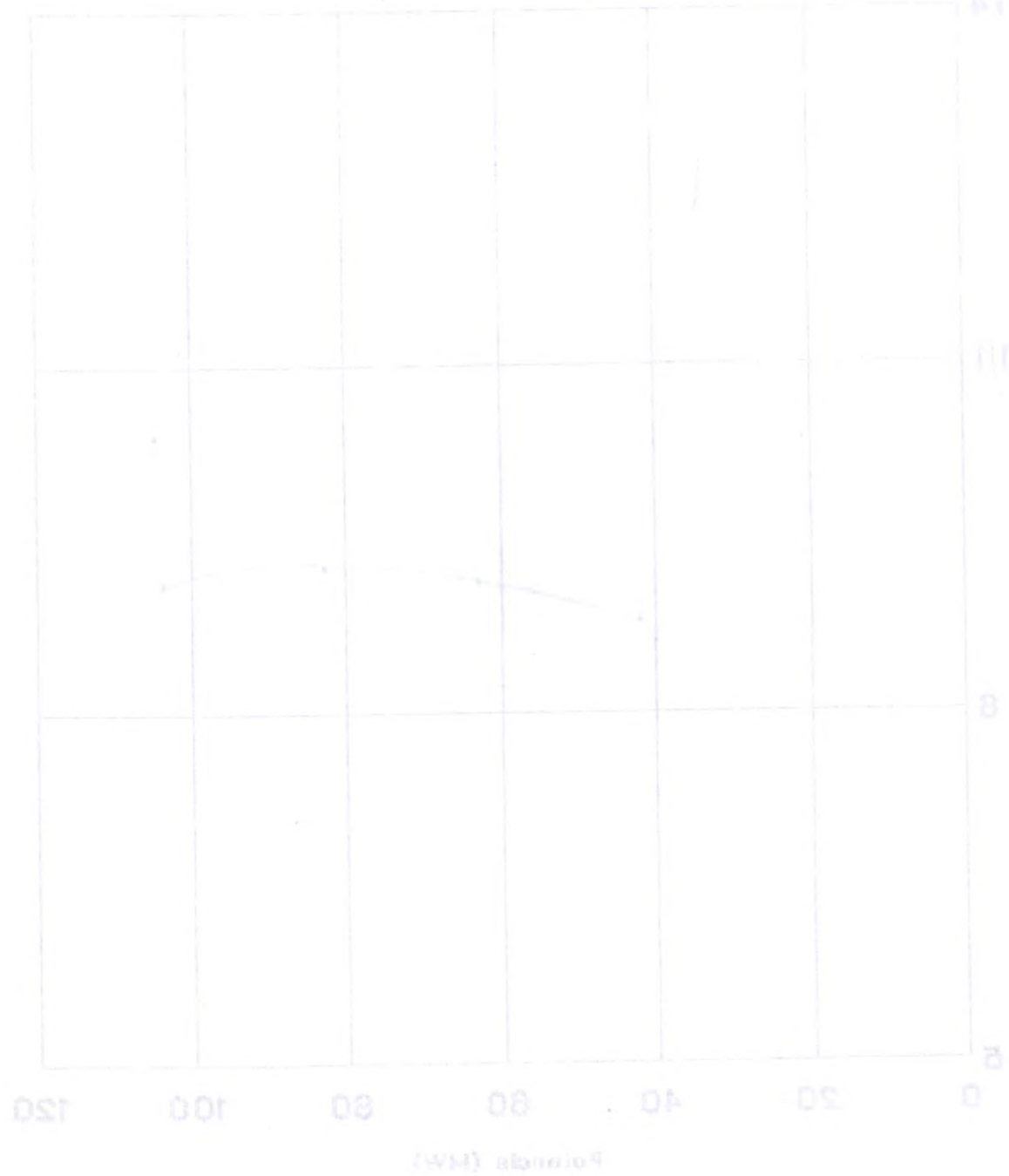


Fig. 45

PARAISO UNIDAD 1
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

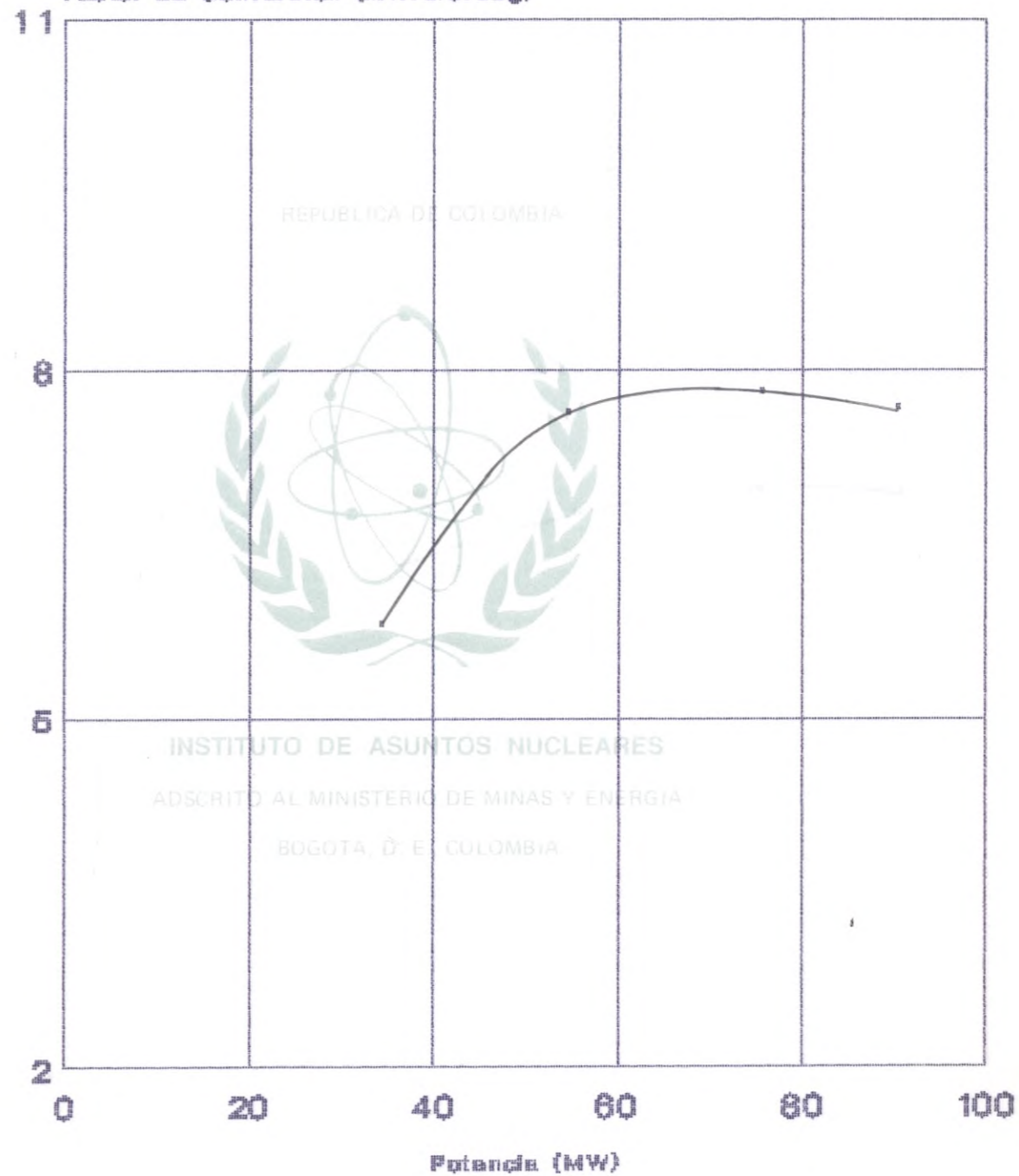


Fig. 46

PARAISO UNIDAD 1
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION



Fig. 46

PARAISO UNIDAD 2
CURVA POTENCIA- FACTOR DE CONVERSION

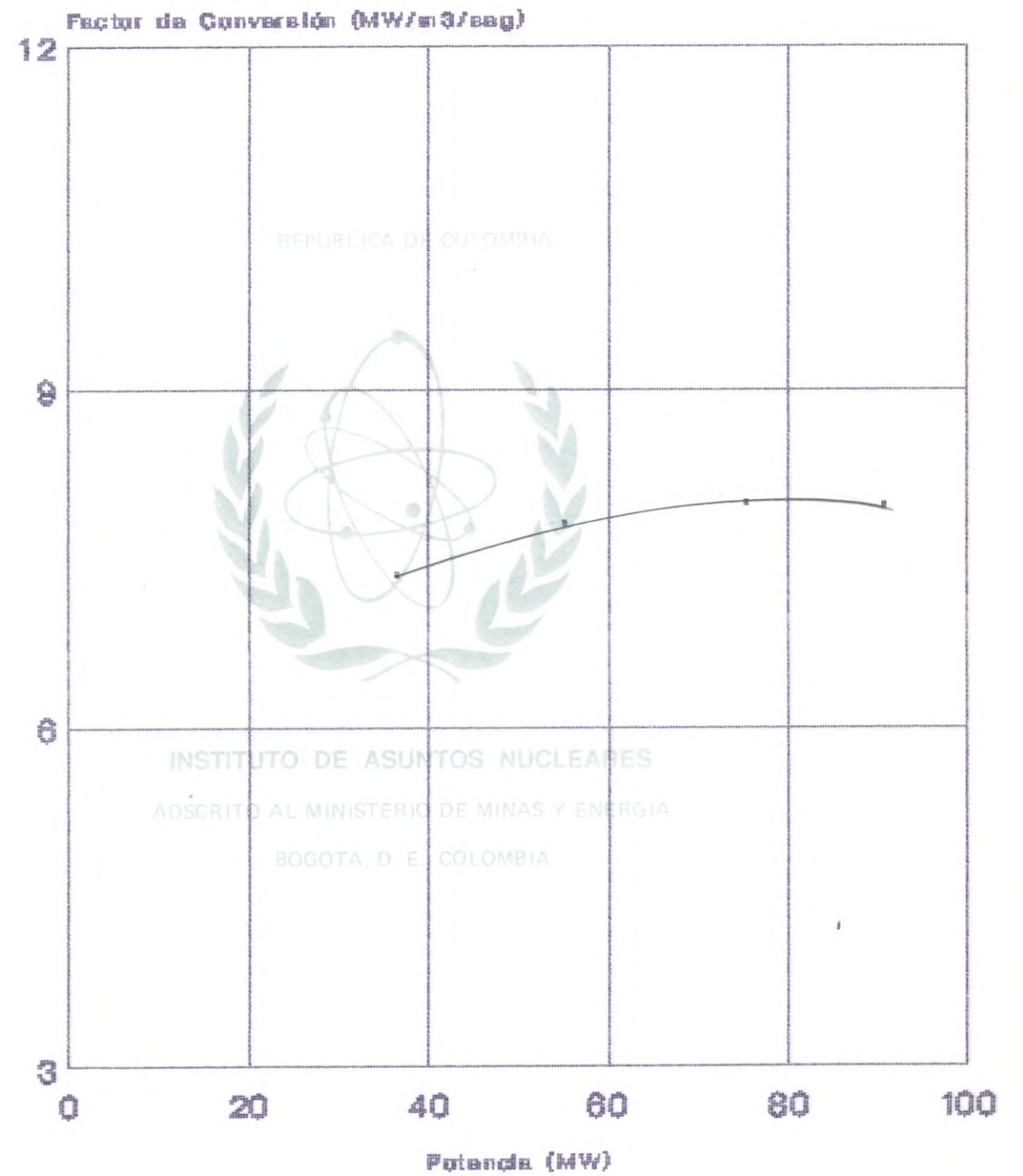


Fig. 46

PARAISO UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION



Fig. 47

PARAISO UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

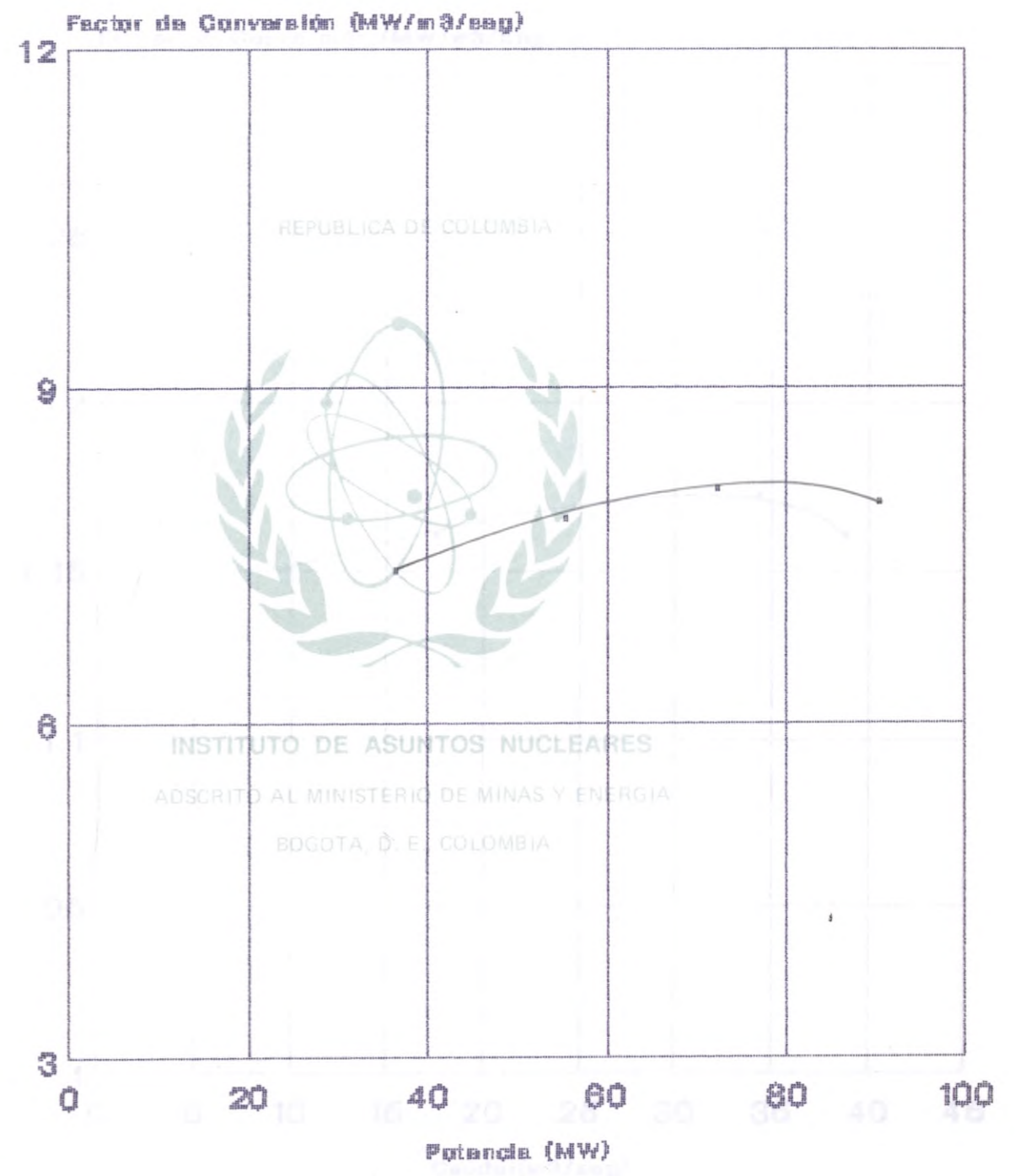


Fig. 47

PARAISO UNIDAD 3
CURVA POTENCIA-FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

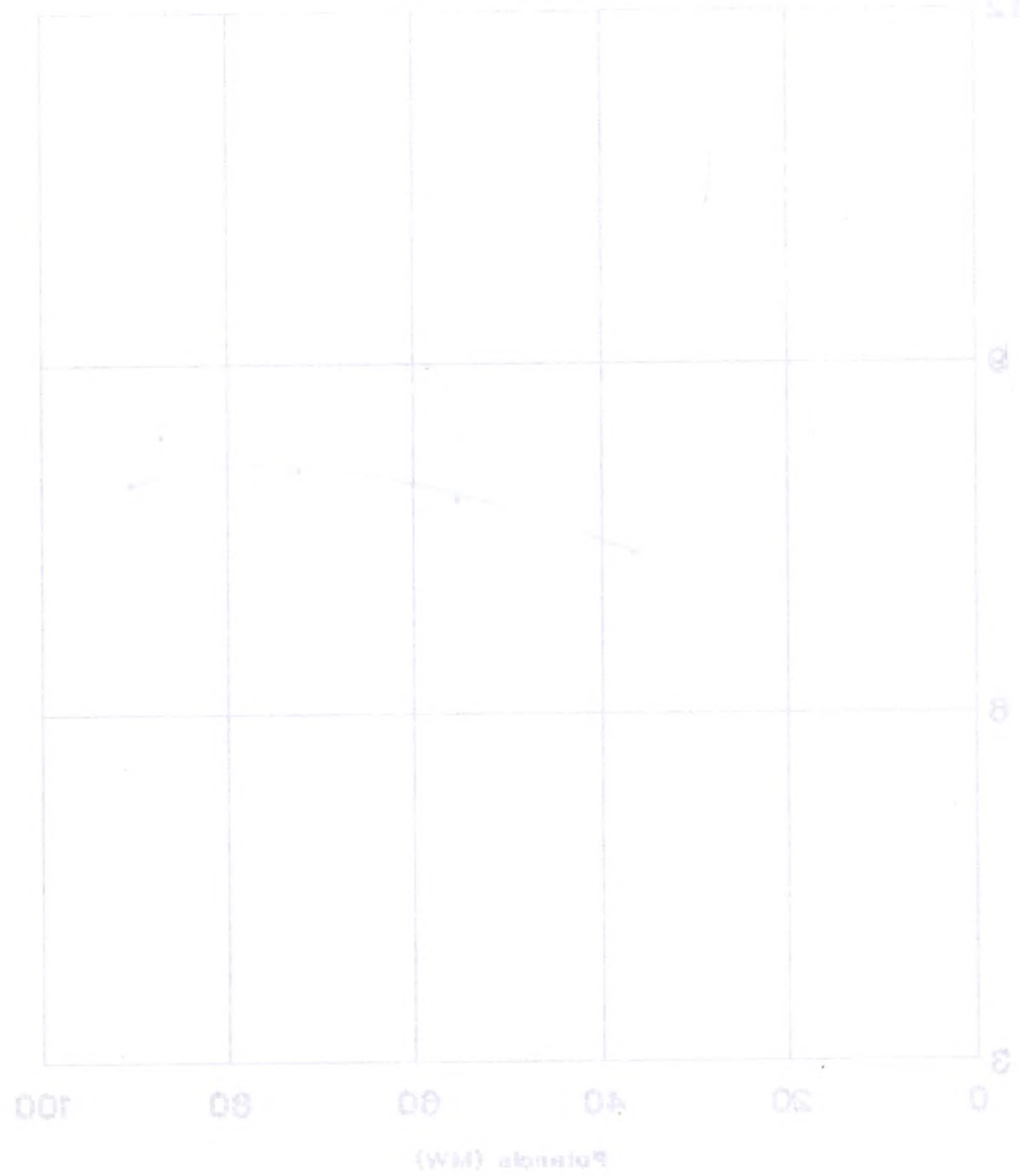


Fig. 47

CANOAS
CURVA CAUDAL-FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

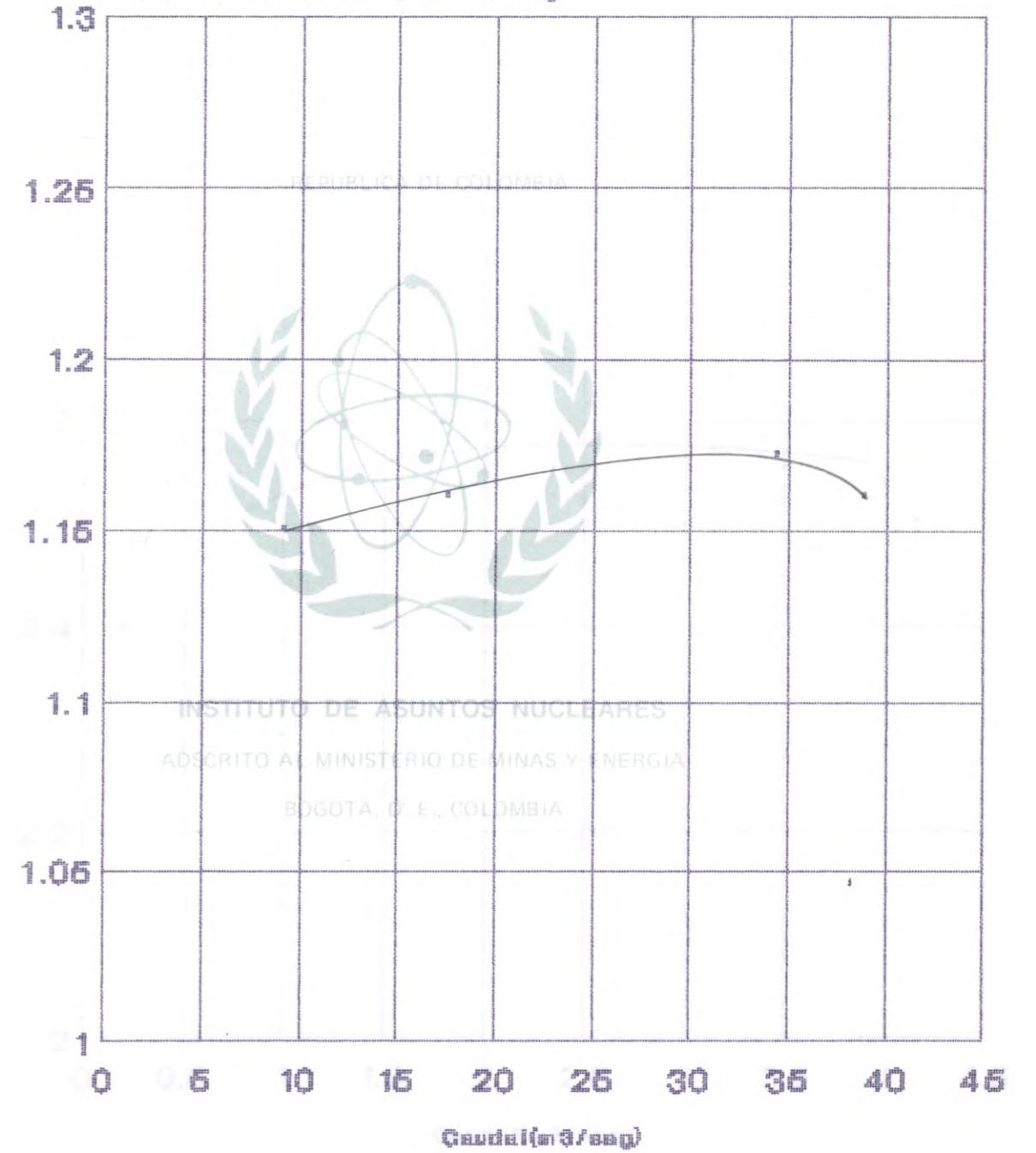


Fig. 48

SALTO 1 UNIDAD 1
CURVA CAUDAL-FACOR DE CONVERSIÓN

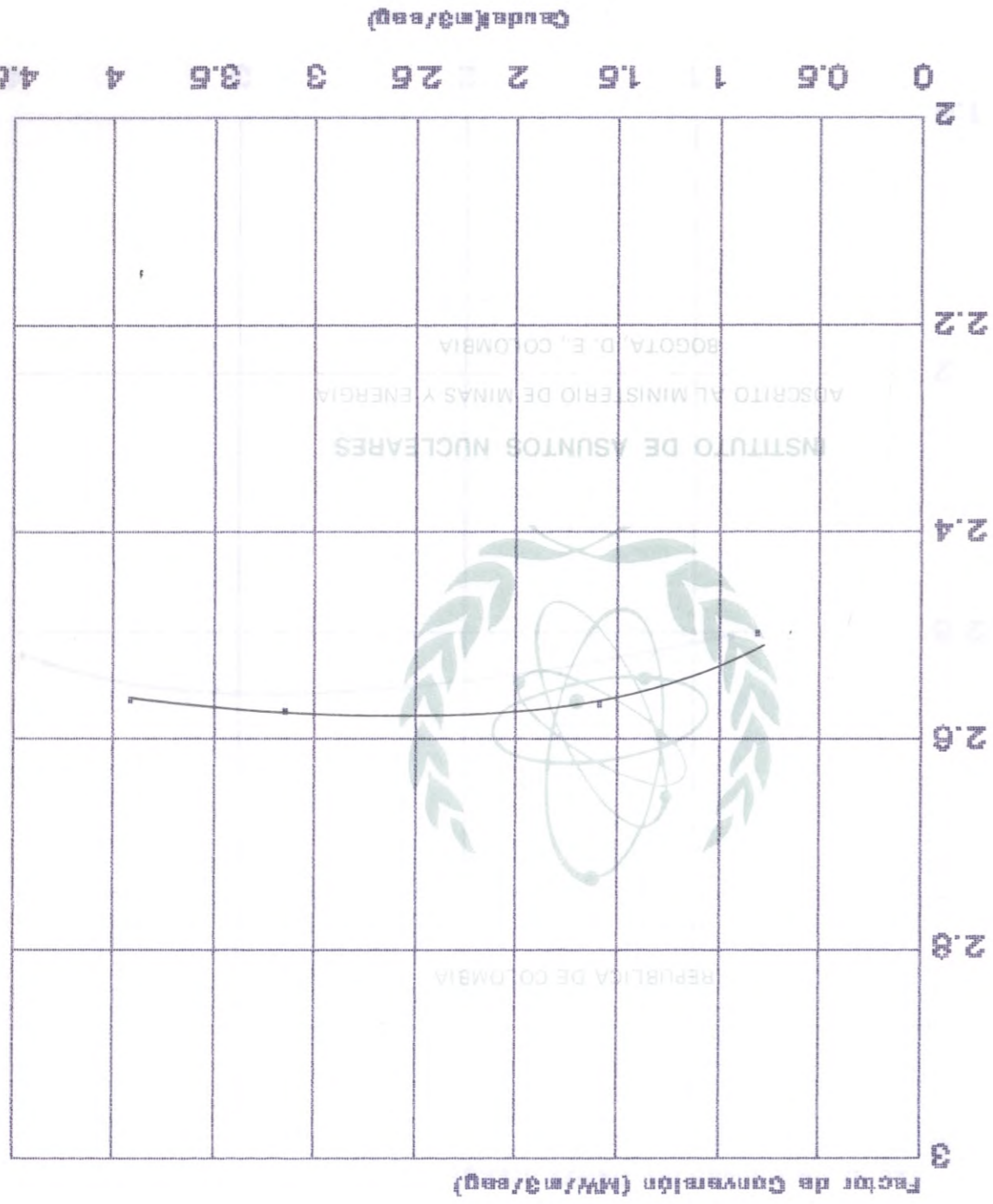
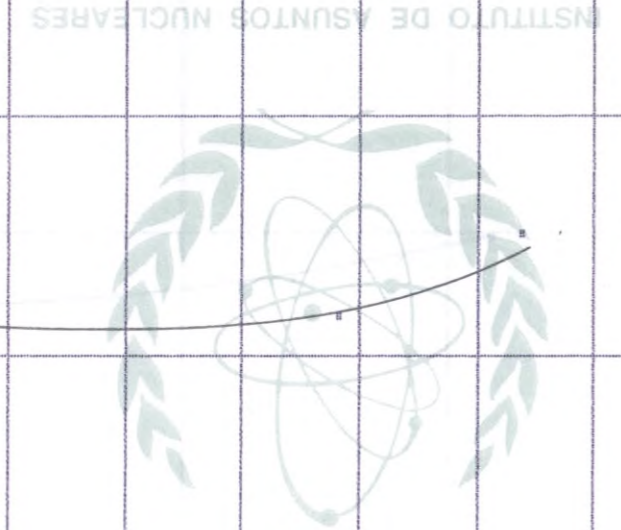


