

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

CUENCA PILOTIO DEL RIO ARMA

ISA

1987



INTERCONEXION
ELECTRICA S.A.

359
358-340

421

CUENCA PILOTO DEL RIO ARMA

ANEXO 1

PRESENTACION DE PROYECTOS
Y GEOLOGIA

INVENTARIO DE PROYECTOS
HIDROELECTRICOS
ENTRE 10 Y 100MW

OCTUBRE, 1987



INTERCONEXION
ELECTRICA S.A.

CUENCA PILOTO DEL RIO ARMA

ANEXO 1

PRESENTACION DE PROYECTOS
Y GEOLOGIA

INVENTARIO DE PROYECTOS
HIDROELECTRICOS
ENTRE 10 Y 100MW

OCTUBRE, 1987

CUENCA DEL RIO ARMA

ANEXO 1 - TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
FICHA TECNICA PROYECTO ENCIMADAS	4
FICHA TECNICA PROYECTO CAÑAVERAL	8
FICHA TECNICA PROYECTO SONSON	12
FICHA TECNICA PROYECTO AURES	17
FICHA TECNICA PROYECTO EL CAIRO	21
FICHA TECNICA PROYECTO EL GUAICO	26
FICHA TECNICA PROYECTO EL CARMELO	31
FICHA GEOLOGICA PROYECTO ENCIMADAS	35
FICHA GEOLOGICA PROYECTO CAÑAVERAL	37
FICHA GEOLOGICA PROYECTO SONSON	39
FICHA GEOLOGICA PROYECTO AURES	41
FICHA GEOLOGICA PROYECTO EL CAIRO	43
FICHA GEOLOGICA PROYECTO EL GUAICO	45
FICHA GEOLOGICA PROYECTO EL CARMELO	47

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 PLANTA GENERAL - UBICACION DE LOS PROYECTOS	49
FIGURA 2 RIO ARMA - PROYECTOS CAÑAVERAL Y ENCIMADAS	50
FIGURA 3 RIO SONSON - PROYECTO SONSON	51
FIGURA 4 RIO AURES - PROYECTO AURES	52
FIGURA 5 QUEBRADA LAS YEGUAS - PROYECTO EL CAIRO	53
FIGURA 6 RIO BUEY - PROYECTOS EL GUAICO Y EL CARMELO	54
FIGURA 7 PLANTA GEOLOGICA - UBICACION DE LOS PROYECTOS ..	55

INTRODUCCION AL ANEXO 1

El objeto del Anexo 1 denominado "Presentación de Proyectos y Geología" es mostrar las características de cada uno de los proyectos cubiertos por el inventario. Estas características se refieren tanto a la información básica disponible, como a los parámetros de diseño utilizados y a algunas dimensiones de las obras.

El término de "cuenca" utilizado para determinar la zona estudiada, corresponde a la cuenca completa en el sentido estricto hidrográfico.

Este anexo incluye un plano general que muestra la localización de los proyectos sobre los ríos estudiados en la zona, los planos con planta general, localización, perfiles y cuadro de características, las correspondientes fichas técnica y geológica para cada proyecto, además en el plano general en escala 1:100.000 se indica la ubicación de algunas pequeñas centrales hidroeléctricas existentes y el proyecto Aguadas identificado por el ESEE. En la Figura 7, se indican los principales accidentes geológicos regionales.

CUENCA DEL RIO ARMA

LOCALIZACION

La cuenca del río Arma está localizada en territorios de Antioquia y Caldas, formando este río parte del límite físico entre los Departamentos. Es afluente del río Cauca en una zona del mismo denominada Cauca Medio. El río Arma tiene una longitud y un área de 93 km y 1950 km² aproximados respectivamente.

SUBCUENCAS ESTUDIADAS

Se estudiaron los ríos San Felix, Perrillo, Sirgua, Tarcara (o quebrada La Floresta), Sonsón, Aures, Buey, Piedras y las quebradas Las Yeguas, Santa Catalina y el río Arma en su cauce principal.

INFORMACION BASICA

Se estudiaron mapas topográficos del IGAC a escala 1:100.000 y 1:25.000 con cubrimiento total, mapas geológicos a escala 1:100.000 e informes geológicos de las planchas 167 y 187 de Ingeominas y en hidrología se utilizó la información de las estaciones hidrometeorológicas del HIMAT y Empresas Públicas instaladas en la zona.

ALTERNATIVAS DE DESARROLLO

El estudio del desarrollo hidroeléctrico de la cuenca del río Arma dió como resultado siete proyectos de alta caída así: los proyectos Encimadas y Cañaveral en el río Arma, el proyecto Sonsón en el río Sonsón, el proyecto Aures en el río Aures, el proyecto El Cairo en la quebrada Las Yeguas, y los proyectos El Guaico y El Carmelo en el río Buey.

Las siguientes son las características básicas de los proyectos de la cuenca del río Arma:

Proyecto	Potencia Instalada (MW)	Energía Media (GWh/año)	Caudal Medio (m ³ /s)	Caída Neta (m)	Longitud de Conducción (m) (1)
Encimadas	70	540	11.6	638	6647
Cañaveral	35	285	13.7	283	3976
Sonsón	25	195	2.7	951	3980 (2)
Aures	30	235	5.0	504	2460
El Cairo	35	270	4.5	877	2120
El Guaico	70	545	8.0	935	4020
El Carmelo	25	205	14.7	193	2450

(1) Incluye túnel y tubería

(2) Incluye la tubería existente y la tubería por construir.

- . Caudal del 95% : 5.5
- . Caudales máximos
 - 1:25 años : 148.0 m³/s
 - 1:10.000 años : 667.0 m³/s

GEOLOGIA

- . Sitios visitados : Zona emplazamiento de: túnel y tubería y sitio casa de máquinas.
- . Sismicidad :
- . Presa :
 - Roca predominante : Cuarzodiorita
 - Permeabilidad : Baja
 - Resistencia :
 - Espesor del material suelto
 - . Junto al río : Menor de 2.0 m
 - . En estribo derecho : Menor de 2.0 m
 - . En estribo izquierdo : Menor de 2.0 m
- . Embalse
 - Estanqueidad : Buena
 - Estabilidad : Buena
 - Erosión/aporte sedimentos : La generación de sedimentos no parece constituir problemas serios para estos proyectos.
- . Disponibilidad de materiales de construcción
 - Arcilla : Si () No (X) Distancia :
 - Arena : Si () No (X) Distancia :
 - Roca : Si (X) No () Distancia :
 - Cascajo : Si () No () Distancia :
- . Presencia de fallas en la roca
 - Si () No (X) 5

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

PRESA

- . Localización y cota cresta : Sobre el río Arma, 2080.0 msnm
- . Tipo : Presa de gravedad en concreto
- . Altura máxima : 20.0 m
- . Volumen : 11000.0 m³

BOCATOMA

- . Tipo : Lateral sumergida
- . Cota : 2070.0 msnm

DESVIACION

- . Tipo : Canal
- . Caudal de diseño : 89.0 m³/s

VERTEDERO

- . Tipo y cota : Libre, 2075.0 msnm
- . Caudal de diseño : 667.0 m³/s

EMBALSE

- . Nivel máximo normal : 2075.0 msnm
- . Caudal medio : 11.6 m³/s
- . Area : 2.9 km²