Fig. 48



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA

SAONAC
CURVA CAUDAL-FACOR DE CONVERSIÓN



Fig. 49

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION



SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

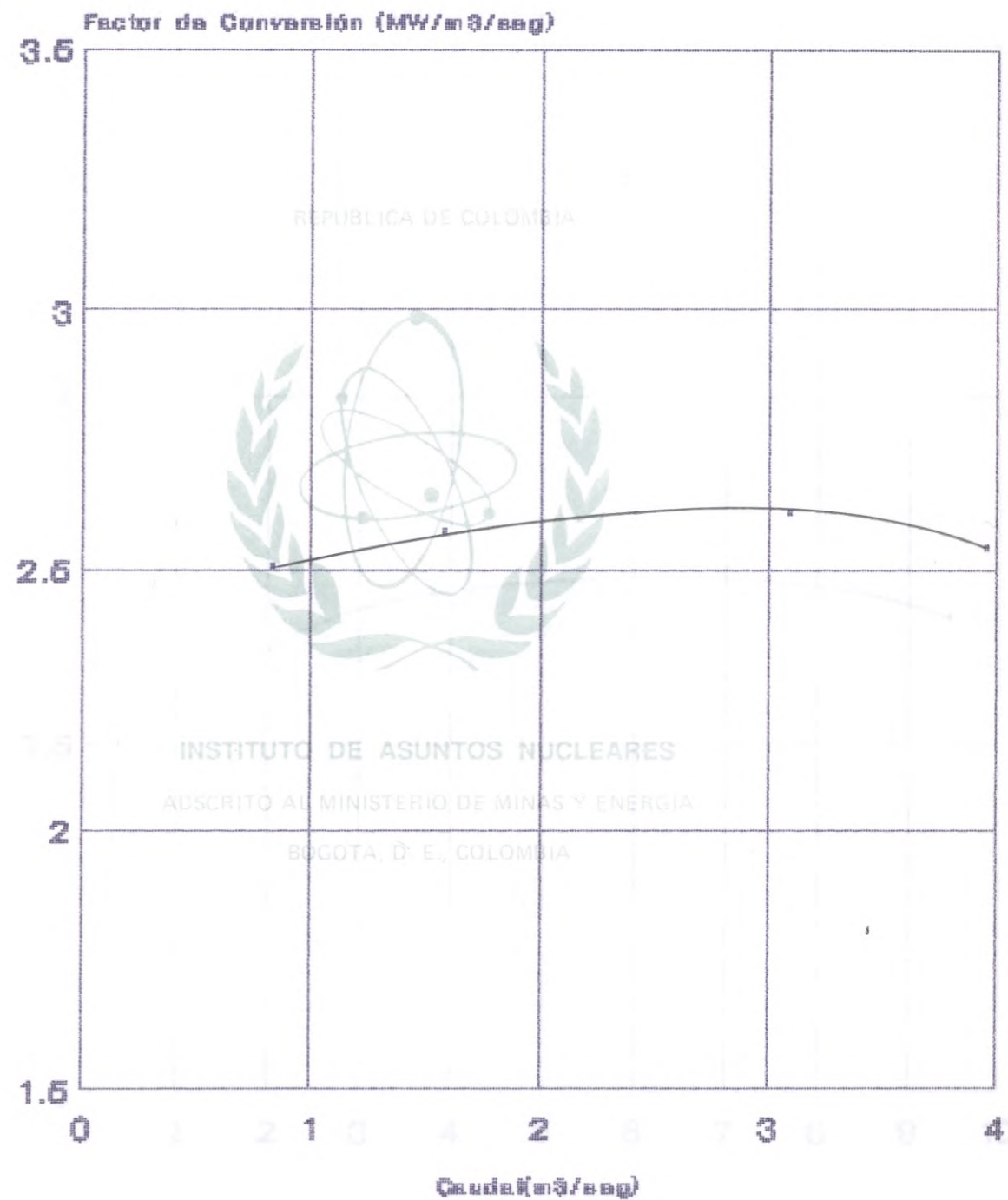


Fig. 60

SALTO 1 UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

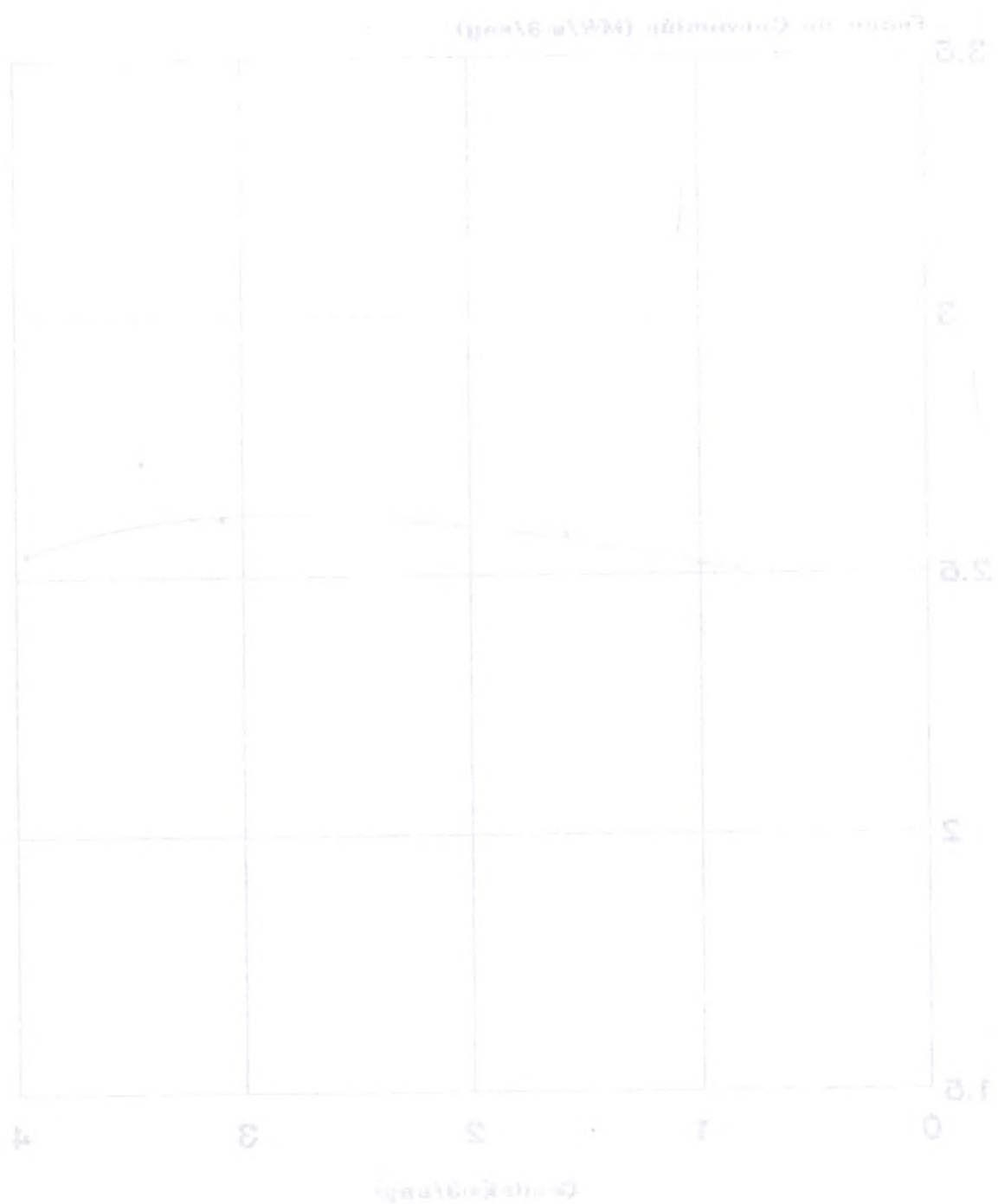


Fig. 50

SALTO 2 UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

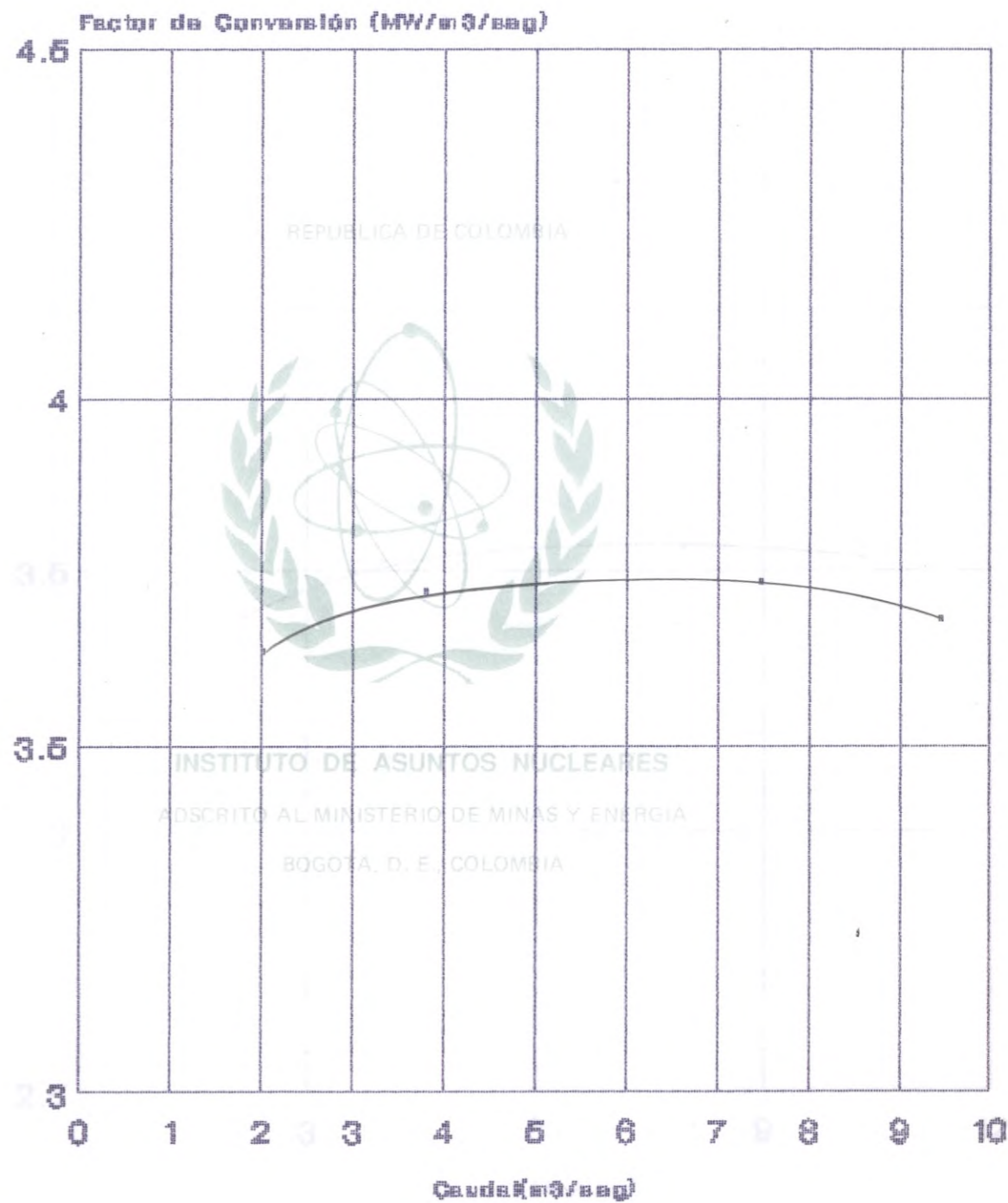


Fig. 51

SALTO 2 UNIDAD 2
CURVA GAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

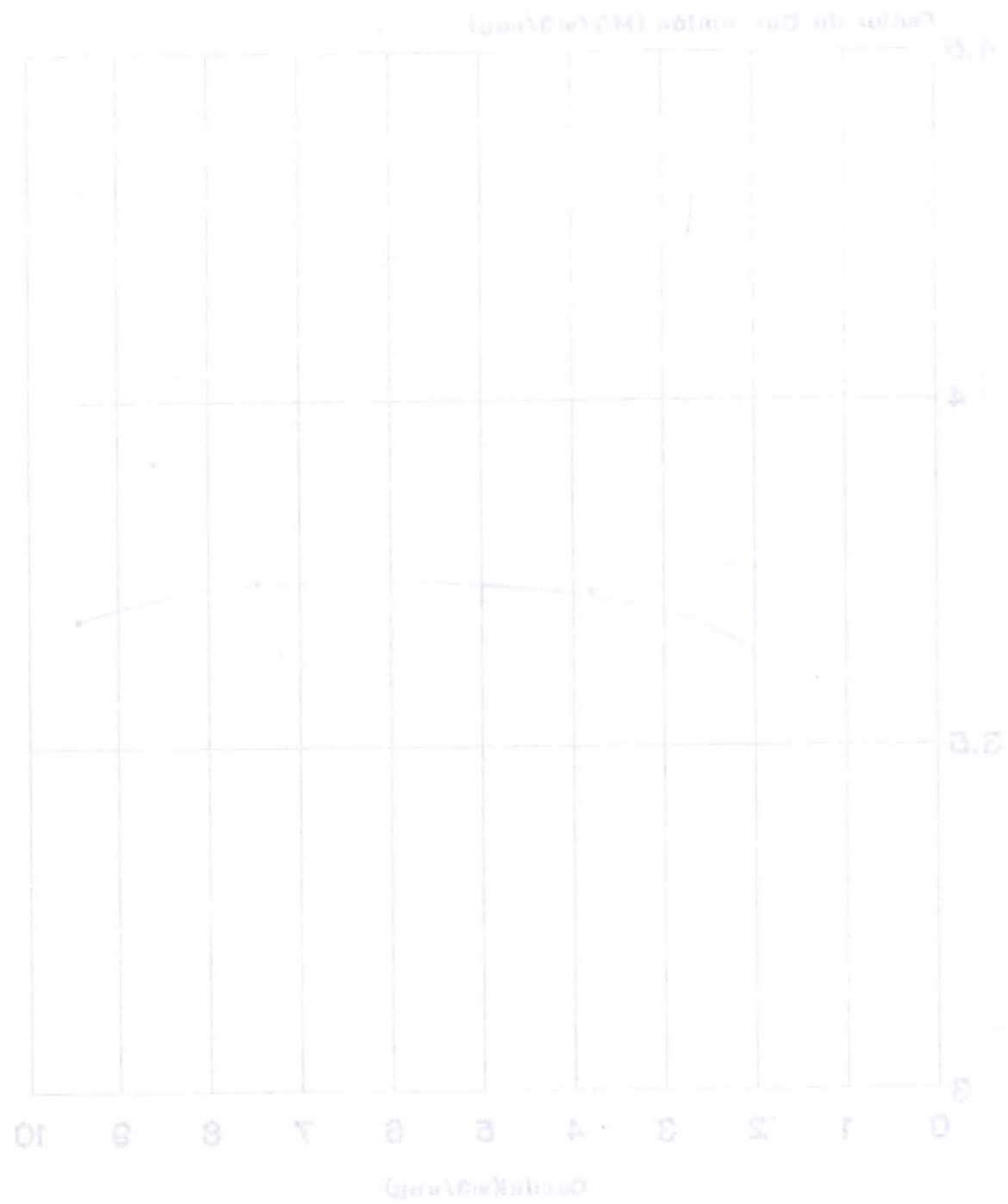


Fig. 62

SALTO 2 UNIDAD 2
CURVA GAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

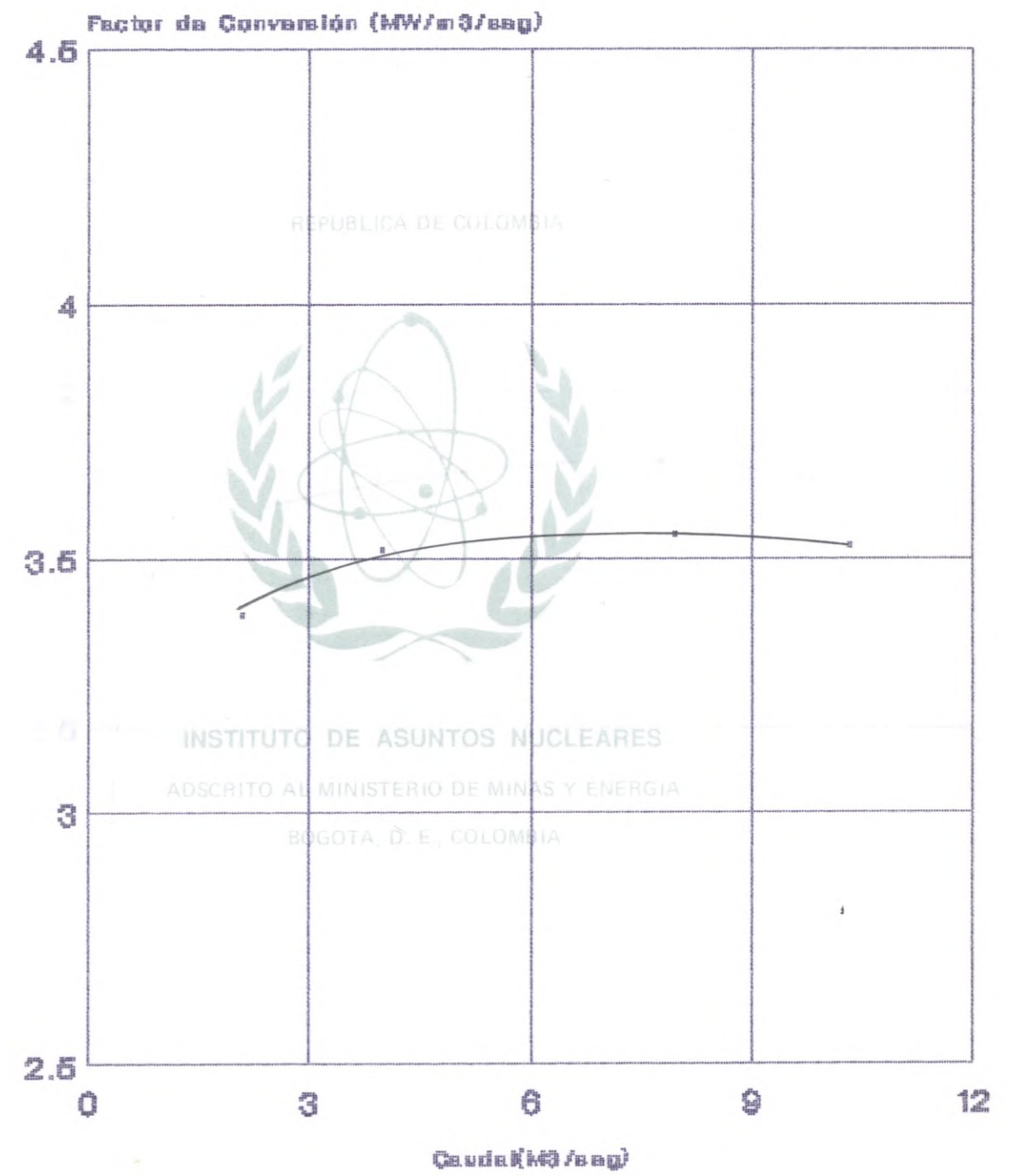


Fig. 62

LAGUNETA UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

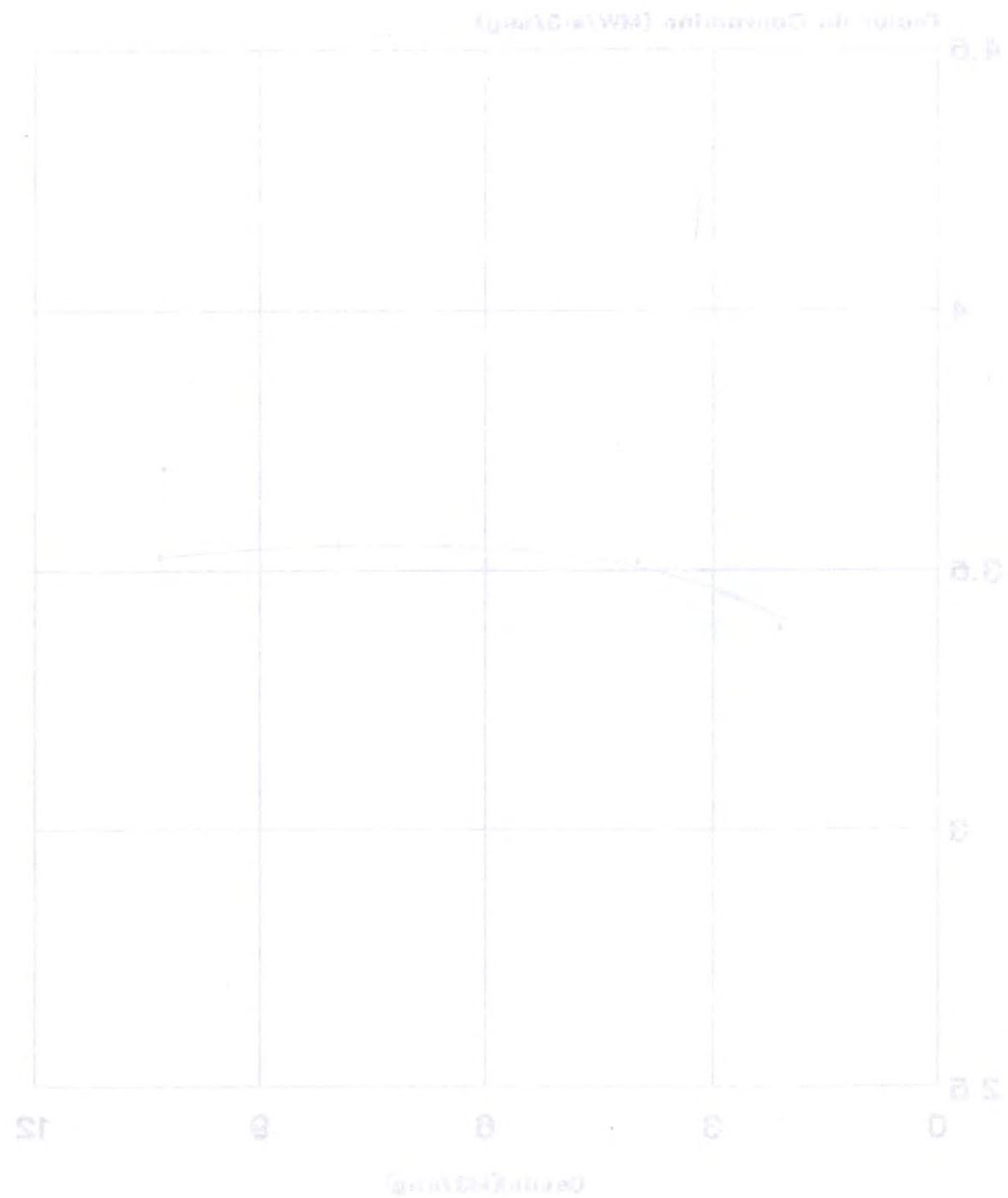


Fig. 53

LAGUNETA UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

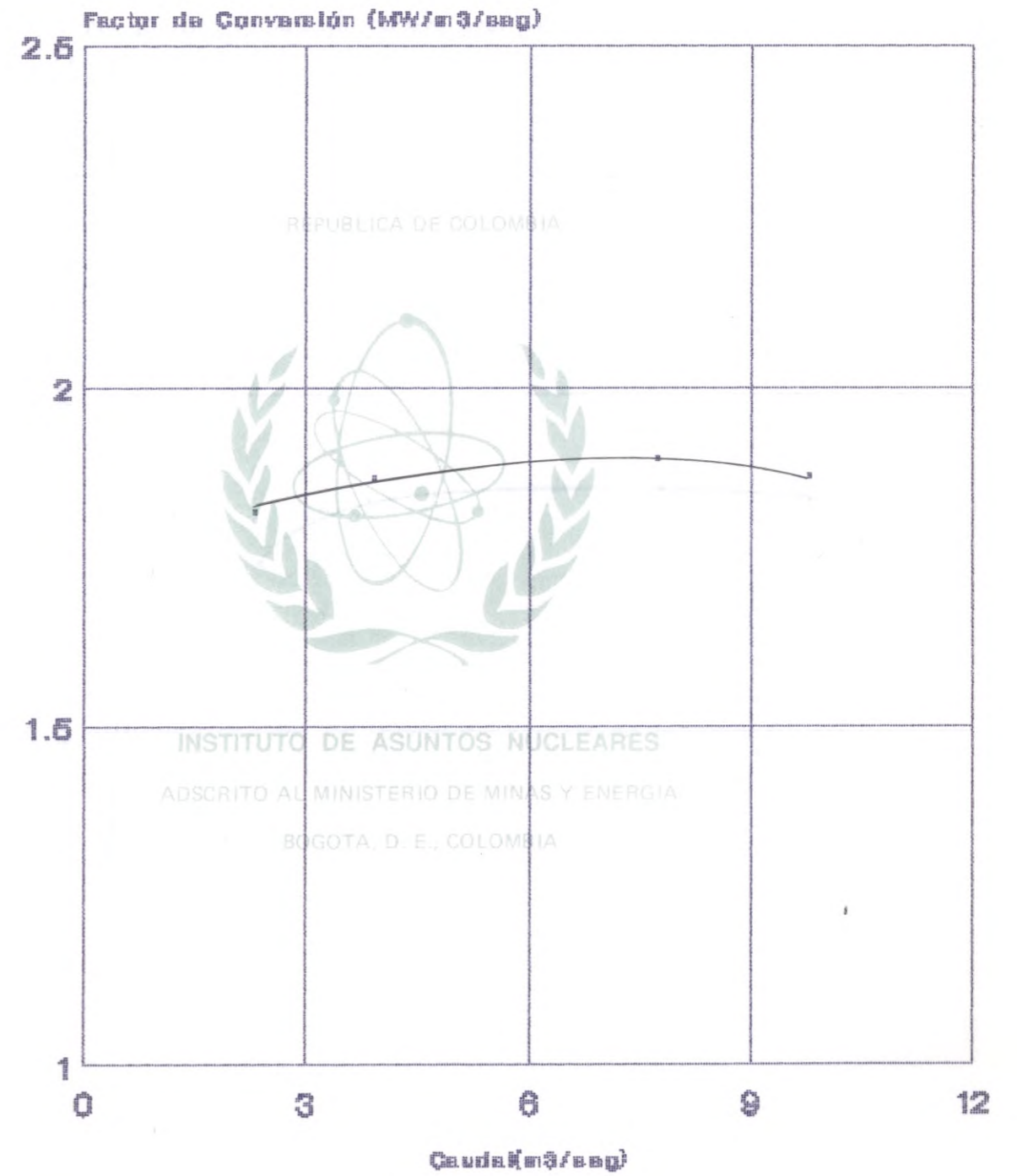


Fig. 53

LAGUNETA UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

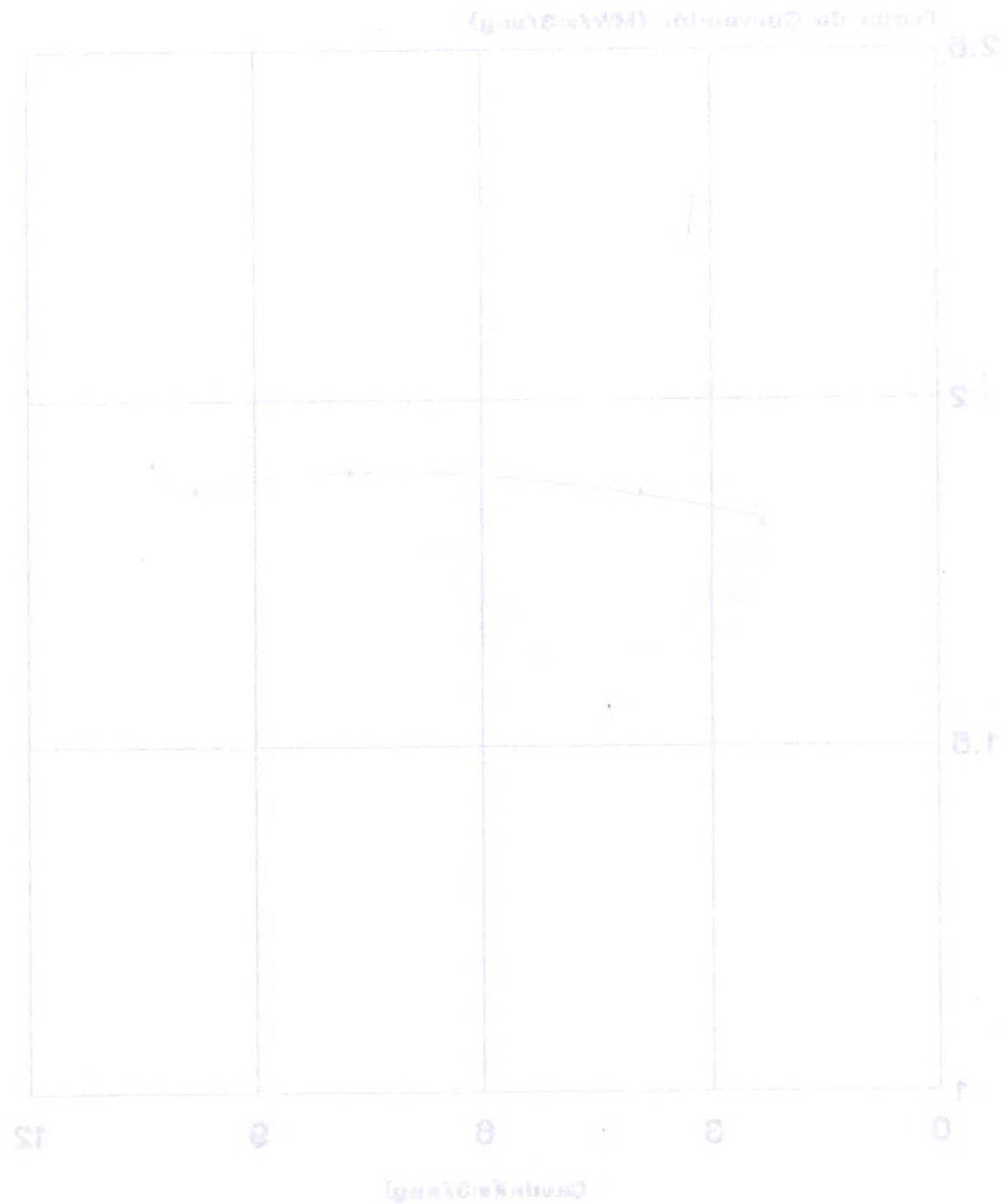


Fig. 53