CONDUCCIONES

- . Túnel de carga
 - Número y longitud : 1/5540.0 m
 - Diámetro : 2.20 m

- . Tuberia de presión
- Tipo : Superficial
- Longitud : 1107.0 m
- Diámetro : 1.60 m

CASA DE MAQUINAS

- . Tipo : Superficial
- . Número de unidades y tipo : 4 Pelton
- . Potencia instalada : 70.0 MW
- . Caudal de diseño : 12.8 m³/s
- . Caída bruta : 685.0 m
- . Caída neta : 638.0 m
- . Cota al eje del distribuidor : 1390.0 msnm

DESCARGA

- . Tipo : Canal
- . Cota del canal : 1387.0 msnm

PLAZO DE CONSTRUCCION : 4 años

PARAMETROS ENERGETICOS

- . Potencia instalada : 70.0 MW
- . Energía media : 540.0 GWh/año
- . Energía firme : 255.0 GWh/año

PARAMETROS ECONOMICOS (Dólares equivalentes a Dic./86)

- . Costo total (10³ US\$) : 69360
- . Costo de instalación (US\$/KW) : 991
- . Costo de energía firme (US\$/KWh) : 0.0393
- . Costo de energía media (US\$/KWh) : 0.0186

- . Caudal del 95% : 6.5 m³/s
- . Caudales máximos
- 1:25 años : 178.0 m³/s
- 1:10.000 años : 826.0 m³/s

GEOLOGIA

- . Sitios visitados : Sitios de: Presa y alineamientos túnel y tubería de presión.
- . Sismicidad :
- . Presa :
- Roca predominante : Esquistos verdes y esquistos cuarzo-sericíticos.
- Permeabilidad : Muy baja
- Resistencia : Alta
- Espesor del material suelto
 - . Junto al río : Muy escaso
 - . En estribo derecho : Menor de 2.0 m
 - . En estribo izquierdo : Menor de 2.0 m
- . Embalse
 - Estanqueidad : Buena
 - Estabilidad : Buena
 - Erosión/aporte sedimentos : La generación de sedimentos no parece constituir problemas serios para estos proyectos.
- . Disponibilidad de materiales de construcción
 - Arcilla : Si () No (X) Distancia :
 - Arena : Si () No () Distancia :
 - Roca : Si (X) No () Distancia : Cerca
 - Cascajo : Si () No () Distancia :
- . Presencia de fallas en la roca
 - Si () No (X) 9

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

PRESA

- . Localización y cota cresta : Sobre río Arma, 1380 msnm
- . Tipo : Presa de gravedad en concreto
- . Altura máxima : 20.0 m
- . Volumen : 14000.0 m³

BOCATOMA

- . Tipo : Toma lateral
- . Cota : 1370.0 msnm

DESVIACION

- . Tipo : Canal
- . Caudal de diseño : 107.0 m³/s

VERTEDERO

- . Tipo y cota : Libre, 1375.0 msnm
- . Caudal de diseño : 826.0 m³/s

EMBALSE

- . Nivel máximo normal : 1375.0 msnm
- . Caudal medio : 13.7 m³/s
- . Area : 2.5 km²

CONDUCCIONES

- . Túnel de carga
 - Número y longitud : 1/3420.0 m
 - Diámetro : 2.20 m

- . Tubería de presión
- Tipo : Superficial
- Longitud : 556.0 m
- Diámetro : 1.70 m

CASA DE MAQUINAS

- . Tipo : Superficial
- . Número de unidades y tipo : 3 Francis
- . Potencia instalada : 35.0 MW
- . Caudal de diseño : 15.1 m³/s
- . Caída bruta : 315.0 m
- . Caída neta : 283.0 m
- . Cota al eje del distribuidor : 1060.0 msnm

DESCARGA

- . Tipo : Canal
- . Cota del canal : 1057.0 msnm

PLAZO DE CONSTRUCCION : 4 años

PARAMETROS ENERGETICOS

- . Potencia instalada : 35.0 MW
- . Energía media : 285.0 GWh/año
- . Energía firme : 135.0 GWh/año

PARAMETROS ECONOMICOS (Dólares equivalentes a Dic./86)

- . Costo total 10³ US\$: 37560
- . Costo de instalación US\$/KW : 1073
- . Costo de energía firme (US\$/KWh): 0.0401
- . Costo de energía media (US\$/KWh): 0.019

PROYECTO HIDROELECTRICO : SONSON

INFORMACION INSTITUCIONAL

- . Nivel y año del informe : Reconocimiento 1987
- . Entidad responsable : ISA

PARAMETROS FISICOS

- . Localización : Depto : Antioquia
 Región : Magdalena - Cauca
 Zona : Cauca
 Cuenca : Río Arma
 Subcuenca : Río Sonsón
 :
- . Clase de Operación : A filo de agua

ACCESO ACTUAL AL AREA DEL PROYECTO : Por carretera que parte del
municipio de Sonsón hacia el Suroeste Antioqueño se tiene acceso
directo al sitio de presa y a las conducciones y casa de máquinas
existente. Por esta carretera también se llega a los proyectos CAÑAVERAL
y ENCIMADAS.

PARAMETROS HIDROLOGICOS

- . Area de la cuenca : 60.1 km²
- . Rendimiento medio : 44.9 l/s/km²
- . Caudal medio : 2.7 m³/s

- . Caudal del 95% : 1.6 m³/s
- . Caudales máximos
 - 1:25 años : 30.0 m³/s
 - 1:10.000 años* : 343 m³/s

GEOLOGIA

- . Sitios visitados : Sitio de presa, casa de máquinas y conducciones.
- . Sismicidad :
- . Presa :
 - Roca predominante : Cuarzodiorita o granodiorita
 - Permeabilidad : Baja
 - Resistencia : Alta
 - Espesor del material suelto : Se desconoce porque existe embalse, sin embargo por observaciones directas, se presume escaso.
 - . Junto al río :
 - . En estribo derecho :
 - . En estribo izquierdo :
- . Embalse
 - Estanqueidad : Buena
 - Estabilidad : Pueden presentarse problemas de estabilidad.
 - Erosión/aporte sedimentos : La generación de sedimentos no parece constituir problemas serios para estos proyectos.
- . Disponibilidad de materiales de construcción
 - Arcilla : Si (X) No () Distancia : Posiblemente cercana
 - Arena : Si () No () Distancia :
 - Roca : Si (X) No () Distancia : Cercana
 - Cascajo : Si () No () Distancia :
- . Presencia de fallas en la roca
 - Si () No (X) 13

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

PRESA *

- . Localización y cota cresta : Sobre el río Sonsón, 2316.00 msnm
- . Tipo : Muro - pantalla de gravedad en concreto
- . Altura máxima (sobre lecho del río) : 11.0 m
- . Volumen : 5000 m³

BOCATOMA *

- . Tipo : Torre parcialmente sumergida con 2 orificios de toma.
- . Cota : 2310,50 msnm

DESVIACION *

- . Tipo y No. : Canal lateral con compuerta radial de regulación y evacuación de fondo.
- . Caudal de diseño : Sin información conocida.

VERTEDERO *

- . Tipo y cota : Sección de azud de cresta libre en el cuerpo de la presa.
- . Caudal de diseño : Información en poder de EADE.