LAGUNETA UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

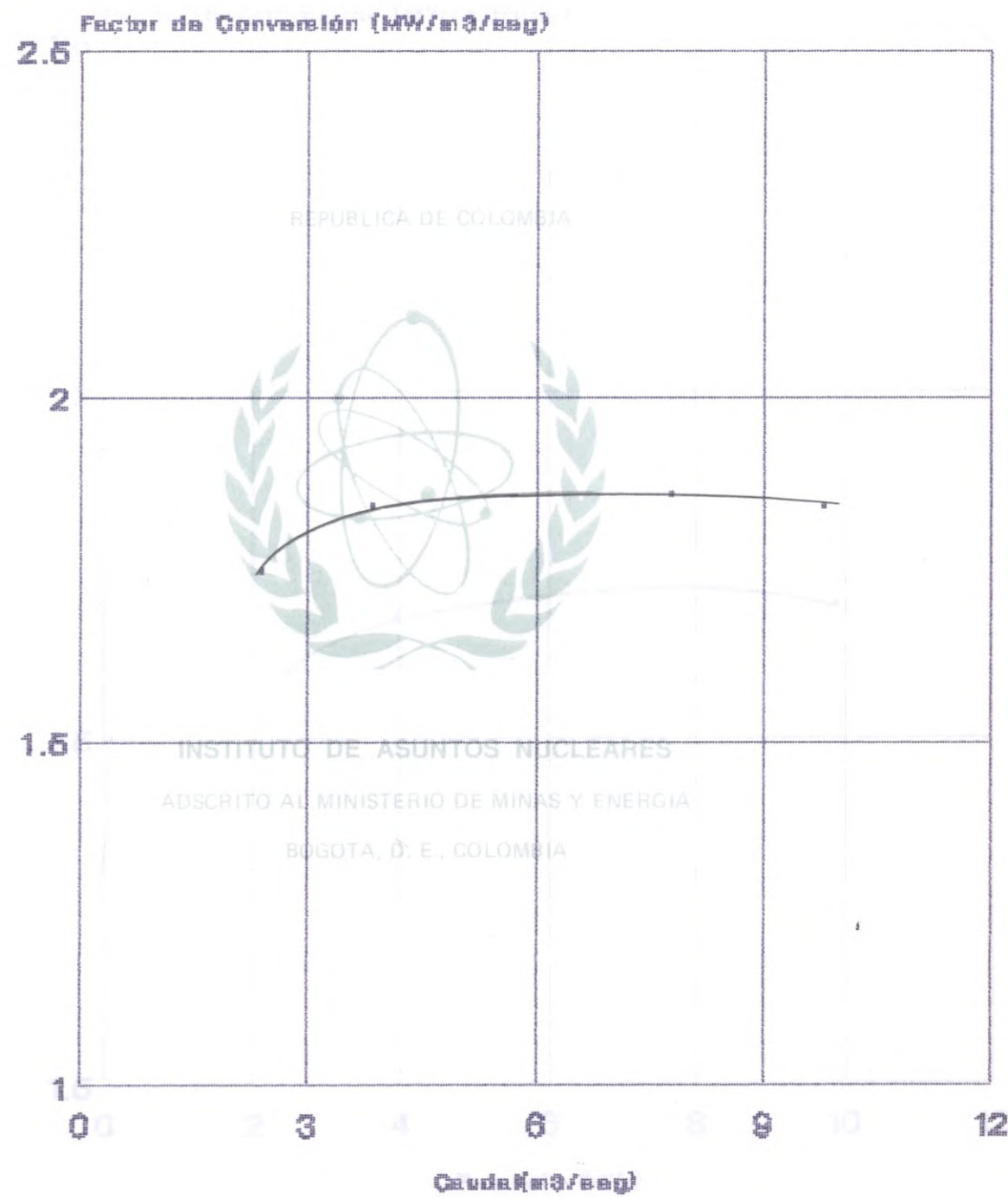


Fig. 54

LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

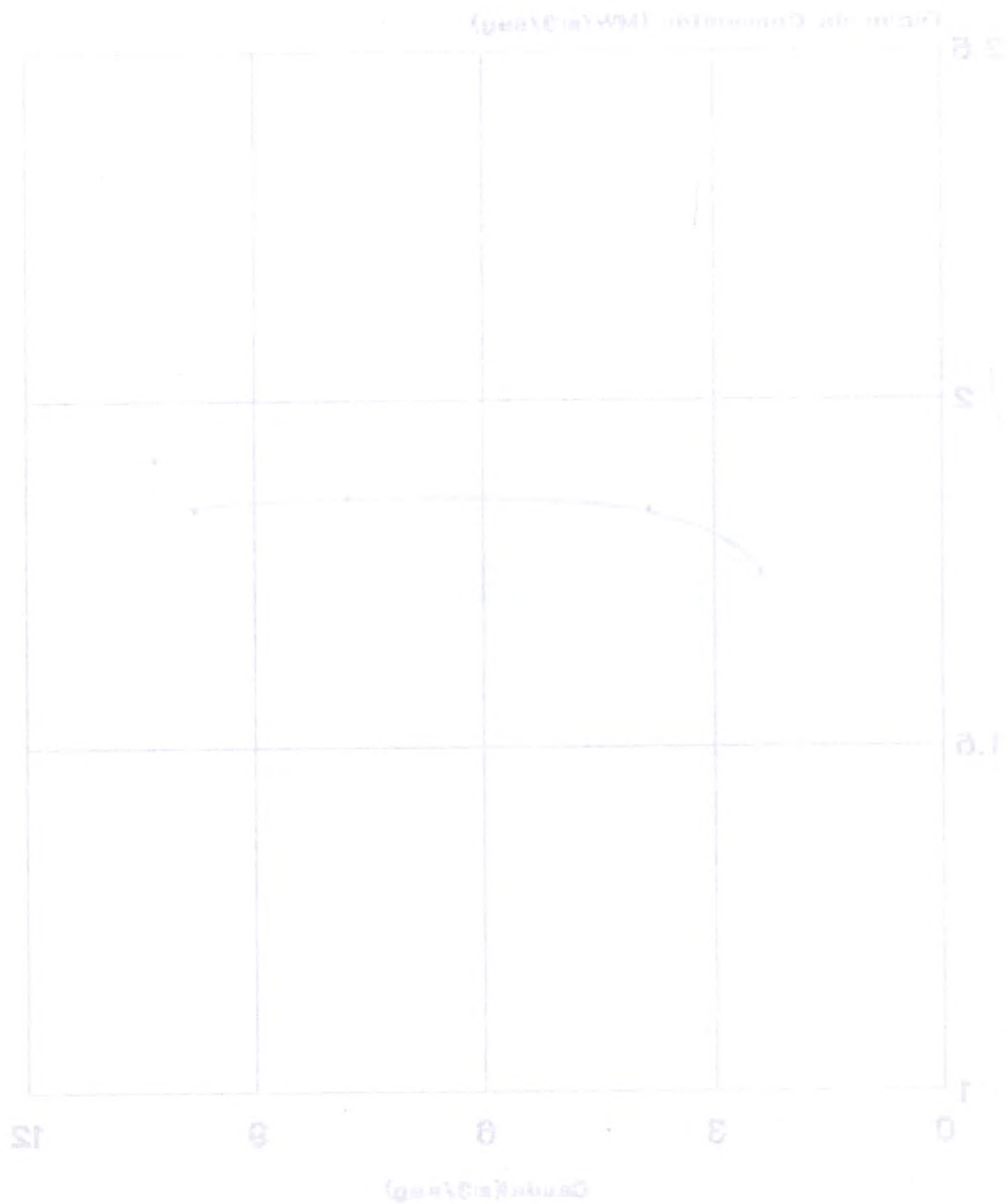


Fig. 65

LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

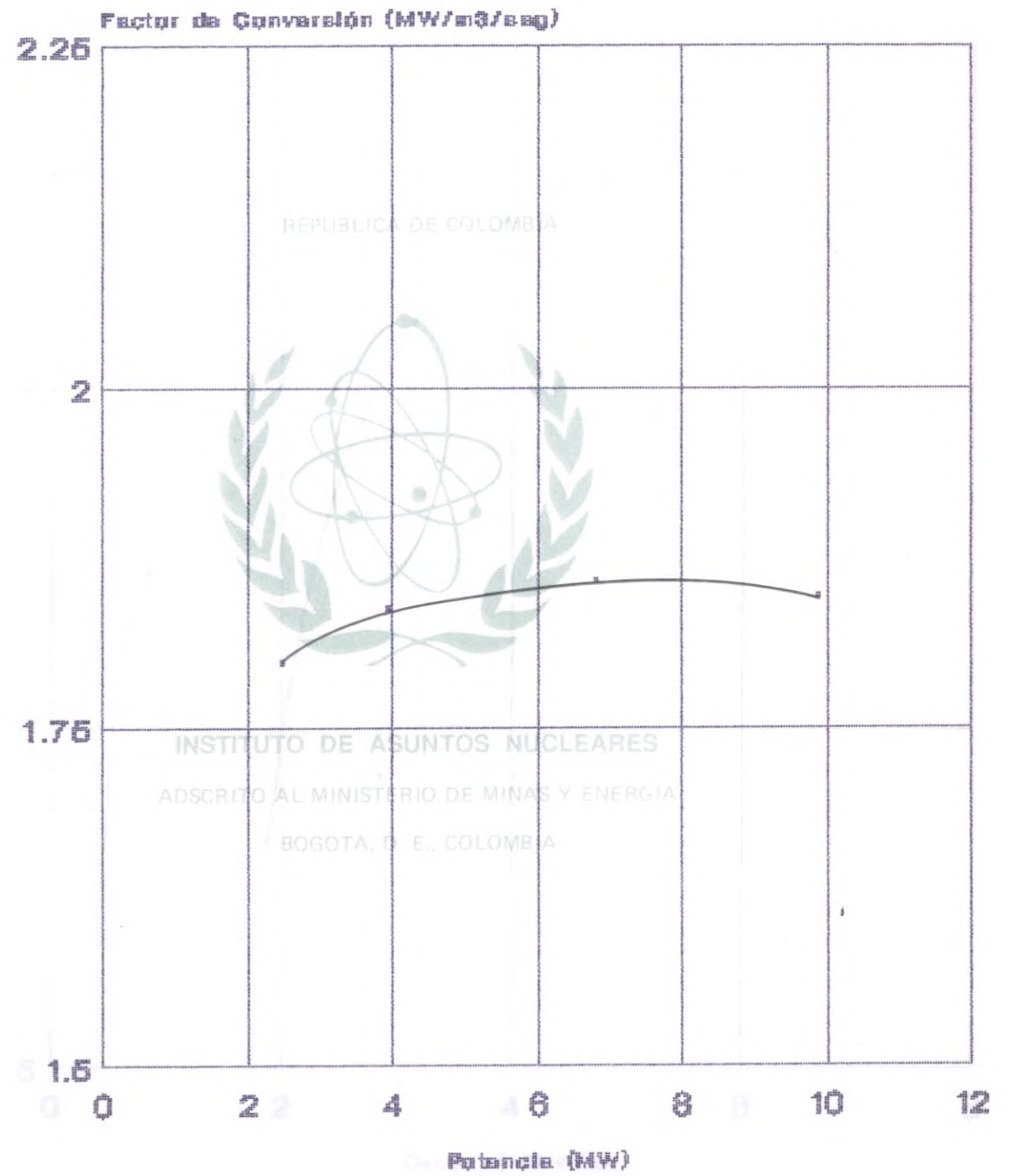


Fig. 66

LAGUNETA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

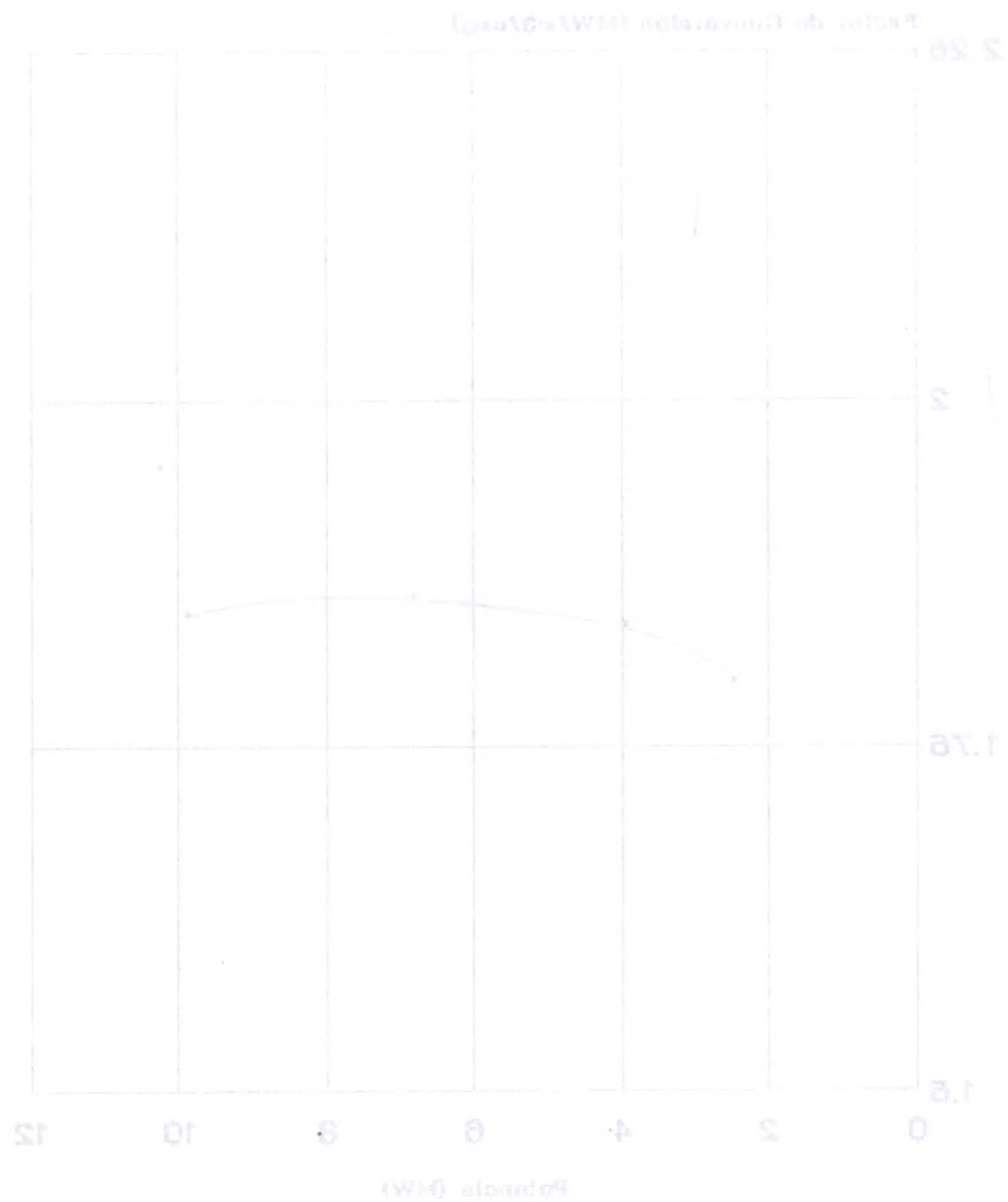


Fig. 55

DARIO VALENCIA UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

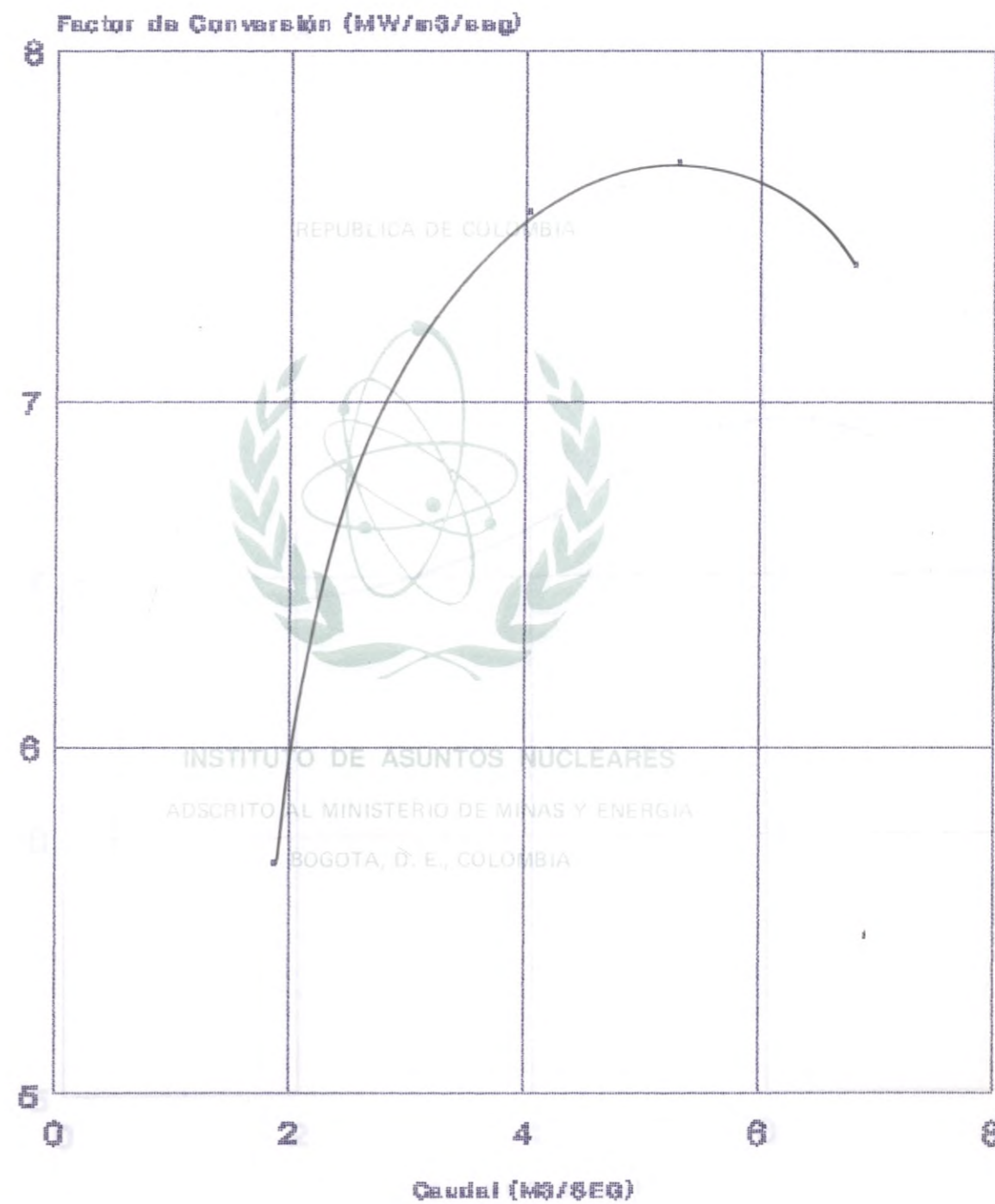


Fig. 56

DARIO VALENCIA UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)



Caudal (m³/seg)

DARIO VALENCIA UNIDAD 2
CURVA CAUDAL-FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)



Fig. 67

REPUBLICA DE COLOMBIA
INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
BOGOTA, D. E., COLOMBIA

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL-FACTOR DE CONVERSION

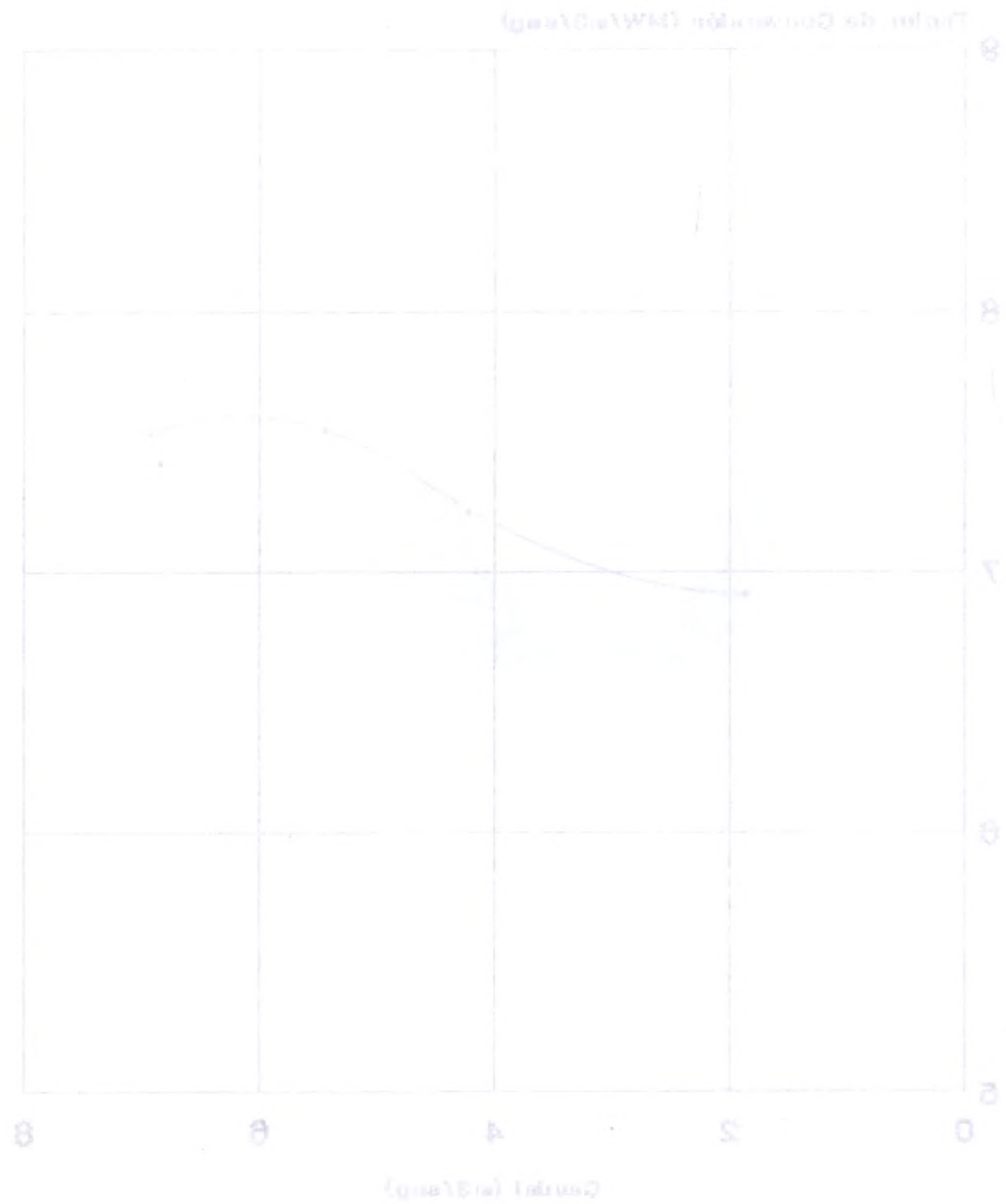


Fig. 58

DARIO VALENCIA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL-FACTOR DE CONVERSION

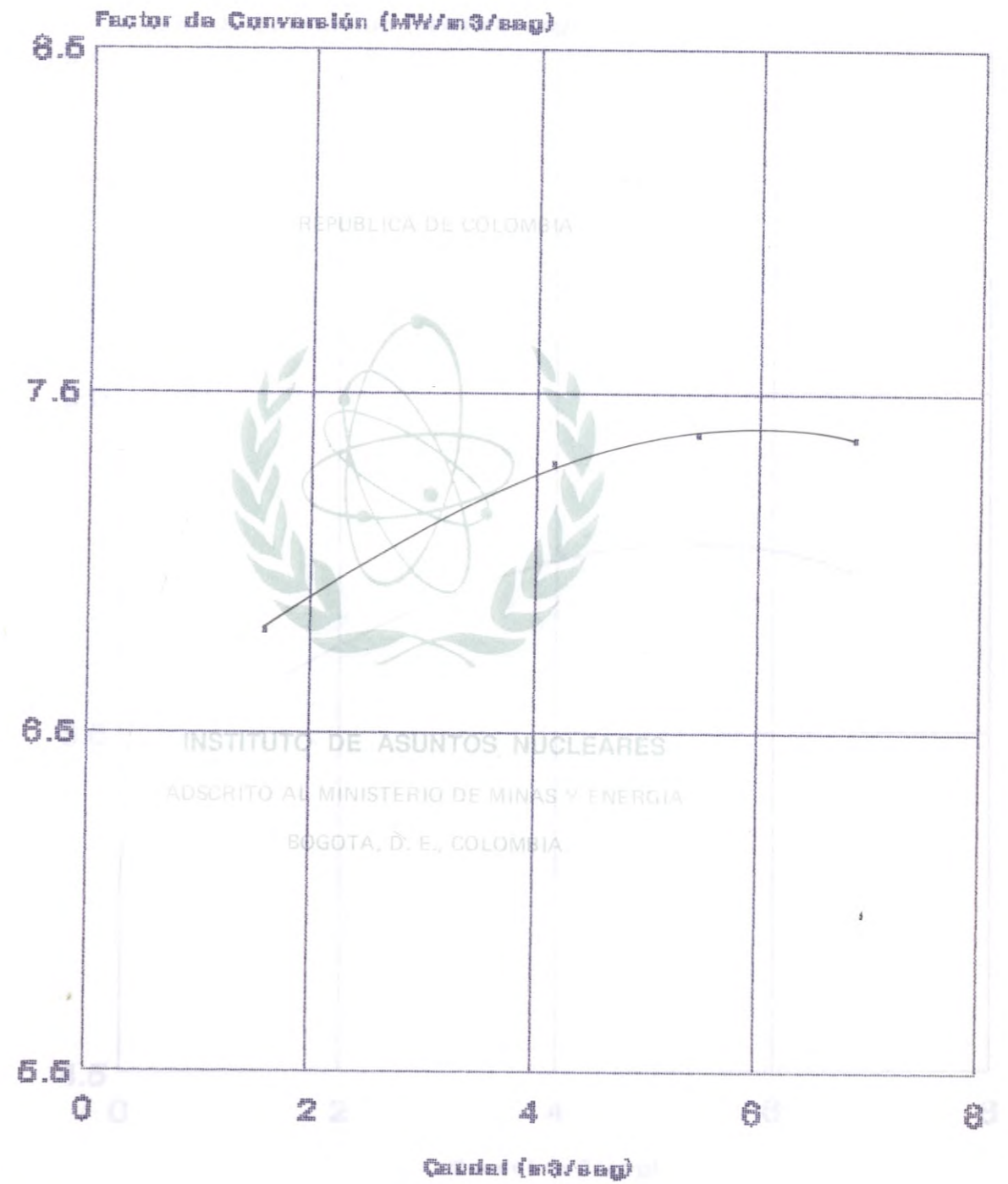
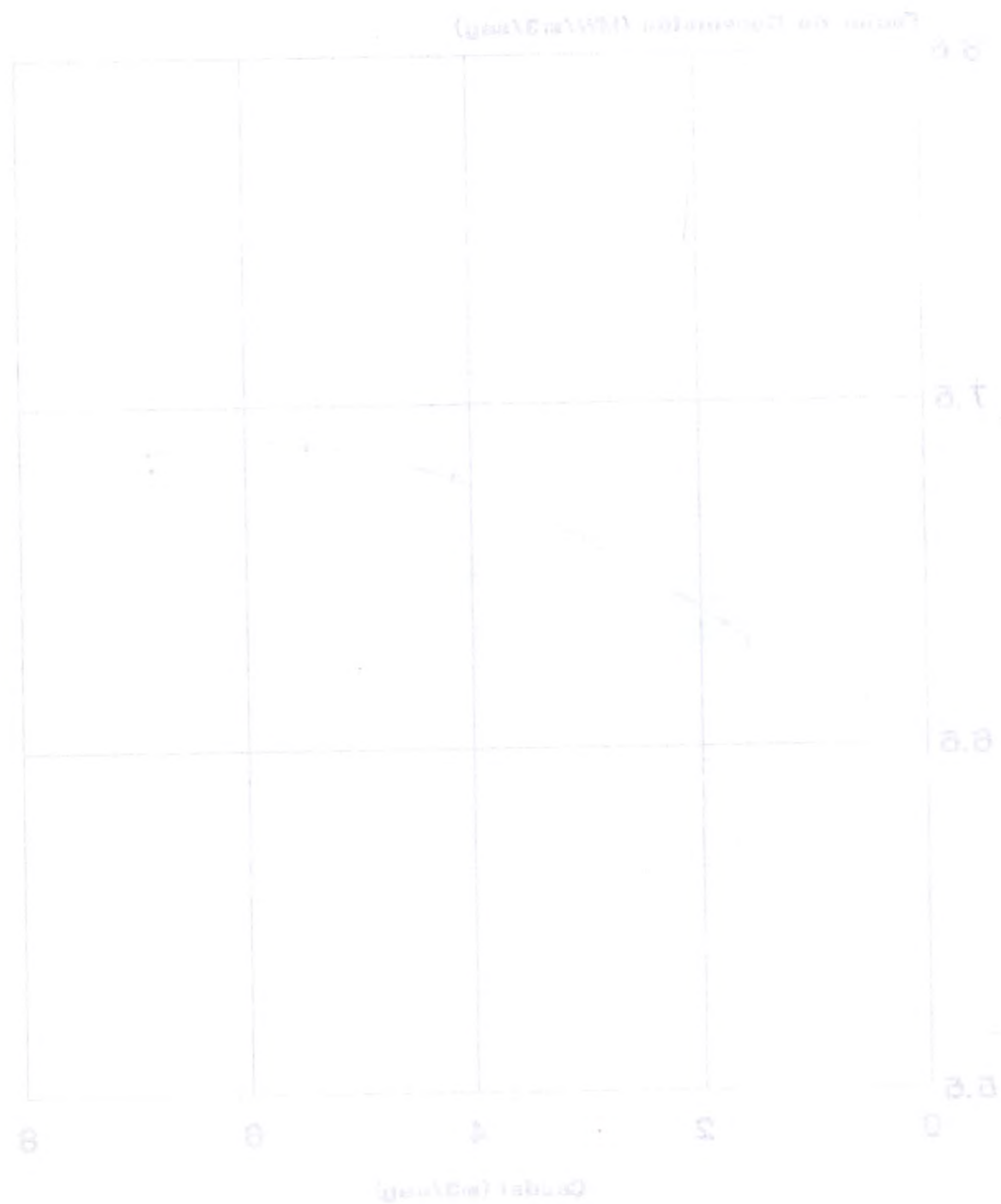


Fig. 59

DARIO VALENCIA UNIDAD 4
CURVA CAUDAL-FACTOR DE CONVERSION



DARIO VALENCIA UNIDAD 4
CURVA CAUDAL-FACTOR DE CONVERSION

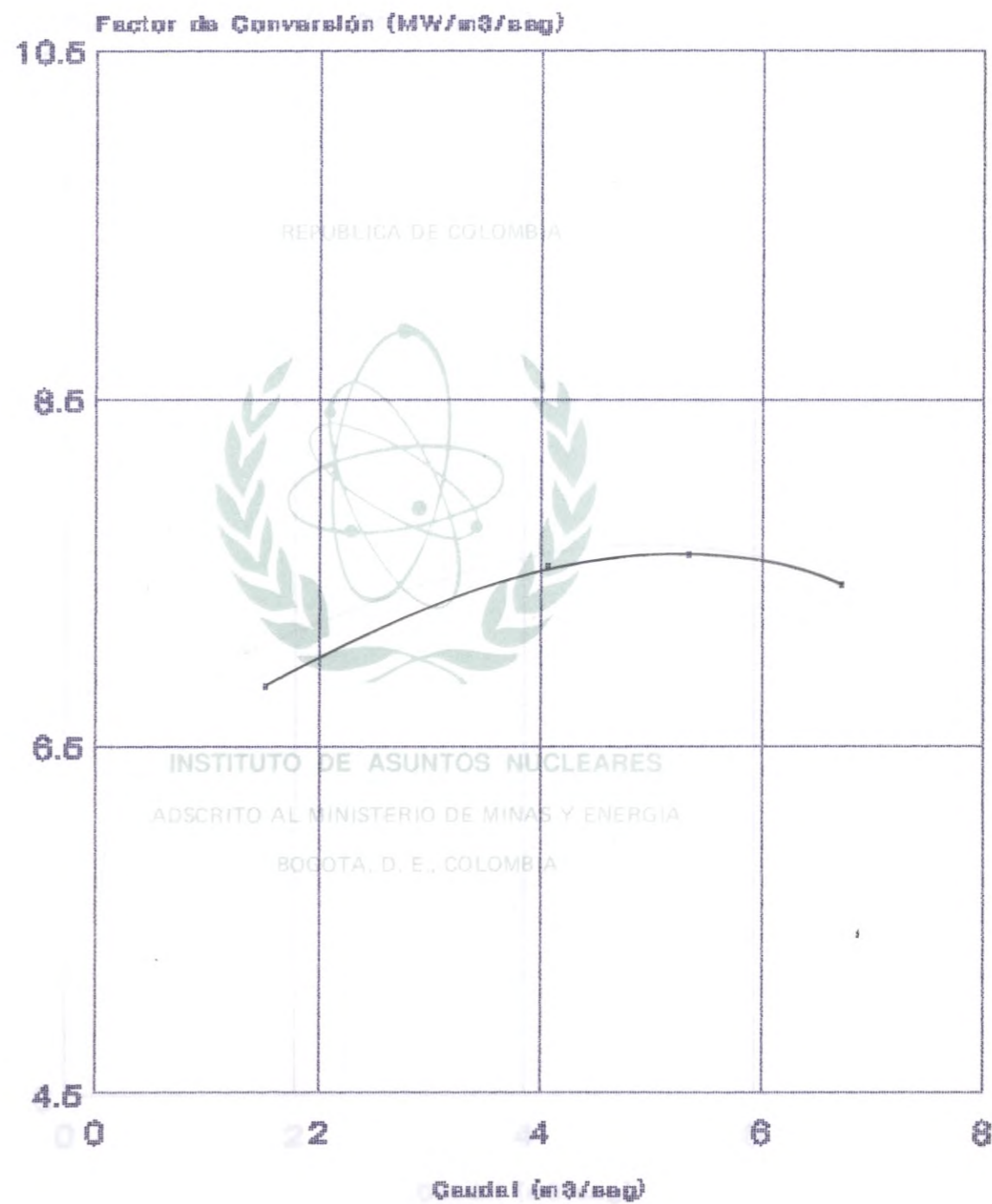


Fig. 69

DARIO VALENCIA UNIDAD 6
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

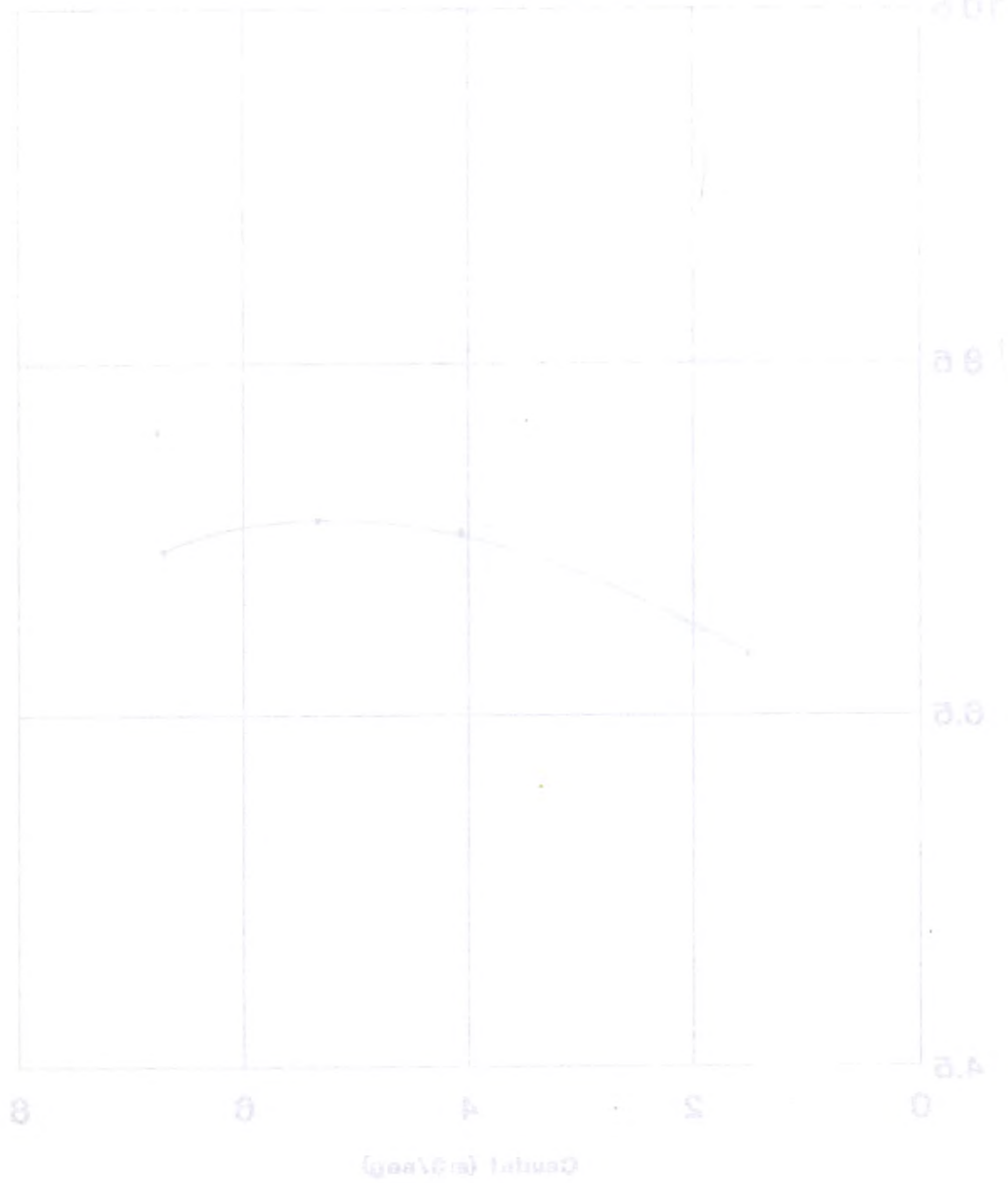


Fig. 60

DARIO VALENCIA UNIDAD 6
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

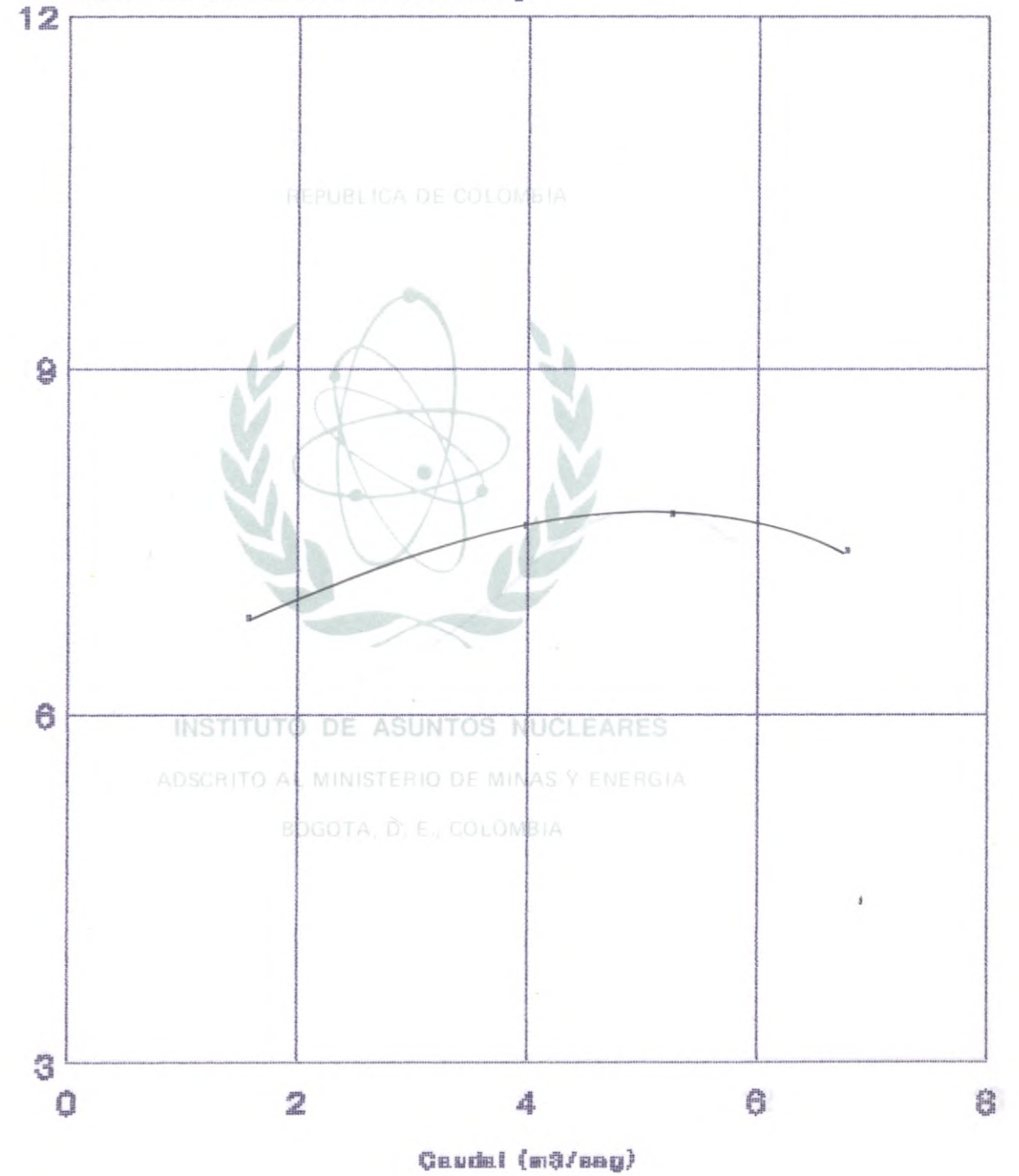


Fig. 60

DARIO VALENCIA UNIDAD 6
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

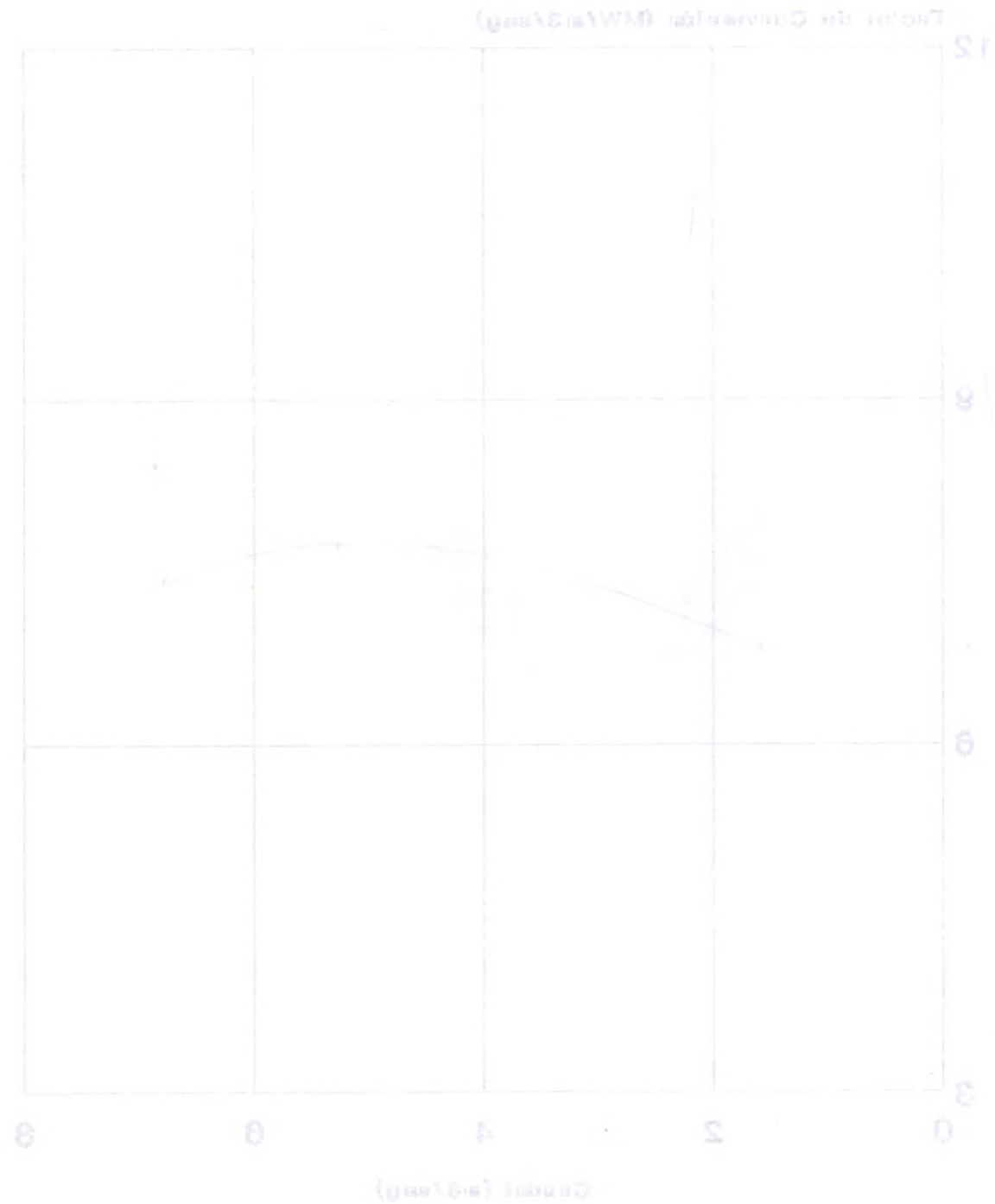


Fig. 60

GUACA UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

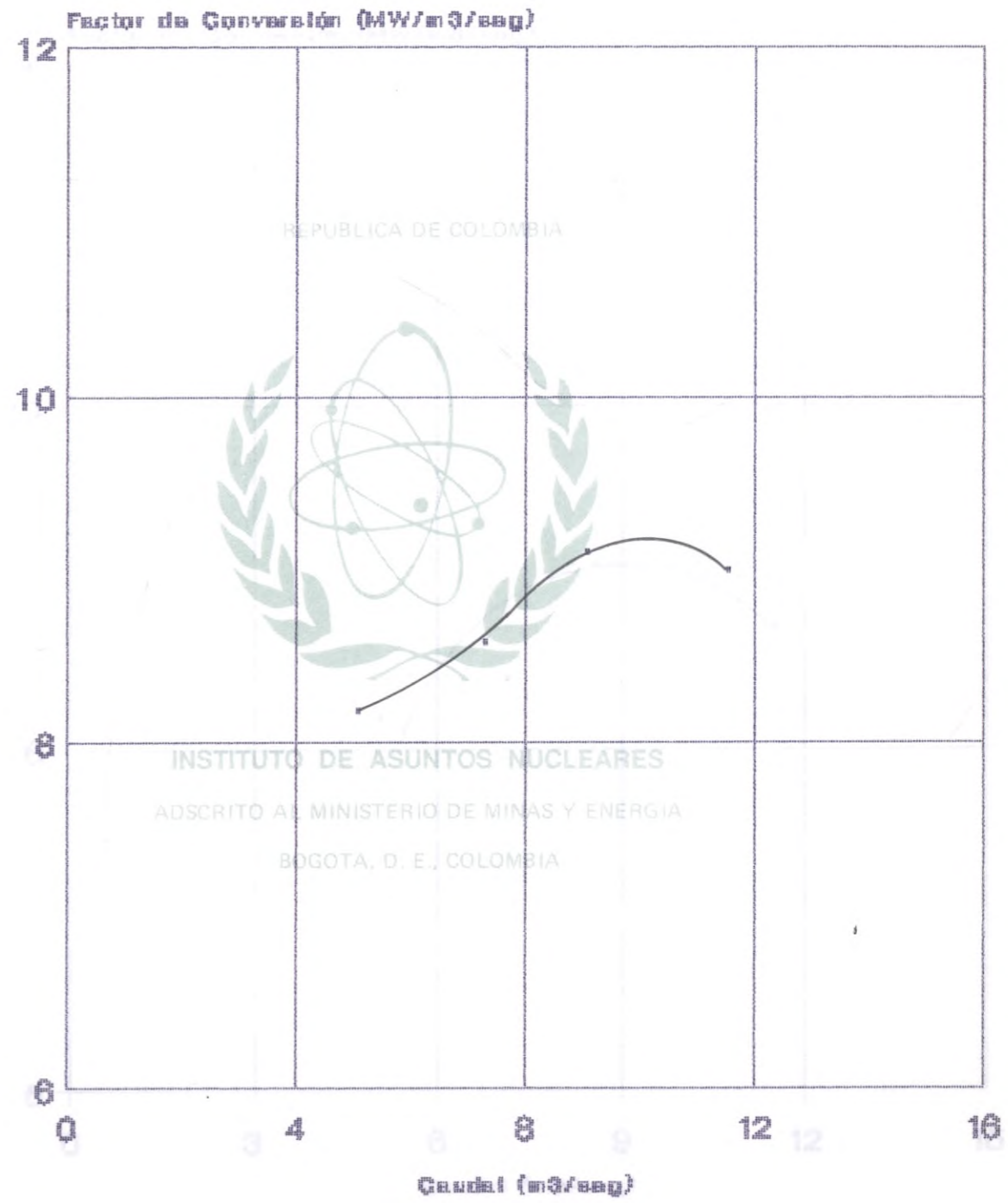
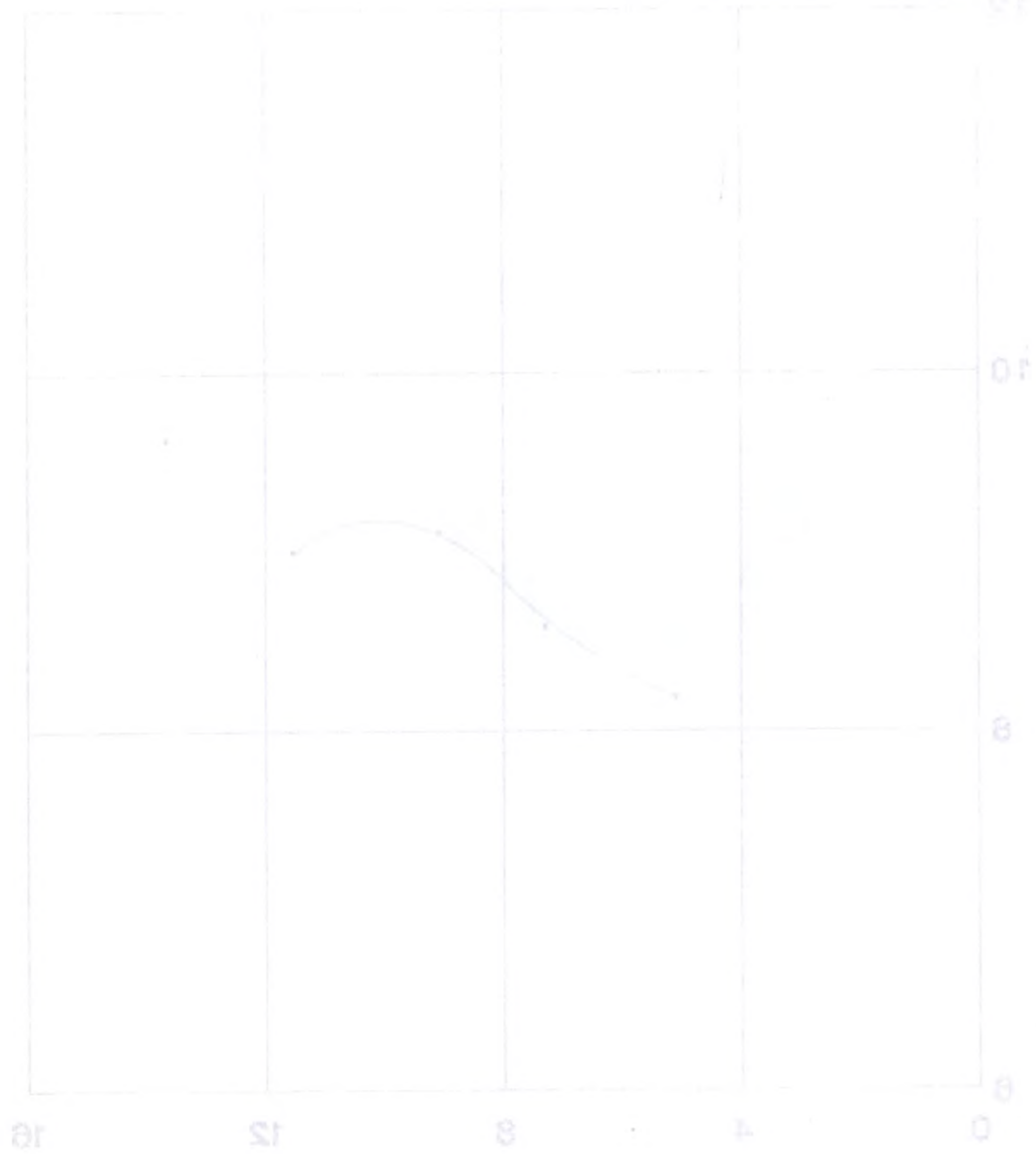


Fig. 61

GUACA UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)



Caudal (m³/seg)

GUACA UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

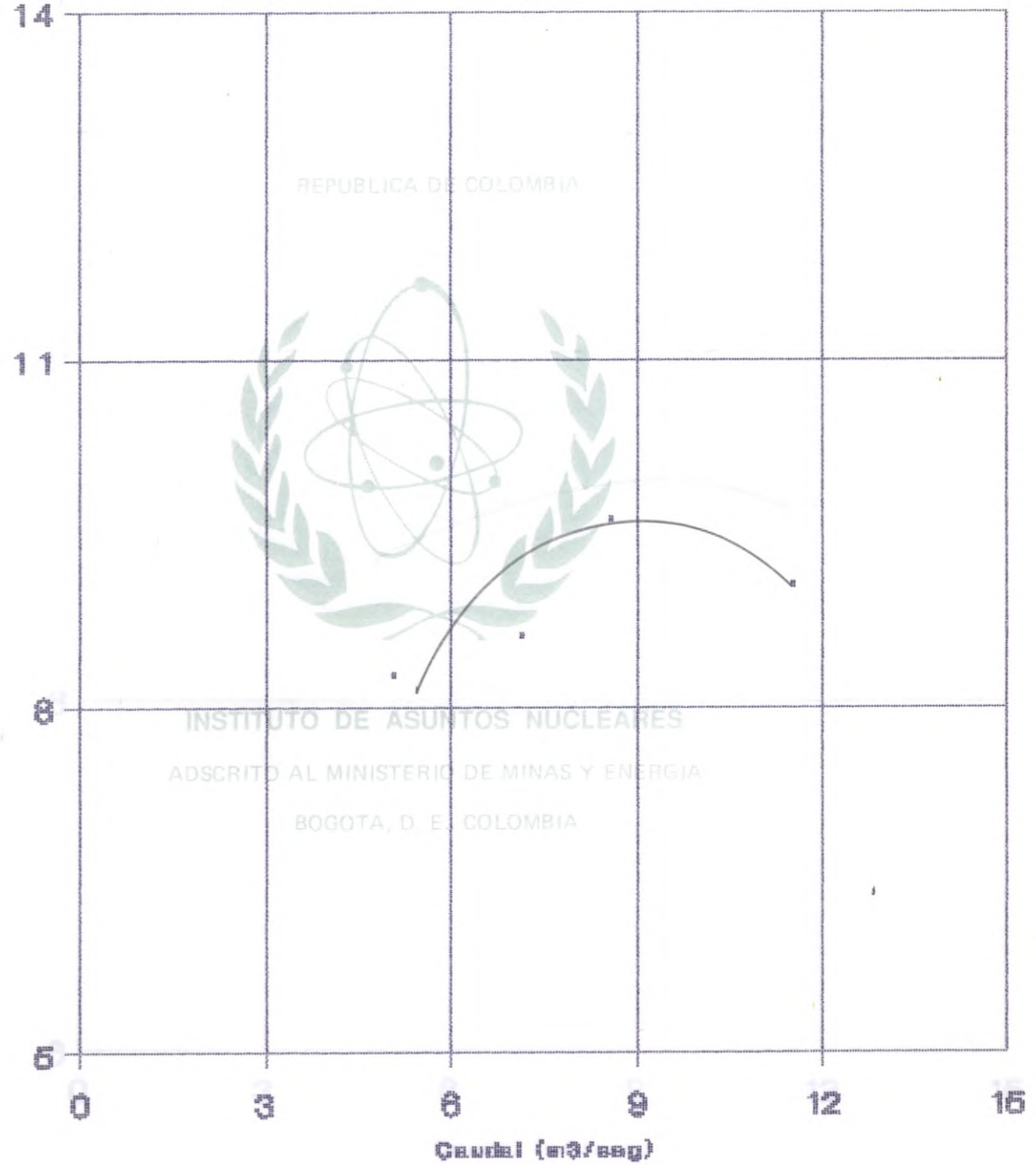


Fig. 62

GUACA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION



Fig. 63

GUACA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

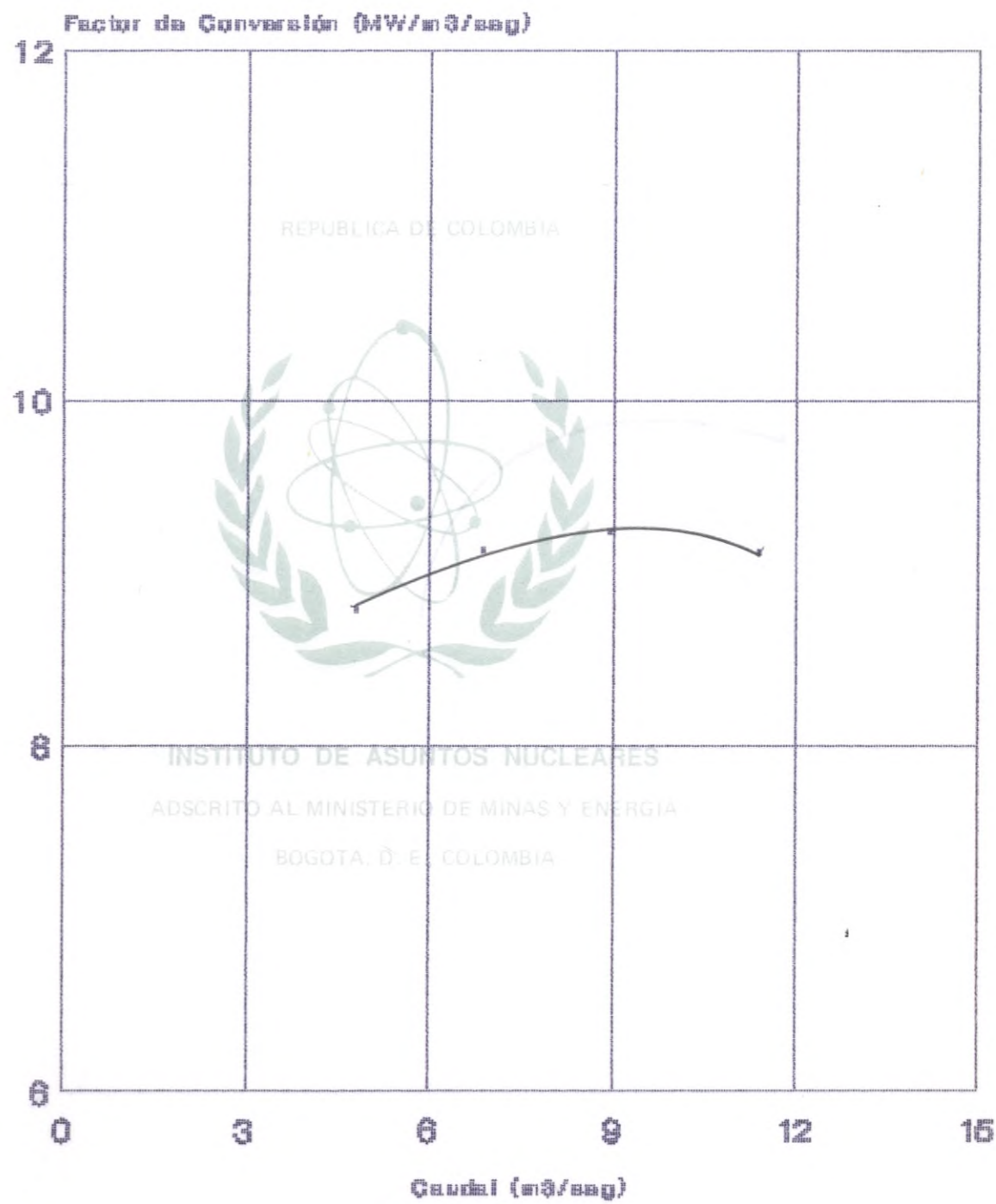


Fig. 63

GUACA UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)