EMBALSE *

- . Nivel máximo normal : Datos en poder de EADE
- . Caudal medio :
- . Area :

CONDUCCIONES

- . Túnel de carga
 - Número y longitud : 1/750 m
 - Diámetro : 1.80 m

- . Tubería de presión
- Tipo : Superficial
- Longitud : *(910.0 m); 2290.0 m por construir
- Diámetro (s) (libras) : *(0.787; 0.737; 0.686; 0.400m); 0.80 m.

CASA DE MAQUINAS

- . Tipo : Superficial
- . Número de unidades y tipo : 2 Pelton
- . Potencia instalada : 25.0 MW
- . Caudal de diseño : 3.0 m³/s
- . Caída bruta : 1070.0 m
- . Caída neta : 951.0 m
- . Cota al eje del distribuidor : 1240.0 msnm

DESCARGA

- . Tipo : Canal
- . Cota del canal : 1237.0 msnm

PLAZO DE CONSTRUCCION : 3 años

PARAMETROS ENERGETICOS

- . Potencia instalada : 25.0 MW
- . Energía media : 195.0 GWh/año
- . Energía firme : 115.0 GWh/año

PARAMETROS ECONOMICOS (Dólares equivalentes a Dic./86)

- . Costo total (10³ US\$) : 15200
- . Costo de instalación(US\$/KW) : 608
- . Costo de energía firme(US\$/KWh) : 0.0183
- . Costo de energía media(US\$/KWh) : 0.0104

- . Caudal del 95% : 3.8 m³/s
- . Caudales máximos
- 1:25 años : 74.0 m³/s
- 1:10.000 años : 275.0 m³/s

GEOLOGIA

- . Sitios visitados : Se observaron desde cierta distancia los sitios de: presa, casa de máquinas y alineamiento de la tubería.
- . Sismicidad :
- . Presa :
- Roca predominante : Esquistos verdes y esquistos cuarzo-sericíticos intercalados.
- Permeabilidad : Baja
- Resistencia : Alta
- Espesor del material suelto
 - . Junto al río : No se conoce
 - . En estribo derecho : No se conoce
 - . En estribo izquierdo : No se conoce
- . Embalse
 - Estanqueidad : Probablemente buena
 - Estabilidad : Puede presentarse inestabilidad en algunas zonas.
 - Erosión/aporte sedimentos : La generación de sedimentos no parece constituir problemas serios para estos proyectos.
- . Disponibilidad de materiales de construcción
 - Arcilla : Si (X) No () Distancia : Cercano
 - Arena : Si () No () Distancia :
 - Roca : Si (X) No () Distancia : Cercano
 - Cascajo : Si () No () Distancia :
- . Presencia de fallas en la roca
 - Si () No (X) 18

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

PRESA

- . Localización y cota cresta : Sobre el río Aures, 1845.0 msnm
- . Tipo : Presa de gravedad en concreto
- . Altura máxima : 20.0 m
- . Volumen : 16000.0 m³

BOCATOMA

- . Tipo : Captación lateral sumergida
- . Cota : 1835.0 msnm

DESVIACION

- . Tipo y No. : Canal
- . Caudal de diseño : 44.0 m³/s

VERTEDERO

- . Tipo y cota : Libre, 1840.0 msnm
- . Caudal de diseño : 275.0 m³/s

EMBALSE

- . Nivel máximo normal : 1840.0 msnm
- . Caudal medio : 6.4 m³/s
- . Area : 2.6 km²

CONDUCCIONES

- . Túnel de carga
 - Número y longitud : 1/1060.0 m
 - Diámetro : 2.0 m

- . Tubería de presión
- Tipo : Superficial
- Longitud : 1400.0 m
- Diámetro : 1.2 m

CASA DE MAQUINAS

- . Tipo : Superficial
- . Número de unidades y tipo : 2 Pelton
- . Potencia instalada : 30.0 MW
- . Caudal de diseño : 7.0 m³/s
- . Caída bruta : 530.0 m
- . Caída neta : 504.0 m
- . Cota al eje del distribuidor : 1310.0 msnm

DESCARGA

- . Tipo : Canal
- . Cota del canal : 1307.0 msnm

PLAZO DE CONSTRUCCION : 3 años

PARAMETROS ENERGETICOS

- . Potencia instalada : 30.0 MW
- . Energía media : 235.0 GWh/año
- . Energía firme : 140.0 GWh/año

PARAMETROS ECONOMICOS (Dólares equivalentes a Dic./86)

- . Costo total (10³ US\$) : 36760
- . Costo de instalación (US\$/KW) : 1225
- . Costo de energía firme (US\$/KWH) : 0.035
- . Costo de energía media (US\$/KWh) : 0.021

PROYECTO HIDROELECTRICO : EL CAIRO

INFORMACION INSTITUCIONAL

- . Nivel y año del informe : Reconocimiento - 1987
- . Entidad responsable : ISA

PARAMETROS FISICOS

- . Localización : Depto : Antioquia
- Región : Magdalena - Cauca
- Zona : Cauca
- Cuenca : Río Arma
- Subcuenca : Quebrada Las Yeguas
- :
- . Clase de Operación : A filo de agua

ACCESO ACTUAL AL AREA DEL PROYECTO : Por la carretera que parte de
Abejorral hacia el noroeste antioqueño se tiene acceso al sitio de
presa y a las conducciones.

PARAMETROS HIDROLOGICOS

- . Area de la cuenca : 78.7 km²
- . Rendimiento medio : 53.4 l/s/km²
- . Caudal medio : 4.2 m³/s

- . Caudal del 95% : 2.1 m³/s
- . Caudales máximos
- 1:25 años : 48.0 m³/s
- 1:10.000 años : 137.0 m³/s

GEOLOGIA

- . Sitios visitados : Se observó el alineamiento de la posible conducción.
- . Sismicidad :
- . Presa :
- Roca predominante : Granodiorita Biotítica
- Permeabilidad : Baja
- Resistencia : Alta
- Espesor del material suelto
 - . Junto al río : Menor de 2.0 m
 - . En estribo derecho : Menor de 2.0 m
 - . En estribo izquierdo : Menor de 2.0 m
- . Embalse
 - Estanqueidad : Buena
 - Estabilidad : Se prevén problemas de estabilidad
 - Erosión/aporte sedimentos : La generación de sedimentos no parece constituir problemas serios para estos proyectos.
- . Disponibilidad de materiales de construcción
 - Arcilla : Si () No () Distancia :
 - Arena : Si () No () Distancia :
 - Roca : Si () No () Distancia :
 - Cascajo : Si () No () Distancia :
- . Presencia de fallas en la roca
 - Si () No (X) 22

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

PRESA

- . Localización y cota cresta : Sobre la Quebrada Las Yeguas, 1803.0 msnm
- . Tipo : Presa de gravedad en concreto
- . Altura máxima : 7.0 m
- . Volumen : 3500.0 m³

BOCATOMA

- . Tipo : Lateral convencional
- . Cota : 1800.0 msnm

DESVIACION

- . Tipo : Canal
- . Caudal de diseño : 29.0 m³/s

VERTEDERO

- . Tipo y cota : Libre
- . Caudal de diseño : 137.0 m³/s

EMBALSE

- . Nivel máximo normal : 1802.0 msnm
- . Caudal medio : 4.2 m³/s
- . Area : 1.0 km²

CONDUCCIONES (1)

- . Túnel de carga
 - Número y longitud :
 - Diámetro :

- . Tubería de presión
- Tipo : Superficial
- Longitud : 2122.0 m
- Diámetro : 1.1 m

CASA DE MAQUINAS

- . Tipo : Superficial
- . Número de unidades y tipo : 2 Pelton
- . Potencia instalada : 35.0 MW
- . Caudal de diseño : 4.6 m³/s
- . Caída bruta : 919.0 m
- . Caída neta : 877.0 m
- . Cota al eje del distribuidor : 880.0 msnm

DESCARGA

- . Tipo : Canal
- . Cota del canal : 877.0 msnm

PLAZO DE CONSTRUCCION : 4 años

PARAMETROS ENERGETICOS

- . Potencia instalada : 35.0 MW
- . Energía media : 270.0 GWh/año
- . Energía firme : 135.0 GWh/año

PARAMETROS ECONOMICOS (Dólares equivalentes a Dic./86)

- . Costo total (10³ US\$) : 31450
- . Costo de instalación (US\$/KW) : 899
- . Costo de energía firme(US\$/KWh): 0.0345
- . Costo de energía media(US\$/KWh): 0.0172

OBSERVACIONES :

(1) La conducción de este proyecto en su primer tramo comprende:

- Un canal de entrada al desarenador con 2 secciones rectangulares,
cada una de ellas con un ancho de 1.50 m y una altura de 2.20 m.

- Un desarenador con un ancho total de 5.0 m, longitud de 26.0 m y
altura variable de 2.30 m al inicio hasta 4.20 m al final del de-
sarenador.

- Un canal de 3000 m de longitud, de 2.0 m de ancho por 1.70 m de pro-
fundidad y sección rectangular.

- . Caudales máximos
- 1:25 años : 80.0 m³/s
- 1:10.000 años : 280.0 m³/s

GEOLOGIA

- . Sitios visitados : Obras civiles correspondientes a la desviación Río Piedras - Río Buey, sitio de descarga y planta de bombeo.
- . Presa :
 - Roca predominante : Granodiorita biotítica
 - Permeabilidad : Probablemente muy baja
 - Resistencia : Alta
 - Espesor del material suelto
 - . Junto al río : No se pudo apreciar
 - . En estribo derecho : No se pudo apreciar
 - . En estribo izquierdo : No se pudo apreciar
- . Embalse
 - Estanqueidad : Aceptable
 - Estabilidad : Buena
 - Erosión/aporte sedimentos :
- . Disponibilidad de materiales de construcción
 - Arcilla : Si (X) No () Distancia :
 - Arena : Si () No () Distancia :
 - Roca : Si (X) No () Distancia :
 - Cascajo : Si () No () Distancia :
- . Presencia de fallas en la roca
Si () No (X)

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

PRESA

- . Localización y cota cresta : Sobre el río Buey, 2053.0 msnm
- . Tipo : Presa de tierra homogénea con filtro colector inclinado.
- . Altura máxima : 26.0 m
- . Volumen : 80.000.0 m³

BOCATOMA (para desviación del río Buey al río Piedras) *

- . Tipo : Lateral, túnel de Ø 2.60 m
área sección 5.8 m²
- . Cota : 2044.00 msnm
El acueducto toma 2 m³/s pero la capacidad es de 8 m³/s.

BOCATOMA (por construir para casa de máquinas)

- . Tipo : Lateral
- . Cota : 2030 msnm

DESVIACION (río Buey a río Piedras) *

- . Tipo : Túnel de desviación y desfogue con torre de compuertas. Area sección 13.8 m², Ø 4 m.
- . Cota : 2033.0 msnm

VERTEDERO

- . Tipo y cota : Caída rápida y deflector en el extremo aguas abajo.
Cota 2045.10 cresta del azud.
- . Caudal de Diseño : Inicial 480 m³/s
final de construcción 720 m³/s

EMBALSE *

- . Nivel máximo normal : 2050.30 msnm
- . Caudal medio Río Buey : 8.0 m³/s (1)
- . Volumen : 145000 m³

CONDUCCIONES

- . Túnel de carga
 - Número y longitud : 1/1640.0 m
 - Diámetro : 2.0 m
- . Tubería de Presión
 - Tipo : Superficial
 - Longitud : 2380.0 m
 - Diámetro : 1.5 m

CASA DE MAQUINAS

- . Tipo : Superficial
- . Número de unidades y tipo : 4 Pelton
- . Potencia instalada : 70.0 MW
- . Caudal de diseño : 8.8 m³/s
- . Caída bruta : 970.0 m
- . Caída neta : 935.0 m
- . Cota al eje del distribuidor : 1060.0 msnm

DESCARGA

- . Tipo : Canal
- . Cota del canal : 1057.0 msnm

PLAZO DE CONSTRUCCION : 4 años

* .Obras existentes
(1) Caudal estimado por ISA

PARAMETROS ENERGETICOS

- . Potencia instalada : 70.0 MW
- . Energía media : 545.0 GWh/año
- . Energía firme : 290.0 GWh/año

PARAMETROS ECONOMICOS (Dólares equivalentes a Dic./86)

- . Costo total (10^3 US\$) : 43990
- . Costo de instalación (US\$/KW) : 628
- . Costo de energía firme(US\$/KWh): 0.0226
- . Costo de energía media(US\$/KWh): 0.0119

OBSERVACIONES :

Las siguientes obras se encuentran construidas y sus datos fueron suministrados por Empresas Públicas de Medellín: Presa, Bocatoma (desviación río Buey al Piedras), Desviación (río Buey al Piedras), Vertedero y Embalse.

- . Caudal del 95% : 6.2 m³/s
- . Caudales máximos
- 1:25 años : 200.0 m³/s
- 1:10.000 años : 950.0 m³/s

GEOLOGIA

- . Sitios visitados : Ninguno
- . Sismicidad :
- . Presa :
- Roca predominante :
- Permeabilidad :
- Resistencia :
- Espesor del material suelto
 - . Junto al río :
 - . En estribo derecho :
 - . En estribo izquierdo :
- . Embalse
 - Estanqueidad :
 - Estabilidad :
 - Erosión/aporte sedimentos : La generación de sedimentos no parece constituir problemas serios para estos proyectos.
- . Disponibilidad de materiales de construcción
 - Arcilla : Si () No () Distancia :
 - Arena : Si () No () Distancia :
 - Roca : Si () No () Distancia :
 - Cascajo : Si () No () Distancia :
- . Presencia de fallas en la roca
 - Si () No ()

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

PRESA

- . Localización y cota cresta : Sobre el río Buey, 1260.0 msnm
- . Tipo : Presa de gravedad en concreto
- . Altura máxima : 22.0 m
- . Volumen : 16500.0 m³

BOCATOMA

- . Tipo : Toma lateral sumergida
- . Cota : 1250.0 msnm

DESVIACION

- . Tipo y No. :
- . Caudal de diseño : 120.0 m³/s

VERTEDERO

- . Tipo y cota : Libre
- . Caudal de diseño : 950.0 m³/s

EMBALSE

- . Nivel máximo normal : 1255.0 msnm
- . Caudal medio : 14.7 m³/s
- . Area :

CONDUCCIONES

- . Túnel de carga
 - Número y longitud : 1/2160.0 m
 - Diámetro : 2.3 m

- . Tubería de presión
- Tipo : Superficial
- Longitud : 290.0 m
- Diámetro : 1.9 m