Fig. 63

PARAISO UNIDAD 1
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

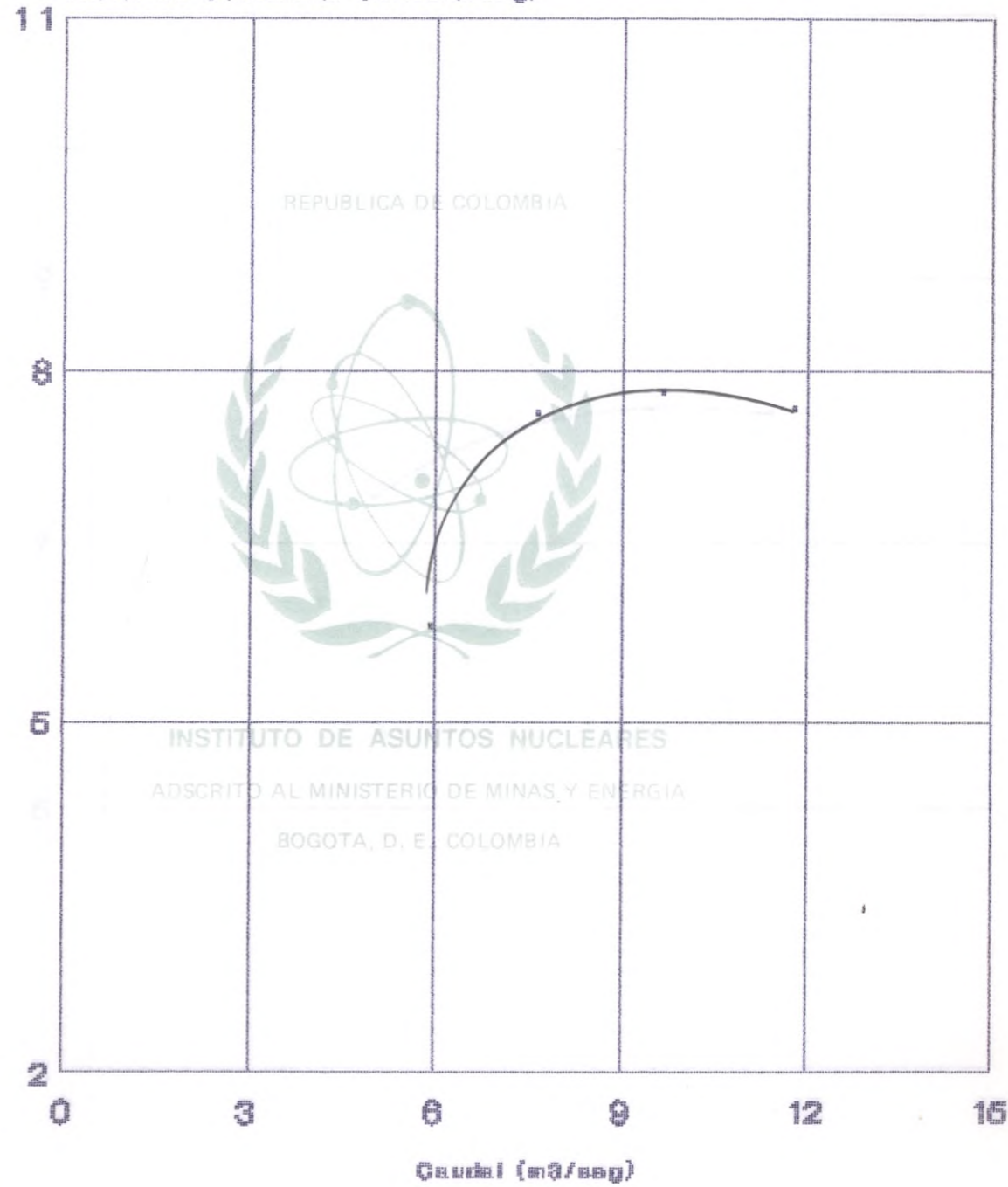
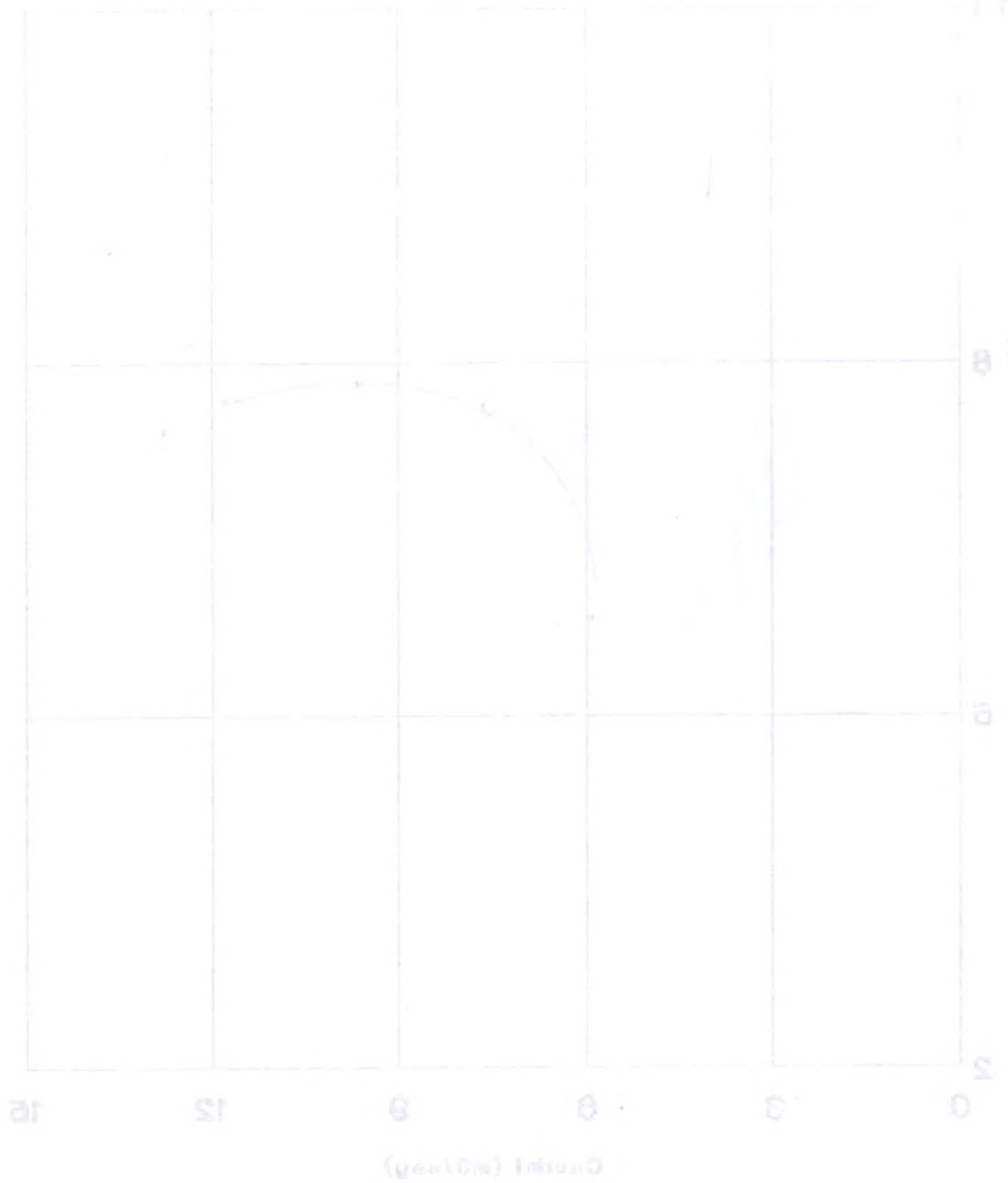


Fig. 64

PARAISO UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)



PARAISO UNIDAD 2
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

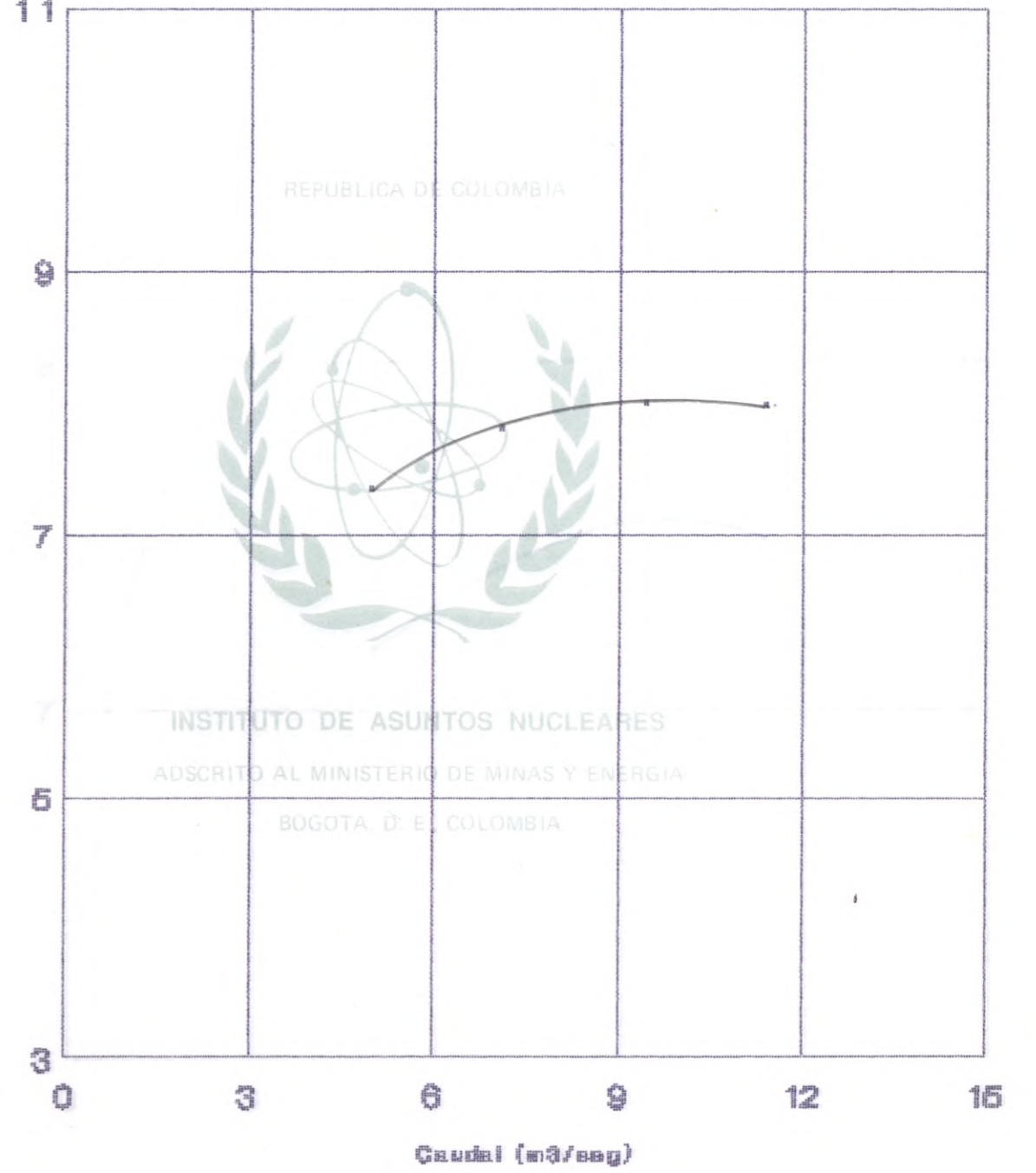


Fig. 66

PARAISO UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

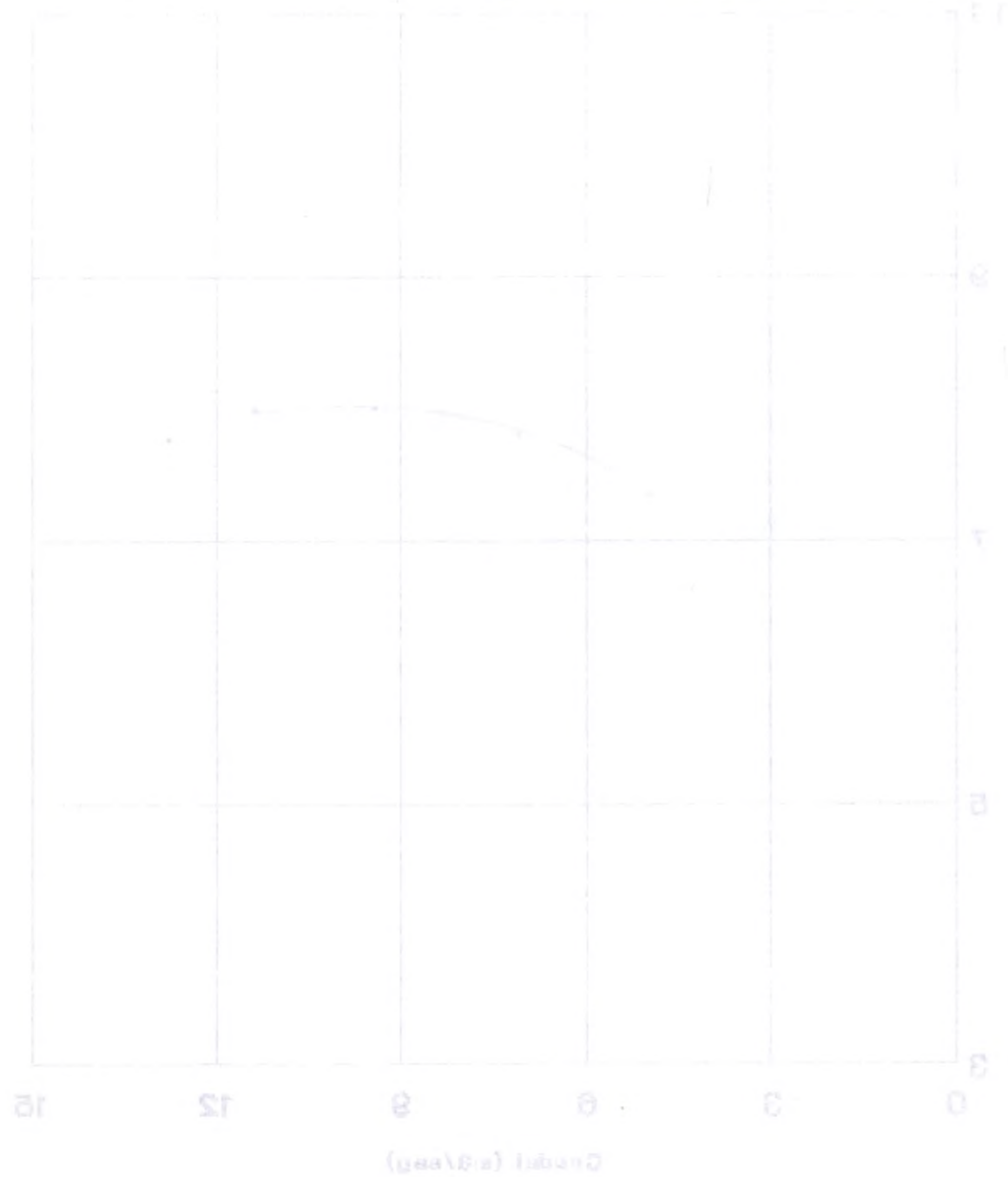


Fig. 66

PARAISO UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/m³/seg)

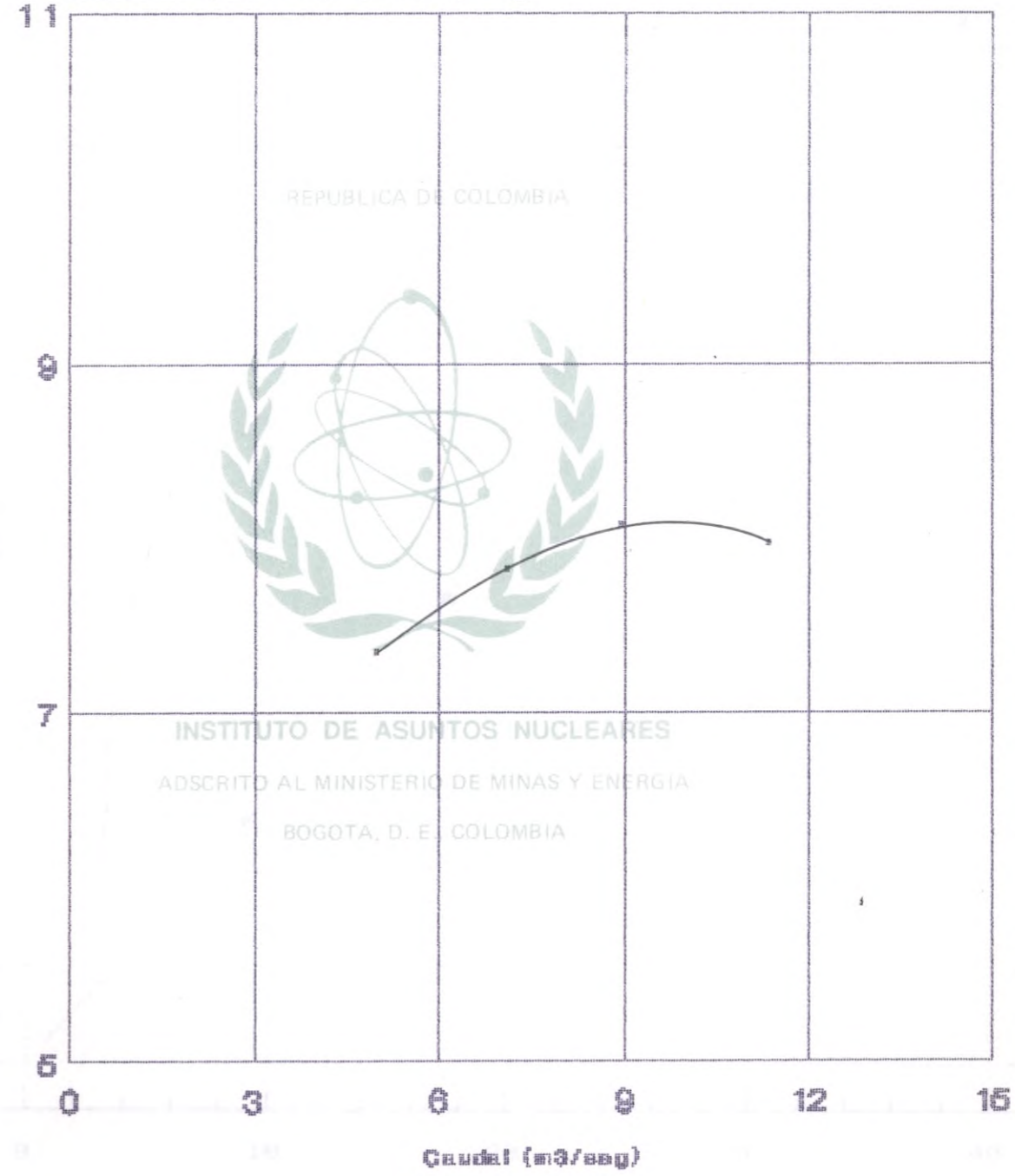
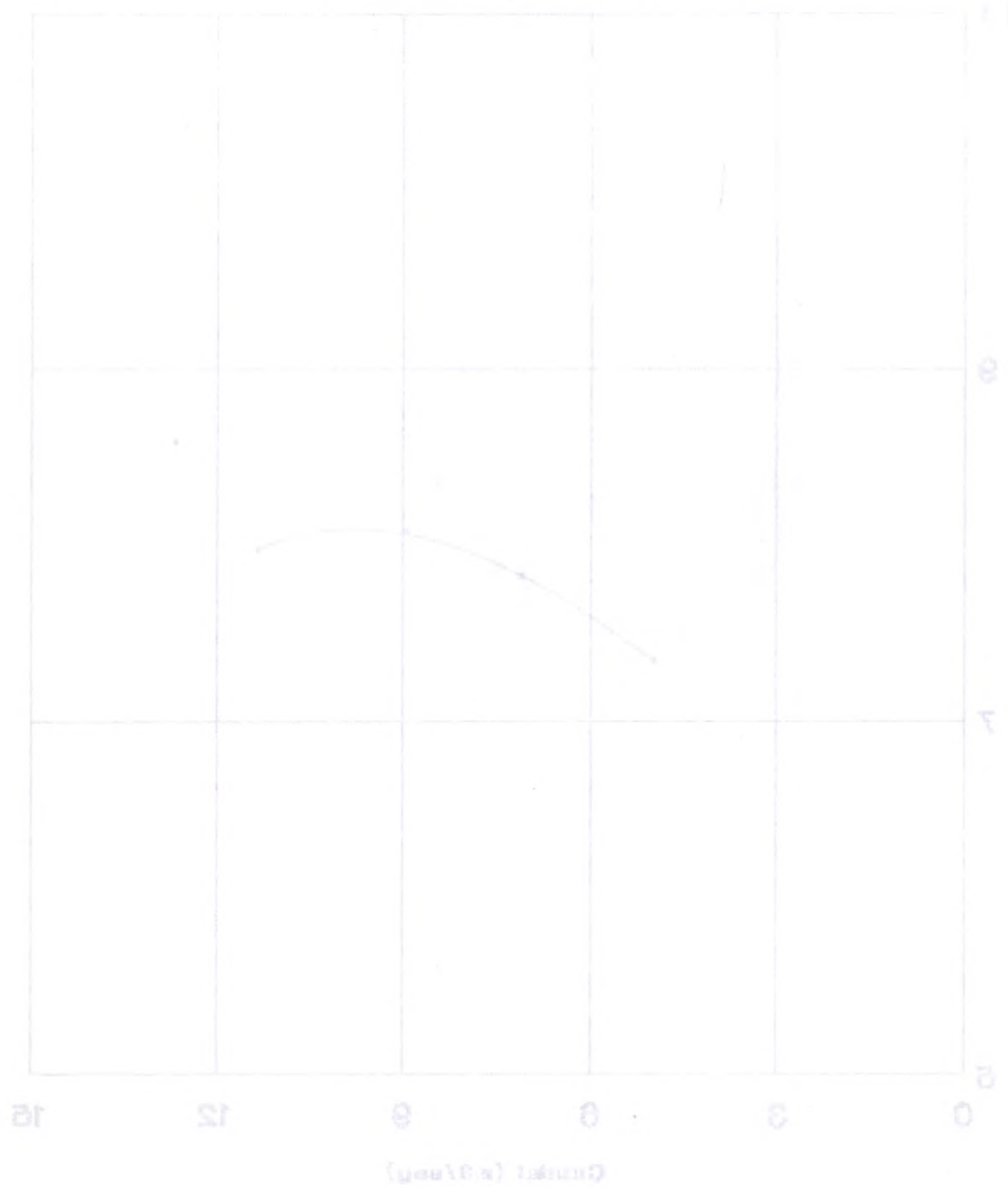


Fig. 66

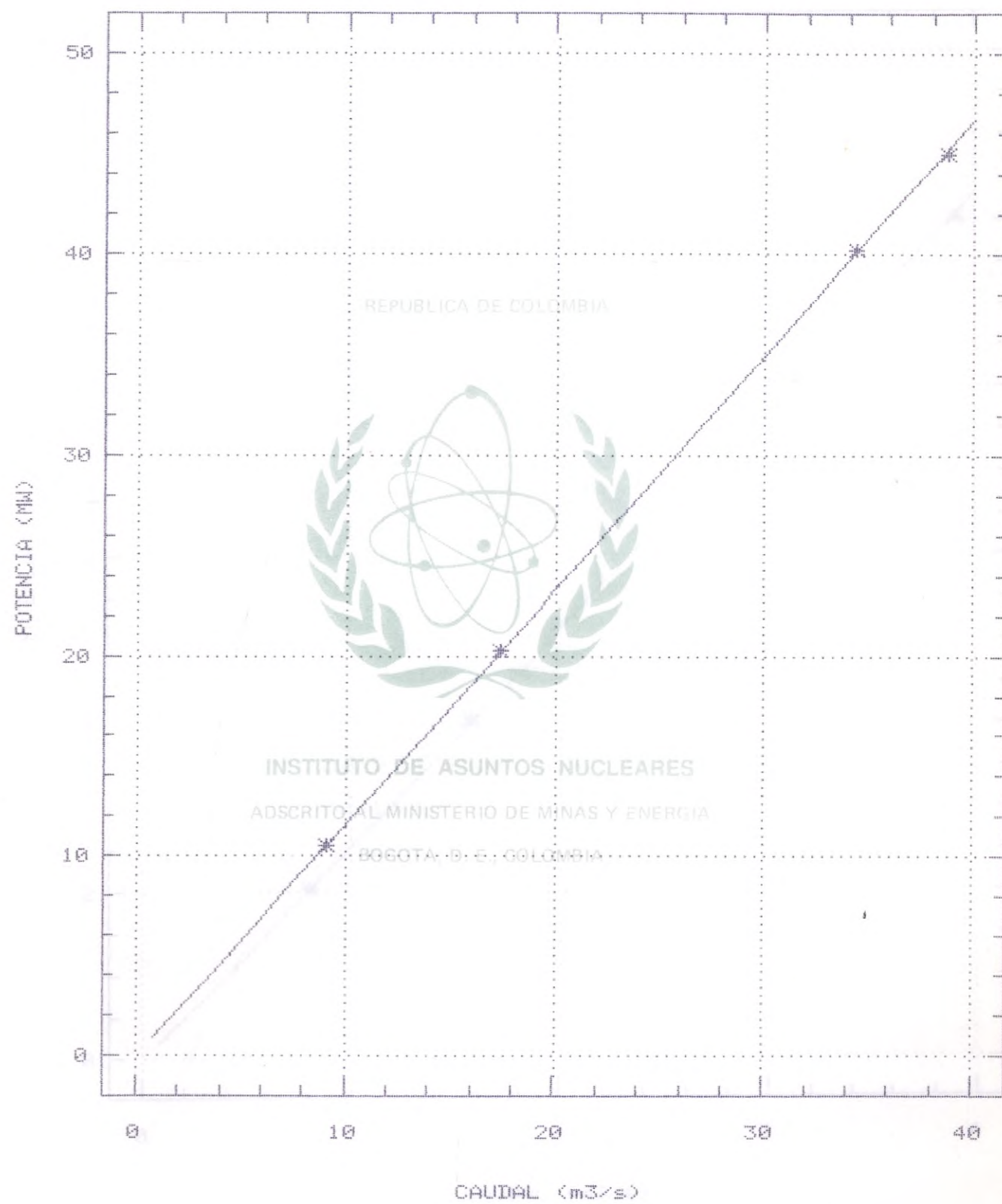
PARAISO UNIDAD 3
CURVA CAUDAL - FACTOR DE CONVERSION

Factor de Conversión (MW/Seg)



CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

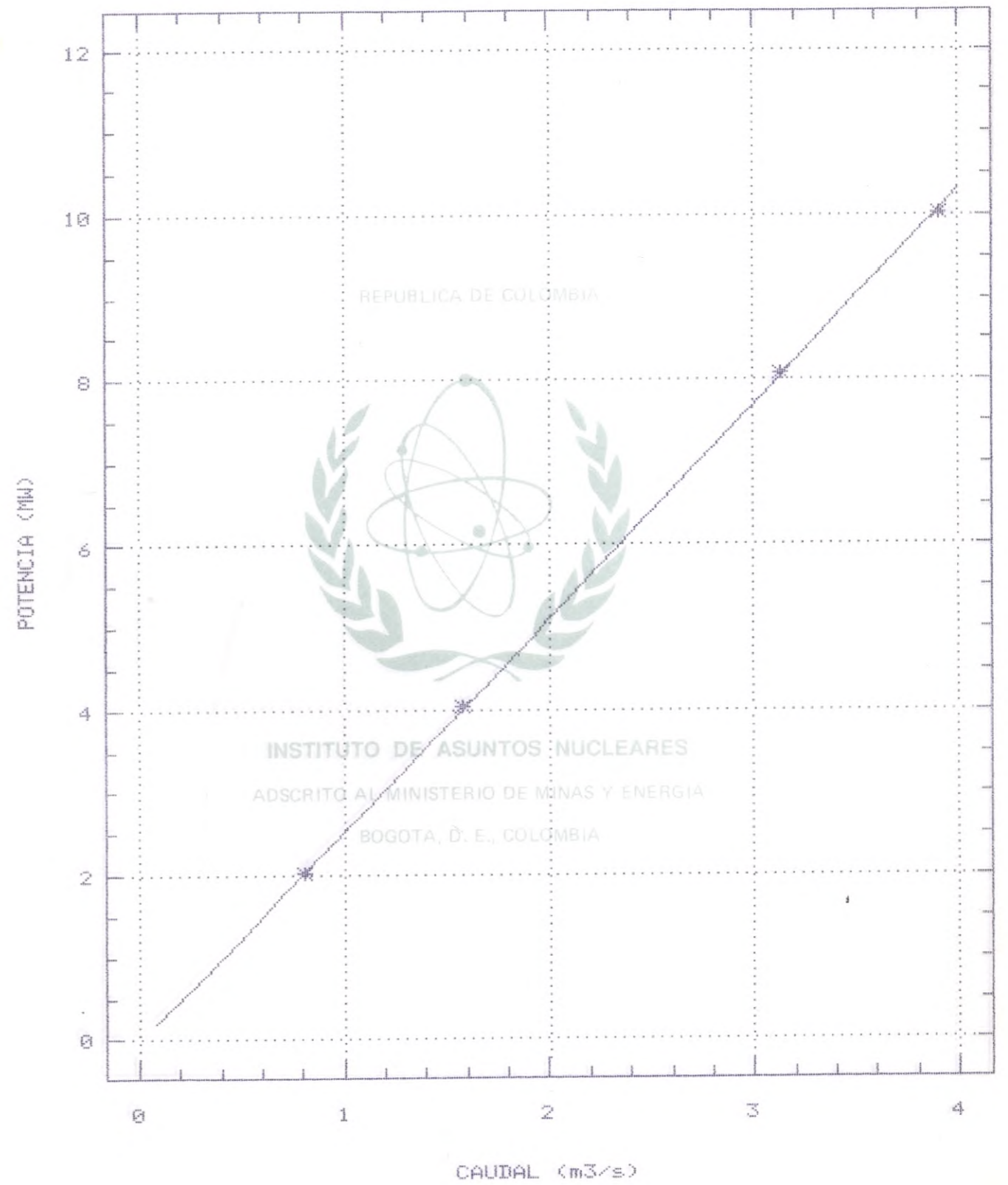
Fig. 64 CANOAS





CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 65 SALTO 1 U1





CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 66 SALTO 1 U2

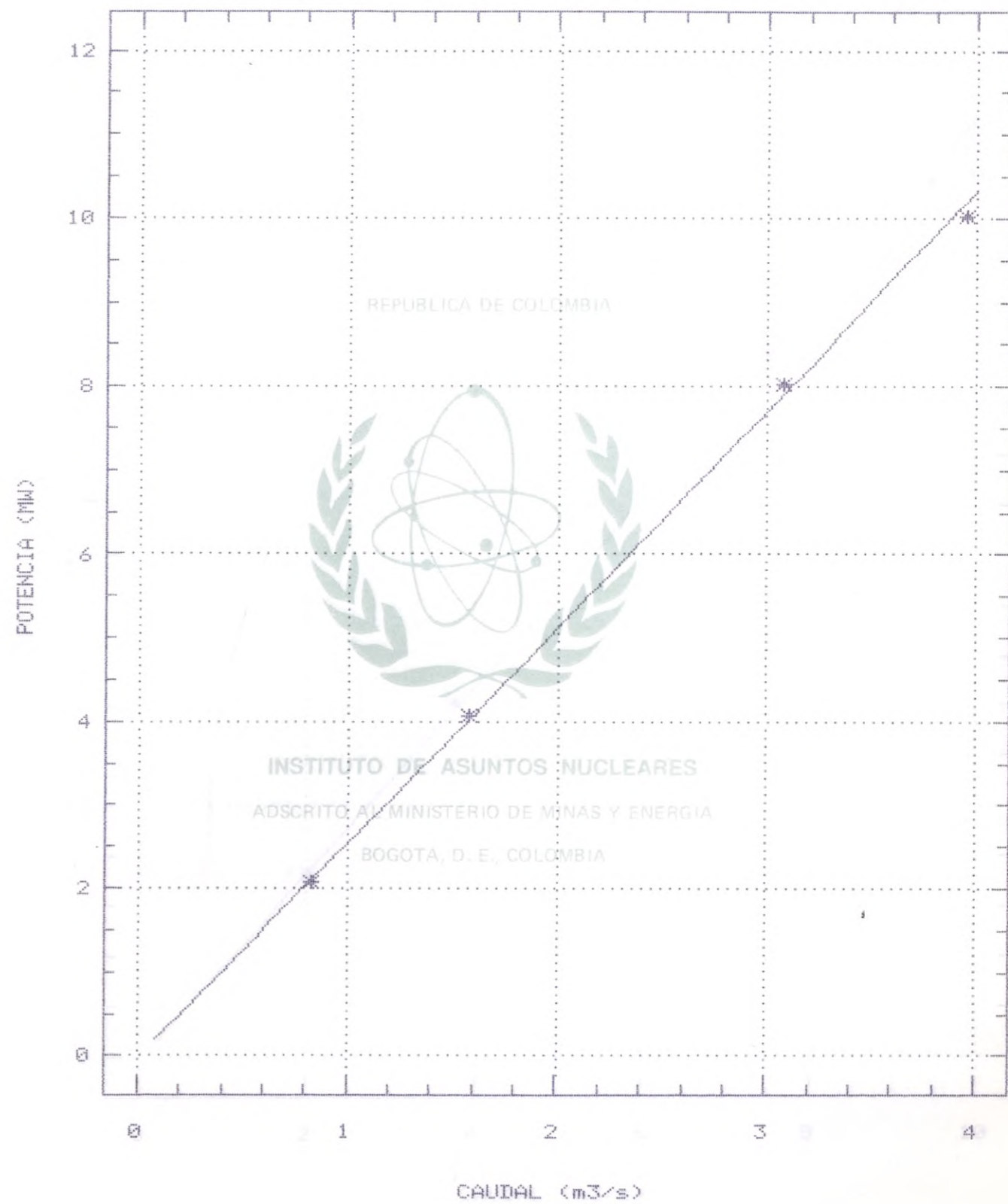
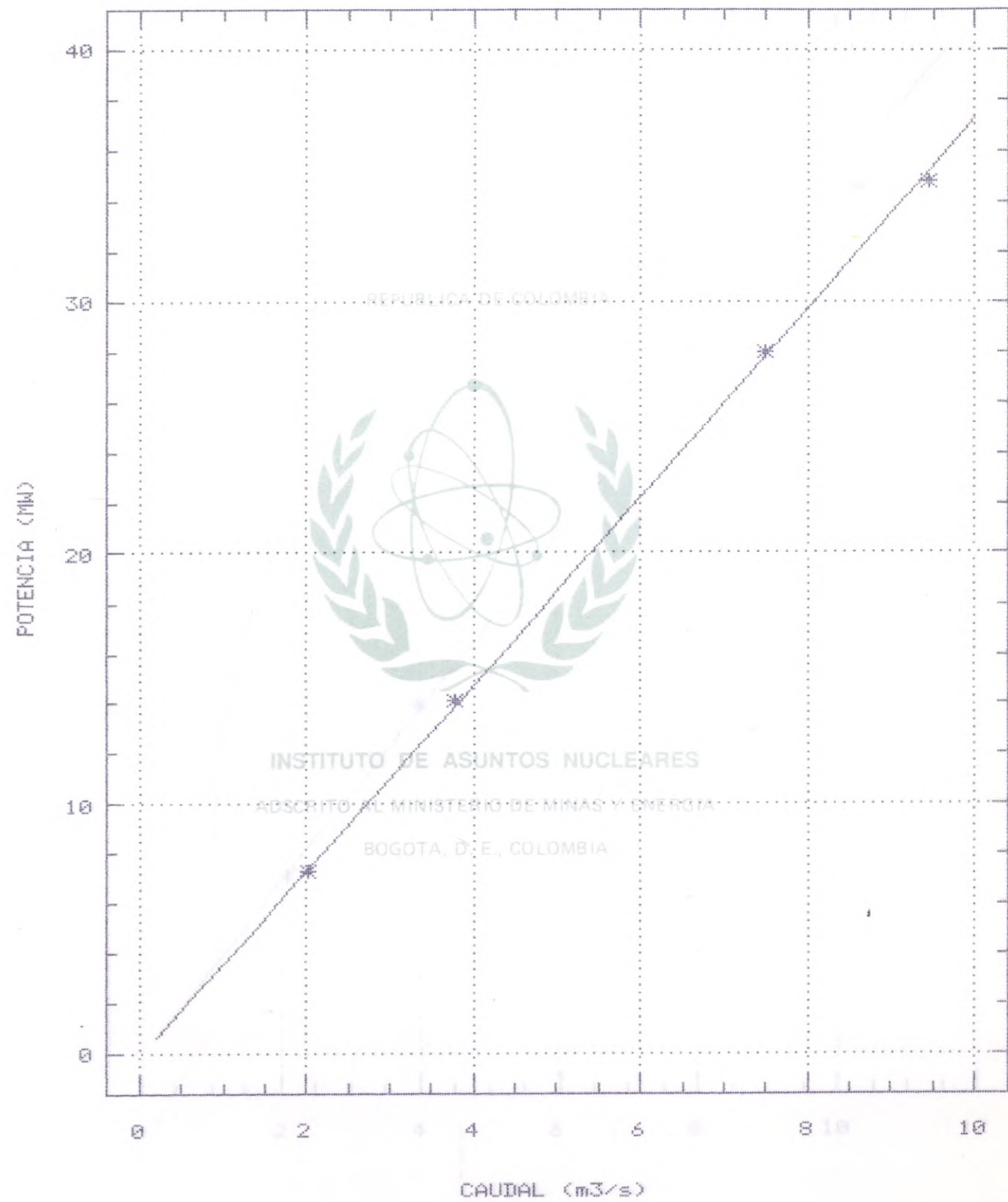




Fig. 67 SALTO 2 U1

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 67 SALTO 2 U1



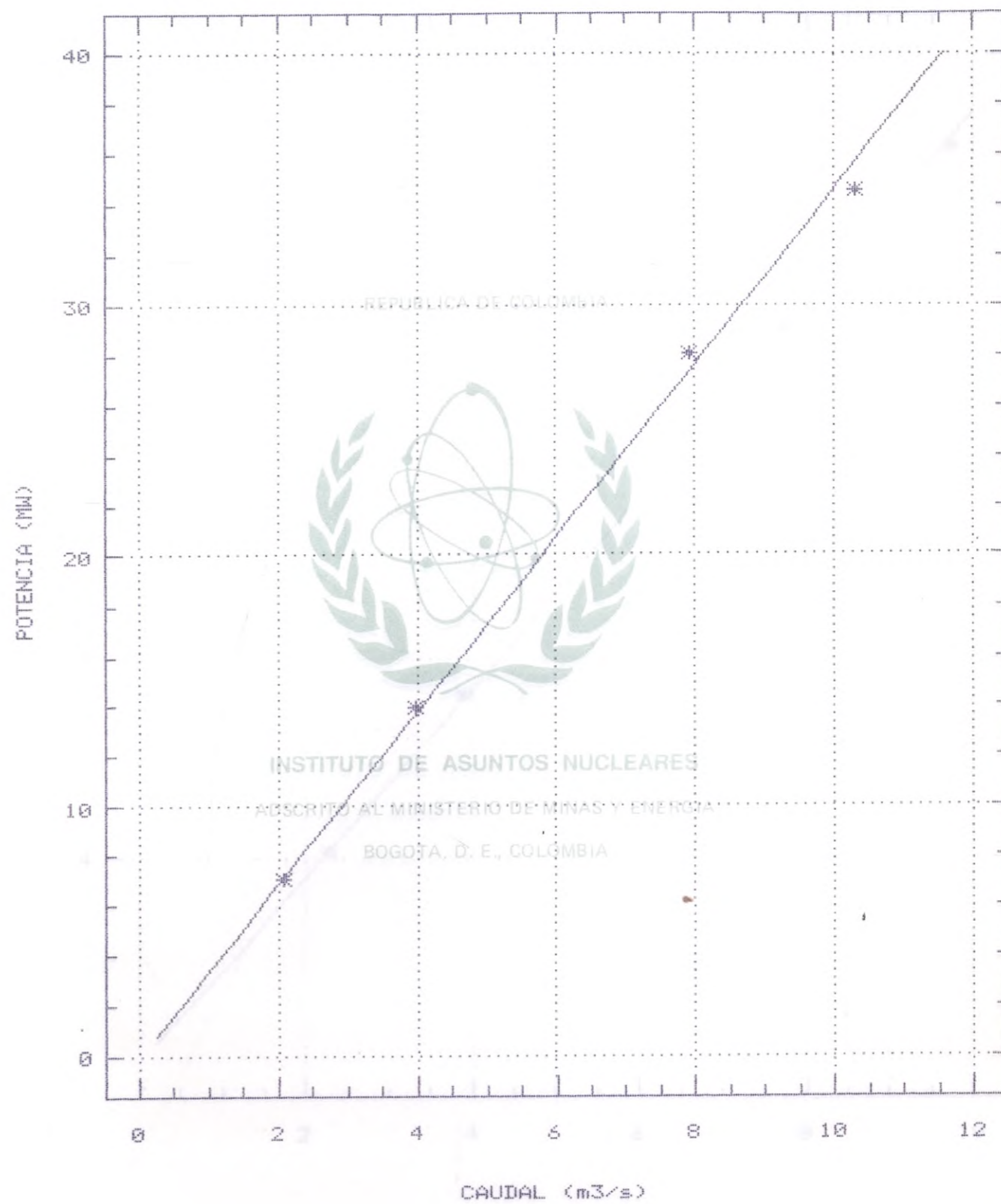
INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
 ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 BOGOTA, D. E., COLOMBIA



(A. C. M. - IRIQUA)

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 68 SALTO 2 U2

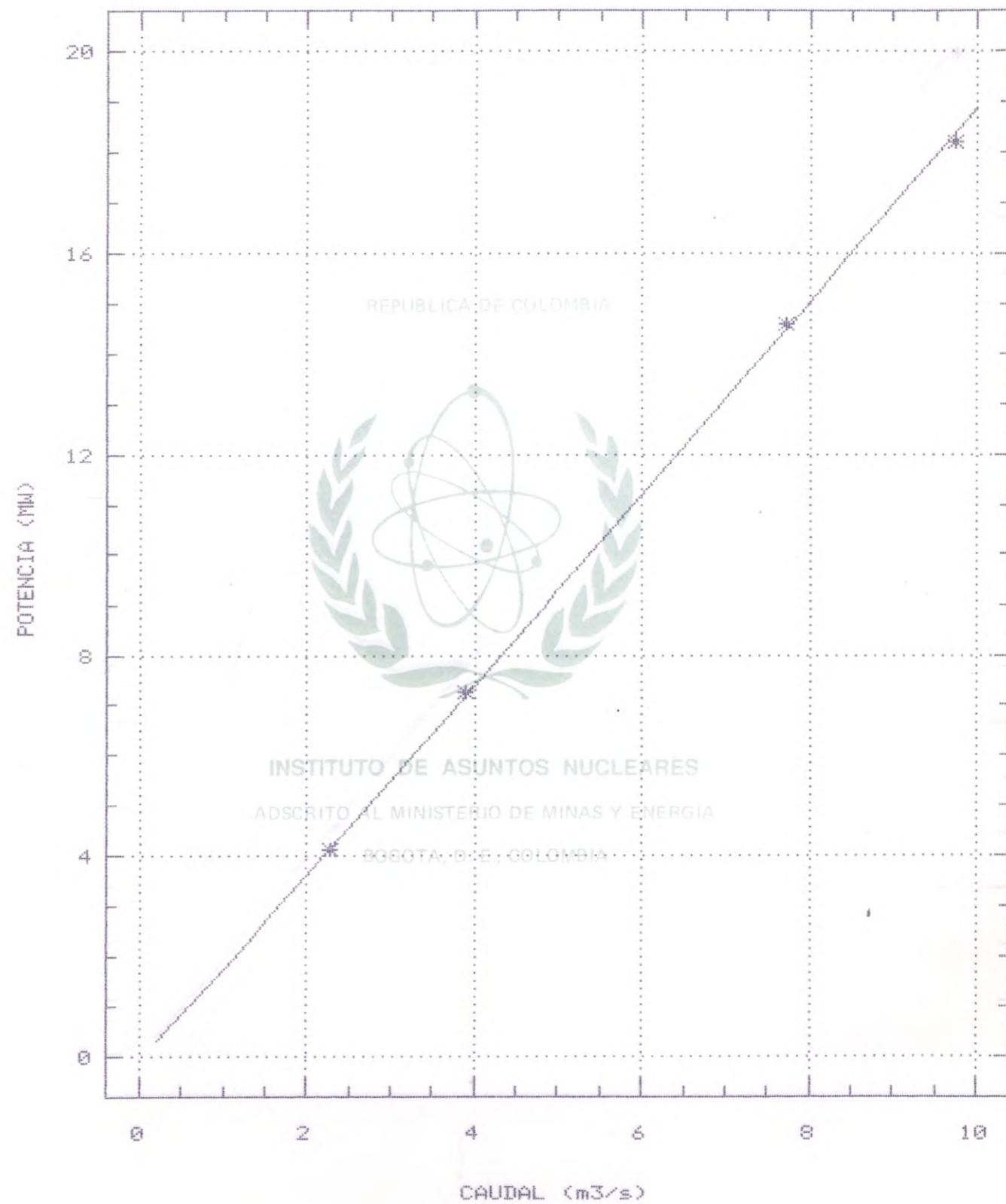




CAUDAL (m³/s)

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 69 LAGUNETA U1





CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 70 LAGUNETA U2

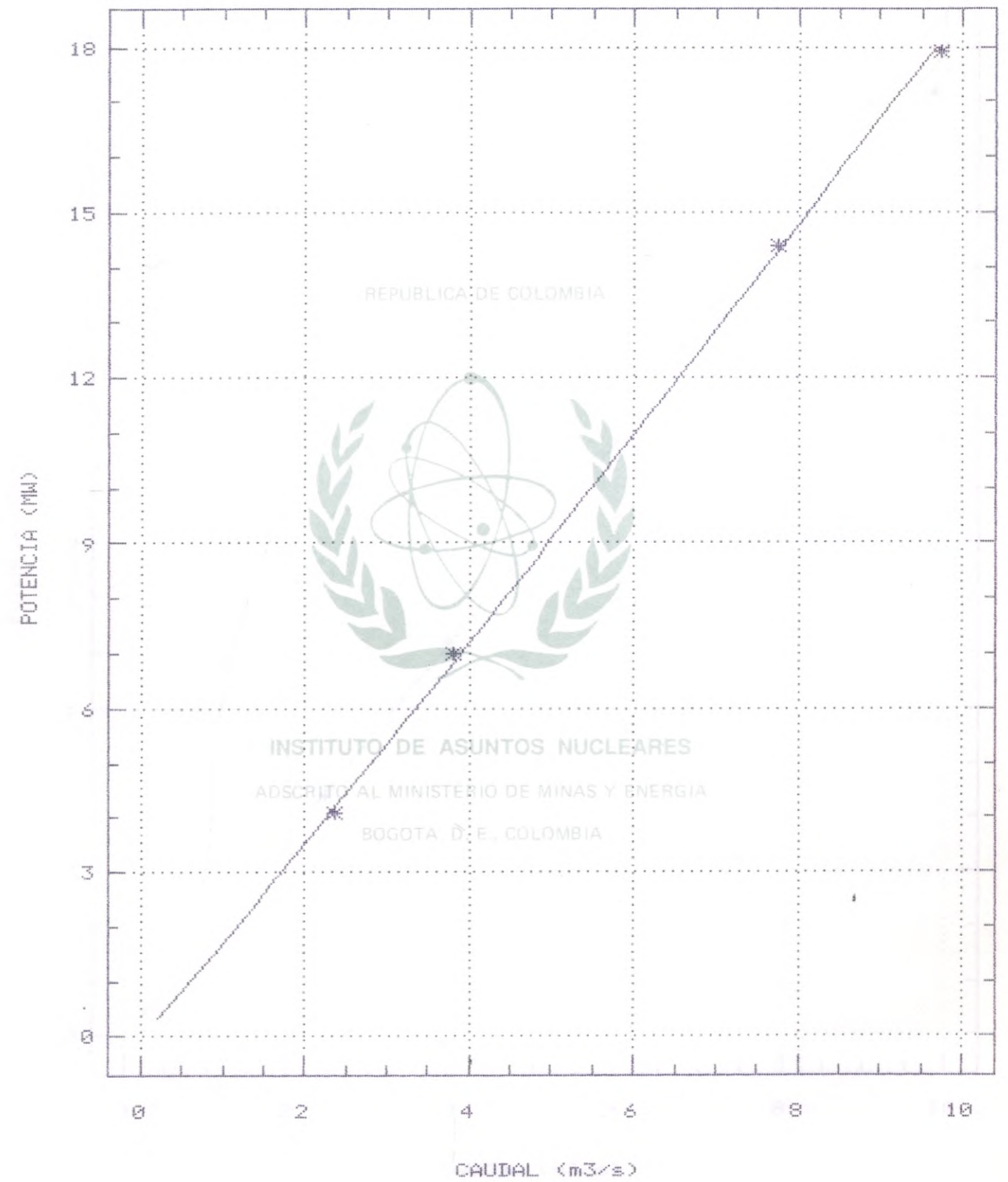
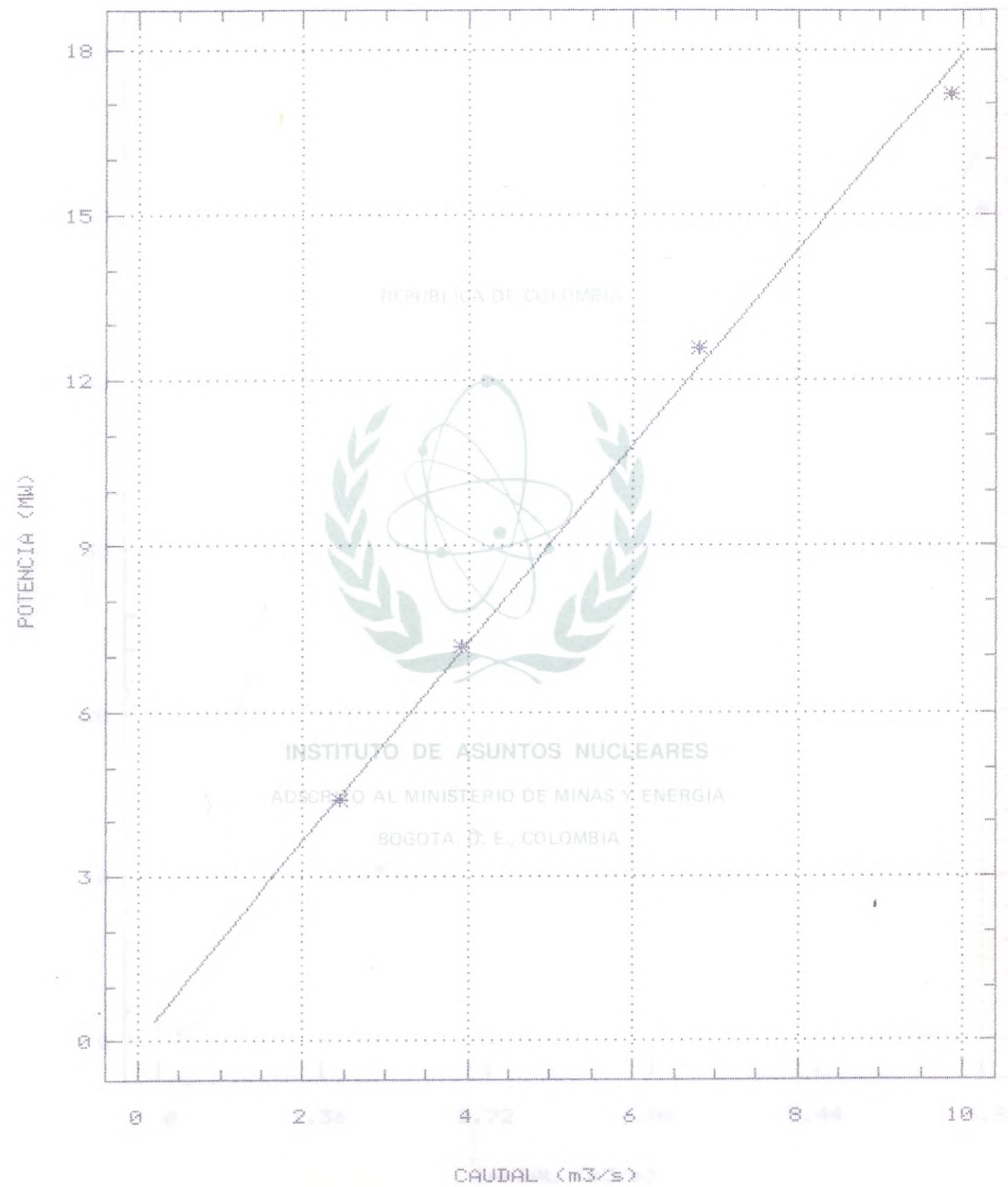


Figura 70. Curva potencia-caudal
 para el punto de medición U3



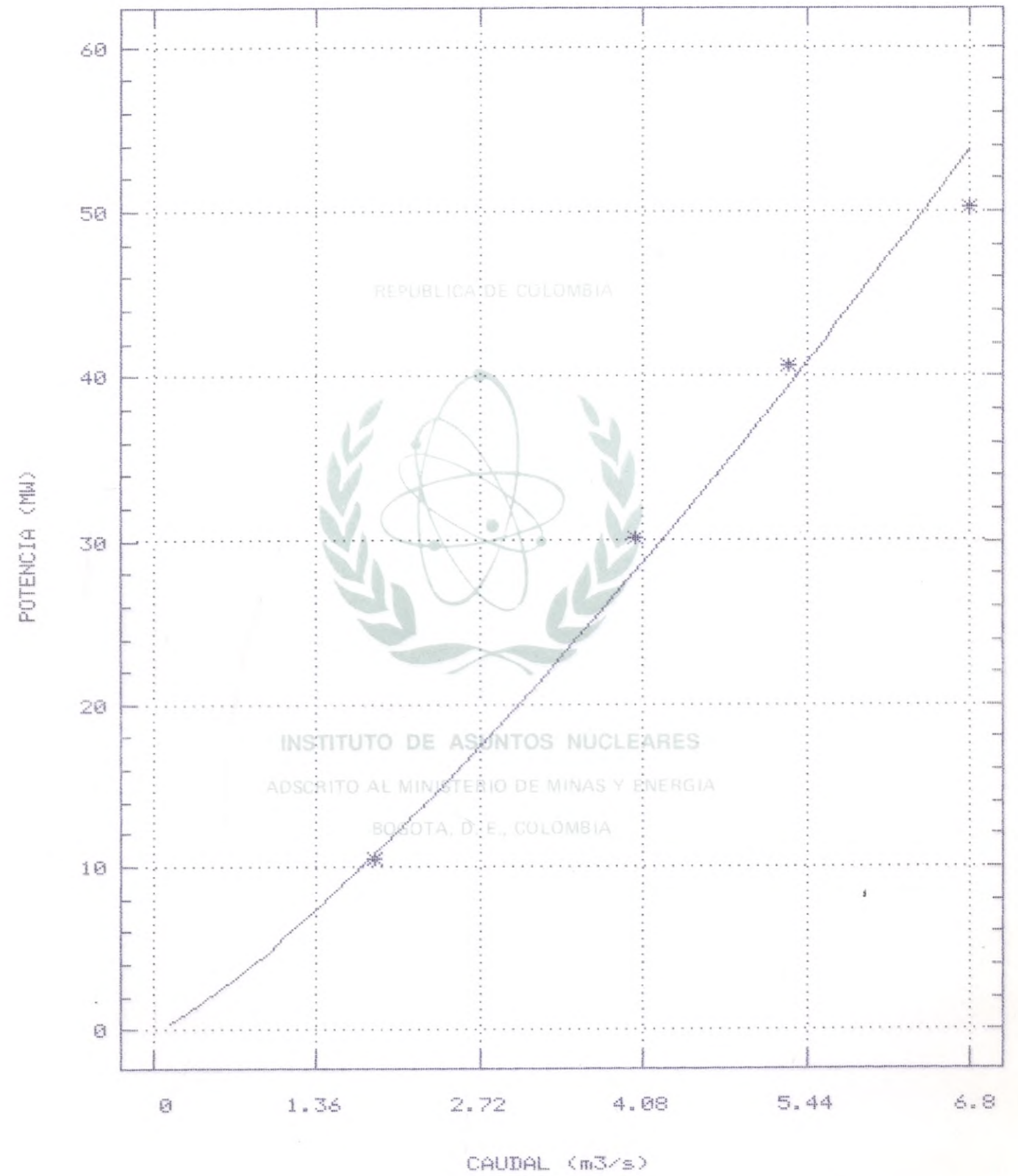
CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 71 LAGUNETA U3



CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

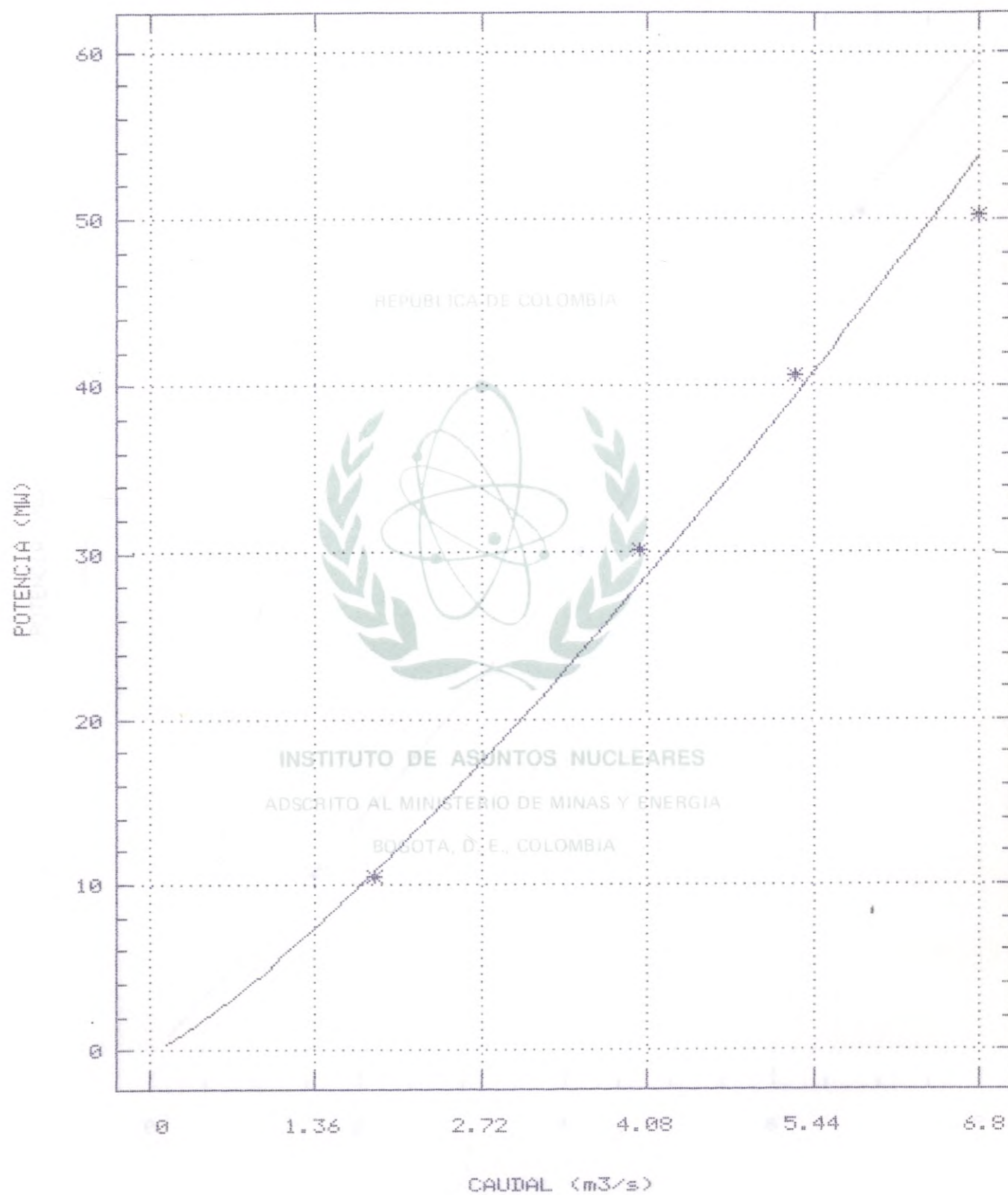
Fig.72 DARIO VALENCIA U-1

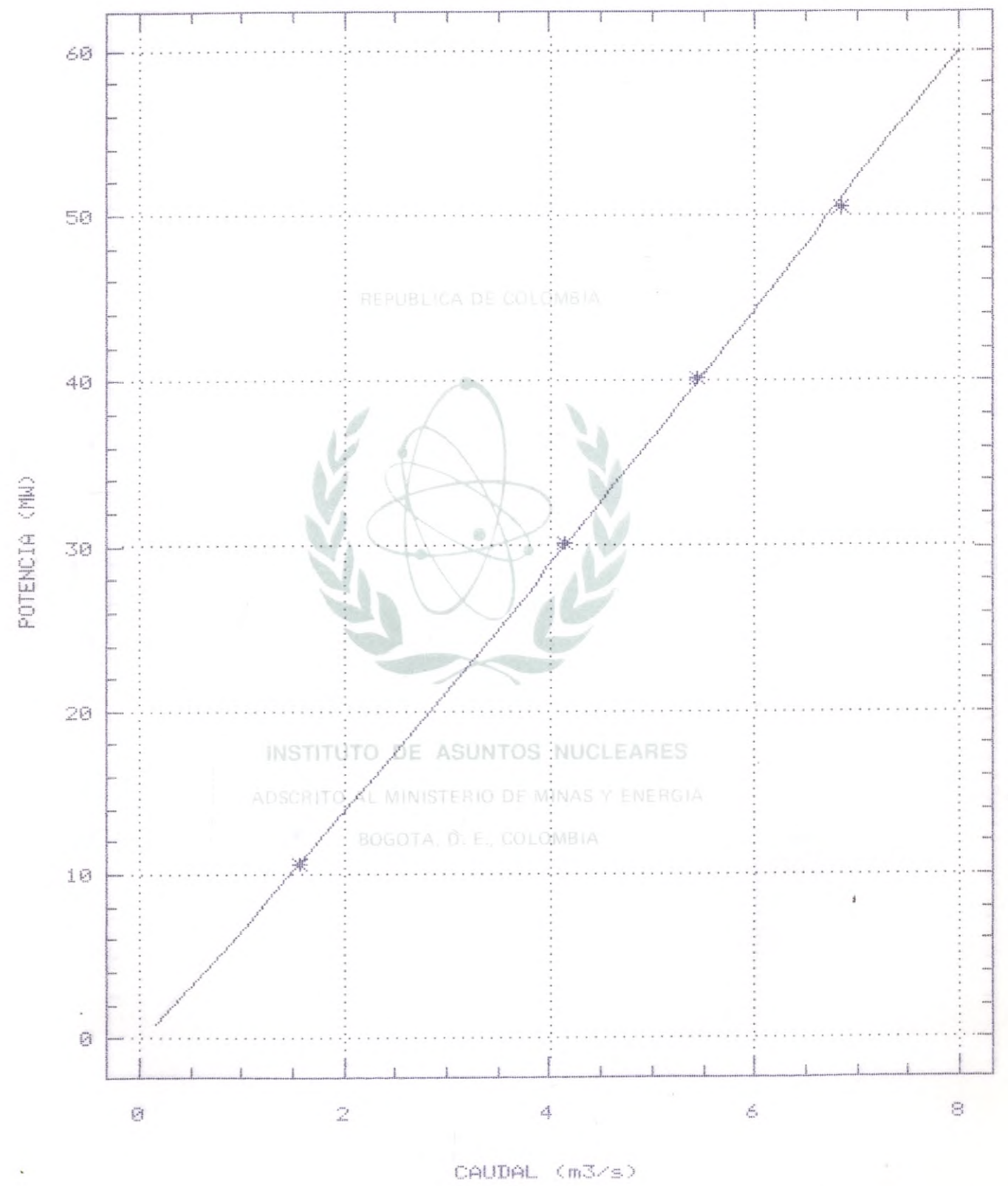
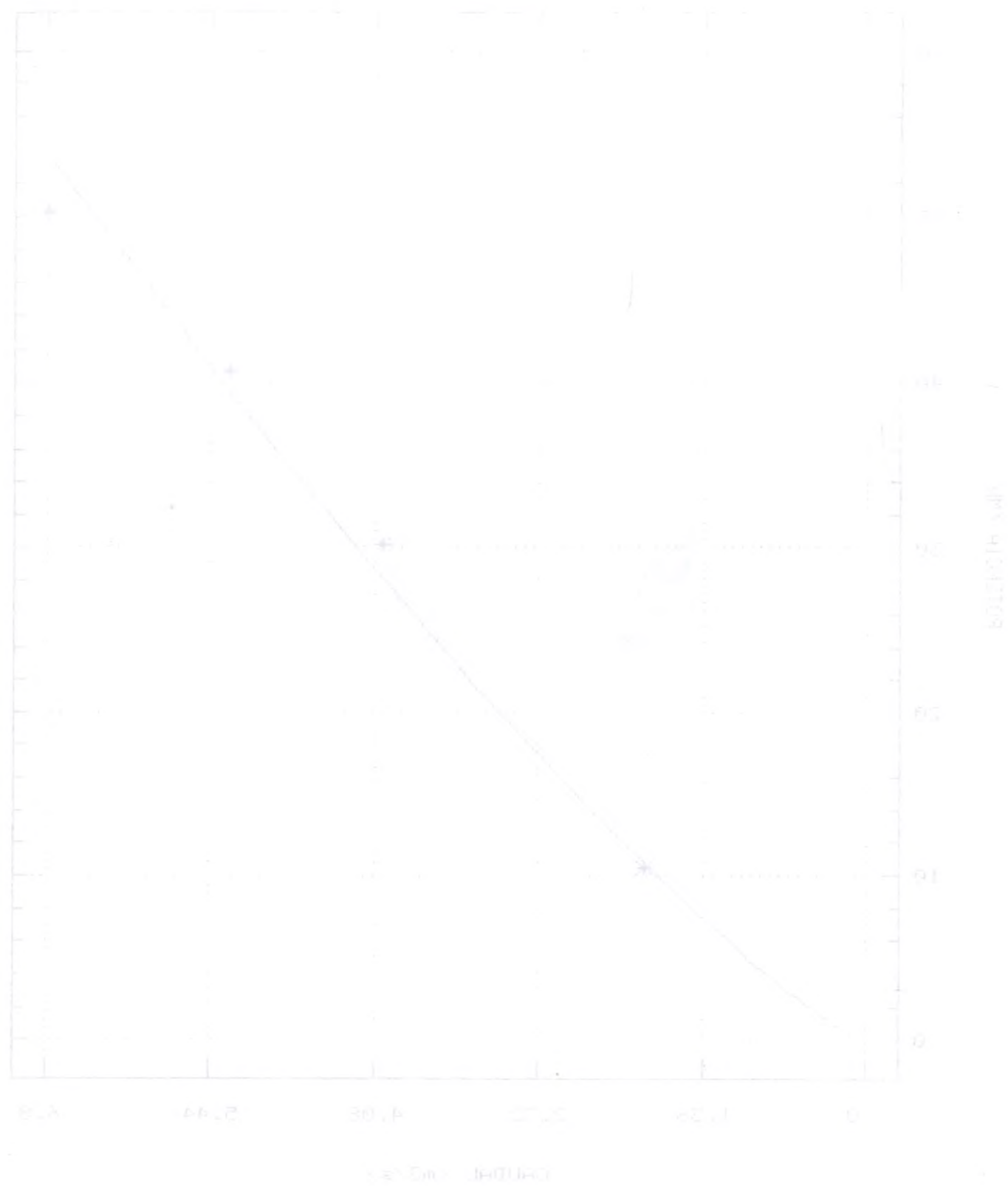




CURVA AJUSTADA POTENCIA CAUDAL

Fig. 73 DARIO VALENCIA U2

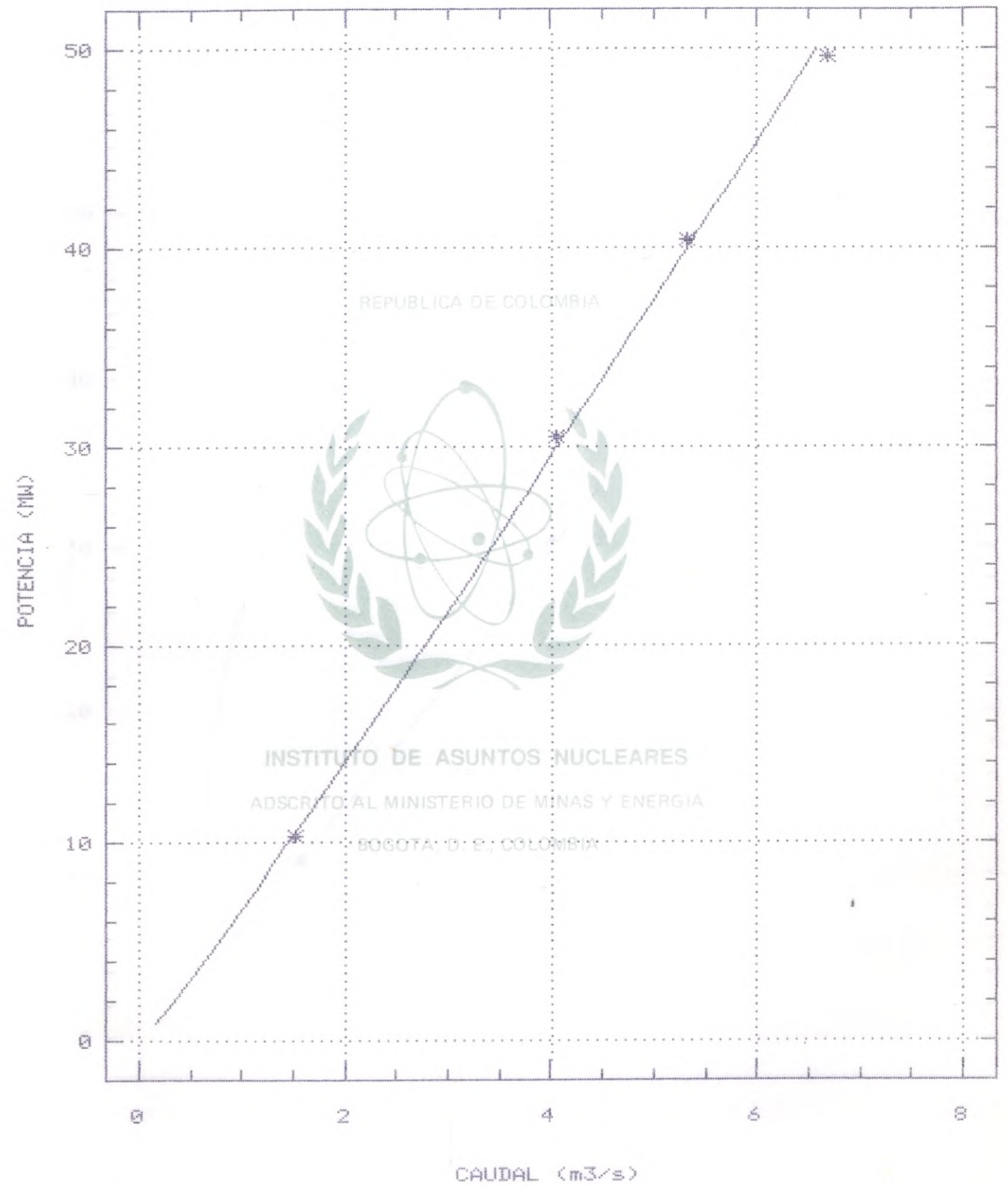






CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig.75 DARIO VALENCIA U4



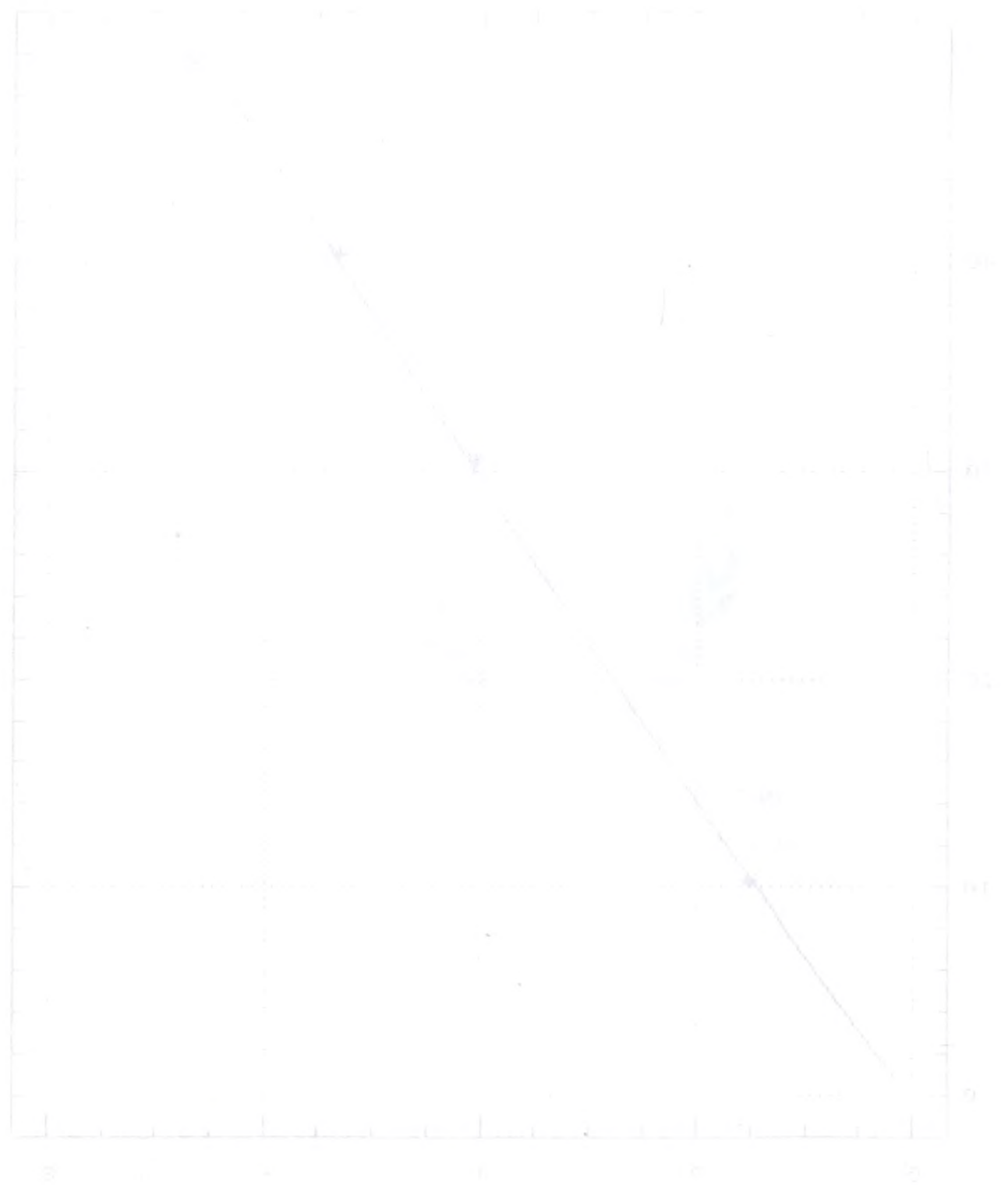
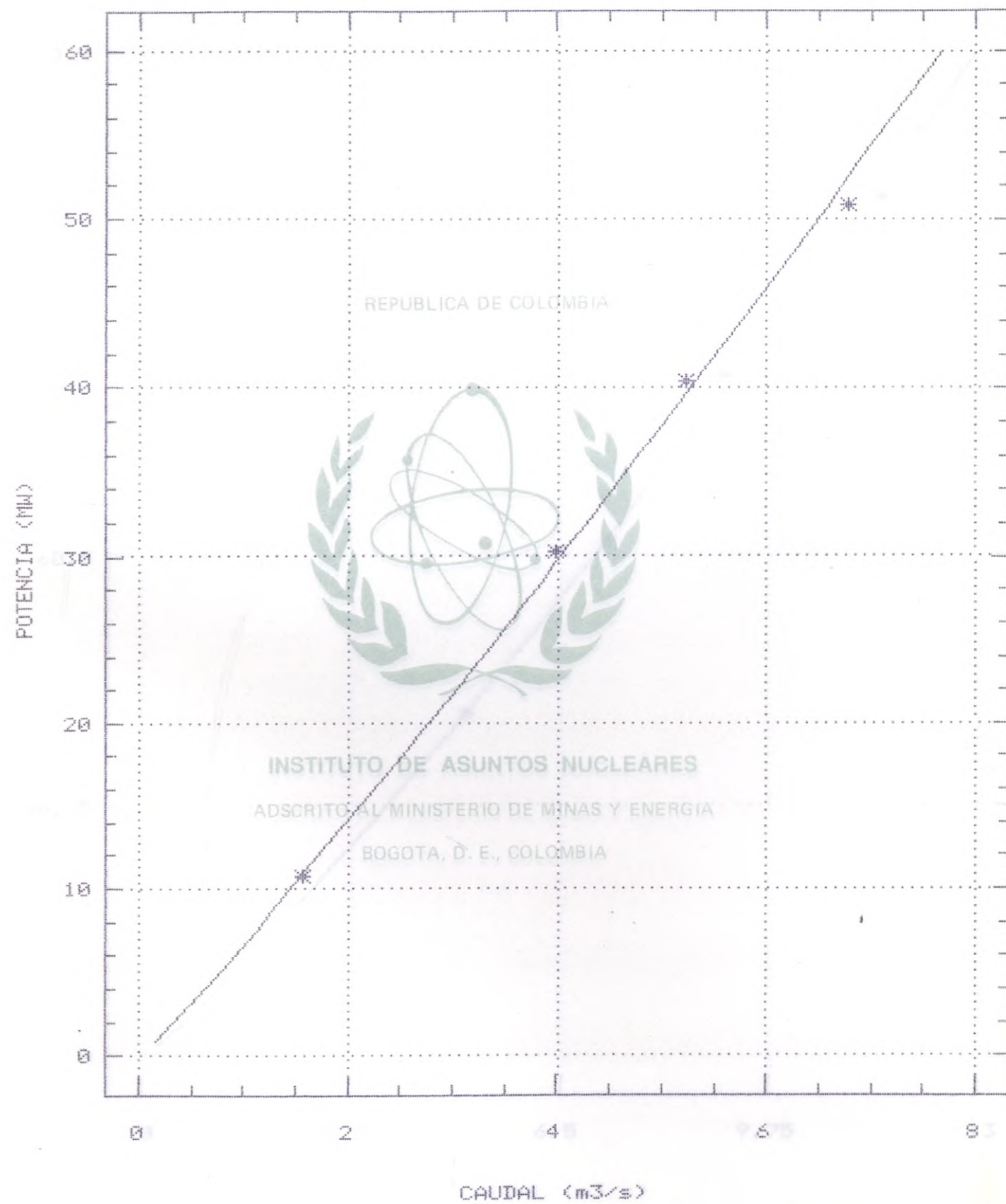


Fig. 75 (m3/s)

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 76 DARIO VALENCIA U6

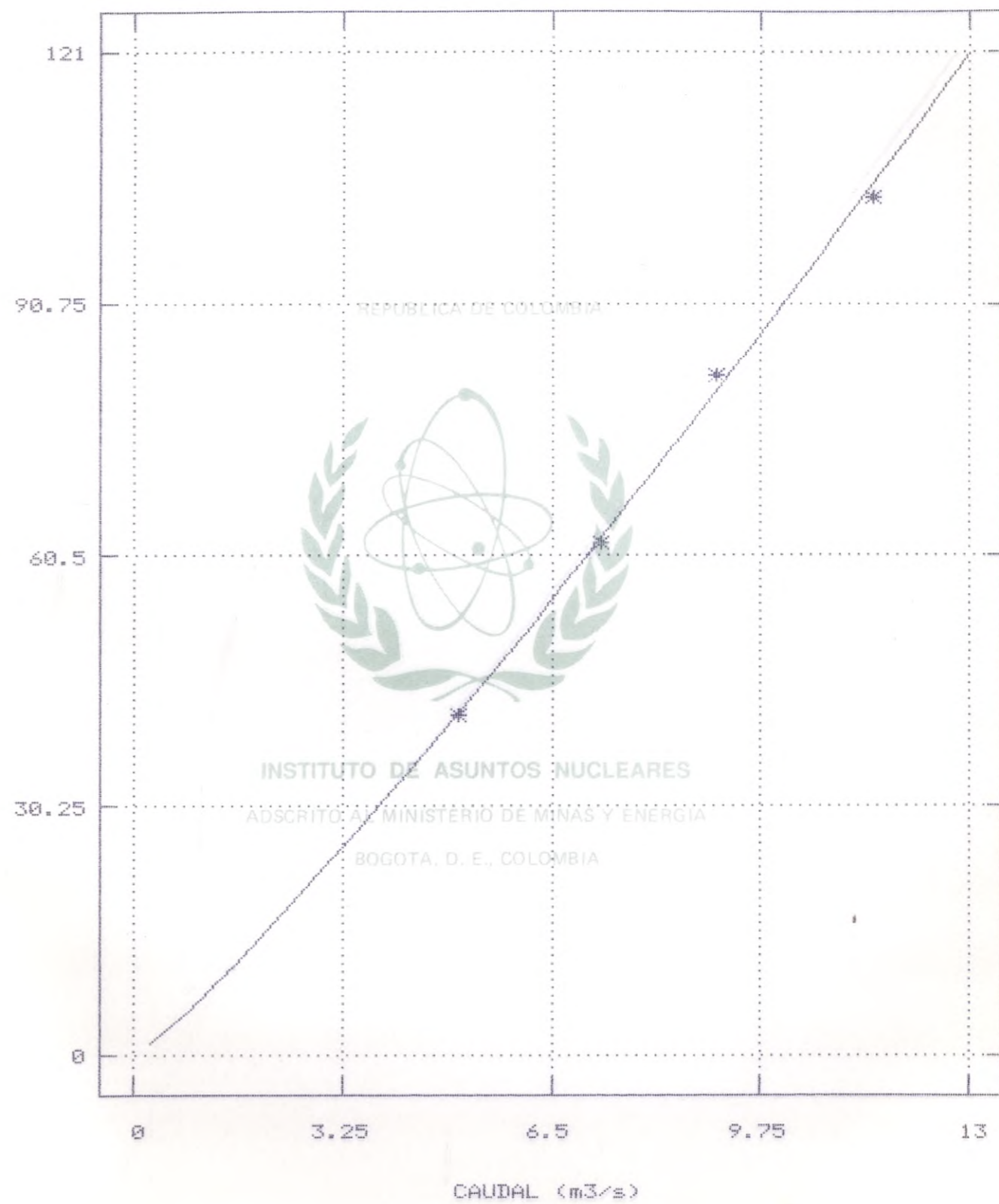




2 (m) - 100 (m)

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 77 GUACA U1

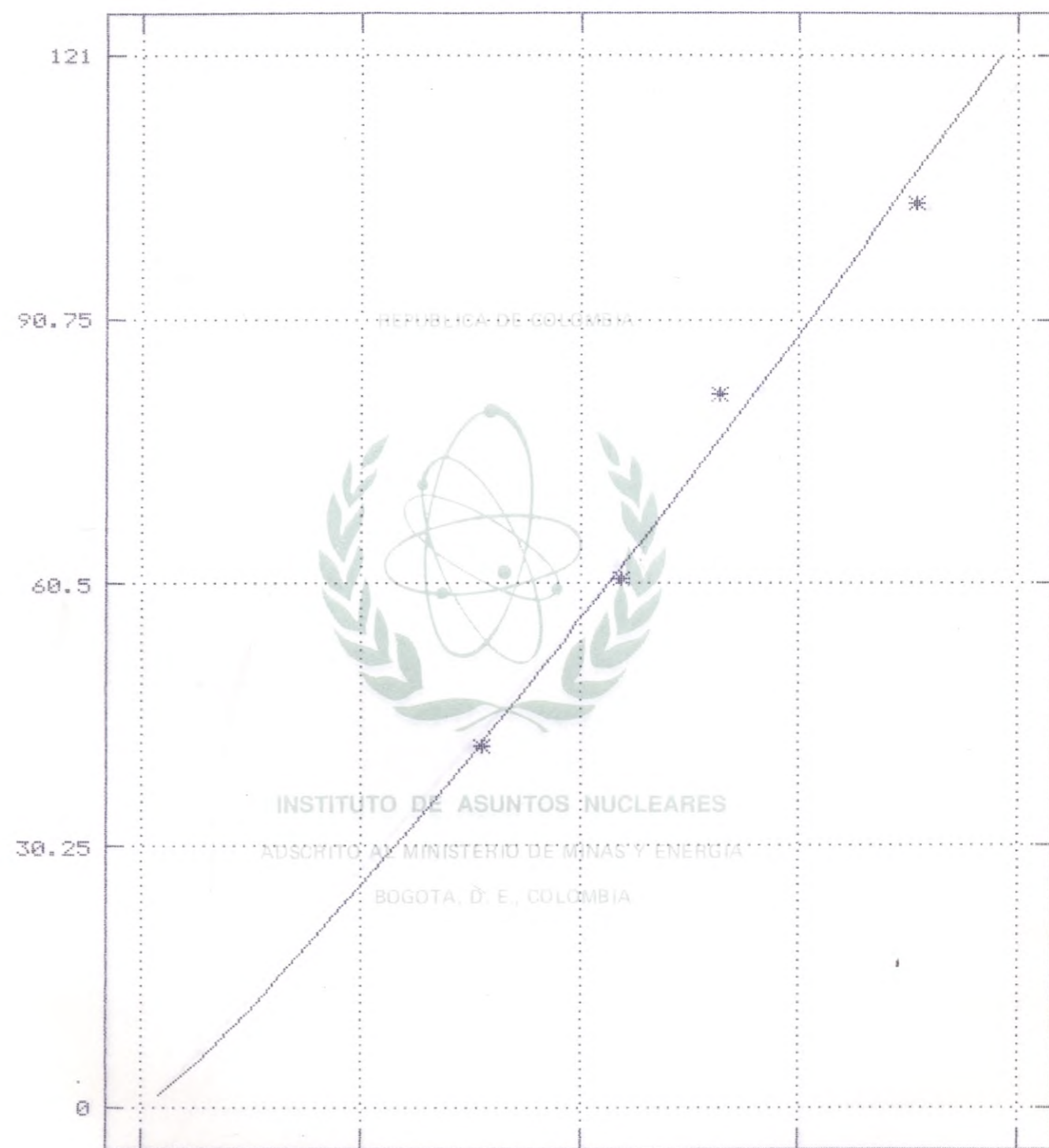




CAUDAL (m³/s)