CASA DE MAQUINAS

- . Tipo : Superficial
- . Número de unidades y tipo : 3 Francis
- . Potencia instalada : 25.0 MW
- . Caudal de diseño : 16.2 m³/s
- . Caída bruta : 205.0 m
- . Caída neta : 193.0 m
- . Cota al eje del distribuidor : 1045.0 msnm

DESCARGA

- . Tipo : Canal
- . Cota del canal : 1042.0 msnm

PLAZO DE CONSTRUCCION : 4 años

PARAMETROS ENERGETICOS

- . Potencia instalada : 25.0 MW
- . Energía media : 205.0 GWh/año
- . Energía firme : 90.0 GWh/año

PARAMETROS ECONOMICOS (Dólares equivalentes a Dic./86)

- . Costo total (10³ US\$) : 32610
- . Costo de instalación (US\$/KW) : 1304
- . Costo de energía firme (US\$/KWh) : 0.052
- . Costo de energía media (US\$/KWh) : 0.0223

FICHAS GEOLOGICAS

FICHA GEOLOGICA

1. IDENTIFICACION

NOMBRE DEL PROYECTO Encimadas

RIO Arma

CUENCA Arma

COORDENADAS GEOGRAFICAS: LATITUD _____

LONGITUD _____

DEPARTAMENTO: Antioq-Caldas MUNICIPIO Sonsón - Aguadas

2. DATOS BASICOS

TIPO DE ROCA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE PRESA Por el conocimiento regional (no se visitó el sitio) se presume constituido por cuarzo-diorita masiva, equigranular, dura y resistente.

ESPESOR ESTIMADO DE LOS MATERIALES QUE CUBREN LA ROCA:

JUNTO AL RIO _____	m	Se presume que todos esos depósitos ocupan un espesor muy
EN ESTRIBO DERECHO _____	m	delgado, por las características topográficas del cañón y pendiente longitudinal del río.
EN ESTRIBO IZQUIERDO _____	m	

PERMEABILIDAD EN EL SITIO DE PRESA Probablemente muy baja.

CARACTERISTICAS DEL LECHO FLUVIAL Se presume lecho angosto con relleno aluvial delgado; flanqueado por estribos en roca sana con taludes muy pendientes.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:

ARCILLA : SI () NO (x)

ARENA : SI () NO (x)

ROCA : SI (x) NO ()

CASCAJO : SI () NO ()

EXISTEN FALLAS QUE AFECTAN EL PROYECTO, EL SITIO DE PRESA O EL EMBALSE?

SI () NO (x)

HACER BREVE DESCRIPCION Topografía muy abrupta caracterizado por cucbillas
alargadas a redondeadas con laderas fuertemente empinadas, constituídas en
parte por cuarzodiorita y también por esquistos verdes. No se preven proble-
mas especiales para emplazamiento de túneles ni para tubería superficial.
No se recomiendan los canales por la alta inclinación de laderas. Es posi-
ble ubicación de casa de máquinas en cercanías de presa del proyecto Cañaveral.

OBSERVACIONES SOBRE AREA DEL EMBALSE Area fuertemente encañonada limitada
por laderas altas muy empinadas, constituídas por cuarzodiorita principal-
mente. Si la roca tiene una cobertura delgada de roca alterada y los depósi-
tos son delgados, como es el espesor, es posible obtener un embalse de
características estables. La permeabilidad, por su parte, debe ser adecuada.

NOTA 1: No es clara la consecución de arena y arcilla en zonas aledañas. Para
enrocado no hay problema.

FICHA GEOLOGICA

1. IDENTIFICACION

NOMBRE DEL PROYECTO Cañaveral

RIO Arma

CUENCA Arma

COORDENADAS GEOGRAFICAS: LATITUD _____

LONGITUD _____

DEPARTAMENTO: Antioquia- MUNICIPIO Sonsón - Aguadas
Caldas

2. DATOS BASICOS

TIPO DE ROCA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE PRESA Esquistos verdes y
esquistos cuarzo-sericíticos de foliación fina, con intercalaciones
de filitas

ESPESOR ESTIMADO DE LOS MATERIALES QUE CUBREN LA ROCA:

JUNTO AL RIO _____ m (muy escasa)

EN ESTRIBO DERECHO _____ m (no mayor de 2 m)

EN ESTRIBO IZQUIERDO _____ m (no mayor de 2 m)

PERMEABILIDAD EN EL SITIO DE PRESA Probablemente muy baja

CARACTERISTICAS DEL LECHO FLUVIAL Río encañonado flanqueado por
laderas muy empinadas. El ancho del río tiene unos 30 m. Existen
guijarros mayores de 20 cm de Ø. Depositación de finos muy escasa.

Al parecer el espesor de los depósitos sobre el lecho del río tiene
menos de 2.0 m.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:

ARCILLA : SI () NO (x)

ARENA : SI () NO ()

ROCA : SI (x) NO () Cerca

CASCAJO : SI () NO ()

(Véase Nota abajo)

EXISTEN FALLAS QUE AFECTAN EL PROYECTO, EL SITIO DE PRESA O EL EMBALSE?

SI () NO (x) Aparentemente no existen fallas que afecten directamente las obras del proyecto, incluido el embalse.

HACER BREVE DESCRIPCION En general la topografía del área es muy abrupta con relieve típicamente montañoso. Sitio de presa adecuado para emplazamiento de estructura en área y/o gravedad. Roca adecuada para desarrollar estructuras subterráneas. Debe evitarse el dejar túneles paralelos a foliación (aprox. N-S/45-W. No es claro emplazamiento de canales por presencia depósitos inconsolidados. Aparentemente no hay dificultades para tubería superficial. Sitio de casa de máquinas no se visitó.

OBSERVACIONES SOBRE AREA DEL EMBALSE Sector de embalse es encañonado. Al parecer depósitos superficiales por ser delgados no representan mayores dificultades para la estabilidad de las laderas. No parecen existir tampoco problemas de permeabilidad.

NOTA : La rapidéz de la visita no permitió evaluar con cierto cuidado el aspecto de los materiales de construcción.

En general : - Enrocado: Se consiguen en forma abundante, en sitios cercanos
- Arcilla : Fuentes cercanas y suficientes no son claras.
- Arena : Igual que anterior.

FICHA GEOLOGICA

1. IDENTIFICACION

NOMBRE DEL PROYECTO Sonsón

RIO Sonsón

CUENCA Arma

COORDENADAS GEOGRAFICAS: LATITUD _____

LONGITUD _____

DEPARTAMENTO: Antioquia MUNICIPIO Sonsón

2. DATOS BASICOS

TIPO DE ROCA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE PRESA Cuarzodiorita a granodiorita. Roca dura y resistente. Masiva y texturalmente homogénea.

ESPESOR ESTIMADO DE LOS MATERIALES QUE CUBREN LA ROCA:

JUNTO AL RIO _____ m (escasa)

EN ESTRIBO DERECHO _____ m (Desconocido)

EN ESTRIBO IZQUIERDO _____ m (Desconocido)

PERMEABILIDAD EN EL SITIO DE PRESA Probablemente muy baja.

CARACTERISTICAS DEL LECHO FLUVIAL Río moderadamente encañonado. Ancho menor de 10 m. Márgenes con laderas bajas y pendiente moderada. Deben existir depósitos de finos en el fondo, tal vez de no más de 2 m de espesor.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:

ARCILLA : SI (X) NO () Posiblemente cercana

ARENA : SI (X) NO ()

ROCA : SI (X) NO () Cercana

CASCAJO : SI () NO ()

(Véase nota abajo)

EXISTEN FALLAS QUE AFECTAN EL PROYECTO, EL SITIO DE PRESA O EL EMBALSE?

SI () NO (X)

HACER BREVE DESCRIPCION Topografía moderada y relieve montañoso hasta sitio de presa. Luego topografía abrupta con río muy encañonado en sector de casa de máquinas. Aquí los taludes de laderas están muy empinados. Se recomienda en principio escoger la alternativa de aguas arriba para eludir un flujo antiguo. De todas maneras debe realizarse un análisis cuidadoso del sitio de casa de máquinas, así como de las laderas aledañas.

OBSERVACIONES SOBRE AREA DEL EMBALSE Se estima que pueden existir problemas de estabilidad en las laderas si éstas contienen suelos residuales espesos como suele ocurrir con este tipo de rocas ígneas. Es importante conocer el comportamiento del embalse con la actual altura de presa, ello serviría como punto de referencia fundamental.

NOTA 1 : Al parecer existe suficiente material de enrocado, lo mismo que arcilla. Se tienen reservas en relación con fuentes de explotación cercanas de arena.

NOTA 2 : No se preven mayores problemas para el emplazamiento de obras subterráneas.

FICHA GEOLOGICA

1. IDENTIFICACION

NOMBRE DEL PROYECTO Aures

RIO Aures

CUENCA Arma

COORDENADAS GEOGRAFICAS: LATITUD _____

LONGITUD _____

DEPARTAMENTO: Antioquia MUNICIPIO _____

2. DATOS BASICOS

TIPO DE ROCA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE PRESA Esquistos verdes y es-
quistos cuarzo-sericiticos intercalados. Roca dura, tabular, con fo-
liación fina hasta gruesa.

ESPESOR ESTIMADO DE LOS MATERIALES QUE CUBREN LA ROCA:

JUNTO AL RIO _____ m No se visitó el sitio de

EN ESTRIBO DERECHO _____ m presa. Solo sus alrede-

EN ESTRIBO IZQUIERDO _____ m dores.

PERMEABILIDAD EN EL SITIO DE PRESA Probablemente baja. Deben verifi-
carse características de diaclasas y foliación.

CARACTERISTICAS DEL LECHO FLUVIAL Río encañonado con laderas de pen-
dientes moderadas, pero en cercanías del lecho son muy pronunciadas.

No se tiene descripción de características del lecho porque únicamente
se observó el río en la parte alta de la cuenca.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:

ARCILLA : SI (X) NO () Cercano
ARENA : SI (?) NO () ?
ROCA : SI (X) NO () Cercano
CASCAJO : SI () NO ()

EXISTEN FALLAS QUE AFECTAN EL PROYECTO, EL SITIO DE PRESA O EL EMBALSE?
SI () NO (X)

HACER BREVE DESCRIPCION Relieve muy abrupto entre el salto del río y sector para casa de máquinas. En apariencia existen depósitos aluviales importantes que dificultarían ubicación de Casa de Máquinas. Túneles y casa de máquinas se deben emplazar por margen izquierda, por razones topográficas. Aquí se tiene roca similar a la del sitio de presa. La foliación tiene sentido contrario a la pendiente natural, lo cual es favorable a la estabilidad de las laderas.

OBSERVACIONES SOBRE AREA DEL EMBALSE En este sector predominan esquistos cuarzo-sericiticos y aluminicos además de filitas; estas rocas han sufrido meteorización profunda la cual puede crear problemas de inestabilidad en la zona de influencia del embalse. Debe realizarse un análisis cuidadoso de este tópico.

NOTA 1: Se observaron fuentes cercanas de arcilla.

El enrocado en principio tampoco parece representar problema. Fuentes de arena son escasas.

NOTA 2: La roca es adecuada para emplazar estructuras subterráneas.

FICHA GEOLOGICA

1. IDENTIFICACION

NOMBRE DEL PROYECTO El Cairo

RIO Quebrada Las Yeguas

CUENCA Río Arma

COORDENADAS GEOGRAFICAS: LATITUD _____

LONGITUD _____

DEPARTAMENTO: Antioquia MUNICIPIO Abejorral

2. DATOS BASICOS

TIPO DE ROCA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE PRESA Granodiorita biotítica, masiva, equigranular (no se visitó el sitio pero se deduce por la observación de rocas aledañas).

ESPESOR ESTIMADO DE LOS MATERIALES QUE CUBREN LA ROCA:

JUNTO AL RIO _____	m	Se piensa que debe ser relativamente escaso el espesor de todos estos depósitos.
EN ESTRIBO DERECHO _____	m	
EN ESTRIBO IZQUIERDO _____	m	

PERMEABILIDAD EN EL SITIO DE PRESA Probablemente muy baja.

CARACTERISTICAS DEL LECHO FLUVIAL Río encañonado, cauce estrecho (unos 30 m). Laderas empinadas. Se estima que los depósitos aluviales en el lecho, de existir deben ser de muy poco espesor. La pendiente longitudinal mas o menos alta.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: (Véase Nota 1)

ARCILLA : SI () NO ()

ARENA : SI () NO ()

ROCA : SI () NO ()

CASCAJO : SI () NO ()

EXISTEN FALLAS QUE AFECTAN EL PROYECTO, EL SITIO DE PRESA O EL EMBALSE?

SI () NO (X)

HACER BREVE DESCRIPCION Superficialmente la roca está muy descompuesta.

Para la colocación de la tubería superficial, en principio no se preven

problemas. No se logró inspeccionar sitio para ubicación de casa de má-

quinas.

OBSERVACIONES SOBRE AREA DEL EMBALSE Quedará en una zona encañonada flan-

queado por laderas abruptas de alturas moderadas. Se preven ciertos proble-

mas de estabilidad en la granodiorita sobre todo si persiste la alteración

de la roca. También en sectores más altos cuando el embalse podría entrar

en contacto con rocas alteradas de origen metamórfico (neis intrusivo). La

permeabilidad parece adecuada.

NOTA 1: Este aspecto no se verificó a detalle pero conociendo el marco

geológico-geomorfológico del proyecto, se puede decir que fuentes

de arena no son fáciles de conseguir pero si de arcilla y enrocado.

FICHA GEOLOGICA

1. IDENTIFICACION

NOMBRE DEL PROYECTO El Guaico

RIO Buey

CUENCA Río Arma

COORDENADAS GEOGRAFICAS: LATITUD _____

LONGITUD _____

DEPARTAMENTO: Antioquia MUNICIPIO _____

2. DATOS BASICOS

TIPO DE ROCA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE PRESA Granodiorita bio-
títica, sana, moderadamente fracturada, dura y resistente.

ESPESOR ESTIMADO DE LOS MATERIALES QUE CUBREN LA ROCA:

JUNTO AL RIO _____ m Este sector se encuentra em-

EN ESTRIBO DERECHO _____ m balsado por la obra de des-

EN ESTRIBO IZQUIERDO _____ m viación del río Buey.

PERMEABILIDAD EN EL SITIO DE PRESA Probablemente muy baja.