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 78 GUACA U2

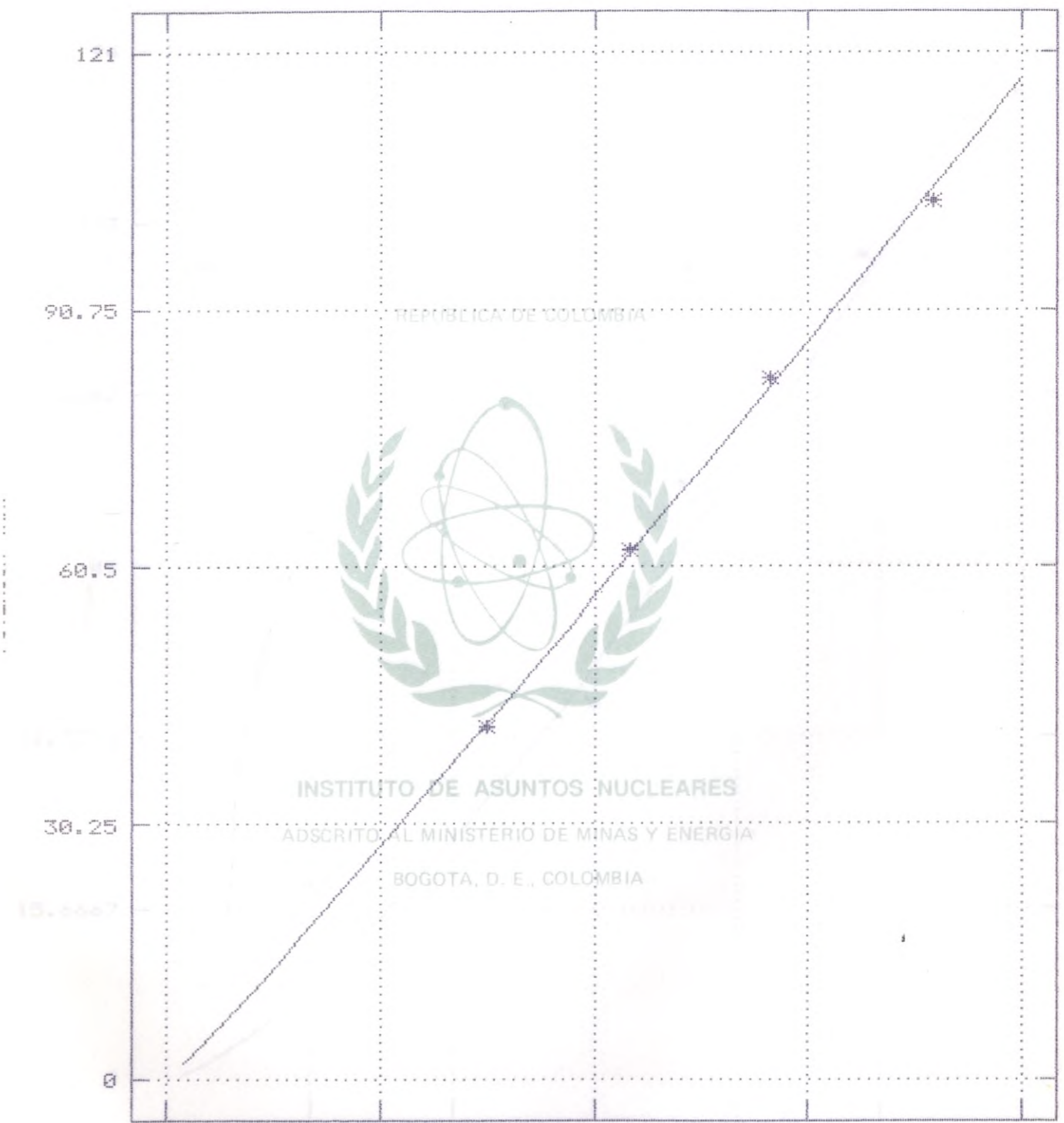


CAUDAL (m³/s)

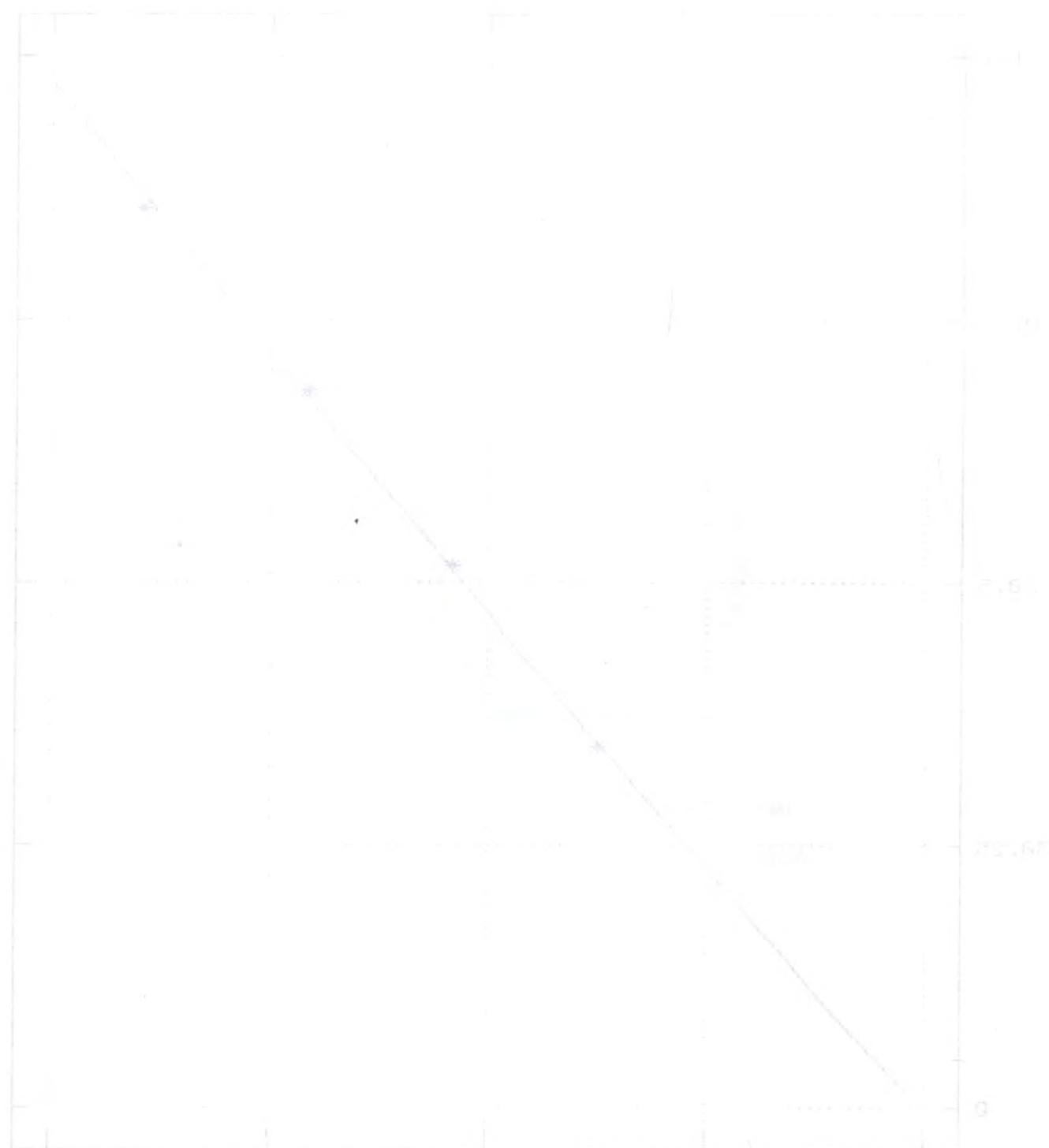
INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
 ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 BOGOTA, D. E., COLOMBIA



CAUDAL (m³/s)



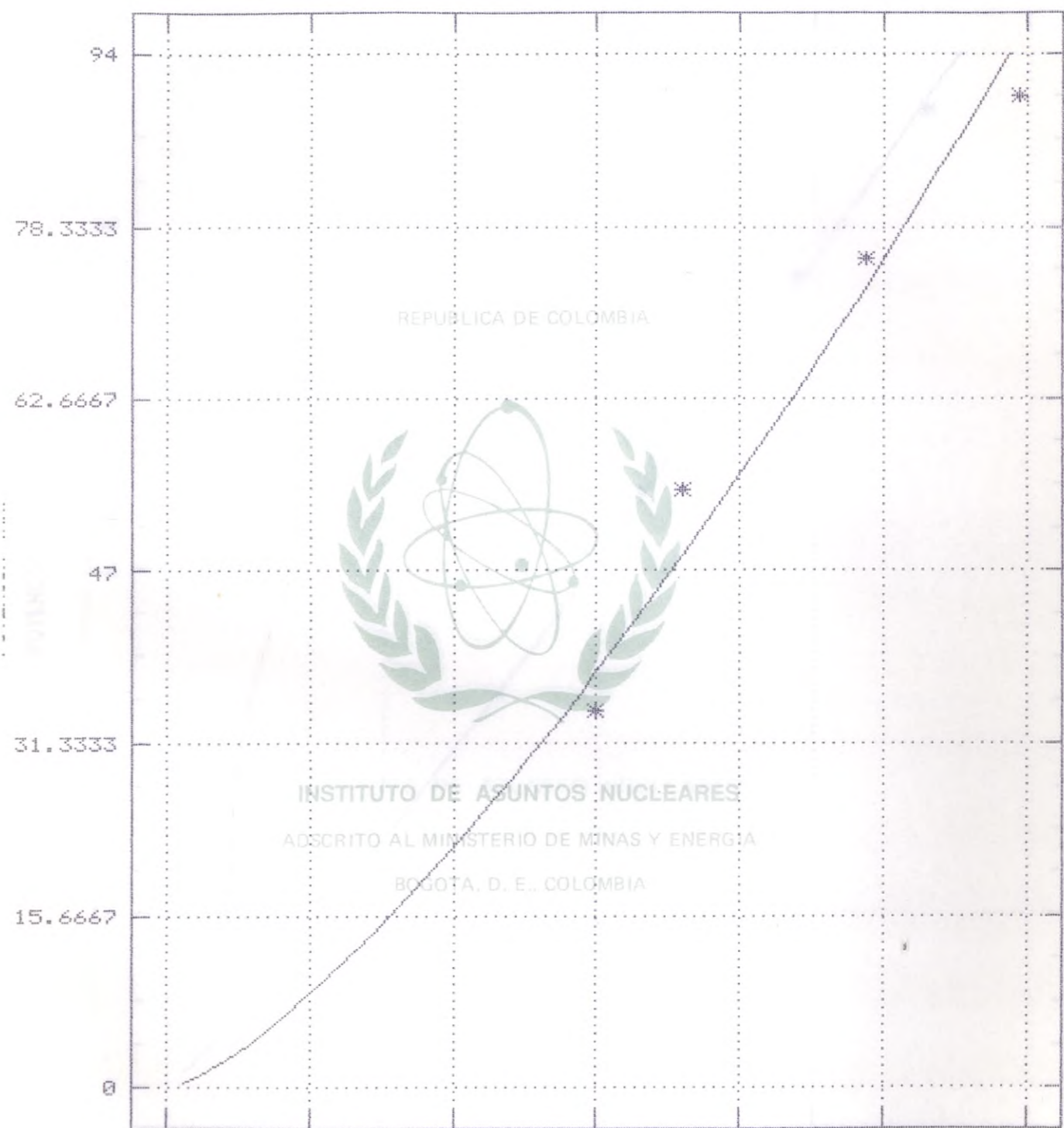
CAUDAL (m³/s)



CAUDAL (m³/s)

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

Fig. 80 PARAISO U1



CAUDAL (m³/s)

REPUBLICA DE COLOMBIA

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BOGOTA, D. E., COLOMBIA

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA

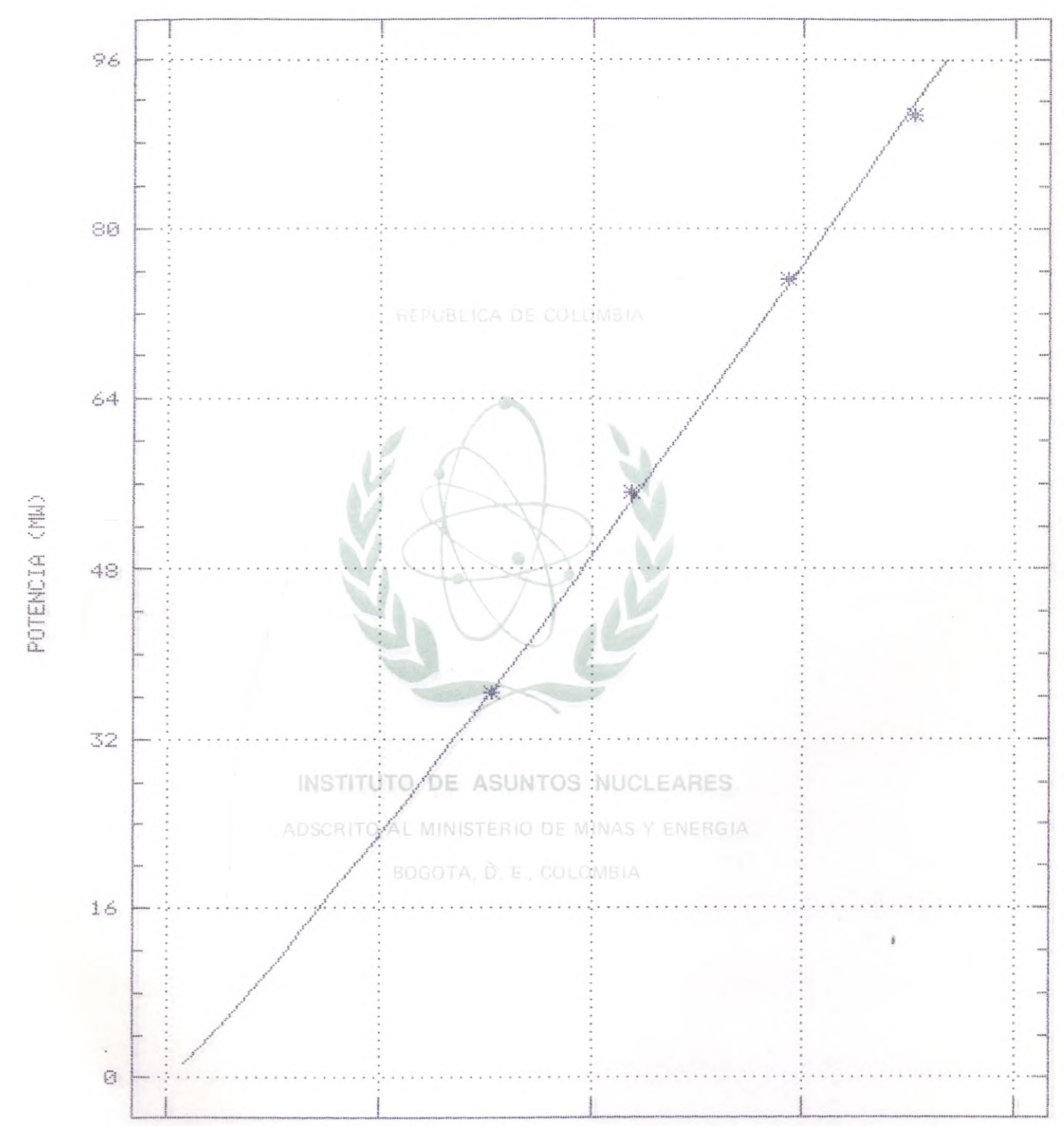


0 1.6822 2.3663 3.0504 3.7345 4.4186 5.1027 5.7868 6.4709 7.1550 7.8391 8.5232 9.2073 9.8914 10.5755 11.2596 11.9437 12.6278 13.3119 13.9960 14.6801 15.3642 16.0483 16.7324 17.4165 18.1006 18.7847 19.4688 20.1529 20.8370 21.5211 22.2052 22.8893 23.5734 24.2575 24.9416 25.6257 26.3098 26.9939 27.6780 28.3621 29.0462 29.7303 30.4144 31.0985 31.7826 32.4667 33.1508 33.8349 34.5190 35.2031 35.8872 36.5713 37.2554 37.9395 38.6236 39.3077 40.0000

CAUDAL (m³/s)

CURVA AJUSTADA POTENCIA-CAUDAL

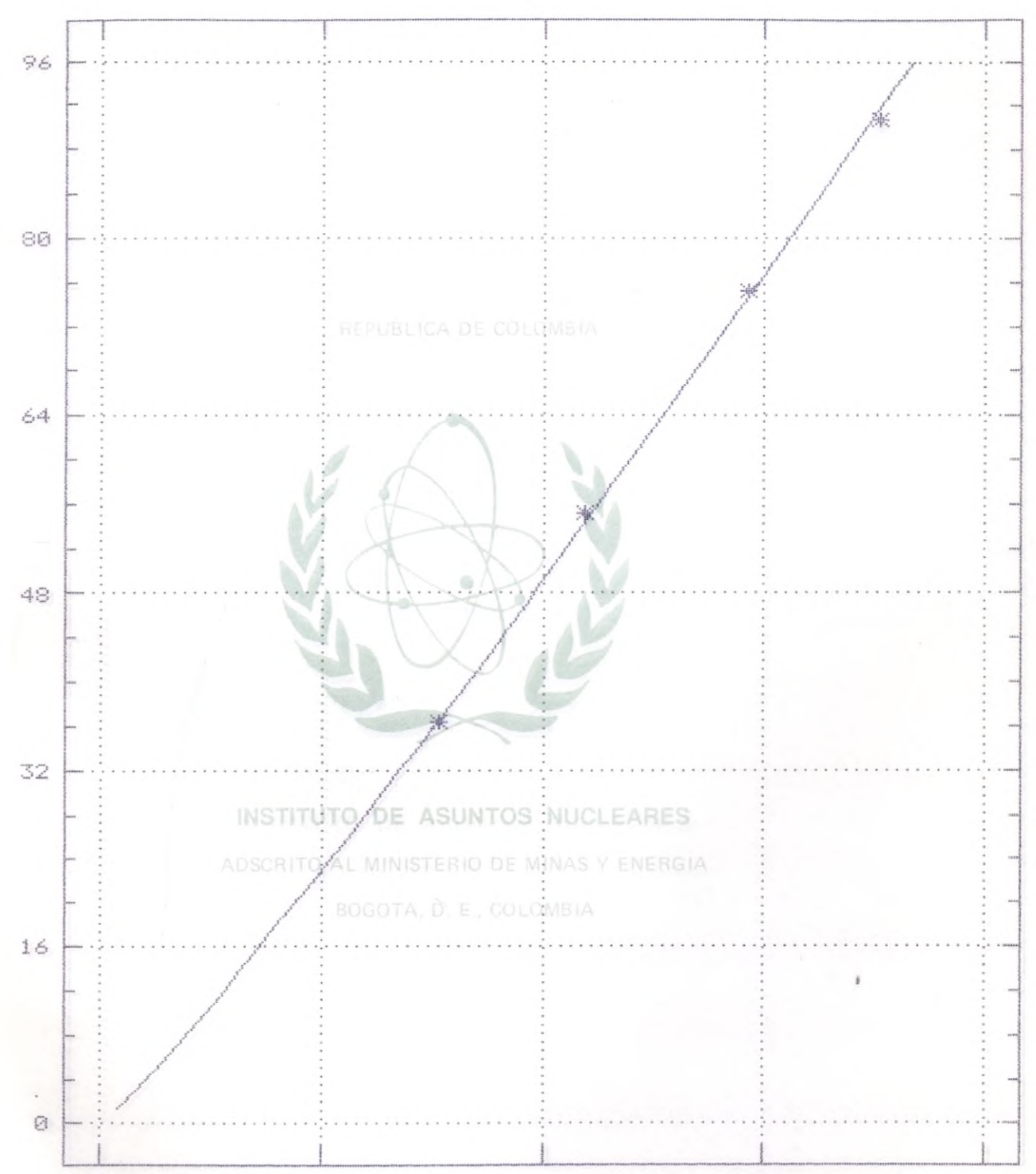
Fig. 81 PARAISO U2



POTENCIA (MW)

REPUBLICA DE COLOMBIA

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
BOGOTÁ, D. E., COLOMBIA



0 3.225 6.45 9.675 12.9

CAUDAL (m³/s)

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

BOGOTÁ, D. E. COLOMBIA

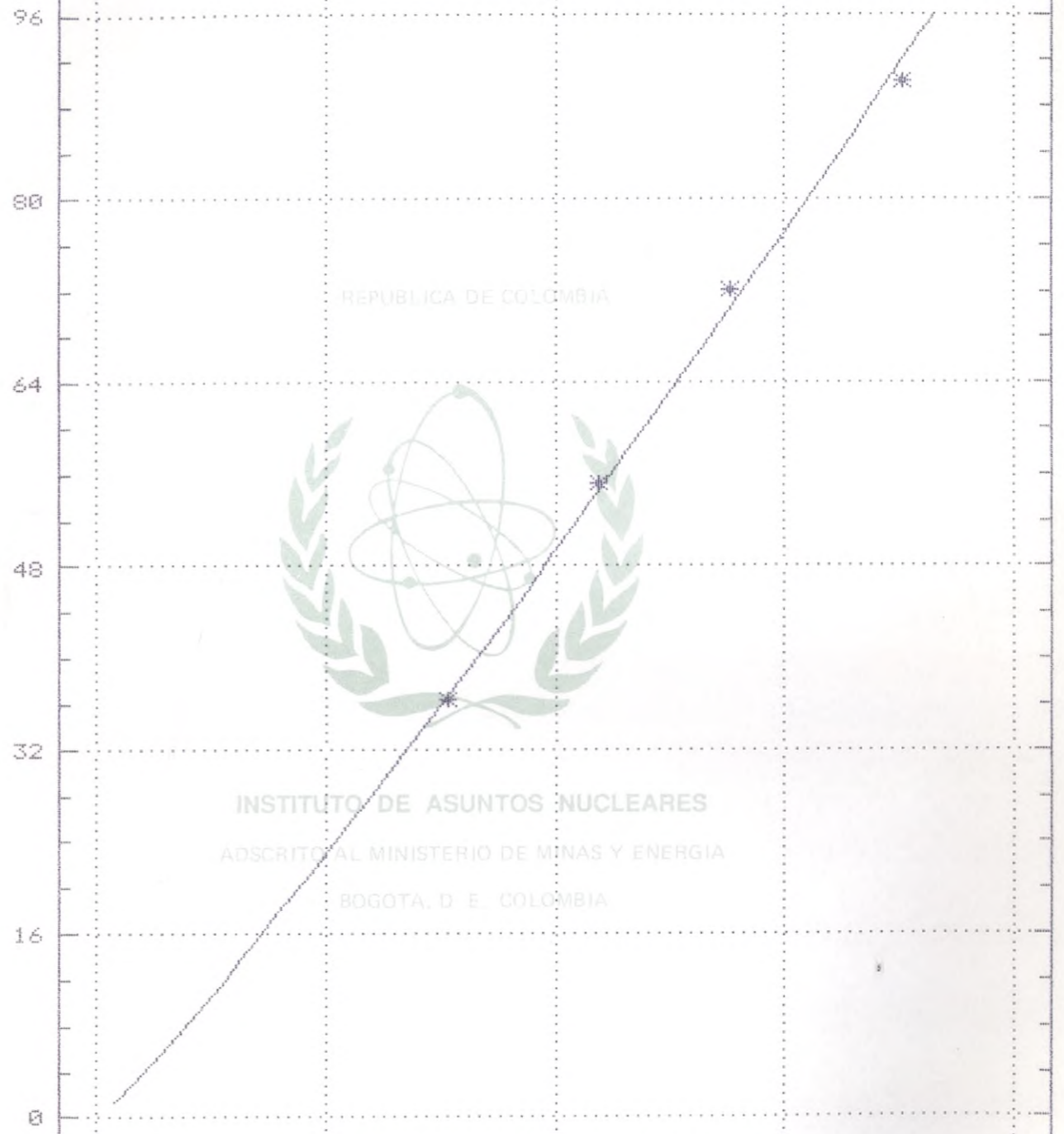
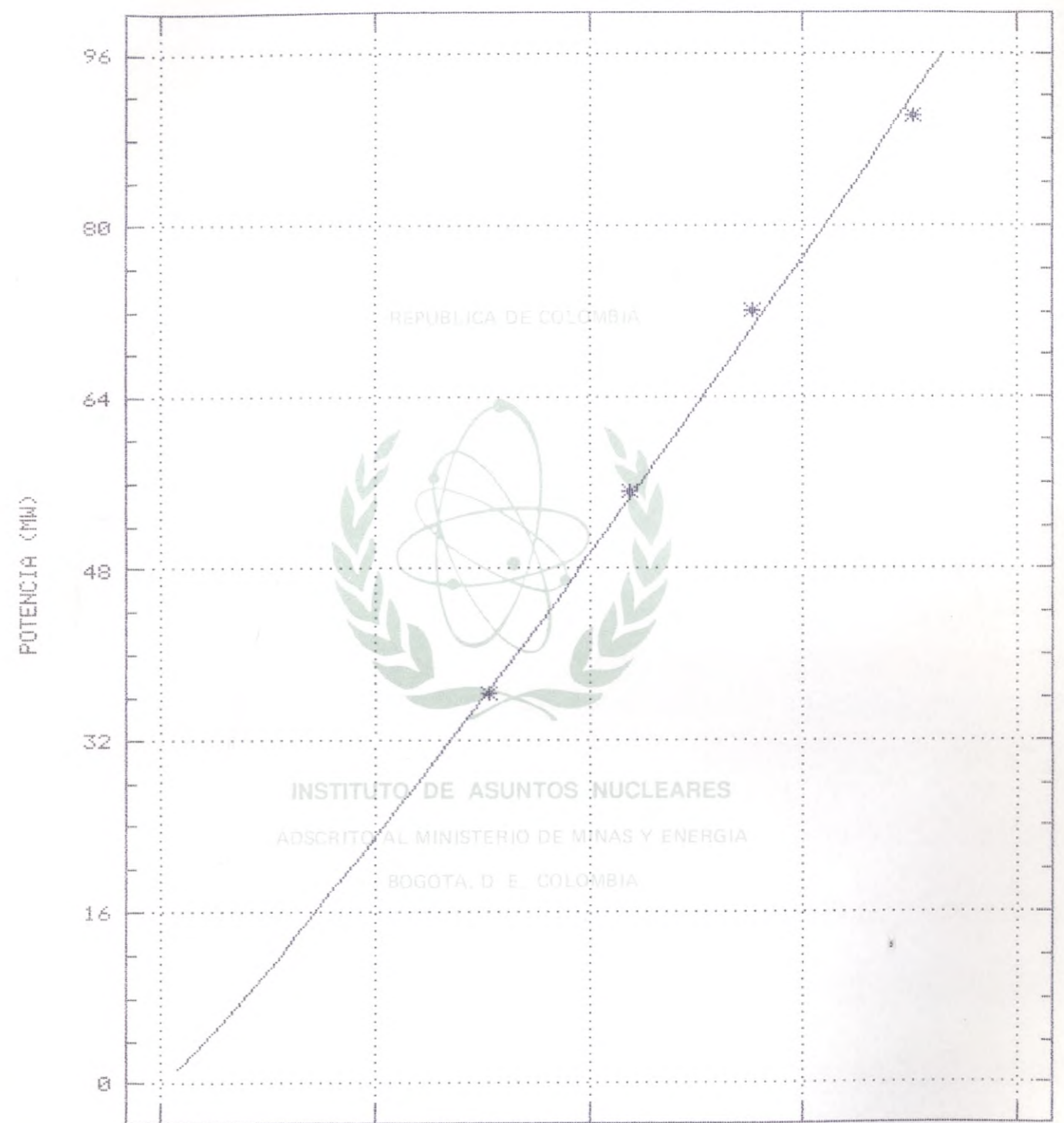


0 12.9 9.675 6.45 3.225 0

Fig. 82 PARAIISO U3

CURVA AJUSTADA POTENCIA CAUDAL

Fig. 82 PARAIISO U3



POTENCIA (MW)

CAUDAL (m3/s)

REPUBLICA DE COLOMBIA

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES
ADSCRITO AL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
BOGOTÁ, D. E. COLOMBIA

Determinación de factores de conversión en unidades generadoras de las hidroeléctricas de la eeb.

333.914 I64d 1991

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA RECIBIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO
-------------------	------------	-------------------