CARACTERISTICAS DEL LECHO FLUVIAL No fue posible la observación
directa. Se presenta un cauce moderadamente estrecho limitado por
laderas empinadas pero de altura relativamente baja. No es posible
estimar espesores de los depósitos aluviales.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: (Véase Nota 1)

ARCILLA : SI (X) NO ()

ARENA : SI () NO ()

ROCA : SI (X) NO ()

CASCAJO : SI () NO ()

EXISTEN FALLAS QUE AFECTAN EL PROYECTO, EL SITIO DE PRESA O EL EMBALSE?

SI () NO (X)

HACER BREVE DESCRIPCION Area montañosa, con topografía abrupta. El emplazamiento de túneles atravesaría rocas migmatíticas (rocas metamórficas de alto grado mezcladas) probablemente de fracturamiento moderado hasta alto. La topografía favorece la posibilidad de ejecutar canales, pero geológicamente ello no es claro por la presencia aparente de depósitos inconsolidados de espesor elevado. la ubicación de la tubería no parece implicar problemas. No se identificó el sitio para casa de máquinas.

OBSERVACIONES SOBRE AREA DEL EMBALSE El embalse se emplazará sobre diversos tipos de roca, la mayoría de origen metamórfico. Atendiendo a la topografía abrupta y a los tipo de roca presente, es posible que no haya dificultades mayores para la estabilidad. La impermeabilidad que parece adecuada.

NOTA 1 : Se considera que este proyecto cuenta con muy buenos antecedentes como es la obra de desviación del río Buey. Así que la disponibilidad de materiales, problemas constructivos en los túneles (que atraviesan rocas comunes), comportamiento del embalse, etc, pueden identificarse apropiadamente mediante las experiencias obtenidas en aquellas construcciones.

FICHA GEOLOGICA

1. IDENTIFICACION

NOMBRE DEL PROYECTO El Carmelo

RIO Buey

CUENCA Río Arma

COORDENADAS GEOGRAFICAS: LATITUD _____

LONGITUD _____

DEPARTAMENTO: Antioquia MUNICIPIO _____

2. DATOS BASICOS

TIPO DE ROCA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE PRESA Este proyecto no se pudo visitar por falta de tiempo.

ESPESOR ESTIMADO DE LOS MATERIALES QUE CUBREN LA ROCA:

JUNTO AL RIO _____ m desconocido

EN ESTRIBO DERECHO _____ m desconocido

EN ESTRIBO IZQUIERDO _____ m desconocido

PERMEABILIDAD EN EL SITIO DE PRESA Desconocida

CARACTERISTICAS DEL LECHO FLUVIAL Desconocidas

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:

ARCILLA : SI () NO ()

ARENA : SI () NO ()

ROCA : SI () NO ()

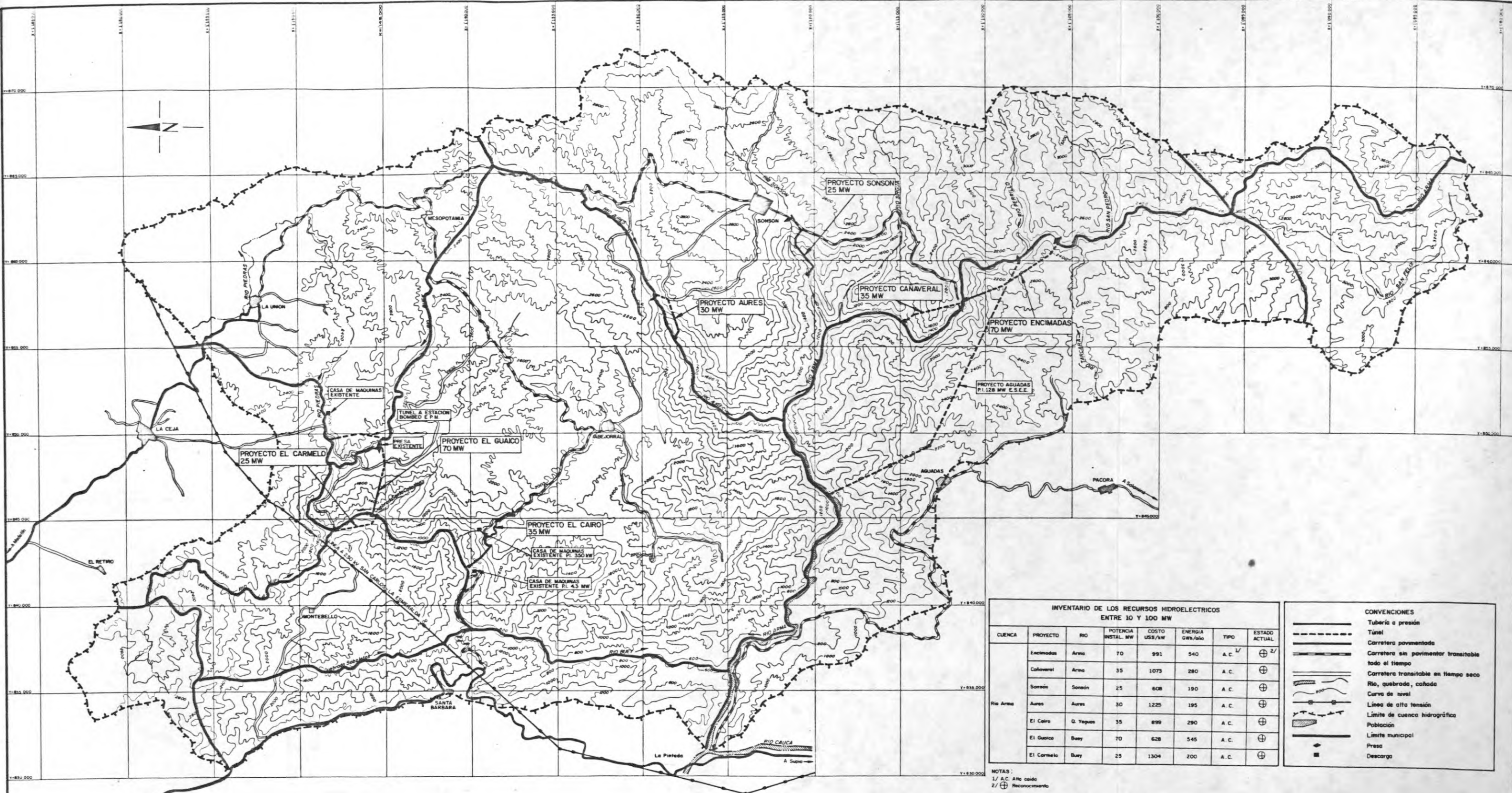
CASCAJO : SI () NO ()

EXISTEN FALLAS QUE AFECTAN EL PROYECTO, EL SITIO DE PRESA O EL EMBALSE?

SI () NO ()

HACER BREVE DESCRIPCION Area montañosa, taludes naturales muy pendientes, ríos encañonados, cauces estrechos. Predominan migmatitas (rocas metamórficas de alto grado mezcladas).

OBSERVACIONES SOBRE AREA DEL EMBALSE _____



**INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDROELECTRICOS
ENTRE 10 Y 100 MW**

CUENCA	PROYECTO	RIO	POTENCIA INSTAL. MW	COSTO US\$/kW	ENERGIA GWh/año	TIPO	ESTADO ACTUAL
Rio Arma	Encimadas	Arma	70	991	540	A. C. 1/	⊕ 2/
	Canaveral	Arma	35	1073	280	A. C.	⊕
	Sonson	Sonson	25	608	190	A. C.	⊕
	Aures	Aures	30	1225	195	A. C.	⊕
	El Cairo	Q. Yeguas	35	899	290	A. C.	⊕
	El Guaiaco	Buey	70	628	545	A. C.	⊕
	El Carmelo	Buey	25	1304	200	A. C.	⊕

- CONVENCIONES**
- Tubería a presión
 - - - Túnel
 - Carretera pavimentada
 - Carretera sin pavimentar transitable todo el tiempo
 - Carretera transitable en tiempo seco
 - Río, quebrada, cañada
 - Curva de nivel
 - Línea de alta tensión
 - Límite de cuenca hidrográfica
 - Población
 - Límite municipal
 - Presa
 - Descarga

NOTAS:
1/ A.C. Año caído
2/ ⊕ Reconocimiento

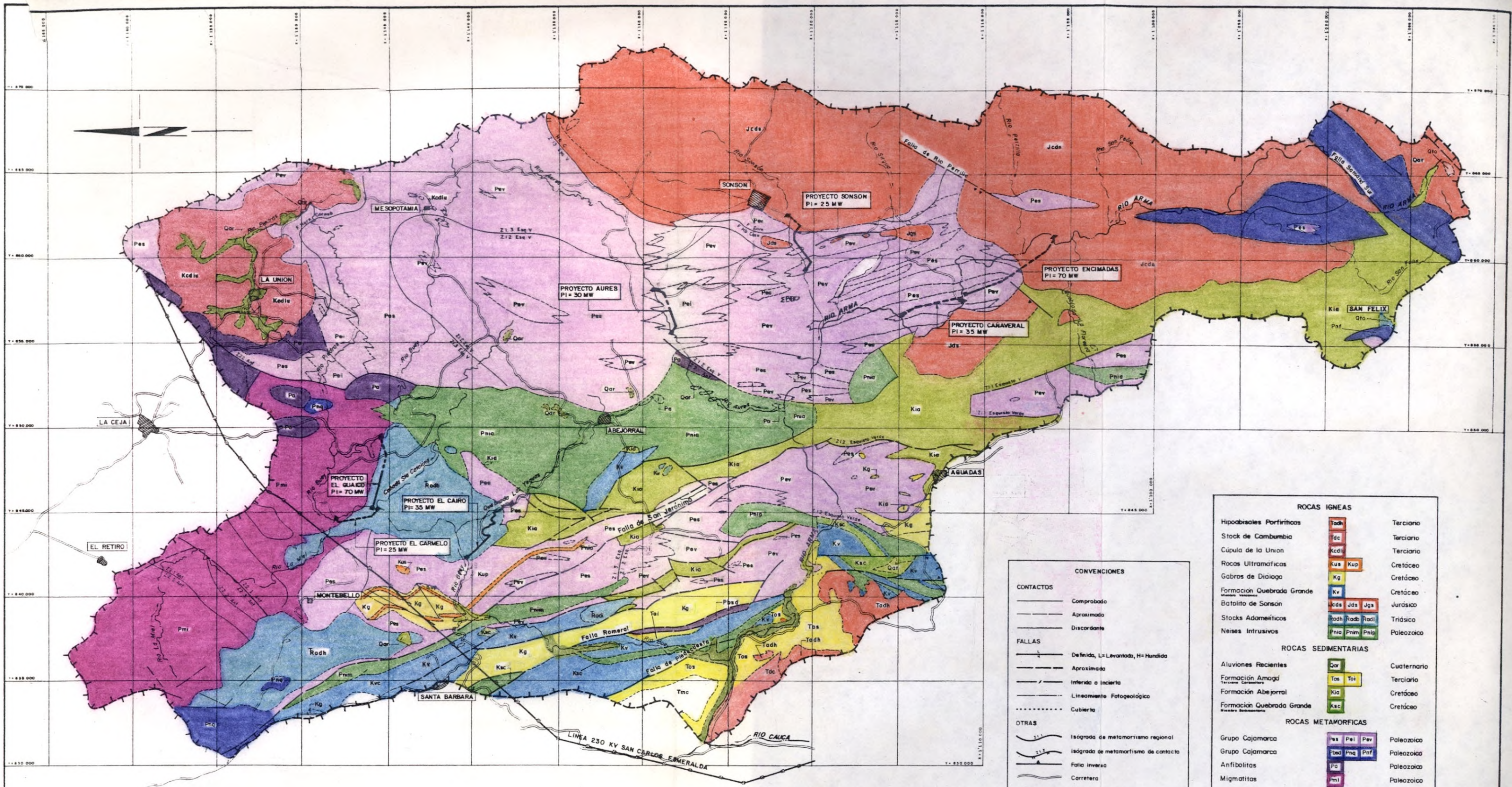
ESCALA 1:200 000



PLANTA GENERAL

ISA Interconexión Eléctrica S. A.
INVENTARIO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS
ENTRE 10 Y 100 MW

CUENCA PILOTO RIO ARMA
PLANTA GENERAL - UBICACION DE LOS PROYECTOS



NOTA.
Este mapa fue extractado de las planchas 167 y 187 elaboradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras

PLANTA GEOLOGICA

ESCALA 1:100,000
0 10 20 30 40 50 60 km

CONVENCIONES	
CONTACTOS	
	Comprobado
	Aproximado
	Discordante
FALLAS	
	Definida, L= Levantada, H= Hundida
	Aproximada
	Interrumpida o incierta
	Lineamiento Fotogeológico
	Cubierta
OTRAS	
	Isógrafa de metamorfismo regional
	Isógrafa de metamorfismo de contacto
	Falla inversa
	Carretera
	Tubería a presión
	Túnel
	Rio, quebrada, cañada
	Línea de alta tensión
	Límite de cuenca hidrográfica
	Población
	Presa
	Descarga

ROCAS IGNEAS		
Hipobasales Porfíricas	Jcds	Terciario
Stock de Combumbia	Jcds	Terciario
Cúpula de la Unión	Kcdli	Terciario
Rocas Ultramáficas	Kus Kup	Cretáceo
Gabros de Didiago	Kg	Cretáceo
Formación Quebrada Grande	Kv	Cretáceo
Batolito de Sonson	Jcds Jds Jgs	Jurásico
Stocks Adaméuticos	Radh Radb Radl	Triásico
Neises Intrusivos	Pnia Pnim Pnlp	Paleozoico
ROCAS SEDIMENTARIAS		
Aluviones Recientes	Qar	Cuaternario
Formación Amagá	Tas Tol	Terciario
Formación Abejorral	Kia	Cretáceo
Formación Quebrada Grande	Ksc	Cretáceo
ROCAS METAMORFICAS		
Grupo Cajamarca	Pes Pel Pev	Paleozoico
Grupo Cajamarca	Psd Pnd Pnf	Paleozoico
Anfibolitas	Pa	Paleozoico
Migmatitas	Pmi	Paleozoico

ISA Interconexión Eléctrica S. A.
INVENTARIO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS ENTRE 10 Y 100 MW
CUENCA PILOTO RIO ARMA
PLANTA GEOLOGICA - UBICACION DE LOS PROYECTOS
 FECHA SEPTIEMBRE - 1987 FIGURA 7

Cuenca piloto del río Arma : Inventario de
proyectos hidroeléctricos entre 10 y 100 MW
Intercoración Eléctrica S.A.

333.914 I611c Ej. 1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA PEDIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO