Usuario Pago: LGIRALDO

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

NIT 901537748

COMPROBANTE DE EGRESO NÚMERO : 2026-00006

Fecha de Pago: 22-01-2026 Estado: PAGADO

PAGADO A: SAS GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITEC ,Ic: 901343133

DESCRIPCIÓN: PAGO ACTA NRO 01 Y FINAL DEL CONTRATO CD-002-2025 ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

Otros:

Tipo Pago: PGNOR Doc. Rel. : GICC-5646

Vlr Bruto: 48,555,474.00 Vlr Deduc.: 6,548,868.00 Vlr Amortiz.: 0.00 Valor Neto: 42,006,606.00

DETALLE DE LOS BANCOS

	Banco	Nro Cuenta	Nro. Cheque	Beneficiario	Valor
1	BANCOLOMBIA CT 08	334-000007-08	TRANSFERENCIAS	SAS GRUPO INGENIEROS CIVILES, C	$42,006,606.00
				Total.	$42,006,606.00

DETALLE DE LAS DEDUCCIONES

Descripción		Vlr. Base	Valor	Descripción		Vlr. Base	Valor
RETENCION DE MA	10	$47,752,555	$1,162,383	RETEICA COCORNÁ	0.4	$40,802,919	$307,220
ADULTO MAYOR COCORNA	4	$40,802,919	$1,632,117	PRODUCTURA COCORNA	1.5	$40,802,919	$612,044
PRODEPORTE COCORNA	1.8	$40,802,919	$734,453	PARTICIPTAL COCORNA	1	$40,802,919	$408,029
PROMATICIA FAMILIAR COCORNA	2	$40,802,919	$816,058	CONSULTORIA DE OBRA PUBLICA	2	$40,802,919	$816,058
TOTAL Deducibles:			$6,548,868.00	TOTAL no Deducibles:			$0.00

ANNOY MILENA URIBE GIRO
GERENTE GENERAL

LINA MARCELA GIRALDO
AUXILIAR CONTABLE

Usuario Orden: LGIRALDO

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

NIT 901537748

ORDEN DE PAGO NÚMERO : 2026-6

Fecha/Estado

22/01/2026 ORDENAI

Comprobante: 03 : CAUSACION ORDENES DE PAGO

TIPO PAGO: Otros Pagos CONTRATO: CD 030 2025

PAGADO A: SAS GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITEC ,Id: 901340133

DESCRIPCIÓN: PAGO ACTA NRO 01 Y FINAL DEL CONTRATO CD-030-2025 ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNA

Doc. Rel. : GICC-5045

Vlr Bruto: 49,555,474.00 Vlr Deduc.: 6,548,868.00 Vlr Amortiz.: 0.00 Valor Neto: 42,006,606.00

REGISTRO PRESUPUESTAL

#Reserva CDP	# CRP	Fondo	Depen.	Código	Descripción	Vlr. x Código
2025265	2026-79	01	02	2.4.5.02.00.04.19	CD-030-2025 COCORNA, CONSULTORIA PTAP	$49,555,474.00

TOTAL: $49,555,474.00

DETALLE DE LAS DEDUCCIONES

Descripción		Vlr. Base	Valor	Descripción		Vlr. Base	Valor
RETENCION DE IVA	15	$7,762,569	$1,162,883	ESTAMPILLA COCORNA	0.9	$40,802,919	$367,226
AUDITORIA MAYOR COCORNA	4	$40,802,919	$1,632,117	PROCULTURA COCORNA	1.5	$40,802,919	$612,044
PRODEPORTE COCORNA	1.8	$40,802,919	$734,453	PROHOSPITAL COCORNA	1	$40,802,919	$408,029
PROJUSTICIA FAMILIAR COCORNA	2	$40,802,919	$816,058	CONSULTORIA DE OBRA PUBLICA	2	$40,802,919	$816,058

TOTAL Deducibles: $6,548,868.00 TOTAL no Deducibles: $0.00

ANNGY MILENA URIBE CIRO
GERENTE GENERAL

Lina Giraldo
LINA MARCELA GIRALDO
AUXILIAR CONTABLE

DIAN

FACTURA ELECTRÓNICA DE VENTA

DIAN

Representación Gráfica

Datos del Documento

Código Único de Factura - CUFE :
6ef00150241c542b0246f69e1fd17a667b38018d36c488f924b4459909 1ad7ec52e4f2253a4b0f96e1f0dc3d0e53146 1c

Número de Factura: GEC-5046
Fecha de Emisión: 23/10/2025
Fecha de Vencimiento: 24/10/2025
Tipo de Operación: 10 - Estándar

Forma de pago: Crédito
Medio de Pago: Instrumento no definido
Orden de pedido:
Fecha de orden de pedido

Datos del Emisor / Vendedor

Razón Social: GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
Nombre Comercial: GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
Nit del Emisor: 901340132
Tipo de Contribuyente: Persona Jurídica
Régimen Fiscal: R-99-PN
Responsabilidad tributaria: 01 - IVA
Actividad Económica: 7112

País: Colombia
Departamento: Antioquia
Municipio / Ciudad: Bello
Dirección: CR 53 23 [illegible] 23
Teléfono / Móvil: 3112754809
Correo: yemosva@hotmail.com

Datos del Adquiriente / Comprador

Nombre o Razón Social: EMPRESA AUTONOMA DE ELECTRICIDAD
Tipo de Documento: NIT
Número Documento: 901537748
Tipo de Contribuyente: Persona Jurídica
Régimen Fiscal: R-99-PN
Responsabilidad tributaria: 01 - IVA

País: Colombia
Departamento: Antioquia
Municipio / Ciudad: Peñol
Dirección: CR 17 40 EN LA MOJARRERA
Teléfono / Móvil: 3105463132
Correo: [illegible]

Detalle de Productos

Nro.	Código	Descripción	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Descuento detalle	Recargo detalle	IVA	%	INC	%	Precio unitario de venta
1	210000	Contratación para la elaboración de estudios y diseños para ampliación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Concordia Contrato N°GEC-[illegible] 025	KGM	1,00	$ [illegible]	$ 0,00	$ 0,00	$ 2.755.564,07	19,00		2	$ [illegible]

Notas Finales

Línea de negocio:

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340132-6

Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 257263 Ant.

Fecha: Día: 14 Mes: 10 Año: 2025

Datos Totales



Documento generado el: 23/10/2025 10:57:00
Documento validado por la DIAN: -
23/10/2025 10:57:00
XML Generado por: Solución Gratuita DIAN 800197268
PDF Generado por: -
Solución Gratuita DIAN 800197268

MONEDA	COP
TASA DE CAMBIO	0

Subtotal	40802519,33
Descuento detalle	0,00
Recargo detalle	0,00
Total bruto factura	40802519,33
IVA	7752554,67
INC	0,00
Bolsa	0,00
Otros impuestos	0
Total impuesto (=)	7752554,67
Total neto factura (=)	48555474
Descuento Global (-)	0,00
Recargo Global (+)	0,00
Total factura (=)	COP $ $ 48555474

Valores informativos

ANTICIPOS	
Anticipos	0

RETENCIONES	
Rete fuente	0,00
Rete IVA	0,00
Rete ICA	0,00

MONEDA	COP
TASA DE CAMBIO	

Subtotal	40.802.519,33
Descuento detalle	0,00
Recargo detalle	0,00
Total bruto factura	40.802.519,33
IVA	7.752.554,67
INC	0,00
Bolsa	0,00
Otros impuestos	0,00
Total impuesto (=)	7.752.554,67
Total neto factura (=)	48.555.474,00
Descuento Global (-)	0,00
Recargo Global (+)	0,00
Total factura (=)	COP $ $ 48.555.474,00

Valores informativos

ANTICIPOS	
Anticipos	0,00

RETENCIONES	
Rete fuente	0,00
Rete IVA	0,00
Rete ICA	0,00

Numero de Autorizacion: 18764086208624 Rango desde: 908 Rango hasta: 5700 Vigente al: 2025-12-24

GRUPO INGENIEROS CIVILES,
CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8

Edison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287258 Ant.

Fecha: Dia: 24 Mes: 10 Año: 2025

Bancolombia

NIT. 890 903 938-8

Empresa: EASP
NIT: 001537745
Tipo de pago: PAGO A PROVEEDORES

Nombre del pago: PTARCONSUL
Secuencia: si
Número de cuenta a debitar: 33400000706

Fecha: 02-02-2026 Hora: 13:40:23
Fecha de Generación: 02-02-2026

Fecha de envío del pago: 26-01-2026
Fecha para Procesar el pago: 26-01-2026

Impreso por: JGIRALdo12

Total Registros del Lote: 1	Registros Procesados: 1	Registros Rechazados: 0	Registros Pendientes: 0
Valor Total del Pago: $42,006,606.00	Valor Registros Procesados: $42,006,606.00	Valor Registros Rechazados: $0.00	Valor Registros Pendientes: $0.00

NUMERO DE CUENTA	TIPO DE CUENTA	DOCUMENTO BENEFICIARIO	NOMBRE BENEFICIARIO	VALOR	ENTIDAD	ESTADO	FECHA APLICACION
00000100660764838	Ahorros	901360336	GRUPOS INGENIEROS	42,006,606.00	BANCO DAVIVIENDA	PAGO EXITOSO Y ABONADO EN CUENTA DE OTRO BANCO	26-01-2026

INFORME DE SUPERVISIÓN
CONTRATACIONES DIRECTAS
EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL - EAEP

1. INFORMACIÓN GENERAL

NO. DE CONTRATO	CD-030-2025
CONTRATISTA:	GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT O CÉDULA:	901.340.133-8
OBJETO:	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ.
VALOR:	CUARENTA Y OCHO MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS M/L ($48.555.474) IVA INCLUIDO Y DEMÁS IMPUESTOS Y RETENCIONES.
PLAZO INICIAL:	DOS (02) MESES, CONTADOS A PARTIR DE LA SUSCRIPCIÓN DEL ACTA DE INICIO, SIN SUPERAR VIGENCIA FISCAL, NI LA FECHA DE TERMINACIÓN DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO CIA-030-2025 SUSCRITO ENTRE EL MUNICIPIO DE COCORNÁ ANTIOQUIA Y LA EAEP, LO QUE OCURRA PRIMERO.
FECHA DE INICIO:	07 DE JULIO DE 2025.
FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL:	20 DE AGOSTO DE 2025.
MODIFICACIONES CONTRACTUALES – AMPLIACIONES EN PLAZO O ADICIÓN DE RECURSOS:	**OTROSÍ NRO 1 DEL 20 DE AGOSTO DE 2025:** • PRORROGA DE UN (1) MES.
FECHA DE TERMINACIÓN DESPUÉS DE OTROSÍ NRO 1:	20 DE SEPTIEMBRE 2025.
SUPERVISOR:	BRAHIAN GÓMEZ VALLEJO – INGENIERO CIVIL DE LA EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL

2. ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO

Seguimiento al cumplimiento del objeto y alcance del contrato:

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

Como antecedente de este proceso, se tiene el Contrato Interadministrativo No. CI-015-2025, suscrito con el Municipio de Cocorná (Antioquia) el día 22 de abril de 2025, y cuyo objeto es "*ADMINISTRACIÓN DELEGADA DE RECURSOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS VÍAS URBANAS DEL SECTOR NOCHES DE PAZ; SECTOR OSSMAN ROBERTO, VARIANTE COCORNÁ – LA CHONTA; CALLE 22 ENTRE LA CARRERA 22 Y LA CARRERA 20, CARRERA 20 ENTRE CALLE 22 Y CALLE 21; VÍA COCORNÁ – LA CHONTA DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ*".

Por lo anterior, y de acuerdo con el alcance del contrato CD-024-2025, se verificó el cumplimento de cada una de las actividades de la consultoría, durante el periodo del 07 de julio al 20 de septiembre de 2025, así:

1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Municipio de Cocorná



IMAGEN 1: UBICACIÓN DE LA OBRA – GOOGLE MAPS, **6°03'42.9"N - 75°11'13.4"W**

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las principales actividades u obras a ejecutar son las siguientes:

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO DETALLADO DE LA ZONA DEL PROYECTO AMARRES GEODÉSICO DATUM 3116 O ÚNICO NACIONAL
2	DIAGNOSTICO PATOLÓGICO DE LA PLANTA ACTUAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE ESTRUCTURAS AMBIENTALES NRS-10
3	DIAGNOSTICO HIDRÁULICO DE LA PLANTA ACTUAL (VERIFICAR CUMPLIMIENTO DE GRADIENTES, VELOCIDADES, ZONAS MUERTAS Y RECIRCULACIÓN RES 0799-2021; 0330-2017
4	ESTUDIO DE SUELOS (3 PERFORACIONES)
5	DISEÑO HIDRÁULICO (OPTIMIZACIÓN O PLANTA NUEVA)
6	DISEÑO ESTRUCTURAL (DE ACUERDO A DIAGNÓSTICOS)
7	PRESUPUESTOS, PROGRAMACIÓN, FLUJOS DE FONDOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, MANUAL DE OPERACIÓN

Tabla No. 1 – Actividades a ejecutar

3. PERSONAL:

A continuación, se describe el desarrollo de la parte administrativa del contrato a la fecha de evaluación.

PERSONAL POR PARTE DEL CONTRATISTA DE CONSULTORÍA.

NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
Cesar Camilo Cifuentes Marin	Ingeniero Civil Tecnologo en topografia
Ovidio Hurtado Mosquera	Ingeniero Civil Especialista En Ingeniera de Recursos Hídricos
Yeison Ausberto Mosquera Valencia	Ingeniero Civil Especialista En Ingeniera de Recursos Hídricos Especialista en Gestión del Riesgo de Desastres
Laura Sabina Vahos	Ingeniera Geóloga Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes Especialista en Sistemas de Información Geográfica
Uber Giraldo Álvarez	Ingeniero Civil

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
	Especialista en Análisis y Diseño de Estructuras
Roger Urbano	Ingeniero Civil

Tabla No. 2– Personal de la consultoría.

PERSONAL POR PARTE DE LA SUPERVISIÓN.

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO
Anngy Milena Uribe Ciro	Gerente
Brahian Gómez Vallejo	Ingeniero Civil

Tabla No. 3 – Personal de la Supervisión

4. SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES

La supervisión realizo verificación de la afiliación del personal administrativo de interventoría, la revisión del contrato y las afiliaciones a salud, pensión y riesgos laborales, se encuentran en el informe del contratista de interventoría.

5. ACTIVIDADES EJECUTADAS

Las vías de estudio se encuentran localizada en zona urbana del municipio de Cocorná, para el periodo informado se relacionan los siguientes estudios y diseños:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO DETALLADO DE LA ZONA DEL PROYECTO AMARRES GEODÉSICO DATUM 3116 O ÚNICO NACIONAL	GB	1
2	DIAGNOSTICO PATOLÓGICO DE LA PLANTA ACTUAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE ESTRUCTURAS AMBIENTALES NRS-10	GB	1
3	DIAGNOSTICO HIDRÁULICO DE LA PLANTA ACTUAL (VERIFICAR CUMPLIMIENTO DE GRADIENTES, VELOCIDADES, ZONAS MUERTAS Y RECIRCULACIÓN RES 0799-2021; 0330-2017	GB	1
4	ESTUDIO DE SUELOS (3 PERFORACIONES)	GB	1
5	DISEÑO HIDRÁULICO (OPTIMIZACIÓN O PLANTA NUEVA)	GB	1
6	DISEÑO ESTRUCTURAL (DE ACUERDO A DIAGNÓSTICOS)	GB	1
7	PRESUPUESTOS, PROGRAMACIÓN, FLUJOS DE FONDOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, MANUAL DE OPERACIÓN	GB	1

Tabla No. 4 – Actividades ejecutadas.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

5.1. LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO:

Para el desarrollo del presente levantamiento altiplanimetrico, se tiene como referente la normativa contemplada por Uso de Suelo Urbano del Municipio de Cocorná, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto Nacional de Vías e Instituto Colombiano de Desarrollo Urbano.

El contratista, inició la ejecución de las labores de campo, contando con los equipos y personal idóneo durante la ejecución de estas actividades.

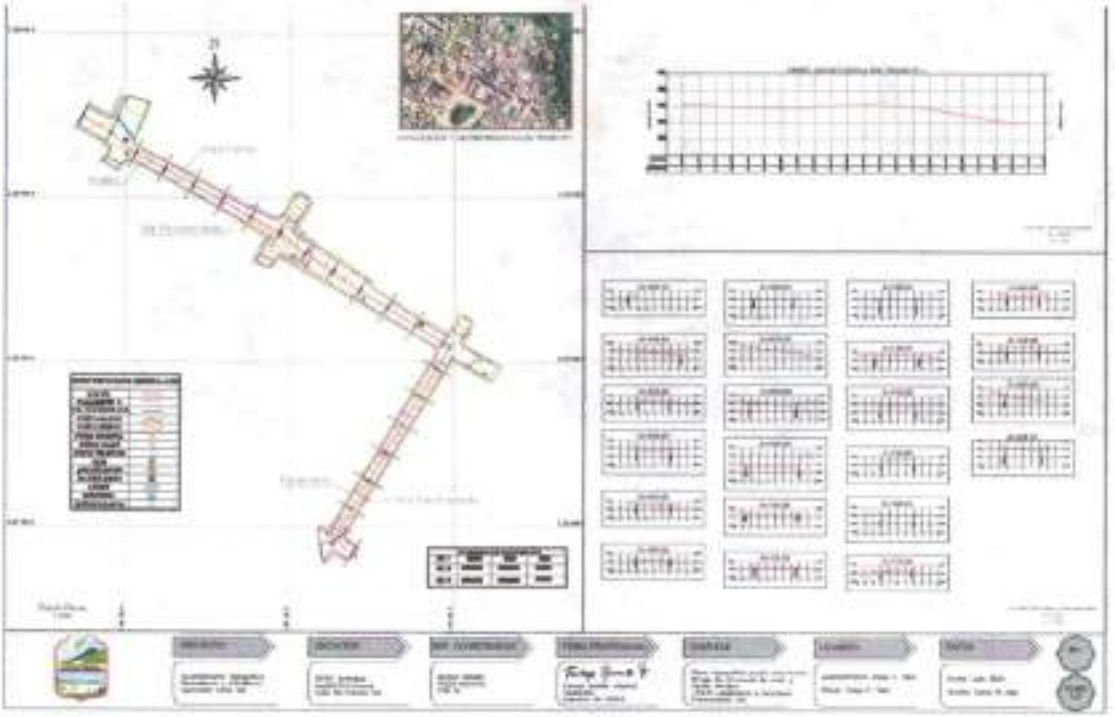


IMAGEN 2: PLANO LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO.

5.2. DIAGNOSTICO PATOLÓGICO:

Se realizó un diagnóstico patológico estructural de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y sus tanques de almacenamiento en el municipio de Cocorná, mediante ensayos no destructivos de esclerometría, con el fin de estimar la resistencia a la compresión del concreto existente y evaluar su estado estructural. Los resultados evidencian una alta variabilidad en la resistencia del concreto, identificándose que aproximadamente el 57,89 % de los elementos evaluados no cumple con la resistencia mínima exigida por la NSR-10 para estructuras ambientales. Considerando la antigüedad de la infraestructura (≈40 años), las condiciones ambientales agresivas y el riesgo de

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

deterioro progresivo y corrosión de armaduras, se concluye que la estructura presenta limitaciones significativas para su repotenciación, recomendándose la demolición de la PTAP existente y el diseño y construcción de una nueva infraestructura que cumpla con los requisitos normativos, de durabilidad y vida útil establecidos.



IMAGEN 3: TOMA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE ESCLEROMETRÍA.

5.3. DIAGNOSTICO HIDRÁULICO:

El diagnóstico hidráulico permitió evaluar el estado general y la capacidad operativa de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del municipio de Cocorná frente a las necesidades actuales y futuras del servicio. El análisis evidenció limitaciones en la infraestructura existente asociadas a su antigüedad y a deficiencias funcionales en varios de sus procesos, lo que afecta la eficiencia y confiabilidad del sistema. Con base en los resultados, se concluye que la alternativa más conveniente es la implementación de una nueva PTAP que garantice el cumplimiento normativo, la continuidad del servicio y la adecuada atención de la demanda proyectada.

5.4. ESTUDIO DE SUELOS:

El estudio geotécnico permitió evaluar las condiciones del subsuelo en el área destinada a la construcción de la nueva infraestructura de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del municipio de Cocorná. A partir de exploraciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis geológico–geomorfológicos, se determinó que el terreno presenta condiciones favorables de estabilidad y capacidad portante para el desarrollo del proyecto.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

Con base en los resultados obtenidos, se definieron criterios generales de cimentación y recomendaciones constructivas que garantizan la seguridad, estabilidad y adecuado desempeño de las estructuras proyectadas, en concordancia con la normatividad sismorresistente vigente.



IMAGEN 3: EJECUCIÓN DE PERFORACIONES

5.5. DISEÑO HIDRÁULICO:

El diseño hidráulico para la optimización de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del municipio de Cocorná, se ejecutó con el propósito de garantizar el abastecimiento de agua potable en condiciones adecuadas de calidad y continuidad para la población actual y futura. El proyecto se desarrolla bajo la normativa vigente del sector y considera un horizonte de planeación de largo plazo.

A partir del diagnóstico de la infraestructura existente, se identificaron limitaciones operativas que afectan la capacidad y eficiencia del sistema, por lo cual se plantea una solución integral mediante el diseño de una planta de tratamiento de tipo convencional, modular y ajustada a las condiciones del sitio. El diseño contempla todas las etapas del proceso de potabilización, desde la captación y el tratamiento hasta el almacenamiento final.

La propuesta técnica busca mejorar el desempeño hidráulico y operativo de la planta, optimizar el uso de la infraestructura disponible y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad del agua potable, contribuyendo así a la sostenibilidad del servicio de acueducto y al bienestar de la comunidad.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

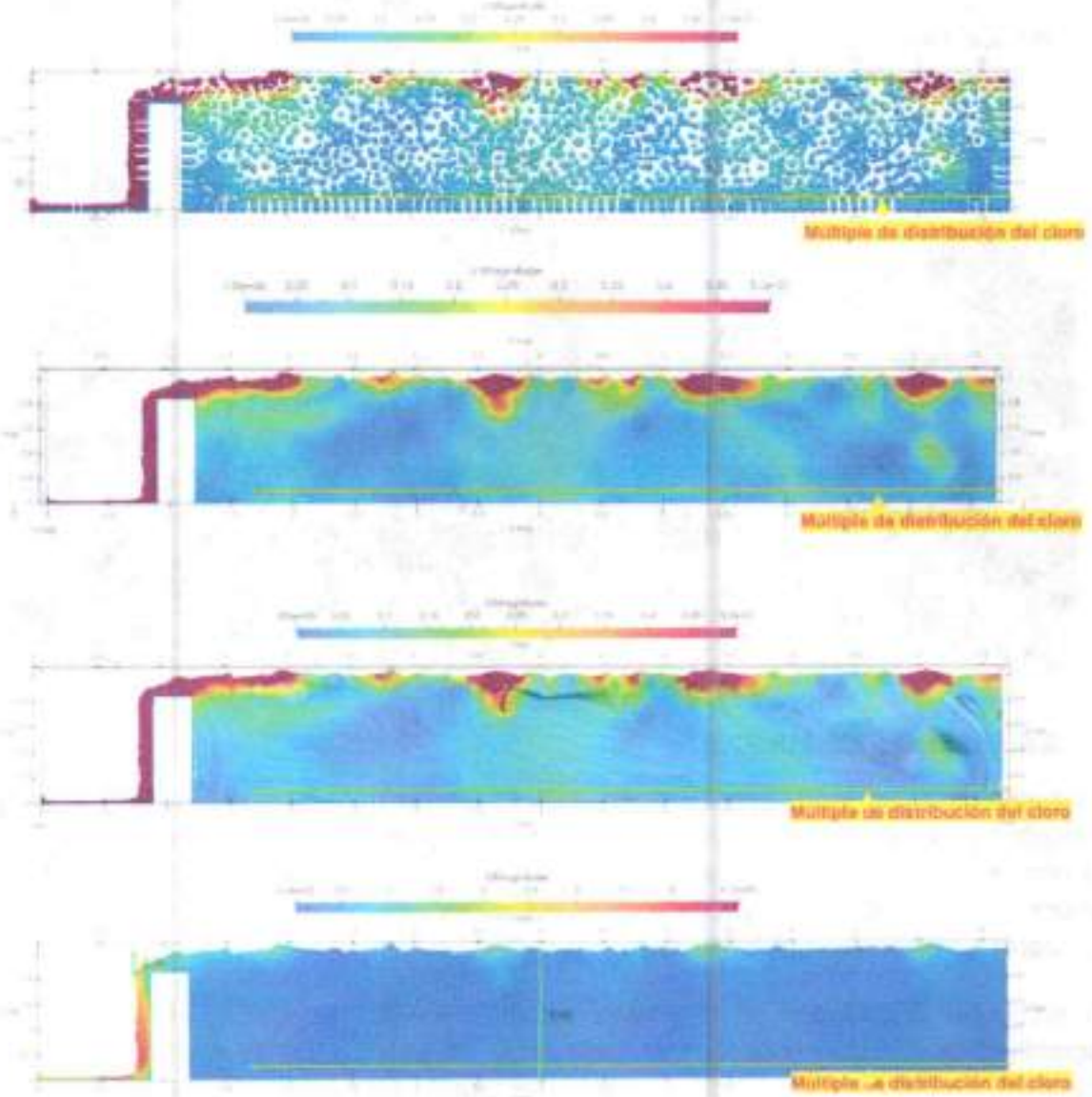


IMAGEN 4: PERFIL DE VELOCIDAD, TANQUE DE CONTACTO CON CLORO.

5.6. DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del municipio de Cocorná, Antioquia, fue desarrollado con el fin de garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de las estructuras que conforman el sistema, asegurando su operación continua y confiable ante las condiciones de servicio y las acciones externas propias del entorno.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

La planta está conformada por estructuras de concreto reforzado, principalmente losas y muros, diseñadas para contener y soportar los diferentes procesos de tratamiento del agua. El análisis y diseño estructural se realizaron considerando las cargas gravitacionales, cargas operativas, empujes de suelo y acciones sísmicas, de acuerdo con la normativa vigente, incluyendo el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), la norma AIS 180 y los lineamientos del ACI 350 para estructuras hidráulicas y ambientales.

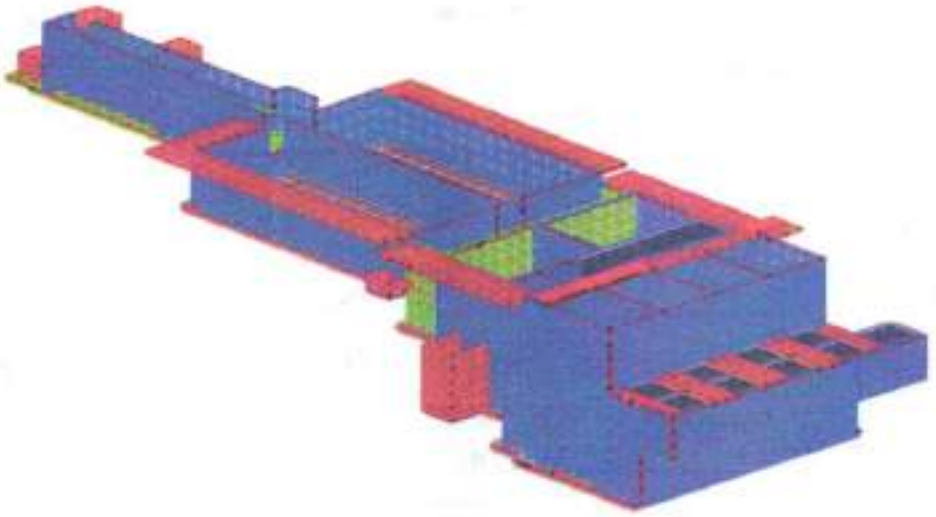


IMAGEN 5: MODELO ESTRUCTURAL.

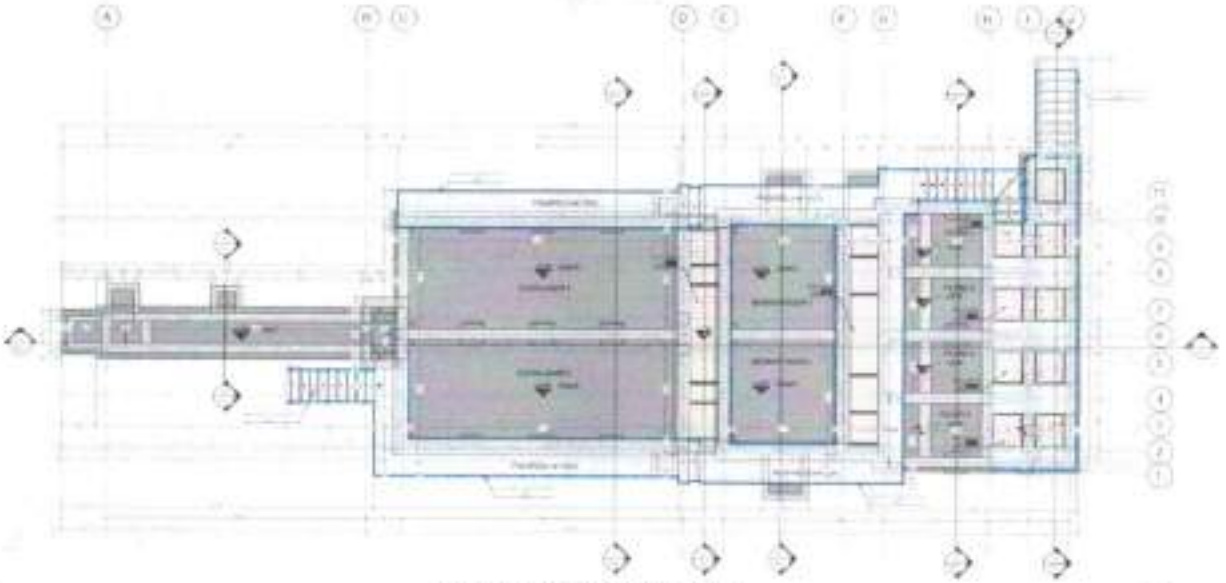


IMAGEN 6: VISTA EN PLANTA.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

5.7. PRESUPUESTO DE OBRA:

Desglose detallado de los costos asociados a cada partida o ítem del proyecto, incluyendo mano de obra, materiales, equipos, impuestos, contingencias y otros gastos indirectos, cuantificación de las cantidades y unidades de obra basadas en las especificaciones técnicas y los precios unitarios correspondientes.

ITEM	DESCRIPCIÓN		VALOR TOTAL
A.	**OBRA CIVIL**		**$ 790.462.003,38**
1	OBRAS PRELIMINARES (Incluye toda la excavación del lote de la PTAP)		$ 124.450.778,44
2	OBRAS EN CONCRETO Y ACERO		$ 418.031.234,00
3	FLOCULADORES HIDRAULICOS		$ 45.233.019,94
4	SEDIMENTADORES DE ALTA TASA		$ 59.389.190,00
5	FILTROS AUTOLAVANTES DE TASA DECLINANTE		$ 47.607.113,00
6	LECHOS DE SECADO		$ 23.083.393,00
7	TANQUE ESPESADOR		$ 13.712.070,00
8	OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA PLANTA		$ 58.955.205,00
B.	**OBRAS CIVILES (SUMINISTRO, TRANSPORTE + INSTALACION)**		$ 433.021.192,00
I.	SISTEMA DE ENTRADA, AFORO Y MEZCLA RÁPIDA		$ 21.865.030,00
II.	FLOCULADORES HIDRAULICOS		$ 185.553.720,00
III.	SEDIMENTADORES DE ALTA TASA		$ 66.839.735,00
IV.	FILTROS AUTOLAVANTES DE TASA DECLINANTE		$ 86.723.293,00
V.	LECHOS DE SECADO		$ 17.892.545,00
VI.	TANQUE ESPESADOR		$ 4.779.863,00
VII.	TANQUES DE ALMACENAMIENTO		$ 49.367.006,00
C.	**CASETA DE OPERACIONES**		**$ 151.555.720,81**
D.	**OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA PLANTA**		**$ 811.333.379,18**
E.	**SUMINISTROS**		**$ 15.700.721,00**
	COSTO DIRECTO OBRA CIVIL		**$ 2.186.372.295,37**
	A	27,10%	$ 592.506.892,05
	U	5,00%	$ 109.318.614,77
	COSTO TOTAL OBRA CIVIL		**$ 2.888.197.802,18**
	COSTO DIRECTO SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION		**$ 15.700.721,00**
	A	27,10%	$ 4.254.895,39
	COSTO TOTAL DE SUMINISTROS Y TRANSPORTE E INSTALACION		**$ 19.955.616,39**
	COSTOS TOTAL DE OBRA CIVIL+ SUMINISTROS, TRANSPORTE E INSTALACION		**$ 2.908.153.418,57**
	TOTAL INTERVENTORIA		**$ 293.001.714,15**

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
	IMPREVISTOS	$ 21.863.722,95
	TOTAL A LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE COCORNA, ANTIOQUIA	**$ 3.223.018.856,00**

Tabla No. 5 – Resumen del presupuesto.

6. SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Para hacer efectivas las acciones de prevención dentro del programa de seguridad industrial y salud ocupacional, el Contratista ha realizado inspecciones de higiene y seguridad, monitoreos ambientales a los factores de riesgo presentes en el ambiente laboral, controles y protecciones en higiene, seguridad y ergonomía ocupacional, controles a la demarcación y señalización, saneamiento básico ocupacional y ambiental, y cumplimiento de los requerimientos contractuales en cuanto al orden, la limpieza y el aseo de los lugares donde se desarrollan las obras.

Desde la supervisión se verifica que en obra todo el personal cuente con los elementos de protección personal y que se utilicen adecuadamente los equipos y herramientas.

7. ASPECTOS SOCIALES Y/O COMUNITARIO

VISITAS PRELIMINARES Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

Durante la visita preliminar, así como en el seguimiento de las actividades diarias realizadas, la supervisión ha realizado el registro fotográfico de las áreas a intervenir e intervenidas. En los anexos del presente informe se pueden observar estas.

8. INCUMPLIMIENTOS DE LAS OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El contratista de consultoría en temas de documentación solicitada como pago de seguridad social y afiliaciones, cumple con la entrega oportuna de dicha documentación.

Al momento no se evidencia incumplimiento de las obligaciones del contratista.

9. OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- A la fecha informada se ha ejecutado el 100% del total de los estudios y diseños.
- Se han cumplido con la presentación de las afiliaciones del personal administrativo y operativo por parte del contratista de consultoría.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

3. ANALISIS DE CUMPLIMIENTO DE FACTORES FINANCIEROS

BALANCE GENERAL DEL CONTRATO

Es importante tener en cuenta que de acuerdo con los términos contractuales, tanto del contrato interadministrativo CIA-030-2025, como del contrato objeto del presente informe, la EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL con Nit: 901.537.748-4, recibirá pagos a través de actas parciales, según aprobación del municipio, previa presentación del pago de los aportes a la seguridad social y de parafiscales del personal vinculado laboralmente con el contratista y del periodo correspondiente, cuenta de cobro, informe de actividades y visto bueno del supervisor designado por parte de la administración municipal de Cocorná, los trámites de pago serán adelantados, previa presentación de la factura correspondiente con el cumplimiento de los requisitos fiscales y legales, certificación expedida por el supervisor contractual en la que consta que se ha cumplido a satisfacción con el objeto del contrato, la certificación del pago de aportes parafiscales y la planilla de pago de seguridad social.

El periodo se pasa el acta de avance N.o 1 y final del contrato de consultoría por valor de CUARENTA Y OCHO MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS M/L ($48.555.474), correspondiente a un avance del 100% del contrato de consultoría.

De esta manera se procede con el análisis financiero de esta primera acta de avance de obra, así:

	RESUMEN FINANCIERO CONTRATO DE CONSULTORÍA CD-030-2025	
1	VALOR CONTRATO	$ 48.555.474,00
2	VALOR ACTA No 1 Y FINAL	$ 48.555.474,00
3	PORCENTAJE DEL ACTA No 1 Y FINAL (2/1)	100,00%
4	VALOR ACUMULADO (2)	$ 48.555.474,00
5	PORCENTAJE ACUMULADO (4/1)	100,00%
6	VALOR POR EJECUTAR (1-4)	$ 0,00
7	PORCENTAJE POR EJECUTAR (6/1)	0,00%

PAGOS REALIZADOS AL CONTRATISTA:

Conceptos de pago	Detalle del egreso	Valor
Total		$

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

4. ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DE FACTORES JURÍDICOS

Para todos los efectos legales se verificaron la expedición y aprobación de las pólizas, tanto iniciales y otrosí Nro. 1 así:

Pólizas iniciales:



Pólizas actualizadas otrosí Nro.1:



NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

Pólizas actualizadas acta de entrega y recibo final





Igualmente se aportó certificación del contratista de estar al día en el pago de la seguridad social y parafiscales de los últimos seis (06) meses; informe de actividades ejecutadas, acta de avance, Paz y salvos, planos, levantamiento topográfico detallado, levantamiento patológico estructural, diagnóstico hidráulico, diseño hidráulico, geología y geomorfología regional, cantidades de obra y presupuesto, factura de cobro y demás documentos.

5. RELACIÓN DE FACTURAS O CUENTAS DE COBRO QUE SE AUTORIZAN PAGAR

Se generó una factura según la siguiente información:

No. de factura	Valor	Fecha
GICC-5046	$48.555.474	23/10/2025

Valor que se autoriza pagar soportado presupuestalmente así:

	N°	FECHA	RUBRO	NOMBRE	VALOR
DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL	266	09 de junio de 2025	01.2.4.5.02.09.04.19	CIA-30-2025 CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMALIZACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS	$48.555.474

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

				POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ	
TOTAL					$48.555.474
RESERVA PRESUPUESTAL	292	25 de junio de 2025	01.2.4.5.02.09.04.19	CIA-30-2025 CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMALIZACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ	$48.555.474
TOTAL					$48.555.474

6. OTRAS OBSERVACIONES

Ninguna.

7. CONCLUSIONES

BRAHIAN GÓMEZ VALLEJO, actuando en calidad de supervisora, dejo constancia por medio del presente informe de fecha del 22 de enero de 2026, que luego de revisar la cuenta de cobro, como también todos los documentos y anexos correspondientes al seguimiento financiero y técnico, y los soportes que acreditan el cumplimiento de los requisitos de ley previos al pago respectivo, el producto y las actividades del alcance del objeto contractual fueron verificados y recibidos a entera satisfacción, cumpliéndose así con las obligaciones contraídas en el contrato, por lo que autorizo el pago que aquí se relaciona.

Para constancia firma, el día veintidós (22) de enero de 2026.

BRAHIAN GOMEZ VALLEJO
Ingeniero Civil
Supervisor del Contrato

Funcionario / Contratista	Nombre / Cargo	Firma
Proyectado Por	Beatriz Elena Galeano Ceballos Auxiliar Administrativa- EAEP	
Revisado Por	Anngy Milena Uribe Ciro Gerente General- EAEP	
Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.		

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

DAVIVIENDA CERTIFICA

)ue GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ASQUITECTOS S.A.S con Nit

úmero 9023401338 tiene en el Banco los siguientes productos:

Tipo de Producto	Nro. de Producto	Valor Canje	Fecha Pago Min	Pago Mínimo	Saldo o Cupo Disponible	Saldo o Pago Total
CUENTA DE AHORROS DAHAS	065010890076493B	$0,00	—	$0.00	$0.00	$0,00

s importante aclarar que el saldo de las tarjetas de crédito corresponden al último corte efectuado.

a presente certificación se expide el 2026/03/29 en la ciudad MEDELLIN

FIRMA AUTORIZADA

Banco Davivienda

ANEXO ACTA CD 030-2025

CONTRATANTE: EMPRESA AUTONOMA DEL PEÑOL NIT:890.1537.748-4

CONTRATISTA: GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S NIT. 901.240.133-0

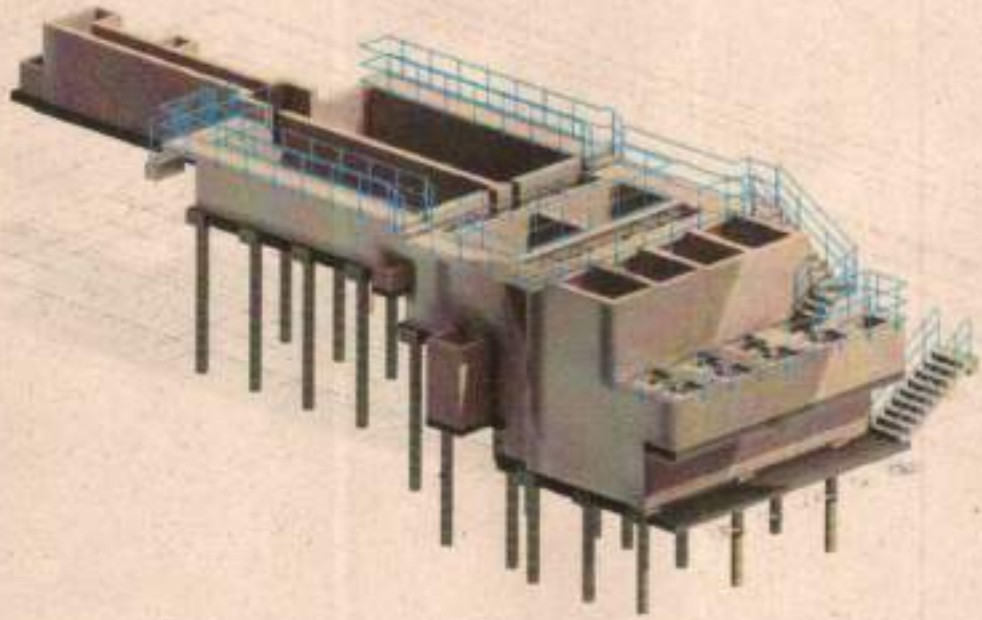
No.	ACTIVIDAD	UNIDAD	CONTRACTUAL CANTIDAD	CONTRACTUAL VALOR UNITARIO	CONTRACTUAL VALOR TOTAL	EJECUTADO CANTIDAD	EJECUTADO VALOR TOTAL
1	Levantamiento altiplanimetrico detallado de la zona del proyecto con anclajes geodesicos datum MAGNA SIRGAS origen nacional	GB	1	$ 4,500,000.00	$ 4,500,000.00	1	$ 4,500,000.00
2	Diagnostico paleológico de la planta actual para el cumplimiento de estructuras emblanteles NSR-10	GB	1	$ 2,500,000.00	$ 2,500,000.00	1	$ 2,500,000.00
3	Diagnostico Hidraulico de la planta actual (Verificar cumplimiento de gradientes, velocidades, zonas muertas y recirculacion) res 0799-2021 0330-2017	GB	1	$ 5,900,000.00	$ 5,900,000.00	1	$ 5,900,000.00
4	Estudio de suelos (3 Perforaciones)	GB	1	$ 5,200,000.00	$ 5,200,000.00	1	$ 5,200,000.00
5	Diseño hidraulico (Optimizacion o planta nueva)	GB	1	$ 13,402,919.00	$ 13,402,919.00	1	$ 13,402,919.00
6	Diseño Estructural (de acuerdo a diagnosticos)	GB	1	$ 6,100,000.00	$ 6,100,000.00	1	$ 6,100,000.00
7	Presupuesto, programacion, flujos de fondos, especificaciones tecnicas, manual de operación	GB	1	$ 3,200,000.00	$ 3,200,000.00	1	$ 3,200,000.00
SUBTOTAL CONSULTORIA					$ 40,802,919.00		$ 40,802,919.00
IVA 19%					$ 7,752,554.61		$ 7,752,554.61
TOTAL CONSULTORIA					$ 48,555,473.61		$ 48,555,473.61

RESUMEN BALANCE	
001-TOTAL CONTRATADO EN LA CONSULTORIA CD-030-2025	$ 48,555,473.61
002-TOTAL EJECUTADO	$ 48,555,473.61
003-PORCENTAJE EJECUTADO	100%
004-FALTANTE POR EJECUTAR	$ -

Para constancia de lo anterior, se firma la presente acta bajo la responsabilidad expresa de los que intervienen en ella, de conformidad con las funciones desempeñadas por cada uno de los mismos, en EL PEÑOL, a los VEINTE (20) días del mes de septiembre de 2025

CONTRATISTA

CONTRATANTE Supervisor EAP



CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ ANTIOQUÍA

CONSULTORÍA TÉCNICA.
SEPTIEMBRE DE 2025

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe (Contrato Nro. CD 030 de 2025) tiene como propósito resumir el desarrollo de los entregables del contrato de consultoría CD 030 DE 2025, cuyo objeto "CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS Y DISENOS PARA LA OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNA ANTIOQUIA", considerando que se desarrollan para lograr los objetivos los siguientes componentes:

- LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO DETALLADO DE LA ZONA DE PTAP
- ESTUDIO DE SUELOS
- DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS
- DIAGNOSTICO PATOLOGICO – ESTRUCTURAL
- DISENO HIDRAULICO DE PTAP + ALMACENAMIENTO
- DISENO ESTRUCTURAL
- GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA REGIONAL
- PRESUPUESTO Y PROGRAMACION
- PLANIMETRIA BIM

De forma general, el contrato de consultoría tiene la siguiente estructura:

ID CONTRATO:	CD 030 -2025
CONTRATANTE:	EMPRESA AUTONOMA DEL PEÑOL NIT:901.537.748-4
CONTRATISTA:	GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S NIT: 901.340.133-8
OBJETO:	CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS Y DISENOS PARA LA OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNA ANTIOQUIA
VALOR:	CUARENTA Y OCHO MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS ML ($48.555.474).
PLAZO:	DOS MESES
FECHA DE INICIO:	07 DE JULIO DE 2025
FECHA DE TERMINACION:	20 DE AGOSTO DE 2025
ADICION:	N/A
TERMINACION CON PRORROGA #1	20 DE SEPTIEMBRE DE 2025

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 3
2. Metodología 7
3. Análisis de la Situación Actual 8
4. Identificación de Problemas y Oportunidades 8
5. Análisis de Causas Raíz 8
6. Recomendaciones 8
6.1- Ejecución física y financiera: 21
7. Plan de Implementación (Próxima Fase) 23
8. Conclusiones 23
9. Anexos 23

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1-Referencia de montos y amparos para la póliza inicial del contrato. 4
Figura 2- Referencia de link con la información magnética de los entregables del contrato. 9
Figura 3- Referencia de informe de consultoría de levantamiento con sensor LIDAR + TOPOGRAFIA CONVENCIONAL 10
Figura 4- Resultado del levantamiento altiplanimetrico como parte del diagnóstico realizado en la PTAP 11
Figura 5- Resultado de nube puntos derivado del levantamiento LIDAR, como parte del diagnostico realizado a la PTAP. 12
Figura 6- Referencia de informe de consultoría como diagnostico patológico estructural. 13
Figura 6- Referencia de informe de consultoría diagnostico hidráulico PTAP actual. 14
Figura 6- Referencia de informe de consultoría componente de geología y geomorfología regional. 15
Figura 9- Referencia de informe de consultoría estudio de suelos 16
Figura 10- Referencia de informe de consultoría diseño hidráulico PTAP Q=31.7 lps 17
Figura 11- Referencia de informe de consultoría de diseño estructural PTAP + TANQUE DE ALMACENAMIENTO. 18
Figura 12- Referencia de informe de componente de presupuesto, programación, especificaciones técnicas y manual de operación. 19
Figura 13- Referencia de planimetría y modelado BIM, del proyecto. 19
Figura 13- Referencia de planimetría y modelado BIM, del proyecto. 20

En cuanto a las pólizas del contrato, se muestra a continuación la relación de las mismas:

POLIZA INICIAL:



Aseguradora Solidaria de Colombia

POLIZA DE GARANTÍA ÚNICA DE CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES - DECRETO 1082 DE 2015 - PATRICLSUSP09V4

NUMERO ELECTRÓNICO PARA PAGOS 5101830361

POLIZA No: 510-47-994000027161 ANEXO: 0

GRUPO INGENIEROS CIVILES CONTRUCCIONES Y ARQUI

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

CLASE DE NEGOCIO: CONTRATO DE CONSULTORIA

DESCRIPCION AMPAROS

CONTRATO

CUMPLIMIENTO

PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E IND

CALIDAD DEL SERVICIO

BENEFICIARIOS

NIT BENEFICIARIOS EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

POLIZA DE CUMPLIMIENTO DE CONTRATO DE CONSULTORIA

OBJETO DE LA GARANTIA

EL OBJETO DE LA PRESENTE POLIZA ES GARANTIZAR EL PAGO DE LOS PERJUICIOS DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA DERIVADAS DEL CONTRATO NO. 030 DE 2025 CELEBRADO ENTRE LAS PARTES RELACIONADO CON CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNA

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL E.S.P. con NIT 901 337 748-4 Y MUNICIPIO DE COCORNA con NIT 890 984 014

Figura 1-Referencia de montos y amparos para la póliza inicial del contrato.

MODIFICACION OTRO SI:

Aseguradora Solidaria de Colombia

PÓLIZA DE GARANTÍA ÚNICA DE CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES - DECRETO 1082 DE 2015 - PATRICLSUSP09V4

NUMERO ELECTRÓNICO 5101830361

PÓLIZA No: 510-47-994000027161 **ANEXO: 1**

FECHA DE EXPEDICIÓN	25 09 2025	FECHA DE APROBACIÓN	25 09 2025

DATOS DEL AFIANZADO

NOMBRE	GRUPO INGENIEROS CIVILES CONTRUCTORES Y ARQUI	IDENTIFICACIÓN Nit	901.340.133-8
DIRECCIÓN	CARRERA 57 A 2522 1	CIUDAD	BELLO ANTIOQUIA
TELÉFONO	3112724809		

DATOS DEL ASEGURADO Y BENEFICIARIO

ASEGURADO	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	IDENTIFICACIÓN Nit	901.537.746-4
BENEFICIARIO	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	IDENTIFICACIÓN Nit	901.537.746-4

AMPARO

CÓDIGO DE NEGOCIO: CONTRATO DE CONSULTORIA

DESCRIPCIÓN AMPAROS CONTRATO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEGURADA
CUMPLIMIENTO	25/09/2025	25/03/2026	3.711.094,80
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E IND	25/09/2025	25/03/2028	2.427.771,70
CALIDAD DEL SERVICIO	20/10/2025	20/10/2026	4.853.547,60

BENEFICIARIO
NIT 901537746 - EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

POLIZA DE CUMPLIMIENTO DE CONTRATO DE CONSULTORIA

OBJETO DE LA GARANTIA

EL OBJETO DE LA PRESENTE POLIZA ES GARANTIZAR EL PAGO DE LOS PERJUICIOS DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA DERIVADAS DEL CONTRATO No. CD 030 DE 2025 CELEBRADO ENTRE LAS PARTES, RELACIONADO CON CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL E.A.E.P. con NIT
NIT 537 746-4 y MUNICIPIO DE COCORNA con NIT
NIT 890 [illegible]

*****SEXTA ACLARATORIA******

MEDIANTE EL PRESENTE ANEXO Y SEGÚN OTROSÍ No. 1 AL CONTRATO No. CD 030 DE 2025 SE PROCEDE CON PRÓRROGA EN VIGENCIA CONTRACTUAL DE UN MES, QUEDANDO DE ESTA MANERA CON UNA VIGENCIA FINAL DEL 20 DE SEPTIEMBRE DE 2026. DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES SIN MODIFICAR CONTENIDAS EN VIGOR.

VALOR ASEGURADO TOTAL	VALOR PRIMA	GASTOS EXPEDICIÓN	IVA	TOTAL A PAGAR
$ ****16.084.815,90	$ **********32.080	$*********0,00	$ ********6.080	$ **********38.080

NOMBRE INTERMEDIARIO	CLAVE	%PART	NOMBRE COMPAÑIA COASEGURO CEDIDO	%PART	VALOR ASEGURADO
AON SEGUROS LTDA AON SEGUROS LTDA	23,00	100,00			

[illegible]

En cuanto al personal objeto empleado en la consultoría, se especifica el siguiente equipo profesional

ID PROFESIONAL	CARGO	ROL
CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN	INGENIERO CIVIL TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA	COORDINADOR DEL COMPONENTE DE LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO DETALLADO Y AMARRE GEODESICO DEL PROYECTO.
OVIDIO HURTADO MOSQUERA	INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS	REVISOR INTERNO DEL DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS, AL IGUAL QUE DEL COMPONENTE DE DISENO HIDRAULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE ALMANCEAMIENTO.
YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA	INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS ESPECIALISTA EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES	INGENIERO DISENADOR, DEL COMPONENTE HIDRAULICO DE LA PTAP Y ALMACENAMIENTO. DIRECTOR DEL PROYECTO.
LAURA SABINA VAHOS	INGENIERA GEOLOGA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA	INGENIERA CONSULTORA DEL COMPONENTE DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA REGIONAL.
UBER GIRALDO ÁLVAREZ	INGENIERO CIVIL ESP ANÁLISIS Y DIS. ESTRUCTURAS	INGENIERO DISENADOR DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL
ROGER URBANO	INGENIERO CIVIL	INGENIERO COORDINADOR DE PRESUPUESTO Y MODELO BIM

2. Metodología

La consultoría se basó en una metodología rigurosa que involucró la combinación de trabajo de campo detallado y análisis especializados de ingeniería, tal como se describe en los ítems contractuales del proyecto.

Tabla 1 Metodología de la Consultoría por Ítem Contractual

Ítem	Metodología Utilizada	Herramientas y Técnicas
Ítem 1.0	Levantamiento Altiplanimétrico y Batimétrico Detallado	Equipos de topografía de precisión. Sensor SLAM LIDAR FJD-P1 ESTACIÓN TOTAL GNSS DE PRESICION.
Ítem 2.0	Levantamiento Patológico Estructural	Esclerometría de Diagnóstico (método no invasivo)
Ítem 3.0	Diagnóstico Hidráulico y Análisis de Alternativas	Modelado y cálculos hidráulicos
Ítem 4.0	Caracterización Regional	Estudio Geológico y Geomorfología de campo
Ítem 5.0	Desarrollo de la Ingeniería de Detalle	Diseño Hidráulico y dimensionamiento (Q=31.7 LPS)

3. Análisis de la Situación Actual

El análisis de la situación actual estableció que la infraestructura de la PTAP requiere una intervención sustancial debido a sus limitaciones funcionales y estructurales. El diagnóstico hidráulico confirmó que la capacidad actual es insuficiente para cubrir la demanda futura, siendo necesario un diseño proyectado para un caudal en un horizonte de diseño 2025-2050 de 31.7 LPS.

Adicionalmente, el estudio patológico arrojó resultados sobre el estado del concreto en estructuras existentes (PTAP y tanques), lo que es crucial para decidir entre la repotenciación o la construcción de nuevas unidades. El estudio geológico proporcionó el marco de referencia de estabilidad necesario para el diseño de cimentaciones.

Así las cosas se logró una consultoría integral, que abarca la construcción de una nueva planta de tratamiento con el aumento del volumen de almacenamiento.

4. Identificación de Problemas y Oportunidades

Los hallazgos de la consultoría se resumen en la identificación de dos elementos de alta prioridad:

1. Problema Principal: La existencia de deficiencias estructurales (baja resistencia del concreto) y la obsolescencia hidráulica (incapacidad para tratar el caudal requerido), lo que compromete la seguridad hídrica y la vida útil de la planta.
2. Oportunidad: La viabilidad de implementar un Diseño Hidráulico Optimizado dimensionado para 31.7 LPS, mitigando el riesgo estructural y de capacidad mediante una solución técnica definitiva.

5. Análisis de Causas Raíz

Los problemas identificados se derivan de:

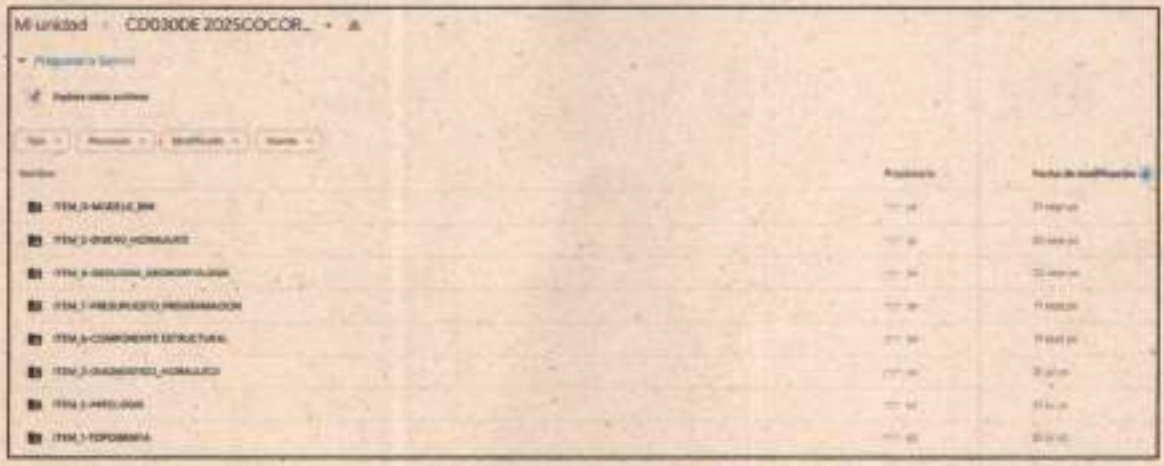
- Deterioro Estructural: Fallas en la resistencia del concreto, determinadas por la esclerometría, atribuibles a la antigüedad o a la calidad inicial de la construcción.
- Obsolescencia Hidráulica: La PTAP actual no cumple con los criterios técnicos ni con el caudal proyectado (31.7 LPS) necesario para la demanda de la población de Cocorná Antioquia.

6. Recomendaciones

Se recomienda implementar el Diseño Hidráulico de la PTAP a Q=31.7 LPS) como la solución técnica. Esta implementación debe:

1. Priorizar la Calidad: Asegurar que la construcción de las nuevas unidades o la repotenciación sigan estrictamente las especificaciones del diseño.
2. Garantizar la Estabilidad: Aplicar las recomendaciones de diseño estructural y de cimentación derivadas del estudio patológico y la caracterización geológica.

A continuación se muestran los informes de consultoria, como entrega digital se implemento el siguiente drive https://drive.google.com/drive/folders/1DWsbo08D0MsPMf8OZs7DlhhgxtUED1AF?hl=es



-Figura 2- Referencia de link con la información magnética de los entregables del contrato.

ITEM_1-TOPOGRAFIA:

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

CONTRATO No. CD 030 DE 2025

ITEM 1.0 LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO DETALLADO DE LA ZONA

LEVANTAMIENTO TOPOBATIMÉTRICO DETALLADO



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO NRO. CIAD-30-2025 DE 2025 SUSCRITO ENTRE EL MUNICIPIO DE COCORNÁ - ANTIOQUIA Y LA EAEP

CONTRATANTE: EMPRESA AUTÓNOMA DEL PENOL
NIT: 901.537.748-4

CONTRATISTA: GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT:901340133-8

JULIO DE 2025

Página 8 de 37

Figura 3- Referencia de informe de consultoría de levantamiento con sensor LIDAR + TOPOGRAFIA CONVENCIONAL



Figura 4- Resultado del levantamiento altiplanimetrico como parte del diagnóstico realizado en la PTAP

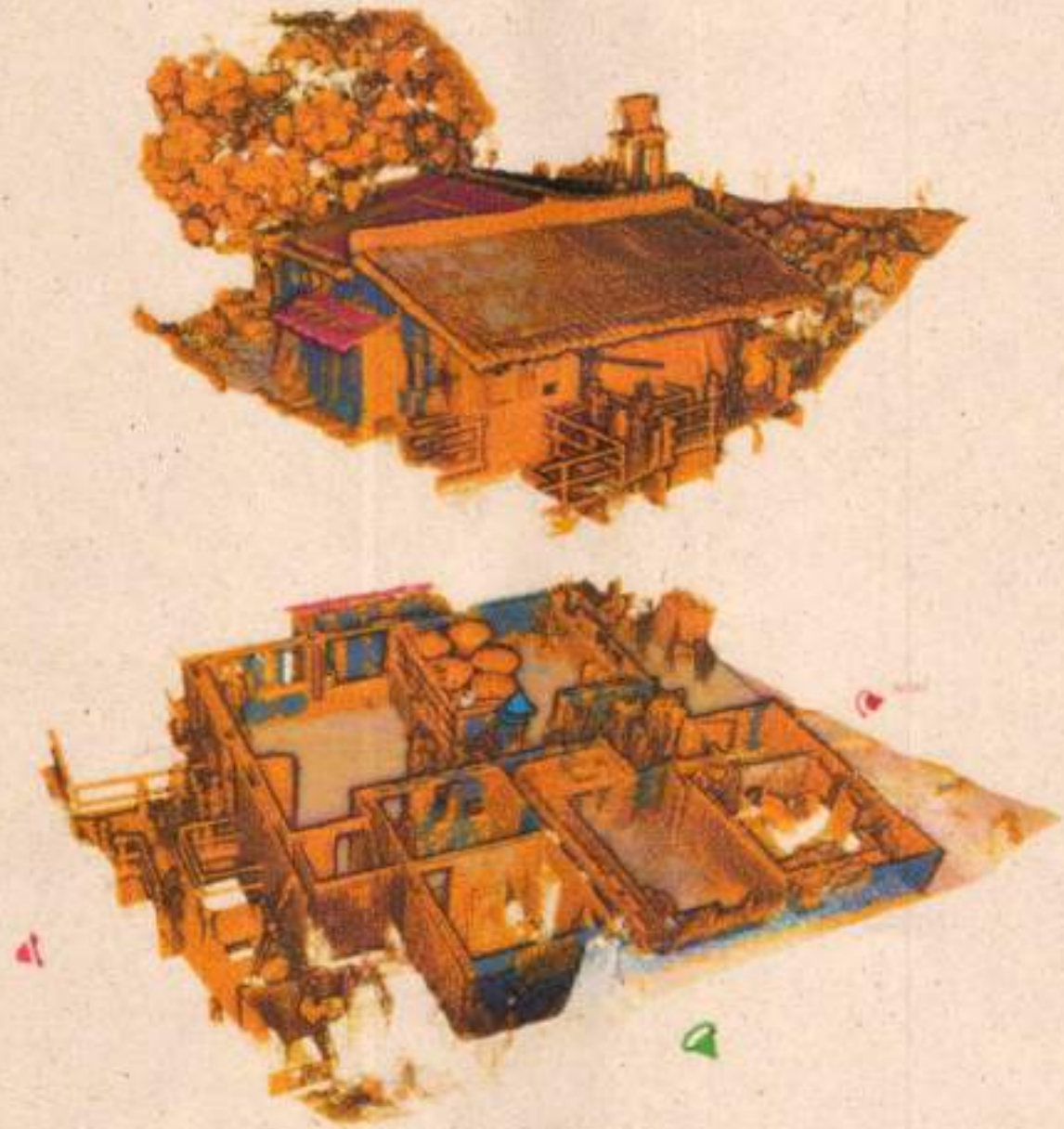


Figura 5- Resultado de nube puntos derivado del levantamiento LIDAR, como parte del diagnostico realizado a la PTAP.

ITEM 2_PATOLOGIA:

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

CONTRATO No. CD 030 DE 2025

ITEM 2 LEVANTAMIENTO PATOLOGICO ESTRUCTURAL ZONA PTAP Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO ACTUAL



ESCLEROMETRÍA DE DIAGNÓSTICO COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA ESTABLECER LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPAL DE COCORNA ANTIOQUIA

Descripción breve

Evaluación no destructiva mediante esclerometría para determinar la resistencia del concreto en la estructura existente PTAP + ALMACENAMIENTO, con el fin de diagnosticar su estado estructural orientado a la toma de decisión en cuanto a la viabilidad de repotenciación o construcción de unidades nuevas.

CONSULTORÍA TÉCNICA.

Figura 5- Referencia de informe de consultoría como diagnostico patológico estructural

ITEM 3_DIAGNOSTICO HIDRAULICO:



DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

CD 030-2025

Descripción Breve:

En el presente documento se realiza un análisis técnico desde el punto de vista hidráulico de la condición actual de PTAP del municipio de Cocorná, con la finalidad de llegar resultados valorando alternativas de intervención teniendo criterios orientados a garantizar una repotenciación o construcción de una nueva PTAP

CONSULTORIA TECNICA

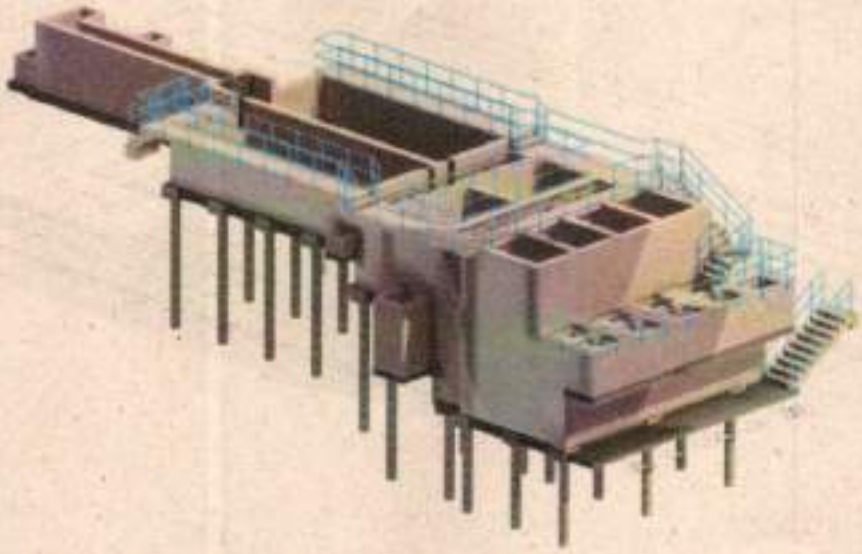
JULIO DE 2025

Figura 7- Referencia de informe de consultoría diagnostico hidráulico PTAP actual.

ITEM_4-GEOLOGIA_GEOMORFOLOGIA_SUELOS:

DISENO HIDRAULICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

(PTAP: 31.7 LPS)



INFORME DE CONSULTORIA GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA REGIONAL

AGOSTO DE 2025

VERSION 1

Figura 8- Referencia de informe de consultoría componente de geología y geomorfología regional.

ESTUDIO GEOTÉCNICO TANQUE DESARENADOR, PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE COCORNA ANTIOQUIA

INFORME DE CONSULTORIA

Medellin - 2025.

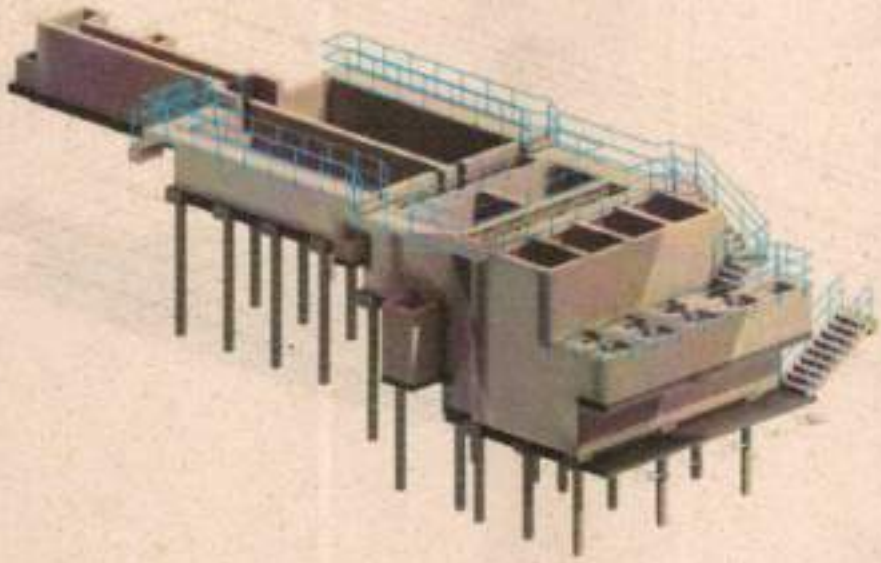
Actualizado septiembre de 2025

Figura 9- Referencia de informe de consultoria estudio de suelos

ITEM_5-DISENO HIDRAULICO:

DISENO HIDRAULICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

(PTAP: 31.7 LPS)



INFORME DE CONSULTORIA

AGOSTO DE 2025

VERSION 1

Figura 10- Referencia de informe de consultoria diseño hidráulico PTAP Q=31.7 lps

ITEM 6- DISENO ESTRUCTURAL:



Figura 11- Referencia de informe de consultoría de diseño estructural PTAP + TANQUE DE ALMACENAMIENTO

ITEM 7- PRESUPUESTO, PROGRAMACION, FLUJO DE FONDOS DE INVERSION, ESPECIFICACIONES TECNICAS, MANUAL OPERACIÓN.

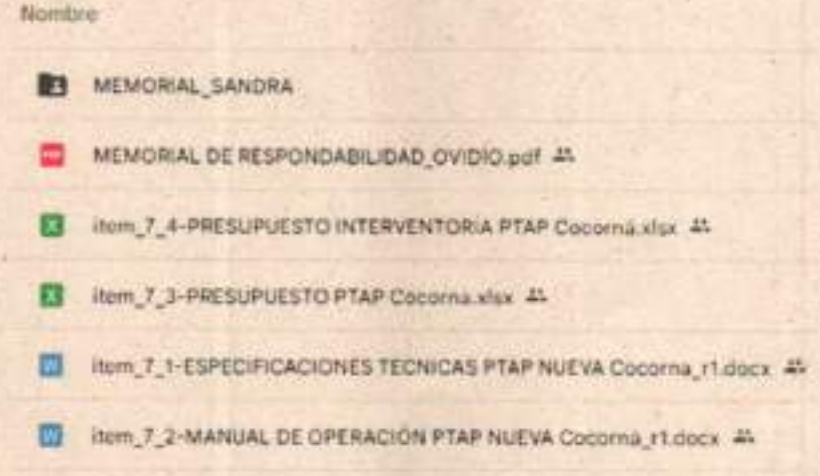


Figura 12- Referencia de informe de componente de presupuesto, programación, especificaciones técnicas y manual de operación.

ITEM 0-PLANIMETRIA Y MODELADO BIM:



Figura 13- Referencia de planimetría y modelado BIM, del proyecto.

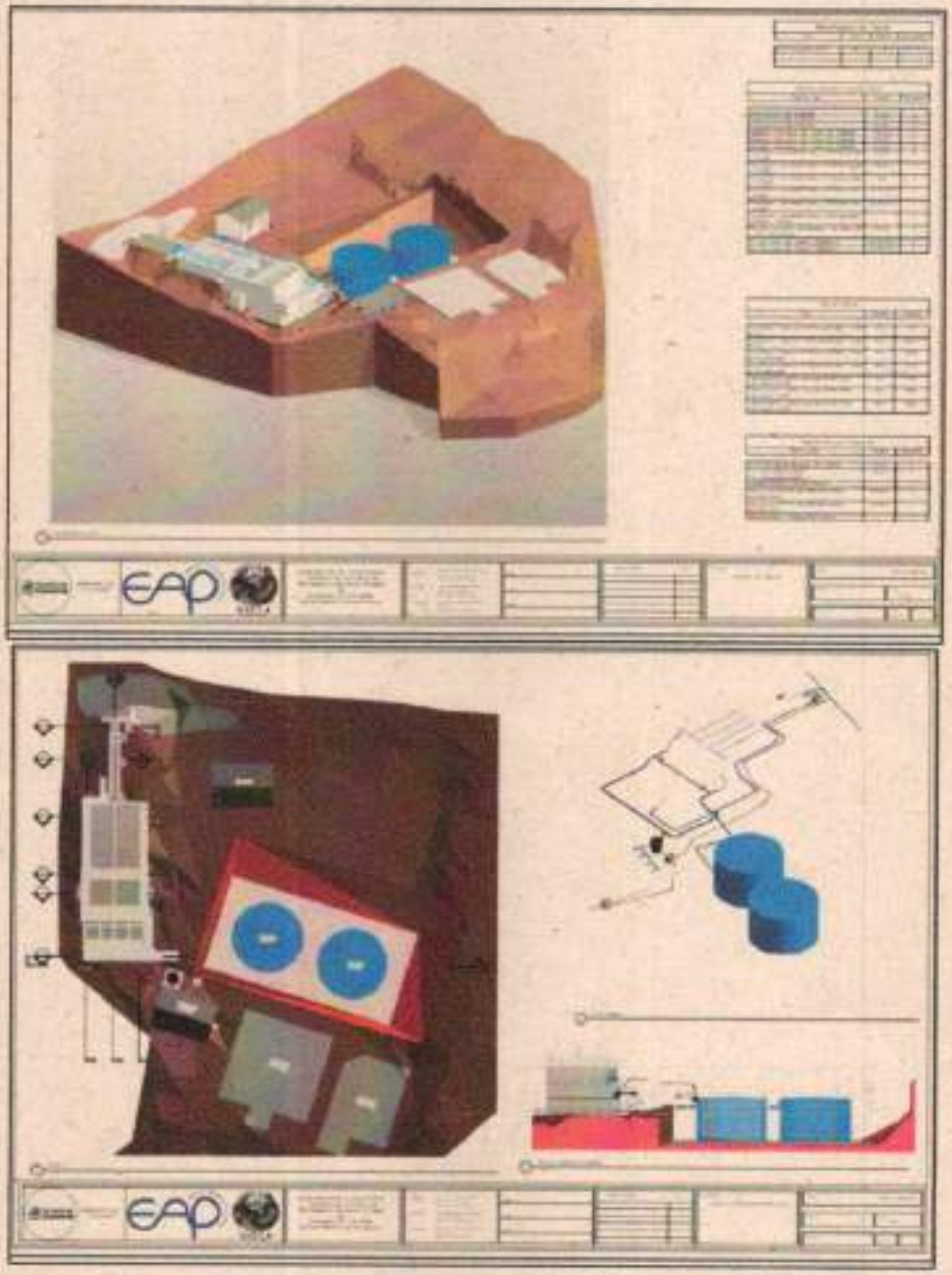
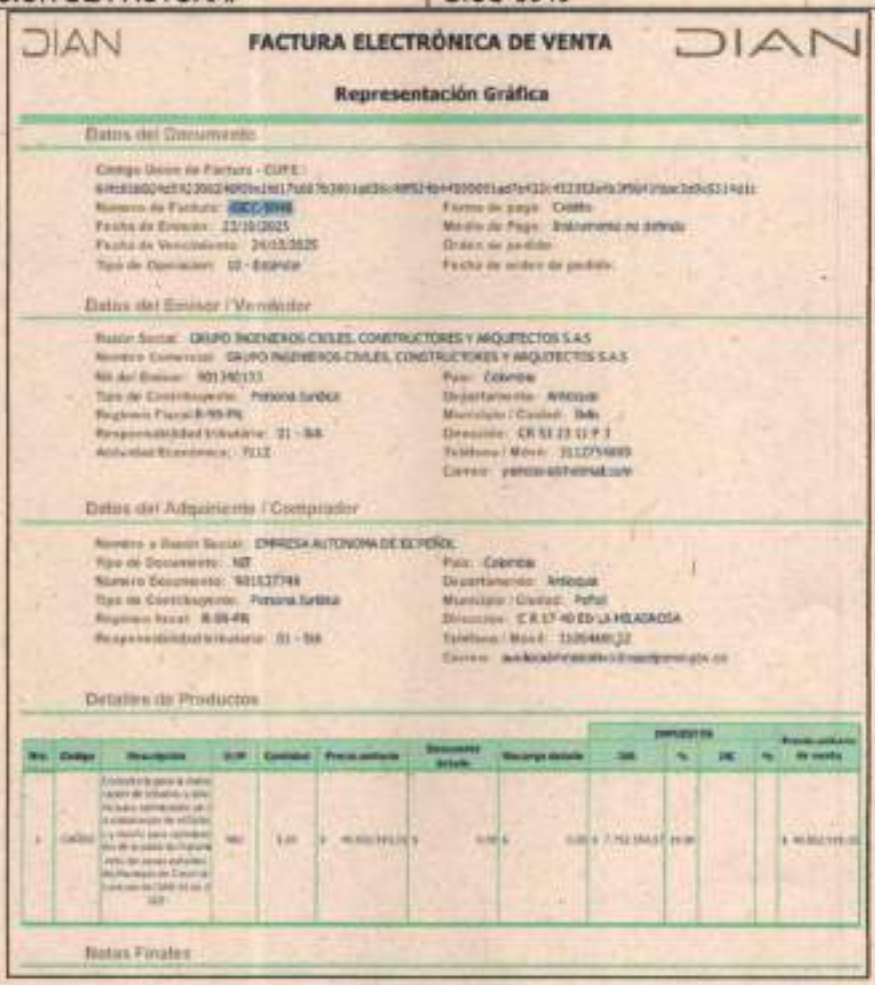


Figura 14- Referencia de planimetría y modelado BIM, del proyecto.

6.1- Ejecución física y financiera:

En cuanto al ejecución financiera del contrato de consultoría, tiene que a la fecha no se le han realizado pagos al contratista con ejecución física de los entregables del 100%

ID	VALOR
EJECUCION FISICA:	100%
EJECUCION FINANCIERA:	$0 (SIN PAGOS AL CONTRATISTA)
VALOR FACTURADO PARA PAGO AL CONTRATISTA:	CUARENTA Y OCHO MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS ML ($48.555.474)
DESCRIPCION DE FACTURA:	GICC-5046



DIAN **FACTURA ELECTRÓNICA DE VENTA** DIAN

Representación Gráfica

Datos del Documento

Datos del Emisor / Vendedor

Datos del Adquiriente / Comprador

Detalles de Productos

Notas Finales

Datos Totales

Documento generado el:
23/10/2025 10:57:00
Documento validado por la DIAN
23/10/2025 10:57:00
XML Generado por: Solución Gratuita DIAN
88019268
PDF Generado por: Solucion Gratuita DIAN Nit:800197268

MONEDA	COP
TASA DE CAMBIO	0

Subtotal	40802919.33
Descuento detalle	0.00
Recargo detalle	0.00
Total Bruto Factura	40802919.33
IVA	7752554.67
INC	0.00
Bolsas	0.00
Otros impuestos	0
Total impuesto (=)	7752554.67
Total neto factura (=)	48555474
Descuento Global (-)	0.00
Recargo Global (+)	0.00
Total Factura (=)	**COP $** 1 48555474

Valores informativos

ANTICIPOS	
Anticipos	0

RETENCIONES	
Rete fuente	0.00
Rete IVA	0.00
Rete ICA	0.00

MONEDA	COP
TASA DE CAMBIO	

Subtotal	40.802.919,33
Descuento detalle	0,00
Recargo detalle	0,00
Total Bruto Factura	40.802.919,33
IVA	7.752.554,67
INC	0,00
Bolsas	0,00
Otros impuestos	0,00
Total impuesto (=)	7.752.554,67
Total neto factura (=)	48.555.474,00
Descuento Global (-)	0,00
Recargo Global (+)	0,00
Total Factura (=)	**COP $** 1 48.555.474,00

Valores informativos

ANTICIPOS	
Anticipos	0,00

RETENCIONES	
Rete fuente	0,00
Rete IVA	0,00
Rete ICA	0,00

Número de Autorización: 18764086008624 Rango desde: 5031 Rango hasta: 5200 Vigencia: 2025-12-24

7. Plan de Implementación (Próxima Fase)

La consultoría ha finalizado la fase de Estudios y Diseños. La siguiente fase es la ejecución de la obra, cuyo plan de implementación requiere:

1. Licitación y Contratación: Iniciar el proceso de contratación para la obra civil y el suministro de equipos.
2. Ejecución de Obra: Construcción de las unidades según los planos y especificaciones del Diseño Hidráulico.

8. Conclusiones

La consultoria del Contrato Nro. CD 030 de 2025 confirma la necesidad de una intervención integral en la PTAP de Cocorná. La viabilidad técnica del nuevo diseño hidráulico de 31.7 LPS es la conclusión más relevante, asegurando la suficiencia y la calidad de la operación futura. La implementación de estas recomendaciones generará beneficios en la seguridad hídrica, el cumplimiento normativo y la estabilidad estructural del sistema de acueducto municipal.

9. Anexos

Los documentos que sustentan este informe se adjuntan a continuación:

→Seguridad social equipo consultor.
→Certificado de parafiscales.
→Pólizas del contrato
→Rut GICCA
→Certificación Bancaria

- Para constancia firma,

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8

Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia:____ Mes:_____ Año:_____

YEISON MOSQUERA VALENCIA
RL-GRUPO INGENIEROS C&A

FACTURA

PARAFISCALES

MODELO CERTIFICACIÓN PAGO PARAFISCALES

CERTIFICACIÓN DE PAGOS DE SEGURIDAD SOCIAL Y APORTES PARAFISCALES -ARTÍCULO 50 DE LA LEY 789 DE 2002

(PERSONA JURÍDICA)

Para dar cumplimiento a lo previsto en el artículo 50 de la Ley 789 de 2002, el suscrito Representante Legal [YEISON MOSQUERA V] de la sociedad [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], identificada con NIT No. [901340133-8], certifica que la mencionada sociedad ha realizado los pagos legalmente exigibles correspondientes a los sistemas de salud, riesgos profesionales, pensiones y aportes a las Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar familiar (ICBF) y Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) correspondientes a las nóminas de los últimos seis (6) meses anteriores a la fecha de presentación de la propuesta, razón por la cual la referida sociedad se encuentra al día en el pago de aportes a seguridad social y aportes parafiscales. (Si Aplica).

Dado en BELLO a lo 02 DE DICIEMBRE DE 2025

Firma _____
Nombre [YEISON MOSQUERA V]
Calidad en que Actúa [REPRESENTGANTE LEGAL]
Revisor Fiscal Nombre [NO APLICA]

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8
Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia: 02 Mes: 12 Año: 2025

POLIZAS

Aseguradora Solidaria de Colombia

NIT: 860.034.654-6

PÓLIZA DE GARANTÍA ÚNICA DE CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES - DECRETO 1082 DE 2015 - PATRICLSUSP09V4

NÚMERO ELECTRÓNICO PARA PAGOS
5101830361

PÓLIZA No: 510-47-994000027161 ANEXO: 1

AGENCIA EXPEDIDORA: RIONEGRO COD AGENCIA: 510 RAMO 47

TIPO DE MOVIMIENTO: PRORROGA TIPO DE IMPRESION: IMPRESION

FECHA DE EXPEDICIÓN DIA	MES	AÑO	FECHA DE IMPRESIÓN DIA	MES	AÑO
26	08	2025	26	08	2025

DATOS DEL AFIANZADO

NOMBRE: GRUPO INGENIEROS CIVILES CONTRUCTORES Y ARQUI IDENTIFICACIÓN: NIT 901.340.133-8

DIRECCIÓN: CARRERA 57 A 3522 1 CIUDAD: BELLO, ANTIOQUIA TELEFONO: 3132754809

DATOS DEL ASEGURADO Y BENEFICIARIO

ASEGURADO: EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL IDENTIFICACIÓN NIT 901.537.748-4

BENEFICIARIO: EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL IDENTIFICACIÓN NIT 901.537.748-4

AMPAROS

GIRO DE NEGOCIO: CONTRATO DE CONSULTORIA

DESCRIPCION AMPAROS CONTRATO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEGURADA
CUMPLIMIENTO	25/06/2025	20/03/2026	9,711,094.80
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E IND	25/06/2025	20/09/2028	2,427,773.70
CALIDAD DEL SERVICIO	20/09/2025	20/09/2026	4,855,547.40

BENEFICIARIOS
NIT 901537748 - EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

POLIZA DE CUMPLIMIENTO DE CONTRATO DE CONSULTORIA:

OBJETO DE LA GARANTIA

EL OBJETO DE LA PRESENTE POLIZA ES GARANTIZAR EL PAGO DE LOS PERJUICIOS DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA DERIVADAS DEL CONTRATO No. CD 030 DE 2025 CELEBRADO ENTRE LAS PARTES, RELACIONADO CON CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL E.A.E.P. con NIT 901.537.748-4 y MUNICIPIO DE COCORNÁ con NIT 890.984.634

*****NOTA ACLARATORIA******

MEDIANTE EL PRESENTE ANEXO Y SEGUN OTROSI No. 1 AL CONTRATO No. CD 030 DE 2025, SE PROCEDE CON PRORROGA EN VIGENCIA CONTRACTUAL DE UN MES, QUEDANDO DE ESTA MANERA CON UNA VIGENCIA FINAL DEL 20 DE SEPTIEMBRE DE 2025. DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES SIN MODIFICAR CONTINUAN EN VIGOR.

VALOR ASEGURADO TOTAL	VALOR PRIMA	GASTOS EXPEDICION	IVA	TOTAL A PAGAR
$ ****16,994,415.90	$ **********32,000	$**********0.00	$ ********6,080	$ **********38,080

NOMBRE INTERMEDIARIO	CLAVE	%PART	NOMBRE COMPAÑIA COASEGURO CEDIDO	%PART	VALOR ASEGURADO
AGS SEGUROS LTDA AGS SEGUROS LTDA	11181	100.00			

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN: DECLARO CONOCER Y ESTAR INFORMADO QUE LOS CANALES QUE A CONTINUACIÓN SE RELACIONAN, CUYOS DATOS VERACES Y FIDEDIGNOS SE SUMINISTRADO VOLUNTARIAMENTE EN EL PRESENTE DOCUMENTO, PUEDEN SER UTILIZADOS POR LA ASEGURADORA PARA REALIZAR GESTIONES DE COBRANZA, ASÍ COMO PARA EL ENVÍO DE MENSAJES PUBLICITARIOS A TRAVÉS DE MENSAJES CORTOS DE TEXTO (SMS), MENSAJERÍA POR APLICACIONES WEB, CORREOS ELECTRÓNICOS Y LLAMADAS TELEFÓNICAS DE CARÁCTER COMERCIAL O PUBLICITARIO; TODO DENTRO DEL MARCO LEGAL APLICABLE. DE ESTA MANERA, AUTORIZO EXPRESAMENTE PARA SER CONTACTADO POR LA ASEGURADORA Y/O SUS SISTEMAS COMERCIALES, DE COBRANZA E INTERMEDIARIOS, PARA LOS FINES MENCIONADOS EN LA PRESENTE DECLARACIÓN, MEDIANTE LOS CANALES DE PRESENCIAL, LLAMADAS, CORREO ELECTRÓNICO Y EN ALGUNOS CASOS MEDIANTE MENSAJES DE TEXTO Y WHATSAPP POR MEDIO DE GESTIÓN AUTOMATIZADA. EN CASO QUE DESEE CAMBIAR EL CANAL DE CONTACTO O TENER UN CANAL EXCLUSIVO PARA LA GESTIÓN DE COBRANZA, POR FAVOR INFORMAR AL CORREO ELECTRÓNICO GESTIONCOBRANZA@SOLIDARIA.COM.CO, PARA FINES COMERCIALES POR FAVOR INFORMAR AL CORREO GESTIONCOMERCIAL@SOLIDARIA.COM.CO Y PARA MODIFICAR O ACTUALIZAR SUS DATOS DE CONTACTO POR FAVOR INGRESAR A: https://www.solidaria.com.co/es_Rights/solicitud.aspx

MEDIANTE LA ADQUISICIÓN Y CONTRATACIÓN DEL CONTRATO DE SEGURO, USTED ES CALIDAD DE TITULARES DE LA INFORMACIÓN DE MANERA LIBRE, EXPRESA, VOLUNTARIA E INFORMADA, AUTORIZA A ASEGURADORA SOLIDARIA DE COLOMBIA ENTIDAD COOPERATIVA O A LA PERSONA NATURAL O JURÍDICA A QUIEN ESTE ENCARGUE, A RECOLECTAR, ALMACENAR, UTILIZAR, CIRCULAR, SUPRIMIR Y EN GENERAL, A REALIZAR CUALQUIER OTRO TRATAMIENTO A LOS DATOS PERSONALES POR USTED SUMINISTRADOS, PARA TODOS AQUELLOS ASPECTOS INHERENTES A LAS ACTIVIDADES COMERCIALES Y PROMOCIONALES, Y CUALQUIER OTRO RELACIONADO CON EL DESARROLLO DEL OBJETO SOCIAL PRINCIPAL DEL REFERIDO ACREEDOR, LO QUE IMPLICA EL USO DE LOS DATOS EN ACTIVIDADES DE MERCADEO, PROMOCIÓN Y DE SER EL CASO, CUANDO LA ACTIVIDAD COMERCIAL LO REQUIERA, LA TRANSFERENCIA Y TRANSMISIÓN DE LOS MISMOS A UN TERCERO (INCLUYENDO TERCEROS PAÍSES), BAJO LOS PARÁMETROS DE LA LEY 1581 DE 2012, DECRETO 1074 DE 2015 Y DEMÁS NORMAS VIGENTES QUE REGULE LA MATERIA. SIN TODO CASO, ASEGURADORA SOLIDARIA GARANTIZA LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD, PRIVACIDAD Y DEMÁS PRINCIPIOS QUE IMPLICAN EL TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES ACORDE CON LA LEGISLACIÓN APLICABLE. ESTA AUTORIZACIÓN SE MANTENDRÁ POR EL TIEMPO DE VIGENCIA DEL VÍNCULO O LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO Y POR EL TIEMPO DE DURACIÓN DE LA SOCIEDAD RESPONSABLE. CONFORME LO ESTABLECIDO EN SUS MANUALES Y POLÍTICAS. IGUALMENTE DECLARO QUE HE CONOCIDO LA POLÍTICA DE TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DISPONIBLE EN: HTTPS://ASEGURADORASOLIDARIA.COM.CO/DERECHOS-DE-INTERES/POLITICA-DE-PRIVACIDAD.ASPX

PARA ACCEDER AL CLAUSULADO DE SU PÓLIZA DE SEGURO, POR FAVOR INGRESE AL SIGUIENTE LINK: https://asegurarteloespecialista.com.co/clausulas-de-interes/biblioteca-de-clausulados.aspx Y BUSQUE EL NOMBRE DEL PRODUCTO TAL Y COMO FIGURA EN EL TÍTULO DE ESTE DOCUMENTO. TAMBIÉN PUEDE VERIFICAR LA VALIDEZ DE ESTA PÓLIZA DESDE NUESTRA PÁGINA WEB https://www.aseguradorasolidaria.com.co EN EL MENÚ "SERVICIOS", OPCIÓN "CONSULTA POLIZA DE CUMPLIMIENTO Y OTROS".

FIRMA ASEGURADOR

(415)7701861000019(8020)000000000007000010183836

FIRMA TOMADOR

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN ASEGURADORA: Calle 100 No. 9A-45 Piso 12 Bogotá

CLIENTE

CBD9207907DAFF7957

Defensor del Consumidor Financiero – Principal: Juan Sebastián Portilla Portilla - Defensor del Consumidor Financiero – Suplente: José Guillermo Peña González
Dirección: Av 19 # 114 – 09 oficina 502 Bogotá – Teléfonos: (601) 213 10 76 – 213 13 22 - Celular: 321 924 04 79 – 323 232 29 34 - Correo electrónico: contacto@defensorfinanciero.com
Horario: Lunes a Viernes de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. y 1:00 p.m. a 5:00 p.m Para mayor información le invitamos a consultar el folleto en el siguiente link de nuestra página web:
https://aseguradorasolidaria.com.co/resources/site1/General/2025/DEFENSOR-CONSUMIDOR-FINANCIERO-2025F.pdf

Ahorre Aseguradora Solidaria de Colombia confirma la información de los clientes a través del Call Center, por favor tenga en cuenta que será contactado para realizar el procedimiento

GRAN CONTRIBUYENTE RES 2508 DIC/93 - REGIMEN COMUN - ACTIVIDAD ECONOMICA 6601. ENTIDAD COOPERATIVA NO EFECTUA RETENCION EN LA FUENTE

Compañía de Seguros

Aseguradora Solidaria de Colombia

NIT. 860.524.654-6

PÓLIZA DE GARANTÍA ÚNICA DE CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES - DECRETO 1082 DE 2015 - PATRICLSUSP09V4

NÚMERO ELECTRÓNICO PARA PAGOS
5101830361

PÓLIZA No: 510-47-994000027161 ANEXO: 0

AGENCIA EXPEDIDORA: RIONEGRO — COD AGENCIA: 510 — RAMO: 47

TIPO DE MOVIMIENTO: EXPEDICION — TIPO DE IMPRESIÓN: IMPRESION

FECHA DE EXPEDICIÓN			FECHA DE IMPRESIÓN		
DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO
03	07	2025	03	07	2025

DATOS DEL AFIANZADO

NOMBRE: GRUPO INGENIEROS CIVILES CONTRUCTORES Y ARQUI — IDENTIFICACIÓN: NIT 901.340.133-8

DIRECCIÓN: CARRERA 57 A 3522 1 — CIUDAD: BELLO, ANTIOQUIA — TELEFONO: 3112754809

DATOS DEL ASEGURADO Y BENEFICIARIO

ASEGURADO: EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL — IDENTIFICACIÓN: NIT 901.537.748-4

BENEFICIARIO: EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL — IDENTIFICACIÓN: NIT 901.537.748-4

AMPAROS

GIRO DE NEGOCIO: CONTRATO DE CONSULTORIA

DESCRIPCION AMPAROS CONTRATO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEGURADA
CUMPLIMIENTO	25/06/2025	25/02/2026	9,711,094.80
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E IND	25/06/2025	25/08/2028	2,427,773.70
CALIDAD DEL SERVICIO	25/06/2025	25/08/2026	4,855,547.40

BENEFICIARIOS
NIT 901537748 - EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

POLIZA DE CUMPLIMIENTO DE CONTRATO DE CONSULTORIA:

OBJETO DE LA GARANTIA

EL OBJETO DE LA PRESENTE POLIZA ES GARANTIZAR EL PAGO DE LOS PERJUICIOS DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA DERIVADAS DEL CONTRATO No. CD 030 DE 2025 CELEBRADO ENTRE LAS PARTES, RELACIONADO CON CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL E.A.E.P. con NIT 901.537.748-4 y MUNICIPIO DE COCORNÁ con NIT 890.984.624

VALOR ASEGURADO TOTAL	VALOR PRIMA	GASTOS EXPEDICION	IVA	TOTAL A PAGAR
$ ****16,996,415.90	$ **********90,036	$****11,000.00	$ *******19,197	$ **********120,233

NOMBRE INTERMEDIARIO	CLAVE	%PART	NOMBRE COMPAÑIA COASEGURO CEDIDO	%PART	VALOR ASEGURADO
AGE SEGUROS LIDA AGS SEGUROS LTDA	11191	100.00			

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN: DECLARO CONOCER Y ESTOY INFORMADO QUE LOS CANALES QUE A CONTINUACIÓN SE RELACIONAN, CUYOS DATOS VERACES Y PREEXISTEN HE SUMINISTRADO VOLUNTARIAMENTE EN EL PRESENTE DOCUMENTO, PUEDEN SER UTILIZADOS POR LA ASEGURADORA PARA REALIZAR GESTIONES DE COBRANZA, ASÍ COMO PARA EL ENVÍO DE MENSAJES PUBLICITARIOS A TRAVÉS DE MENSAJES CORTOS DE TEXTO (SMS), MENSAJERÍA POR APLICACIONES WEB, CORREOS ELECTRÓNICOS Y LLAMADAS TELEFÓNICAS DE CARÁCTER COMERCIAL O PUBLICITARIO, TODO DENTRO DEL MARCO LEGAL APLICABLE. EN ESTA MISMA AUTORIZO EXPRESAMENTE PARA SER CONTACTADO POR LA ASEGURADORA Y/O SUS GESTORES COMERCIALES, DE COBRANZA E INTERMEDIARIOS, PARA LOS FINES MENCIONADOS EN LA PRESENTE DECLARACIÓN, MEDIANTE LOS CANALES DE MENSAJERÍA, LLAMADAS, CORREO ELECTRÓNICO Y EN ALGUNOS CASOS MENSAJES DE TEXTO Y WHATSAPP POR MEDIO DE GESTIÓN AUTOMÁTICA. EN CASO QUE DESEE CAMBIAR EL CANAL DE CONTACTO O TENGO UN CANAL EXCLUSIVO PARA LA GESTIÓN DE COBRANZA, POR FAVOR INFORMAR AL CORREO ELECTRÓNICO: GESTIONCOBRANZAS@SOLIDARIA.COM.CO O, PARA VIDEO CORRECTORES POR FAVOR INFORMAR AL CORREO: GESTIONCOBRANZAS@SOLIDARIA.COM.CO Y PARA MODIFICAR O ACTUALIZAR SUS DATOS DE CONTACTO POR FAVOR INGRESAR A: https://www.solidaria.com.co/wp_it/gestion-de-cobranza/

MEDIANTE LA SUSCRITO Y CONTRATACIÓN DEL CONTRATO DE SEGURO, USTED EN CALIDAD DE TITULAR DE LA INFORMACIÓN, DE MANERA LIBRE, EXPRESA, VOLUNTARIA E INFORMADA, AUTORIZA A ASEGURADORA SOLIDARIA DE COLOMBIA ENTIDAD COOPERATIVA E A LA PERSONA NATURAL O JURÍDICA A QUIEN ESTE ENCARGUE, A RECOLECTAR, ALMACENAR, UTILIZAR, CIRCULAR, SUPRIMIR Y EN GENERAL, A REALIZAR CUALQUIER OTRO TRATAMIENTO A LOS DATOS PERSONALES POR USTED SUMINISTRADOS, PARA TODOS AQUELLOS ASPECTOS INHERENTES A LAS ACTIVIDADES COMERCIALES Y PROMOCIONALES Y CUALQUIER OTRO RELACIONADO CON EL OBJETO SOCIAL PRINCIPAL DEL REFERIDO SOCIEDAD, LO QUE INCLUYE EL USO DE LOS DATOS EN ACTIVIDADES DE MERCADEO, PROMOCIÓN Y DE SER EL CASO, CUANDO LA ACTIVIDAD COMERCIAL LO REQUIERA, LA TRANSFERENCIA Y TRANSMISIÓN DE LOS MISMOS A UN TERCERO UBICADO PAÍSES, BAJO LOS PARÁMETROS DE LA LEY 1581 DE 2012, DECRETO 1074 DE 2015 Y DEMÁS NORMATIVIDAD VIGENTE QUE REGULE LA MATERIA. EN TODO CASO, ASEGURADORA SOLIDARIA GUARANTIZA LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD, PRIVACIDAD Y DEMÁS PRINCIPIOS QUE INFLUYEN EL TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES ACORDE CON LA LEGISLACIÓN APLICABLE. ESTA AUTORIZACIÓN SE MANTENDRÁ POR EL TIEMPO DE DURACIÓN DEL VÍNCULO O LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO Y POR EL TIEMPO DE DURACIÓN DE LA SOCIEDAD RESPONSABLE, CONFORME LO ESTABLECIDO EN SUS MANUALES Y POLÍTICAS. ADICIONALMENTE DECLARO QUE HE CONOCIDO LA POLÍTICA DE TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DISPONIBLE EN: HTTPS://ASEGURADORASOLIDARIA.DIARIA.COM.CO/CLIENTES-DE-INTERES/POLITICA-DE-PRIVACIDAD.ASPX

FIRMA ACCESIT AL CLAUSULADO DE SU PÓLIZA DE SEGURO, POR FAVOR INGRESE AL SIGUIENTE LINK: https://asegurados.solidaria.com.co/Condicionado/Paginas/Buscador.aspx Y BUSQUE EL NOMBRE DEL PRODUCTO TAL Y COMO FIGURA EN EL TÍTULO DE ESTE DOCUMENTO. TAMBIÉN PUEDE CONSULTAR LA VALIDEZ DE ESTA PÓLIZA DESDE NUESTRA PÁGINA WEB https://www.solidaria.com.co EN EL APARTADO "CERTIFICADOS" OPRIMIENDO "CONSULTA PÓLIZA DE CUMPLIMIENTO Y OTROS"

FIRMA ASEGURADOR

(415)7701851000015(8020)0000000000070000101830361

FIRMA TOMADOR

DIRECCIÓN NOTIFICACIÓN ASEGURADORA: Calle 100 No. 8A-49 Piso 13 Bogotá

CLIENTE

CB2021T407DCPCTD99

Defensor del Consumidor Financiero – Principal: Manuel Guillermo Rueda Serrano * Celular: 312 342 4279 * Correo electrónico: defensorsolidaria@gmail.com
Defensor del Consumidor Financiero – Suplente: Jorge Humberto Martínez Luna * Celular: 310 225 4304 * Correo electrónico: martinezabogados@gmail.com
Dirección: Carrera 13A# 29-38 oficina 201, Bogotá * Teléfono: (601) 791 91 80 * Fax: (601) 791 91 80 * Horario: Lunes a Viernes de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. y 2:00 p.m. a 6:00 p.m.
Para mayor información le invitamos a consultar el folleto en el siguiente link de nuestra página web: https://asegurados.solidaria.com.co/resultados/Documentos%20compartidos/FOLLETO-DEFENSOR-CONSUMIDOR-FINANCIERO-30-01-2023.pdf

Ahora Aseguradora Solidaria de Colombia confirma la información de los clientes a través del Call Center, por favor tenga en cuenta que será contactado para realizar el procedimiento

Compañía de seguros

GRAN CONTRIBUYENTE RES 2596 DIC/91 - REGIMEN COMUN - ACTIVIDAD ECONOMICA 6601. ENTIDAD COOPERATIVA NO EFECTUAR RETENCION EN LA FUENTE

CONDICIONES GENERALES GARANTÍA ÚNICA DE CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES DECRETO 1082 DE 2015

CAPITULO 1 AMPAROS Y EXCLUSIONES

1. AMPAROS

ASEGURADORA SOLIDARIA DE COLOMBIA, ENTIDAD COOPERATIVA, OTORGA A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE, A TRAVÉS DEL PRESENTE CONTRATO DE SEGURO SIN EXCEDER EL VALOR ASEGURADO, COBERTURA PARA LOS AMPAROS MENCIONADOS EN LA CARATULA DE LA PRESENTE PÓLIZA, DE CONFORMIDAD CON LO PREVISTO EN EL ARTÍCULO 1088 DEL CÓDIGO DE COMERCIO SEGÚN EL CUAL EL CONTRATO DE SEGURO ES DE MERA INDEMNIZACION Y JAMAS PODRÁ SER FUENTE DE ENRIQUECIMIENTO. ESTA PÓLIZA CUBRE LOS PERJUICIOS DIRECTOS CON SUJECIÓN A LAS CONDICIONES DE LA PRESENTE PÓLIZA, EN SU ALCANCE Y CONTENIDO, SEGÚN LAS DEFINICIONES QUE EN ADELANTE SE ESTIPULAN:

LA COBERTURA DEL PRESENTE CONTRATO DE SEGURO O SUS ANEXOS NO CONSTITUYE UNA FIANZA, NI ES SOLIDARIA, NI INCONDICIONAL, SU EXIGIBILIDAD ESTÁ CONDICIONADA A LA OCURRENCIA DEL SINIESTRO Y LA DEMOSTRACIÓN DE LA CUANTÍA. EL AMPARO ESTA CIRCUNSCRITO A LOS PERJUICIOS CAUSADOS POR EL INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATISTA SIEMPRE QUE EL MISMO SE AJUSTE AL VALOR ASEGURADO, VIGENCIA DE LAS COBERTURAS Y EXCLUSIONES, Y LA RECLAMACIÓN SE EFECTÚE DENTRO DE LOS TÉRMINOS SEÑALADOS EN EL ART. 1081 DEL CÓDIGO DE COMERCIO.

1.1 AMPARO DE SERIEDAD DE LA OFERTA

LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE LA OFERTA CUBRIRÁ A LA ENTIDAD ESTATAL POR LA IMPOSICIÓN DE SANCIONES AL PROPONENTE DERIVADAS DEL INCUMPLIMIENTO DE LA OFERTA, EN LOS SIGUIENTES EVENTOS:

1.1.1 LA NO SUSCRIPCIÓN DEL CONTRATO SIN JUSTA CAUSA POR PARTE DEL ADJUDICATARIO.
1.1.2 LA NO AMPLIACIÓN DE LA VIGENCIA DE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE OFERTA CUANDO EL TÉRMINO PREVISTO EN LOS PLIEGOS PARA LA ADJUDICACIÓN O PARA LA SUSCRIPCIÓN DEL CONTRATO SE PRORROGUE, SIEMPRE Y CUANDO ESAS PRÓRROGAS NO EXCEDAN EL TERMINO DE TRES (3) MESES.
1.1.3 LA FALTA DE OTORGAMIENTO POR PARTE DEL PROPONENTE SELECCIONADO, DE LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO EXIGIDA POR LA ENTIDAD PARA AMPARAR EL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES DEL CONTRATO.
1.1.4 EL RETIRO DE LA OFERTA DESPUÉS DE VENCIDO EL TÉRMINO FIJADO PARA LA PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS.

1.2 AMPARO DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO

EL AMPARO DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE DE LOS PERJUICIOS DIRECTOS DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO TOTAL O PARCIAL DE LAS OBLIGACIONES NACIDAS DEL CONTRATO, ASÍ COMO DE SU CUMPLIMIENTO TARDÍO O DE SU CUMPLIMIENTO DEFECTUOSO, CUANDO ELLOS SON IMPUTABLES AL CONTRATISTA GARANTIZADO; LOS DAÑOS IMPUTABLES AL CONTRATISTA POR ENTREGAS PARCIALES DE LA OBRA, CUANDO EL CONTRATO NO PREVÉ ENTREGAS PARCIALES, ADEMÁS DE ESOS RIESGOS, ESTE AMPARO COMPRENDERÁ EL PAGO DEL VALOR DE LAS MULTAS Y DE LA CLÁUSULA PENAL PECUNIARIA QUE SE HAYAN PACTADO EN EL CONTRATO GARANTIZADO.

1.3 AMPARO DE BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN AL ANTICIPO

EL AMPARO DE BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE, DE LOS PERJUICIOS SUFRIDOS CON OCASIÓN DE (I) LA NO INVERSIÓN DEL ANTICIPO, (II) EL USO INDEBIDO DEL ANTICIPO Y (III) LA APROPIACIÓN INDEBIDA QUE EL CONTRATISTA GARANTIZADO HAGA DE LOS DINEROS O BIENES QUE SE LE HAYAN ENTREGADO EN CALIDAD DE ANTICIPO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO. CUANDO SE TRATE DE BIENES ENTREGADOS COMO ANTICIPO, ÉSTOS DEBERÁN TASARSE EN DINERO EN EL CONTRATO.

LA GARANTIA DE BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO DEBE ESTAR VIGENTE HASTA LA LIQUIDACIÓN DEL CONTRATO O HASTA LA AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO, DE ACUERDO CON LO QUE DETERMINE LA ENTIDAD ESTATAL. EL VALOR DE LA GARANTIA COMPRENDERA EL 100% DE LA SUMA ESTABLECIDA COMO ANTICIPO, YA SEA EN DINERO O EN ESPECIE.

1.4 AMPARO DE DEVOLUCIÓN DE PAGOS ANTICIPADOS

EL AMPARO DE DEVOLUCIÓN DEL PAGO ANTICIPADO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE DE LOS PERJUICIOS SUFRIDOS POR LA NO DEVOLUCIÓN TOTAL O PARCIAL, POR PARTE DEL CONTRATISTA, DE LOS DINEROS QUE LE FUERON ENTREGADOS A TÍTULO DE PAGO ANTICIPADO, CUANDO A ELLO HUBIERE LUGAR. LA GARANTIA DE

Aseguradora Solidaria de Colombia

PAGO ANTICIPADO DEBE ESTAR VIGENTE HASTA LA LIQUIDACION DEL CONTRATO O HASTA QUE LA ENTIDAD ESTATAL VERIFIQUE EL CUMPLIMIENTO DE TODAS LAS ACTIVIDADES O LA ENTREGA DE TODOS LOS BIENES O SERVICIOS ASOCIADOS AL PAGO ANTICIPADO, DE ACUERDO CON LO QUE DETERMINE LA ENTIDAD ESTATAL. EL VALOR DE LA GARANTIA COMPRENDERA EL 100% DEL MONTO PAGADO DE FORMA ANTICIPADA, YA SEA ESTE EN DINERO O EN ESPECIE.

1.5 AMPARO DE PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES LABORALES
EL AMPARO DE PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES LABORALES, CUBRIRÁ A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE, DE LOS PERJUICIOS QUE SE LE OCASIONEN COMO CONSECUENCIA DEL INCUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES LABORALES A QUE ESTE OBLIGADO EL CONTRATISTA GARANTIZADO, DERIVADAS DE LA CONTRATACION DEL PERSONAL UTILIZADO PARA LA EJECUCION DEL CONTRATO AMPARADO EN EL TERRITORIO NACIONAL.

ESTA GARANTIA NO SE APLICARA PARA LOS CONTRATOS QUE SE EJECUTEN FUERA DELTERRITORIO NACIONAL POR PERSONAL CONTRATADO BAJO UN REGIMEN JURIDICO DIFERENTE AL COLOMBIANO.

1.6 AMPARO DE ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA
EL AMPARO DE ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA, CUBRIRÁ A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE DE LOS PERJUICIOS OCASIONADOS POR CUALQUIER TIPO DE DAÑO O DETERIORO, IMPUTABLE AL CONTRATISTA, SUFRIDO POR LA OBRA ENTREGADA A SATISFACCIÓN.

PARAGRAFO: LA COBERTURA DEL AMPARO DE ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA INICIA SU VIGENCIA A PARTIR DEL RECIBO A SATISFACCION DE LA OBRA POR PARTE DE LA ENTIDAD CONTRATANTE.

1.7 CALIDAD Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS BIENES Y EQUIPOS SUMINISTRADOS
EL AMPARO DE CALIDAD Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS BIENES Y EQUIPOS SUMINISTRADOS CUBRIRÁ A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE DE LOS PERJUICIOS IMPUTABLES AL CONTRATISTA GARANTIZADO, (I) DERIVADOS DE LA MALA CALIDAD O DEFICIENCIAS TÉCNICAS DE LOS BIENES O EQUIPOS POR EL SUMINISTRADOS, DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO O (II) POR EL INCUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS O NORMAS TÉCNICAS ESTABLECIDAS PARA EL RESPECTIVO BIEN O EQUIPO, UNA VEZ SEAN RECIBIDOS POR LA ENTIDAD.

1.8 AMPARO DE CALIDAD DEL SERVICIO
EL AMPARO DE CALIDAD DEL SERVICIO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE DE LOS PERJUICIOS IMPUTABLES AL CONTRATISTA GARANTIZADO QUE SE DERIVEN DE (I) LA MALA CALIDAD O INSUFICIENCIA DE LOS PRODUCTOS ENTREGADOS CON OCASIÓN DE UN CONTRATO DE CONSULTORIA, O (II) DE LA MALA CALIDAD DEL SERVICIO PRESTADO, TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES PACTADAS EN EL CONTRATO.

PARAGRAFO PRIMERO.
EN VIRTUD DE LO SEÑALADO EN EL ARTÍCULO 44 DE LA LEY 610 DE 2000, LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO CUBRIRÁ LOS PERJUICIOS CAUSADOS A LA ENTIDAD ESTATAL COMO CONSECUENCIA DE LA CONDUCTA DOLOSA O CULPOSA O DE LA RESPONSABILIDAD IMPUTABLE A LOS PARTICULARES, DERIVADOS DE UN PROCESO DE RESPONSABILIDAD FISCAL.

PARÁGRAFO SEGUNDO.
LOS AMPAROS DE LA PÓLIZA SERÁN INDEPENDIENTES UNOS DE OTROS RESPECTO DE SUS RIESGOS Y DE SUS VALORES ASEGURADOS. LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE ASEGURADA NO PODRÁ RECLAMAR O TOMAR EL VALOR DE UN AMPARO PARA CUBRIR O INDEMNIZAR EL VALOR DE OTROS. ESTOS NO SON ACUMULABLES Y SON EXCLUYENTES ENTRE SÍ.

PARÁGRAFO TERCERO.
ANTES DEL INICIO DE LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO, SERÁ RESPONSABILIDAD DE LA ENTIDAD CONTRATANTE APROBAR LA GARANTÍA. LA APROBACIÓN COMPRENDERÁ LAS CONDICIONES GENERALES Y PARTICULARES DE LA PÓLIZA.

2. EXCLUSIONES
LOS AMPAROS PREVISTOS EN LA PRESENTE PÓLIZA NO OPERARÁN EN LOS SIGUIENTES CASOS:

2.1 CAUSA EXTRAÑA, ESTO ES LA FUERZA MAYOR O CASO FORTUITO, EL HECHO DE UN TERCERO O LA CULPA EXCLUSIVA DE LA VICTIMA.
2.2 DAÑOS CAUSADOS POR EL CONTRATISTA A LOS BIENES DE LA ENTIDAD NO DESTINADOS AL CONTRATO.
2.3 EL USO INDEBIDO O INADECUADO O LA FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A QUE ESTÉ OBLIGADA LA ENTIDAD CONTRATANTE.
2.4 EL DEMÉRITO O DETERIORO NORMAL QUE SUFRAN LOS BIENES ENTREGADOS CON OCASION DEL CONTRATO

GARANTIZADO, COMO CONSECUENCIA DEL MERO TRANSCURSO DEL TIEMPO.

CAPITULO II - DEFINICIÓN DE TERMINOS
Para efectos de este contrato de seguro las expresiones o vocablos relacionados a continuación, tendrán el siguiente significado.

2.1 Tomador
Es la persona natural o jurídica que contrata el seguro y se hace responsable del pago de la prima y quien ha celebrado un contrato con la entidad estatal contratante, cuyas obligaciones se encuentran garantizadas con la presente póliza.

2.2 Asegurado
Es la entidad estatal contratante que por tener interés asegurable figura como tal en la carátula de la póliza.

2.3 Beneficiario
Es la entidad estatal contratante que ha sufrido un perjuicio amparado, o en el amparo de salarios el trabajador vinculado al contratista mediante contrato de trabajo.

2.4 Siniestro
Es la realización del riesgo asegurado por un hecho imputable al contratista, ocurrido durante la vigencia consignada en la carátula de la póliza, que ha causado un perjuicio indemnizable a la entidad estatal contratante.

2.5 Acto Administrativo
Es el medio a través del cual la entidad estatal en uso de su función administrativa manifiesta su voluntad encaminada a producir ciertos efectos jurídicos de carácter particular.

2.6 Acto Administrativo Ejecutoriado
Es la manifestación de la entidad estatal contratante que puede producir los efectos previstos en el acto, por haber cumplido con los requisitos establecidos del artículo 62 del código contencioso administrativo, y Aseguradora Solidaria de Colombia en calidad de garante ha ejercido su derecho a la defensa.

CAPITULO III - CONDICIONES APLICABLES A TODO EL CONTRATO

1. SUMA ASEGURADA
LA SUMA ASEGURADA DETERMINADA PARA CADA AMPARO EN LA CARÁTULA DE ESTA PÓLIZA, DELIMITA LA RESPONSABILIDAD MÁXIMA DE LA ASEGURADORA EN CASO DE SINIESTRO.

2. VIGENCIA
LA VIGENCIA DE LOS AMPAROS OTORGADOS POR LA PRESENTE PÓLIZA SE HARÁ CONSTAR EN LA CARÁTULA DE LA PÓLIZA Y/O EN SUS ANEXOS Y/O CERTIFICADOS QUE SE EXPIDAN CON FUNDAMENTO EN ELLA.

3. EFECTIVIDAD DE LA GARANTÍA
DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 1077 DEL CÓDIGO DE COMERCIO LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA DEBERÁ DEMOSTRAR LA OCURRENCIA DEL SINIESTRO Y ACREDITAR LA CUANTÍA DE LA PÉRDIDA, PREVIO AGOTAMIENTO DEL DERECHO DE AUDIENCIA DEL CONTRATISTA Y DEL GARANTE, DE LA SIGUIENTE FORMA:

3.1 EN CASO DE CADUCIDAD, UNA VEZ AGOTADO EL DEBIDO PROCESO Y GARANTIZADOS LOS DERECHOS DE DEFENSA Y CONTRADICCIÓN DEL CONTRATISTA Y DE SU GARANTE, DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 86 DE LA LEY 1474 DE 2011 LA ENTIDAD ESTATAL PROFERIRÁ EL ACTO ADMINISTRATIVO CORRESPONDIENTE EN EL CUAL, ADEMÁS DE LA DECLARATORIA DE CADUCIDAD, PROCEDERÁ A HACER EFECTIVA LA CLÁUSULA PENAL O A CUANTIFICAR EL MONTO DEL PERJUICIO Y A ORDENAR SU PAGO TANTO AL CONTRATISTA COMO AL GARANTE. EL ACTO ADMINISTRATIVO DE CADUCIDAD CONSTITUYE SINIESTRO.
3.2 EN CASO DE APLICACIÓN DE MULTAS, UNA VEZ AGOTADO EL DEBIDO PROCESO Y GARANTIZADOS LOS DERECHOS DE DEFENSA Y CONTRADICCIÓN DEL CONTRATISTA Y DE SU GARANTE DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 86 DE LA LEY 1474 DE 2011 LA ENTIDAD ESTATAL, PROFERIRÁ EL ACTO ADMINISTRATIVO CORRESPONDIENTE EN EL CUAL IMPONDRÁ LA MULTA Y ORDENARÁ SU PAGO TANTO AL CONTRATISTA COMO AL GARANTE. EL ACTO ADMINISTRATIVO CONSTITUYE SINIESTRO.
3.3 EN LOS DEMÁS CASOS DE INCUMPLIMIENTO, UNA VEZ AGOTADO EL DEBIDO PROCESO Y GARANTIZADOS LOS DERECHOS DE DEFENSA Y CONTRADICCIÓN DEL CONTRATISTA Y DE SU GARANTE PROFERIRÁ EL ACTO ADMINISTRATIVO CORRESPONDIENTE EN EL CUAL DECLARARÁ EL INCUMPLIMIENTO Y CUANTIFICARA EL MONTO DE LA PÉRDIDA Y/O HARA EFECTIVA LA CLÁUSULA

PENAL, SI ELLA ESTÁ PACTADA Y ORDENARÁ SU PAGO TANTO AL CONTRATISTA COMO AL GARANTE.

4. REDUCCIÓN DE LA INDEMNIZACIÓN
SI EL ASEGURADO O BENEFICIARIO, AL MOMENTO DE TENER CONOCIMIENTO DEL INCUMPLIMIENTO O CON POSTERIORIDAD A ÉSTE Y ANTERIOR AL PAGO DE LA INDEMNIZACIÓN, FUERE DEUDOR DEL CONTRATISTA POR CUALQUIER CONCEPTO, SE APLICARÁ LA COMPENSACIÓN Y LA INDEMNIZACIÓN SE DISMINUIRÁ EN EL MONTO DE LAS ACREENCIAS, SEGÚN LA LEY, DE CONFORMIDAD CON LO SEÑALADO EN LOS ARTÍCULOS 1714 Y SUBSIGUIENTES DEL CÓDIGO CIVIL.

IGUALMENTE SE DISMINUIRÁ DEL VALOR DE LA INDEMNIZACIÓN EN EL DE LOS BIENES QUE LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA HAYA OBTENIDO DEL CONTRATISTA, JUDICIAL O EXTRAJUDICIALMENTE, EN EJERCICIO DE LAS ACCIONES DERIVADAS DEL CONTRATO CUYO CUMPLIMIENTO SE GARANTIZA CON LA PRESENTE PÓLIZA.

5. PAGO DEL SINIESTRO
LA ASEGURADORA PAGARÁ EL VALOR DEL SINIESTRO, ASÍ:

5.1. PARA EL CASO PREVISTO EN EL NUMERAL 3.1., DENTRO DEL MES SIGUIENTE A LA COMUNICACIÓN ESCRITA QUE CON TAL FIN HAGA LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE PARA RECLAMAR EL PAGO, ACOMPAÑADA DEL ACTO ADMINISTRATIVO DEBIDAMENTE EJECUTORIADO Y DEL ACTA DE LIQUIDACIÓN DEL CONTRATO O DE LA RESOLUCIÓN EJECUTORIADA QUE ACOJA LA LIQUIDACIÓN UNILATERAL.

5.2 PARA EL CASO DEL NUMERAL 3.2, DENTRO DEL MES SIGUIENTE A LA COMUNICACIÓN ESCRITA QUE HAGA LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE, ACOMPAÑADA DEL ACTO ADMINISTRATIVO DEBIDAMENTE EJECUTORIADO, JUNTO CON LA CONSTANCIA DE LA ENTIDAD ESTATAL DE LA NO EXISTENCIA DE SALDOS A FAVOR DEL CONTRATISTA RESPECTO DE LOS CUALES SE PUEDA APLICAR LA COMPENSACIÓN DE QUE TRATA LA CONDICIÓN CUARTA DE ESTE CLAUSULADO O EN LA QUE CONSTE LA DISMINUCIÓN EN EL VALOR A INDEMNIZAR EN VIRTUD DE TAL COMPENSACIÓN.

PARAGRAFO.
LA ASEGURADORA PODRA OPTAR POR CUMPLIR SU PRESTACIÓN MEDIANTE EL PAGO DE LA INDEMNIZACION O CONTINUANDO LA EJECUCIÓN DE LA OBLIGACIÓN GARANTIZADA, DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 1102 DEL CÓDIGO DE COMERCIO.

6. VIGILANCIA SOBRE EL CONTRATISTA EN LA EJECUCION DEL CONTRATO
LA ASEGURADORA TIENE DERECHO A EJERCER LA VIGILANCIA SOBRE EL CONTRATISTA EN LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO, PARA LO CUAL LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE LE PRESTARÁ LA COLABORACIÓN NECESARIA.

7. SUBROGACION
EN VIRTUD DEL PAGO DE LA INDEMNIZACIÓN LA ASEGURADORA SE SUBROGA HASTA CONCURRENCIA DE SU IMPORTE, EN TODOS LOS DERECHOS QUE LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE TENGA CONTRA EL CONTRATISTA.

LA ENTIDAD ESTATAL NO PUEDE RENUNCIAR EN NINGÚN MOMENTO A SUS DERECHOS CONTRA EL CONTRATISTA Y SI LO HICIERE PERDERÁ EL DERECHO A LA INDEMNIZACIÓN.
EL CONTRATISTA SE OBLIGA A REEMBOLSAR INMEDIATAMENTE A LA ASEGURADORA, LA SUMA QUE ÉSTA LLEGARE A PAGAR A LA ENTIDAD ESTATAL, CON OCASIÓN DE LA PRESENTE PÓLIZA, INCREMENTADA CON LOS INTERESES MÁXIMOS LEGALES VIGENTES AL MOMENTO DEL REEMBOLSO, CALCULADOS DESDE QUE LA ASEGURADORA EFECTÚE EL PAGO RESPECTIVO, SIN NECESIDAD DE REQUERIMIENTOS PREVIOS.

8. CESION DEL CONTRATO
EN EL EVENTO QUE POR INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATISTA EL ASEGURADOR RESOLVIERA CONTINUAR, COMO CESIONARIO, CON LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO Y LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE ESTUVIESE DE ACUERDO CON ELLO, EL CONTRATISTA ACEPTA DESDE AHORA LA CESIÓN DEL CONTRATO A FAVOR DEL ASEGURADOR.

EN TAL EVENTO LAS PARTES SUSCRIBIRÁN EL CONTRATO CORRESPONDIENTE, Y ASEGURADORA SOLIDARIA PRESENTARÁ GARANTÍAS EN LOS TÉRMINOS EXIGIDOS POR LA LICITACIÓN O CONTRATO.

9. NO EXPIRACION POR FALTA DE PAGO DE PRIMA E IRREVOCABILIDAD

LA PRESENTE PÓLIZA NO EXPIRARÁ POR FALTA DE PAGO DE LA PRIMA NI POR REVOCACIÓN UNILATERAL.

10. NOTIFICACIONES Y RECURSOS
LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE DEBERÁ NOTIFICAR A LA ASEGURADORA LOS ACTOS ADMINISTRATIVOS ATINENTES A LA EFECTIVIDAD DE LA PÓLIZA, PREVIO AGOTAMIENTO DEL DERECHO DE AUDIENCIA DEL CONTRATISTA Y DEL GARANTE.

11. PROHIBICION DE LA TRANSFERENCIA
NO SE PERMITE HACER CESIÓN O TRANSFERENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA SIN EL CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA ASEGURADORA. EN CASO DE INCUMPLIMIENTO DE ESTA DISPOSICIÓN, EL AMPARO TERMINA AUTOMÁTICAMENTE Y LA ASEGURADORA SOLO SERÁ RESPONSABLE POR LOS ACTOS DE INCUMPLIMIENTO QUE HAYAN OCURRIDO CON ANTERIORIDAD A LA FECHA DE LA CESIÓN O TRANSFERENCIA.

12. COEXISTENCIA DE SEGUROS
EN CASO DE EXISTIR, AL MOMENTO DEL SINIESTRO, OTRO SEGURO DE CUMPLIMIENTO CON RELACIÓN AL MISMO CONTRATO, EL IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN A QUE HAYA LUGAR, SE DISTRIBUIRÁ ENTRE LOS ASEGURADORES EN PROPORCIÓN A LAS CUANTÍAS DE SUS RESPECTIVOS SEGUROS, SIN QUE EXISTA SOLIDARIDAD ENTRE LAS ASEGURADORAS PARTICIPANTES Y SIN EXCEDER DE LA SUMA ASEGURADA BAJO EL CONTRATO DE SEGURO.

13. LLAMAMIENTO EN GARANTIA
CUANDO SE AMPAREN CONTRATOS EN LOS CUALES SE HA SUSCRITO CLAUSULA COMPROMISORIA, DE CONFORMIDAD CON O PREVISTO EN EL ARTÍCULO 37 DE LA LEY 1563 DE 2012, LA ASEGURADORA QUEDARA VINCULADA A LOS EFECTOS DEL MISMO.

14. PROCESOS CONCURSALES LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE ASEGURADA SE OBLIGA A HACER VALER SUS DERECHOS DENTRO DE CUALQUIER PROCESO CONCURSAL O PRECONCURSAL O LOS PREVISTOS EN LA LEY 550 DE 1999, LEY 1116 Y SUS NORMAS COMPLEMENTARIAS, EN EL QUE LLEGARE A SER ADMITIDO EL CONTRATISTA GARANTIZADO, EN LA FORMA EN QUE DEBERÍA HACERLO SI CARECIESE DE LA GARANTÍA OTORGADA POR LA PRESENTE PÓLIZA, SUS CERTIFICADOS DE APLICACIÓN Y SUS AMPAROS, DANDO AVISO A LA ASEGURADORA DE TAL CONDUCTA.

15. PRESCRIPCIÓN LAS ACCIONES DERIVADAS DEL PRESENTE CONTRATO DE SEGURO, SE SUJETAN A LOS TÉRMINOS DE PRESCRIPCIÓN DISPUESTOS EN EL ARTÍCULO 1081 DEL CÓDIGO DE COMERCIO Y DEMÁS NORMAS QUE LO ADICIONEN Y/O MODIFIQUEN.

16. DOMICILIO SIN PERJUICIO DE LAS DISPOSICIONES PROCESALES, PARA LOS EFECTOS RELACIONADOS CON EL PRESENTE CONTRATO SE FIJA EL DOMICILIO EN LA CIUDAD DE BOGOTA EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA.

TOMADOR

JOSE IVAN BONILLA PEREZ
Firmado digitalmente por JOSE IVAN BONILLA PEREZ
Fecha: 2025.02.03 17:33:25 -05'00'

ASEGURADORA SOLIDARIA DE COLOMBIA

RUT

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario

001

2. Concepto: 02 Actualización

4. Número de formulario: 141200748341

(415)7707212489384(8020) 000014120074834 1

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)	6. DV	12. Dirección seccional / Impuestos de Medellín	14. Buzón electrónico
9 0 1 3 4 0 1 3 3	8	1 1	

IDENTIFICACIÓN

24. Tipo de contribuyente	25. Tipo de documento	26. Número de Identificación	
Persona jurídica 1			

Lugar de expedición	28. País	29. Departamento	30. Ciudad/Municipio

31. Primer apellido	32. Segundo apellido	33. Primer nombre	34. Otros nombres

35. Razón social: GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S

36. Nombre comercial	37. Sigla
GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S	

UBICACIÓN

38. País	39. Departamento	40. Ciudad/Municipio
COLOMBIA 1 6 9	Antioquia 0 5	Bello 0 8 8

41. Dirección principal: CR 53 23 11 P 3

42. Correo electrónico: yemosva@hotmail.com

43. Código postal	44. Teléfono 1	45. Teléfono 2
	3 1 1 2 7 5 4 8 0 9	3 2 1 7 6 7 8 0 5 8

CLASIFICACIÓN

Actividad económica

Actividad principal		Actividad secundaria		Otras actividades			Ocupación	
46. Código	47. Fecha inicio actividad	48. Código	49. Fecha inicio actividad	50. Código	1	2	51. Código	52. Número establecimientos
7 1 1 2	2 0 1 8 0 6 1 8	7 1 1 1	2 0 1 8 0 6 1 8		4 6 6 3			

Responsabilidades, Calidades y Atributos

53. Código: 5 7 1 4 4 2 4 8 5 2 5 5

05- Impto. renta y compl. régimen ordinar
07- Retención en la fuente a título de rent
14- Informante de exogena
42- Obligado a llevar contabilidad
48 - Impuesto sobre las ventas - IVA
52 - Facturador electrónico
55 - Informante de Beneficiarios Finales

Usuarios aduaneros

54. Código

Exportadores

55. Forma	56. Tipo	Servicio	1	2	3
		57. Modo			
		58. CPC			

IMPORTANTE: Sin perjuicio de las actualizaciones a que haya lugar, la inscripción en el Registro Único Tributario -RUT-, tendrá vigencia indefinida y en consecuencia no se exigirá su renovación

Para uso exclusivo de la DIAN

59. Anexos: SI [ ] NO [X] 60. No. de Folios: 0

La información suministrada a través del formulario oficial de inscripción, actualización, suspensión y cancelación del Registro Único Tributario (RUT), deberá ser exacta y veraz; en caso de constatar inexactitud en alguno de los datos suministrados se adelantarán los procedimientos administrativos sancionatorios o de suspensión, según el caso. Parágrafo del artículo 1.6.1.2.5 del Decreto 1625 del 2016. De igual manera al formalizar el trámite el usuario fue informado y acepta la política de tratamiento de datos ley 1581 de 2012.

Firma del solicitante:

Sin perjuicio de las verificaciones que la DIAN realice.

Firma autorizada:

984. Nombre: MOSQUERA VALENCIA YEISON AUSBERTO

985. Cargo: Representante legal Certificado

DOCUMENTO CERTIFICADO SIN COSTO

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario

001

Página 2 de 4 Hoja 2

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario 141200748341

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)	6. DV	12. Dirección seccional	14. Buzón electrónico
9 0 1 3 4 0 1 3 3	8	Impuestos de Medellín 1 1	

Características y formas de las organizaciones

62. Naturaleza	2	63. Formas asociativas	1 2	64. Entidades e institutos de derecho público de orden nacional, departamental, municipal y descentralizados	
65. Fondos		66. Cooperativas		67. Sociedades y organismos extranjeros	
68. Sin personería jurídica		69. Otras organizaciones no clasificadas		70. Beneficio	1

Constitución, Registro y Última Reforma

Documento	1. Constitución	2. Reforma
71. Clase	0 4	
72. Número		
73. Fecha	2 0 1 9 1 1 0 1	
74. Número de notaría		
75. Entidad de registro	0 3	
76. Fecha de registro	2 0 1 9 1 1 1 4	
77. No. Matrícula mercantil	0 0 6 6 1 6 4 5 1 2	
78. Departamento	0 5	
79. Ciudad/Municipio	0 0 1	
Vigencia		
80. Desde	2 0 1 9 1 1 0 1	
81. Hasta	9 9 9 9 1 2 3 1	

Composición del Capital

82. Nacional	1 0 0 %
83. Nacional público	0 , 0 %
84. Nacional privado	1 0 0 , 0 %
85. Extranjero	0 %
86. Extranjero público	0 , 0 %
87. Extranjero privado	0 , 0 %

Entidad de vigilancia y control

88. Entidad de vigilancia y control

Estado y Beneficio

Ítem	89. Estado actual	90. Fecha cambio de estado	91. Número de Identificación Tributaria (NIT)	92. DV
1	8 1	2 0 2 0 1 2 3 1		
2				
3				
4				
5				

Vinculación económica

93. Vinculación económica	94. Nombre del grupo económico y/o empresarial	95. Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Matriz o Controlante	96. DV.

97. Nombre o razón social de la matriz o controlante

170. Número de identificación tributaria otorgado en el exterior	171. País	172. Número de identificación tributaria sociedad o natural del exterior con EP	

173. Nombre o razón social de la sociedad o natural del exterior con EP

COPIA CERTIFICADO DOCUMENTO SIN COSTO

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario
Representación

001

Página 3 de 4 Hoja 3

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario: 141200748341

5. Número de Identificación Tributaria (NIT): 9 0 1 3 4 0 1 3 3 | 6. DV: 8

12. Dirección seccional: Impuestos de Medellín | 13. | 14. Buzón electrónico: 1 1

Representación

1

98. Representación: REPRS LEGAL PRIN 1 8 | 99. Fecha inicio ejercicio representación: 2 0 1 9 1 1 1 4

100. Tipo de documento: Cédula de Ciudadani 1 3 | 101. Número de identificación: 1 0 3 5 4 2 3 7 0 6 | 102. DV | 103. Número de tarjeta profesional

104. Primer apellido: MOSQUERA | 105. Segundo apellido: VALENCIA | 106. Primer nombre: YEISON | 107. Otros nombres: AUSBERTO

108. Número de Identificación Tributaria (NIT) | 109. DV | 110. Razón social representante legal

2

98. Representación | 99. Fecha inicio ejercicio representación

100. Tipo de documento | 101. Número de identificación | 102. DV | 103. Número de tarjeta profesional

104. Primer apellido | 105. Segundo apellido | 106. Primer nombre | 107. Otros nombres

108. Número de Identificación Tributaria (NIT) | 109. DV | 110. Razón social representante legal

3

98. Representación | 99. Fecha inicio ejercicio representación

100. Tipo de documento | 101. Número de identificación | 102. DV | 103. Número de tarjeta profesional

104. Primer apellido | 105. Segundo apellido | 106. Primer nombre | 107. Otros nombres

108. Número de Identificación Tributaria (NIT) | 109. DV | 110. Razón social representante legal

4

98. Representación | 99. Fecha inicio ejercicio representación

100. Tipo de documento | 101. Número de identificación | 102. DV | 103. Número de tarjeta profesional

104. Primer apellido | 105. Segundo apellido | 106. Primer nombre | 107. Otros nombres

108. Número de Identificación Tributaria (NIT) | 109. DV | 110. Razón social representante legal

5

98. Representación | 99. Fecha inicio ejercicio representación

100. Tipo de documento | 101. Número de identificación | 102. DV | 103. Número de tarjeta profesional

104. Primer apellido | 105. Segundo apellido | 106. Primer nombre | 107. Otros nombres

108. Número de Identificación Tributaria (NIT) | 109. DV | 110. Razón social representante legal

COPIA CERTIFICADO
DOCUMENTO SIN COSTO

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario
Revisor Fiscal y Contador

001

Página 4 de 4 Hoja 5

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario 141200748341

(415)7707212489984(8020) 000014120074834 1

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)	6. DV	12. Dirección seccional		14. Buzón electrónico
9 0 1 3 4 0 1 3 3	8	Impuestos de Medellín	1 1	

Revisor Fiscal y Contador

Revisor fiscal principal

124. Tipo de documento	125. Número de identificación	126. DV	127. Número de tarjeta profesional

128. Primer apellido	129. Segundo apellido	130. Primer nombre	131. Otros nombres

132. Número de Identificación Tributaria (NIT)	133. DV	134. Sociedad o firma designada

135. Fecha de nombramiento	

Revisor fiscal suplente

136. Tipo de documento	137. Número de identificación	138. DV	139. Número de tarjeta profesional

140. Primer apellido	141. Segundo apellido	142. Primer nombre	143. Otros nombres

144. Número de Identificación Tributaria (NIT)	145. DV	146. Sociedad o firma designada

147. Fecha de nombramiento	

Contador

148. Tipo de documento	149. Número de identificación	150. DV	151. Número de tarjeta profesional
Cédula de Ciudadanía 1 3	7 1 3 5 2 1 9 9	5	2 9 4 6 5 8 T

152. Primer apellido	153. Segundo apellido	154. Primer nombre	155. Otros nombres
PALACIOS	VALENCIA	YESID	

156. Número de Identificación Tributaria (NIT)	157. DV	158. Sociedad o firma designada

159. Fecha de nombramiento	
2 0 2 5 0 6 0 4	

COPIA CERTIFICADO DOCUMENTO SIN COSTO

CERTIFICACION BANCARIA

CONTRATOS PERSONAL

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES No. 001-2025-GICCA

Entre:
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
CR 53#23-11 BELLO
En adelante **EL CONTRATISTA**

Y:

ORGANIZACIÓN ALIANZA COLOMBIA NIT:901621353
EN ADELANTE
CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN
Identificado con CC: 1036606155
En adelante **EL CONSULTOR**

1. OBJETO

EL CONTRATISTA contrata a EL CONSULTOR para la prestación de servicios profesionales relacionados con:
CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA

Cargo/Actividad especifica: COORDINADOR DEL COMPONENTE DE LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMÉTRICO DETALLADO Y AMARRE GEODÉSICO DEL PROYECTO.

2. PLAZO

El presente contrato tendrá una duración desde el **07 de julio de 2025** hasta el **31 de julio**.

3. VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total del contrato es de **$5.500.000 (Cinco Millones Quinientos Mil Pesos M/CTE)**.
Se pagará contra entrega de productos y/o informes de avance, previa aceptación por parte de EL CONTRATISTA.

4. OBLIGACIONES DEL CONSULTOR

- Realizar las actividades propias de su cargo de acuerdo con los términos de referencia del proyecto.
- Entregar los productos acordados en los tiempos establecidos.
- Actuar con diligencia, idoneidad y ética profesional.
- Reportar periódicamente al Coordinador del Proyecto.

5. CAUSALES DE TERMINACIÓN

- Cumplimiento del objeto contractual.
- Incumplimiento grave de cualquiera de las partes.
- Mutuo acuerdo.

6. CONFIDENCIALIDAD

EL CONSULTOR se obliga a mantener confidencialidad sobre la información del proyecto.

7. LEY APLICABLE

Este contrato se regirá por las leyes de la República de Colombia.

FIRMAS

EL CONTRATISTA
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
Representante Legal: _____

GRUPO INGENIEROS CIVILES,
CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8
Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.
Fecha: Dia: 07 Mes: 07 Año: 2025

EL CONSULTOR
CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN
CC: 1036606155

Firma: _____

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES No. 002-2025-GICCA

Entre:
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
CR 53#23-11 BELLO
En adelante **EL CONTRATISTA**

Y:

OVIDIO HURTADO MOSQUERA
Identificado con CC: 11810879
En adelante **EL CONSULTOR**

1. OBJETO

EL CONTRATISTA contrata a EL CONSULTOR para la prestación de servicios profesionales relacionados con:
CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA

Cargo/Actividad específica: REVISOR INTERNO DEL DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS, AL IGUAL QUE DEL COMPONENTE DE DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

2. PLAZO

El presente contrato tendrá una duración desde el **07 de julio de 2025** hasta el **20 de septiembre de 2025**.

3. VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total del contrato es de **$7.200.000 (Siete Millones Doscientos Mil pesos M/CTE)**.
Se pagará contra entrega de productos y/o informes de avance, previa aceptación por parte de EL CONTRATISTA.

4. OBLIGACIONES DEL CONSULTOR

- Realizar las actividades propias de su cargo de acuerdo con los términos de referencia del proyecto.
- Entregar los productos acordados en los tiempos establecidos.
- Actuar con diligencia, idoneidad y ética profesional.

- Reportar periódicamente al Coordinador del Proyecto.

5. CAUSALES DE TERMINACIÓN

- Cumplimiento del objeto contractual.
- Incumplimiento grave de cualquiera de las partes.
- Mutuo acuerdo.

6. CONFIDENCIALIDAD

EL CONSULTOR se obliga a mantener confidencialidad sobre la información del proyecto.

7. LEY APLICABLE

Este contrato se regirá por las leyes de la República de Colombia.

FIRMAS

EL CONTRATISTA
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
Representante Legal: _____

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901.340133-8
Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

EL CONSULTOR
OVIDIO HURTADO MOSQUERA
CC: 11810879
Firma: Ovidio Hurtado M

Fecha: Dia: 07 Mes: 07 Año: 2025

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES No. 003-2025-GICCA

Entre:
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
CR 53#23-11 BELLO
En adelante **EL CONTRATISTA**

Y:

ROGER ALBERTO URBANO
Identificado con PT: 5001056
En adelante **EL CONSULTOR**

1. OBJETO

EL CONTRATISTA contrata a EL CONSULTOR para la prestación de servicios profesionales relacionados con:
CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA

Cargo/Actividad específica: INGENIERO COORDINADOR DE PRESUPUESTO Y MODELO BIM.

2. PLAZO

El presente contrato tendrá una duración desde el **07 de SEPTIEMBRE de 2025** hasta el **20 DE SEPTIEMBRE de 2025**.

3. VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total del contrato es de **$3.000.000 (Tres Millones de Pesos M/CTE)**. Se pagará contra entrega de productos y/o informes de avance, previa aceptación por parte de EL CONTRATISTA.

4. OBLIGACIONES DEL CONSULTOR

- Realizar las actividades propias de su cargo de acuerdo con los términos de referencia del proyecto.
- Entregar los productos acordados en los tiempos establecidos.
- Actuar con diligencia, idoneidad y ética profesional.
- Reportar periódicamente al Coordinador del Proyecto.

5. CAUSALES DE TERMINACIÓN

- Cumplimiento del objeto contractual.

- Incumplimiento grave de cualquiera de las partes.
- Mutuo acuerdo.

6. CONFIDENCIALIDAD

EL CONSULTOR se obliga a mantener confidencialidad sobre la información del proyecto.

7. LEY APLICABLE

Este contrato se regirá por las leyes de la República de Colombia

---

FIRMAS

EL CONTRATISTA
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
Representante Legal: _____

EL CONSULTOR
ROGER ALBERTO URBANO
PT: 5001056
Firma: _____

GRUPO INGENIEROS CIVILES,
CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901.340.133-8

Telsom A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia: 09 Mes: 09 Año: 2025

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES No. 004-2025-GICCA

Entre:
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
CR 53#23-11 BELLO
En adelante **EL CONTRATISTA**

Y:
LAURA SABINA VAHOS
Identificada con CC: 1152445357
En adelante **EL CONSULTOR**

1. OBJETO

EL CONTRATISTA contrata a EL CONSULTOR para la prestación de servicios profesionales relacionados con:
CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA

Cargo/Actividad especifica: INGENIERA CONSULTORA DEL COMPONENTE DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.

2. PLAZO

El presente contrato tendrá una duración desde el **07 de julio de 2025** hasta el **20 de septiembre de 2025.**

3. VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total del contrato es de **$4.200.000 (Cuatro Millones Doscientos Mil Pesos M/CTE)**.
Se pagará contra entrega de productos y/o informes de avance, previa aceptación por parte de EL CONTRATISTA.

4. OBLIGACIONES DEL CONSULTOR

- Realizar las actividades propias de su cargo de acuerdo con los términos de referencia del proyecto.
- Entregar los productos acordados en los tiempos establecidos.
- Actuar con diligencia, idoneidad y ética profesional.
- Reportar periódicamente al Coordinador del Proyecto.

5. CAUSALES DE TERMINACIÓN

- Cumplimiento del objeto contractual.

- Incumplimiento grave de cualquiera de las partes.
- Mutuo acuerdo.

6. CONFIDENCIALIDAD

EL CONSULTOR se obliga a mantener confidencialidad sobre la información del proyecto.

7. LEY APLICABLE

Este contrato se regirá por las leyes de la República de Colombia

FIRMAS

EL CONTRATISTA
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
Representante Legal: _____

EL CONSULTOR
LAURA SABINA VAHOS
CC: 1152445357

Firma: Sabina Vahos

GRUPO INGENIEROS CIVILES,
CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT: 901340133-8

Yelson A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia: 09 Mes 07 Año: 2025

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES No. 005-2025-GICCA

Entre:
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
CR 53#23-11 BELLO
En adelante **EL CONTRATISTA**

Y:
UBER GIRALDO
Identificado con CC: 1036942912
En adelante **EL CONSULTOR**

1. OBJETO

EL CONTRATISTA contrata a EL CONSULTOR para la prestación de servicios profesionales relacionados con:
CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA

Cargo/Actividad específica: INGENIERO DISEÑADOR DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL.

2. PLAZO

El presente contrato tendrá una duración desde el **01 de agosto de 2025** hasta el **31 de agosto de 2025**.

3. VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total del contrato es de **$9.800.000 (Nueve Millones Ochocientos Mil Pesos M/CTE)**.
Se pagará contra entrega de productos y/o informes de avance, previa aceptación por parte de EL CONTRATISTA.

4. OBLIGACIONES DEL CONSULTOR

- Realizar las actividades propias de su cargo de acuerdo con los términos de referencia del proyecto.
- Entregar los productos acordados en los tiempos establecidos.
- Actuar con diligencia, idoneidad y ética profesional.
- Reportar periódicamente al Coordinador del Proyecto.

5. CAUSALES DE TERMINACIÓN

- Cumplimiento del objeto contractual.
- Incumplimiento grave de cualquiera de las partes.
- Mutuo acuerdo.

6. CONFIDENCIALIDAD

EL CONSULTOR se obliga a mantener confidencialidad sobre la información del proyecto.

7. LEY APLICABLE

Este contrato se regirá por las leyes de la República de Colombia

---

FIRMAS

EL CONTRATISTA
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
Representante Legal:

EL CONSULTOR
UBER GIRALDO
CC: 1036942912
Firma:

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8
Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia: 01 Mes: 08 Año: 2025

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES No. 006-2025-GICCA

Entre:
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
Con domicilio en [Dirección de la Empresa]
En adelante **EL CONTRATISTA**

Y:
YEISON MOSQUERA V
Identificado con CC: 1035423706
En adelante **EL CONSULTOR**

1. OBJETO

EL CONTRATISTA contrata a EL CONSULTOR para la prestación de servicios profesionales relacionados con:
CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA

Cargo/Actividad especifica: INGENIERO DISEÑADOR, DEL COMPONENTE HIDRÁULICO DE LA PTAP Y ALMACENAMIENTO.

2. PLAZO

El presente contrato tendrá una duración desde el **07 de julio de 2025** hasta el **31 de agosto de 2025**.

3. VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total del contrato es de **$10.400.000 (Diez Millones Cuatrocientos Mil Pesos M/CTE)**.
Se pagará contra entrega de productos y/o informes de avance, previa aceptación por parte de EL CONTRATISTA.

4. OBLIGACIONES DEL CONSULTOR

- Realizar las actividades propias de su cargo de acuerdo con los términos de referencia del proyecto.
- Entregar los productos acordados en los tiempos establecidos.
- Actuar con diligencia, idoneidad y ética profesional.
- Reportar periódicamente al Coordinador del Proyecto.

5. CAUSALES DE TERMINACIÓN

- Cumplimiento del objeto contractual.

- Incumplimiento grave de cualquiera de las partes.
- Mutuo acuerdo.

6. CONFIDENCIALIDAD

EL CONSULTOR se obliga a mantener confidencialidad sobre la información del proyecto.

7. LEY APLICABLE

Este contrato se regirá por las leyes de la República de Colombia

---

FIRMAS

EL CONTRATISTA
GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT: 901.340.133-8
Representante Legal: _____

EL CONSULTOR
YEISON MOSQUERA V
CC: 1035423706
Firma: _____

GRUPO INGENIEROS CIVILES,
CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8

Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia 07 Mes: 07 Año: 2025

PAZ Y SALVOS

PAZ Y SALVO – CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN

En la ciudad de [BELLO], a los [20] días del mes de [SEPTIEMBRE] del año 2025, el contrato laboral celebrado entre el empleador [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], con NIT. [901.340.133-8] y domicilio en [CR 53 #23-11], y **CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN**, mayor de edad, identificado con CC. [1036606155], con el cargo de **COORDINADOR DEL COMPONENTE DE LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMÉTRICO DETALLADO Y AMARRE GEODÉSICO DEL PROYECTO**, se da por terminado y por finalizado, el contrato de prestación de servicios 001, en el marco de la consultoría CD 030-2025 CUYO OBJETO ES "CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ", razón por la cual se procede a la cancelación de sus honorarios y liquidación de prestaciones sociales.

Conceptos

- Salarios
- Liquidación de prestaciones sociales

En símbolo de aceptación con la liquidación del contrato laboral, el trabajador suscribe el presente documento y sostiene que ha recibido satisfactoriamente cada uno de sus honorarios y liquidación, por lo cual declara que GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8 se encuentra a paz y salvo con él por todo concepto.

Trabajador

Firma:

Nombre: CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN

N.º. Identificación: [1036606155]

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8

Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia: 20 Mes: 09 Año: 2025

PAZ Y SALVO – OVIDIO HURTADO MOSQUERA

En la ciudad de [BELLO], a los [20] días del mes de [SEPTIEMBRE] del año 2025, el contrato laboral celebrado entre el empleador [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], con NIT. [901.340.133-8] y domicilio en [CR 53 #23-11], y el trabajador **OVIDIO HURTADO MOSQUERA**, mayor de edad, identificado con CC. [11810879], con el cargo de **REVISOR INTERNO DEL DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS, DISENADOR DEL COMPONENTE DE DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO**, se da por terminado y por finalizado, el contrato de prestación de servicios 002, en el marco de la consultoría CD 030-2025 CUYO OBJETO ES "CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ", razón por la cual se procede a la cancelación de sus honorarios y liquidación de prestaciones sociales.

Conceptos

- Salarios
- Liquidación de prestaciones sociales

En símbolo de aceptación con la liquidación del contrato laboral, el trabajador suscribe el presente documento y sostiene que ha recibido satisfactoriamente cada uno de sus honorarios y liquidación, por lo cual declara que GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8 se encuentra a paz y salvo con él por todo concepto.

Trabajador

Firma: Ovidio Hurtado M.

Nombre: OVIDIO HURTADO MOSQUERA

Nº. Identificación: [CC. 11810879]

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8

Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia: 20 Mes: 09 Año: 2025

PAZ Y SALVO – YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA

En la ciudad de [BELLO], a los [20] días del mes de [SEPTIEMBRE] del año 2025, el contrato laboral celebrado entre el empleador [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], con NIT. [901.340.133-8] y domicilio en [CR 53 #23-11], y el trabajador **YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA**, mayor de edad, identificado con CC. 1035423706, con el cargo de INGENIERO **DISEÑADOR DEL COMPONENTE HIDRÁULICO DE LA PTAP Y ALMACENAMIENTO**, se da por terminado por finalización de obra del contrato GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8, razón por la cual se procede a la cancelación de sus honorarios y liquidación de prestaciones sociales.

Conceptos

- Salarios
- Liquidación de prestaciones sociales

En símbolo de aceptación con la liquidación del contrato laboral, el trabajador suscribe el presente documento y sostiene que ha recibido satisfactoriamente cada uno de sus honorarios y liquidación, por lo cual declara que GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8se encuentra a paz y salvo con él por todo concepto.

Trabajador

Firma:

Nombre: YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA

Nº. Identificación: [1035423706]

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8

Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia: 20 Mes: 09 Año: 2025

PAZ Y SALVO – LAURA SABINA VAHOS

En la ciudad de [BELLO], a los [20] días del mes de [SEPTIEMBRE] del año 2025, el contrato laboral celebrado entre el empleador [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], con NIT. [901.340.133-8] y domicilio en [CR 53 #23-11], y el trabajador **LAURA SABINA VAHOS**, mayor de edad, identificada con CC.1152445357, con el cargo de **INGENIERA CONSULTORA DEL COMPONENTE DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL**, se da por terminado por finalización de obra del contrato [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], con NIT. [901.340.133-8]], razón por la cual se procede a la cancelación de sus honorarios y liquidación de prestaciones sociales.

Conceptos

- Salarios
- Liquidación de prestaciones sociales

En símbolo de aceptación con la liquidación del contrato laboral, el trabajador suscribe el presente documento y sostiene que ha recibido satisfactoriamente cada uno de sus honorarios y liquidación, por lo cual declara que GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8 se encuentra a paz y salvo con él por todo concepto.

Trabajador

Firma: Sabina Vahos

Nombre: LAURA SABINA VAHOS

Nº. Identificación: [CC. 1152445357]

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901.340.133-8

Teison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Día: 20 Mes: 09 Año: 2025

PAZ Y SALVO – ÚBER GIRALDO ÁLVAREZ

En la ciudad de [BELLO], a los [20] días del mes de [SEPTIEMBRE] del año 2025, el contrato laboral celebrado entre el empleador [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], con NIT. [901.340.133-8] y domicilio en [CR 53 #23-11], y el trabajador **ÚBER GIRALDO ÁLVAREZ**, mayor de edad, identificado con CC. 1036942912, con el cargo de **INGENIERO DISEÑADOR DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL**, se da por terminado por finalización de obra del contrato GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8, razón por la cual se procede a la cancelación de sus honorarios y liquidación de prestaciones sociales.

Conceptos

- Salarios
- Liquidación de prestaciones sociales

En símbolo de aceptación con la liquidación del contrato laboral, el trabajador suscribe el presente documento y sostiene que ha recibido satisfactoriamente cada uno de sus honorarios y liquidación, por lo cual declara que GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8 se encuentra a paz y salvo con él por todo concepto.

Trabajador

Firma:

Nombre: ÚBER GIRALDO ÁLVAREZ

Nº. Identificación: 1036942912

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340133-8

Tcison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Día: 20 Mes: 09 Año: 2025

PAZ Y SALVO – ROGER URBANO

En la ciudad de [BELLO], a los [20] días del mes de [SEPTIEMBRE] del año 2025, el contrato laboral celebrado entre el empleador [GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S], con NIT. [901.340.133-8] y domicilio en [CR 53 #23-11], y el trabajador **ROGER URBANO**, mayor de edad, identificado con PT: 5001056, con el cargo de **INGENIERO COORDINADOR DE PRESUPUESTO Y MODELO BIM**, se da por terminado por finalización de obra del contrato GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8, razón por la cual se procede a la cancelación de sus honorarios y liquidación de prestaciones sociales

Conceptos

- Salarios
- Liquidación de prestaciones sociales

En símbolo de aceptación con la liquidación del contrato laboral, el trabajador suscribe el presente documento y sostiene que ha recibido satisfactoriamente cada uno de sus honorarios y liquidación, por lo cual declara que GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, con NIT. 901.340.133-8 se encuentra a paz y salvo con él por todo concepto.

Trabajador

Firma:

Nombre: ROGER URBANO

Nº. Identificación: PT 5001056

GRUPO INGENIEROS CIVILES, CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901.340.133-8

Yeison A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Día: 20 Mes: 09 Año: 2025

PLANILLAS DE SEGURIDAD SOCIAL

SEGURIDAD SOCIAL

ING GEOLOGA

LAURA SABINA VAHOS

TIEMPO CONTRATADO

FECHA DE INICIO: 07 DE JULIO DE 2025

FECHA DE TERMINACION: 20 DE SEPTIEMBRE

RELACION DE PLANILLAS

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
X	X	X

enlace operativo

SuAporte | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-07-01, 06:03:11 PM **Tipo Planilla:** I: PLANILLA INDEPENDIENTES **Número Planilla:** 78868383

Periodo Cotización: julio de 2025 **Periodo Servicio:** julio de 2025

PAGADO 01/07/2025 EN HORARIO EXTENDIDO

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	LAURA SABINA VAHOS AGUDELO		
Documento	CC1152445357	**Dirección**	CL 48C #77 - 74 INTERIOR 201
Tipo de Empresa	INDEPENDIENTE	**Teléfono**	6045060867
Tipo Persona	NATURAL	**Forma Presentación**	UNICO
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA
Representante Legal		**Identificación**	
Total Afiliados	1	**ARP**	NINGUNA ARP

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																				Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales					Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante	IGE	IRL	LMA	VSP	SLN	IGE	VST	AVP	VAC	SUS	INC	LMA	VSP	SLN	IGE	VST	AVP	VAC	SUS	INC	Días APO	Días IBC	Días COT	Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Tarifa	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte SENA	Aporte ICBF	ESAP	Aporte Mineducación	Total
CC 1152445357	LAURA SABINA VAHOS AGUDELO	16	00																					1	30	30	1	$ 2.834.362	$ 453.800		$ 2.834.362	$ 354.400	0.000	$ 0	$ 0		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 808.200

III. TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Caja	Aportes Pensión	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Cajas	Aportes Sena	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes Min Educación	(Incapacidades, Licencias, Saldos a Favor) EPS	Incapacidades ARP	SUBTOTAL SIN INTERESES DE MORA	TOTAL INTERESES DE MORA	TOTAL FINAL
$ 2.834.362	$ 2.834.362	$ 0	$ 0	$ 453.800	$ 354.400	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 808.200	$ 0	$ 808.200

Enlace Operativo, Línea Expertos en PILA: Barranquilla: 385 24 44 - Bogotá: 485 4485 - Bucaramanga: 697 87 27 - Cali: 485 9444 - Cartagena: 693 77 27 - Pereira: 340 13 27 - Manizales: 892 90 27 - Medellín: 604 2727 - Desde otras ciudades: 018000 51 99 77.

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Proteger el medio ambiente está en nuestras manos.

EXPERTOS en PILA

enlace operativo

SuAporte | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-08-05, 08:41:00 AM **Tipo Planilla:** I: PLANILLA INDEPENDIENTES **Número Planilla:** 79595362

Periodo Cotización: agosto de 2025 **Periodo Servicio:** agosto de 2025

PAGADO 05/08/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	LAURA SABINA VAHOS AGUDELO		
Documento	CC1152445357	**Dirección**	CL 48C #77 - 74 INTERIOR 201
Tipo de Empresa	INDEPENDIENTE	**Teléfono**	6045060867
Tipo Persona	NATURAL	**Forma Presentación**	ÚNICO
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA
Representante Legal		**Identificación**	
Total Afiliados	1	**ARP**	NINGUNA ARP

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																				Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales					Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante																					Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Tarifa	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte ESAP	Aporte ICBF	SENA	Aporte Sindicato	Total
CC1152445357	LAURA SABINA VAHOS AGUDELO	03	00																					COLPENSIONES	$ 2.834.562	$ 453.600	SURA	$ 2.834.562	$ 354.400		$ 0	$ 0		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 808.000

III. TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Caja	Aportes Pensión	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Caja	Aportes Sena	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes Min Educación	(Incapacidades, Licencias, Saldos a Favor) EPS	Incapacidades ARP	SUBTOTAL SIN INTERESES DE MORA	TOTAL INTERESES DE MORA	TOTAL PAGO
$ 2.834.562	$ 2.834.562	$ 0	$ 0	$ 453.600	$ 354.400	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 808.000	$ 0	$ 808.000

Enlace Operativo, Línea Expertos en PILA: Barranquilla: 385 24 44 - Bogotá: 485 4485 - Bucaramanga: 697 67 27 - Cali: 485 9444 - Cartagena: 653 77 27 - Pereira: 340 13 27 - Manizales: 892 88 27 - Medellín: 604 2727 - Desde otras ciudades: 018000 51 88 77.

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Proteger el medio ambiente está en nuestras manos.

enlace operativo

SuAporte | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-09-01, 06:53:15 PM **Tipo Planilla:** I: PLANILLA INDEPENDIENTES **Numéro Planilla:** 80146792

Periodo Cotización: septiembre de 2025 **Periodo Servicio:** septiembre de 2025

PAGADO 01/09/2025 EN HORARIO EXTENDIDO

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	LAURA SABINA VAHOS AGUDELO		
Documento	CC1152445357	**Dirección**	CL 48C #77 - 74 INTERIOR 201
Tipo de Empresa	INDEPENDIENTE	**Teléfono**	6045060867
Tipo Persona	NATURAL	**Forma Presentación**	UNICO
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA
Representante Legal		**Identificación**	
Total Afiliados	1	**ARP**	NINGUNA ARP

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																				Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales					Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante	IGE	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	COR	VST	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	INT	Días APH	Días ERP	Días ERT	Días	Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Tarifa	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte ESAL	Aporte ICBF	ESAP	Aporte Mineducación	Total
CC 1152445357	LAURA SABINA VAHOS AGUDELO	59	00																0	00	0	1	25-14 COLPENSIONES	$ 2.834.562	$ 455.000	EPS016 EPS SURA	$ 2.834.562	$ 304.400	0.036	$ 0	$ 0	25-09-CE-000 Caja CCF	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 759.400

III. TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Cajas	Aportes Pensión	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Cajas	Aportes Sena	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes Min Educación	(Incapacidades, Licencias, Saldos a Favor) EPS	Incapacidades ARP	SUBTOTAL SIN INTERESES DE MORA	TOTAL INTERESES DE MORA	TOTAL FINAL
$ 2.834.562	$ 2.834.562	$ 0	$ 0	$ 455.000	$ 304.400	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 759.400	$ 0	$ 759.400

Enlace Operativo, Línea Expertos en PILA: Barranquilla: 385 34 44 - Bogotá: 489 4485 - Bucaramanga: 697 87 27 - Cali: 488 9444 - Cartagena: 693 77 27 - Pereira: 340 13 27 - Manizales: 882 80 27 - Medellín: 604 2727 - Desde otras ciudades: 018000 51 88 77.

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Protegir el medio ambiente está en nuestras manos.

EXPERTOS en PILA

SEGURIDAD SOCIAL

ING CIVIL

MODELADOR BIM

TIEMPO CONTRATADO

FECHA DE INICIO: 07 DE SEPTIEMBRE

FECHA DE TERMINACION: 20 DE SEPTIEMBRE

RELACION DE PLANILLAS

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
		X

aportes en linea

Planilla Resumen

DATOS GENERALES DEL APORTANTE

Identificación	dv	Razon Social	Clase Aportante	Sucursal Principal	Direccion	Ciudad-Departamento	Teléfono	Exonerado SENA e ICBF
PT 1001056		Roger Alberto Urbano Fernandez	INDEPENDIENTE	Principal	C. 76#91-91	MEDELLIN-ANTIOQUIA	2977927	No

LIQUIDACION DETALLADA DE APORTES

EMPLEADO			NOVEDADES	PENSION				SALUD				CCF				RIESGOS					PARAFISCALES				
No.	Identificación	Nombre		Codigo	Dias	IBC	Aporte	Codigo	Dias	IBC	Aporte	Codigo	Dias	IBC	Aporte	Codigo	Dias	IBC	Tarifa	Aporte	Dias	IBC	Aporte	Exonerado SENA e ICBF	Total Aportes
SUCURSAL: Principal (1 Afiliados)																									
Centro de Trabajo: Principal (1 Afiliados)						$0	$0			$1,423,500	$170,000			$1,000,000	$120,000			$0		$0		$0	$0		$190,000
Ciudad: MEDELLIN Depto: ANTIOQUIA (1 Afiliados)						$0	$0			$1,423,500	$170,000			$1,000,000	$120,000			$0		$0		$0	$0		$190,000
1	PT	1001056	Roger Alberto Urbano Fernandez		0	$0	$0	SEPENSI	30	$1,423,500	$170,000	COFAM	30	$1,000,000	$120,000		0	$0	0.000%	$0	30	$0	$0	No	$190,000
Total Afiliados(1)						$0	$0			$1,423,500	$170,000			$1,000,000	$120,000			$0		$0		$0	$0		$190,000

aportes en línea

Planilla Resumen

DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION									
Periodo		Clave		Tipo	Fecha		Pago		
Pensión	Salud	Pago	Planilla	Planilla	Limite	Pago	Banco	Dias Mora	Valor
2025-09	2025-09	1954265707	1495844494	1	2025/10/14	2025/10/14	BANCOLOMBIA	0	$198,000

RESUMEN DE PAGO

RIESGO	CODIGO	NIT	DV	AFILIADOS	VALOR LIQUIDADO	INTERESES MORA	SALDOS E INCAPACIDADES	VALOR A PAGAR
CCF (ADMINISTRADORAS: 1)				1	$20,000	$0	$0	$20,000
COMFAMA	CCF04	890,900,841	9	1	$20,000	$0	$0	$20,000
EPS (ADMINISTRADORAS: 1)				1	$178,000	$0	$0	$178,000
EPS SURA (ANTES SUSALUD)	EPS010	800,088,702	2	1	$178,000	$0	$0	$178,000
TOTAL				1	$198,000	$0	$0	$198,000

SEGURIDAD SOCIAL

ING CIVIL-ESP IRH

OVIDIO HURTADO MOSQUERA

TIEMPO CONTRATADO

FECHA DE INICIO: 07 DE JULIO DE 2025

FECHA DE TERMINACION: 20 DE SEPTIEMBRE

RELACION DE PLANILLAS

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
X	X	X

PAGOSIMPLE | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-07-07, 02:43:56 PM **Tipo Planilla:** I. PLANILLA INDEPENDIENTES **Número Planilla:** 1073961619

Periodo Cotización: julio de 2025 **Periodo Servicio:** julio de 2025

PAGADO 07/07/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	OVIDIO HURTADO MOSQUERA				
[illegible]nto	CC11810879	**Dirección**	CL 51 49 11		
[illegible]resa	INDEPENDIENTE	**Teléfono**	5116168		
Tipo Pe[illegible]a	NATURAL	**Forma Presentación**	UNICO	**Total Afiliados**	1
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal		**Identificación**			

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																		Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales				Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante																			Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Administradora	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte SENA	Aporte ICBF	ESAP	Aporte MEN	Total
CC 1[illegible]	HURTADO MOSQUERA OVIDIO	00	00																1	30,00	0	30	COLFONDOS	$ 1.420.500	$ 227.400	EPS SURA	$ 1.420.500	$ 170.500	ARISURA ARP	$ 0	$ 0	COMFAMA	$ 1.420.500	$ 56.800	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 454.300

III.TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Cajas	Aportes Pensión	Aportes FSP	Aportes FRS	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Cajas	Aportes Sena	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes Min Educación,	(Inespecíficos, Licencias, Subsidi	Inexactitudes ARP	SUBTOTAL SIN INTERESES DE	TOTAL INTERESES	TOTAL FINAL
$ 1.420.500	$ 1.420.500	$ 0	$ 1.420.500	$ 227.400	$ 0	$ 0	$ 170.500	$ 0	$ 28.500	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 454.300	$ 0	$ 454.300

Líneas de Servicio FonoSIMPLE: Bogotá 601 4446634 - Cali: 602 5540577 - Medellín: 604 5146969 - Bucaramanga: 607 6435000 - Cartagena: 605 6945444 - Pereira: 606 3402582 - Barranquilla: 605 3618850 - Resto del País: 018000 971 971 - ¡Más que Fácil, SIMPLE!

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Proteger el medio ambiente está en nuestras manos.

¡El Poder de lo SIMPLE!

PAGOSIMPLE | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-08-05, 06:38:09 PM **Tipo Planilla:** I: PLANILLA INDEPENDIENTES **Número Planilla:** 10746869443

Periodo Cotización: agosto de 2025 **Periodo Servicio:** agosto de 2025

PAGADO 05/08/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	OVIDIO HURTADO MOSQUERA				
Documento	CC11810879	**Dirección**	CL 51 49 11		
Tipo de Empresa	INDEPENDIENTE	**Teléfono**	5116168		
Tipo Persona	NATURAL	**Forma Presentación**	ÚNICO	**Total Afiliados**	1
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal		**Identificación**			

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades														Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales				Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante	IGE	SLN	VSP	TDE	TAE	TDP	COR	VST	SLE	IRL	VAC	AVP	VCT	IRP	Días APO	Días APO	Días APO	Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Administradora	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte SENA	Aporte ICBF	ESAP	Aporte Minsalud	Total
CC 11810879	HURTADO MOSQUERA OVIDIO	59	00															1	30,00	1	COLPENSION	$ 1.423.800	$ 227.808	EPS SURA	$ 1.423.800	$ 170.856	ARGOS/A ARP	$ 0	0,52	COMFAMA	$ 1.423.800	$ 34.500	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 434.300

III. TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Caja	Aportes Pensión	Aportes FSP	Aportes FSS	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Caja	Aportes Sena	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes Min Educación	Incapacidades, Licencias, Subsi.	Incapacidades APP	SUBTOTAL $$$ INTERESES DE	TOTAL INTERESES	TOTAL FINAL
$ 1.423.800	$ 1.423.800	$ 0	$ 1.423.800	$ 227.808	$ 0	$ 0	$ 170.856	$ 0	$ 34.500	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 434.300	$ 0	$ 434.300

Líneas de Servicio FonoSIMPLE: Bogotá 601 4446634 - Cali: 602 5540577 - Medellín: 604 5146669 - Bucaramanga: 607 6438000 - Cartagena: 605 6945444 - Pereira: 606 3402582 - Barranquilla: 605 3618850 - Resto del País: 018000 971 971 - ¡Más que Fácil, SIMPLE!

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Proteger el medio ambiente está en nuestras manos.

(El Poder de lo SIMPLE)

PAGOSIMPLE | REPORTE INDIVIDUAL

Fecha creación reporte 2025-10-21, 10:33:55 AM **Tipo Planilla** I **Número Planilla** 1075531923

Periodo Cotización 202509 **Periodo Servicio** 202509

Cliente:

PAGADA 2025-10-21

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	OVIDIO HURTADO MOSQUERA				
Documento	CC 11810879	**Dirección**	CL 76GG #62 B - 13		
Tipo de Empresa	INDEPENDIENTE	**Teléfono**	3166215242		
Tipo Persona	NATURAL	**Forma Presentación**	ÚNICO	**Total Afiliados**	1
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal		**Identificación**			

II. DATOS DEL AFILIADO

Documento	CC 11810879		**Residente**		**Exonerado**	N	**Apellidos y Nombres**	**Código Ciudad - Departamento**	**Centro de Trabajo**	**Ubicación Laboral**
Tipo Cotizante	03	00					HURTADO MOSQUERA OVIDIO	5001000 - 5		ANTIOQUIA

III. APORTE POR CADA UNA DE LAS ADMINISTRADORAS ASOCIADAS AL AFILIADO:

Novedades																	**Horas mes**	**Tipo salario**	**Salario**	**Pensión**							**Salud**						**Riesgos**					**Caja**				**Parafiscales**			
IRP	SLN	INT	ELE	CAL	VAC	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	COR	VST	SLE	IGE	LMA	VAC				Código AFP	Código Tipo AFP	Tarifa AFP	IBC	Total Aporte AFP	Total Aporte FSP	Total Aporte FSPS	Código EPS	Código Tipo EPS	Tarifa EPS	IBC EPS	Aporte Salud	Aporte UPC	Código ARL	Clase Riesgo	Tarifa ARL	IBC ARL	Aporte Riesgos	Código CCF	Tarifa CCF	IBC CCF	Aporte Caja	Tarifa SENA	Aporte SENA	Tarifa ICBF	Aporte ICBF
																	0	30.00	$ 1.423.500	23		16 %	$ 1.423.500	$ 227.800	$ 0	$ 0			12.5 %	$ 1.423.500	$ 178.000	$ 0			0.522 %	$ 0	$ 0	32	2 %	$ 1.423.500	$ 28.500	0 %	$ 0	0 %	$ 0

IV.TOTALES

Total Aportes Pensión	Total Aportes FSP	Total Aportes FSPS	Total Aportes Salud	Total Aportes Riesgos	Total Aportes Caja	Total Aportes SENA	Total Aportes ICBF	Total Aportes ESAP	Total Aportes MEN	Total Final
COLFONDOS	FSP SOLIDARIDAD	FSP SUBSISTENCIA	EPS SURA	NINGUNA ARP	COMFAMA	SENA	ICBF	ESAP	MEN	
$ 227.800	$ 0	$ 0	$ 178.000	$ 0	$ 28.500	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 434.300

Líneas de Servicio FonoSIMPLE: Bogotá 601 4440634 - Cali: 602 5540577 - Medellín: 604 5146569 - Bucaramanga: 607 6438000 - Cartagena: 605 6945444 - Pereira: 606 3402582 - Barranquilla: 605 3618850 - Resto del País: 018000 971 971 - ¡Más que Fácil, SIMPLE!

¡El Poder de lo SIMPLE!

SEGURIDAD SOCIAL

UBER HERNAN GIRALDO ALVAREZ

ING CIVIL

ESP-ESTRUCTURAS

TIEMPO CONTRATADO

FECHA DE INICIO: 01 DE AGOSTO

FECHA DE TERMINACION: 31 DE AGOSTO

RELACION DE PLANILLAS

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
	X	

compensar | miplanilla.com

PLANILLA INTEGRADA DE AUTOLIQUIDACION DE APORTES

DATOS DEL APORTANTE							
TIPO	NÚMERO	NOMBRE APORTANTE		DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO	EXONERADO PAGO PARAFISCALES Y SALUD
CC	1035842912	UBER HERNAN GIRALDO ALVAREZ		Variante Belén finca 43	3024358745	ing.ubergiraldo@gmail.com	
FORMA PRESENTACIÓN	CLASE APORTANTE	NOMBRE SUCURSAL	CÓDIGO	DEPARTAMENTO	CIUDAD / MUNICIPIO		
ÚNICA	1 – Independiente			ANTIOQUIA	MARINILLA		NO

DATOS DE LA PLANILLA						
PLANILLA ASOCIADA	FECHA PAGO ASOCIADA (DIA/MES/AÑO)	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO (DIA/MES/AÑO)	NÚMERO PLANILLA	CANTIDAD	
0000 1570	11/06/2025				EMPLEADOS	APO
					1	0
PERIODO SALUD	PERIODO PENSIONES				TOTAL A PAGAR	
2025-08	2025-08	N	29/08/2025	85586479	$203.700	

TOTALES POR SUBSISTEMAS

TOTALES SALUD													
Código EPS	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	UPC Adicional	Incapacidades		Licencia Maternidad		Días Mora	Valor Mora Cotización	Valor Mora UPC	Total a Pagar	No. Afiliados
					No. Autorización	Valor	No. Autorización	Valor					
EPS010	EPS Sura	800088702-2	87.500	0		0		0	0	0	0	87.500	1

TOTALES PENSIÓN												
Código AFP	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	Aporte Voluntario Afiliado	Aporte Voluntario Aportante	Aporte FSP - Subsistencia	Aporte FSP - Solidaridad	Días Mora	Valor Mora Cotización	Valor Mora FSP	Total a Pagar	No. Afiliados
230301	Porvenir	860224808-6	112.000	0	0	0	0	0	0		112.000	1

TOTALES RIESGOS LABORALES														
Código ARL	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	Incapacidades		Aportes Otras Sistemas	Valor Neto Cotización	Días Mora	Valor Mora Cotización	Autoretal Cotización	No. Radicado Saldo a Favor	Valor Saldo a Favor	Fondo Solidaridad	Total a Pagar	No. Afiliados
				No. Autorización	Valor										

TOTALES CAJAS							
Código CCF	Nombre	NIT	Valor Aporte	Días Mora	Valor Mora Aporte	Total a Pagar	No. Afiliados
COF04	Comfenalco	890900841-9	4.200	0	0	4.200	1

TOTALES PARAFISCALES				
Valor Aporte	Días Mora	Valor Mora Aporte	Total a Pagar	No. Afiliados
SENA				
0	0	0	0	0
ICBF				
0	0	0	0	0
ESAP				
MEN				

TOTALES POR SUBSISTEMA			
Tipo Administradora	No. Administradoras Reportadas	Valor antes de ISE, LMA, SEP y Mora	Total a Pagar
Salud	1	87.500	87.500
Pensión	1	112.000	112.000
Riesgos Laborales	0	0	0
CCF	1	4.200	4.200
ESAP	0	0	0
ICBF	0	0	0
SENA	0	0	0
TOTALES	3	203.700	203.700

Este documento está clasificado como PRIVADO por parte de Compensar Operador de Información

compensar | miplanilla.com

PLANILLA INTEGRADA DE AUTOLIQUIDACION DE APORTES

DATOS DEL APORTANTE							
TIPO	NÚMERO	NOMBRE APORTANTE		DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO	EXONERADO PAGO PARAFISCALES Y SALUD
CC	1039842912	UBER HERNAN GIRALDO ALVAREZ		Vereda Belén finca 43	3024358745	lrg.uberghalo@gmail.com	
FORMA PRESENTACIÓN	CLASE APORTANTE	NOMBRE SUCURSAL	CÓDIGO	DEPARTAMENTO	CIUDAD / MUNICIPIO		
UNICA	I – Independiente			ANTIOQUIA	MARINILLA		NO

DATOS DE LA PLANILLA						
PLANILLA ASOCIADA	FECHA PAGO ASOCIADA (DIA/MES/AÑO)	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO (DIA/MES/AÑO)	NÚMERO PLANILLA	CANTIDAD	
					EMPLEADOS	EPC
89883570	11/06/2025				1	0
PERIODO SALUD	PERIODO PARAFISCALES				TOTAL A PAGAR	
2025-06	2025-06	N	25/06/2025	89389479	$203.700	

DETALLE POR COTIZANTE

INFORMACIÓN COTIZANTE									INFORMACIÓN NOVEDADES															PENSIÓN							SALUD			RIESGOS LABORALES				CCF			PARAFISCALES				
No.	Tipo	No. de Identificación	Apellidos y Nombres	Cotizante	Subtipo	Extranjero no obligado a cotizar pensión	Colombiano en el exterior	Estudiante	ING	RET	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	COR	VST	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	IRP	Cód. AFP	IBC AFP	Cotización	Diferencia cotización	Voluntario Aportante	Fondo pensional de solidaridad	Fondo pensional de subsistencia	Cód. EPS	IBC EPS	Cotización / Valor UPC	Cód. ARL	IBC ARL	Tarifa % Cotización	Cotización	Código CCF	IBC CCF	Aporte CCF	SENA	ICBF	ESAP	ESAP
1	CC	1039842912	GIRALDO ALVAREZ UBER HERNAN	3	0				X																230301	2,200,000	352,000	0	0	0	0	EPS017	2,200,000	275,000					CCF04	2,200,000	13,200	0	0	0	0	0

PAGADA

Este documento está clasificado como PRIVADO por parte de Compensar Operador de Información

SEGURIDAD SOCIAL

YEISON MOSQUERA VALENCIA

ING CIVIL

ESP-IRH

ESP-GRD

TIEMPO CONTRATADO

FECHA DE INICIO: 07 DE JULIO

FECHA DE TERMINACION: 31 DE AGOSTO

RELACION DE PLANILLAS

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
X	X	

PAGOSIMPLE | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-12-11, 11:42:53 AM **Tipo Planilla:** E: PLANILLA EMPLEADOS EMPRESAS **Número Planilla:** 1077939506

Periodo Cotización: julio de 2025 **Periodo Servicio:** agosto de 2025

PAGADO 11/12/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS	**Nombre Sucursal**	SUCURSAL	**Código Sucursal**	01
Documento	NI901340133	**Dirección**	DG 57 #38 - 56 TORRE 47 APTO 451		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5364408		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL		
Ciudad	BELLO	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	MOSQUERA VALENCIA YEISON AUSBERTO	**Identificación**	CC 1035423706		
Total Afiliados	1	**ARP**	ARL SURA		

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																				Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales				Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante	IGE	SLN	IRP	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	VST	SLE	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	VIP	Días ARP	Días EPS	Días APVP	Días DTF	Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Tarifa	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte SENA	Aporte ICBF	ESAP	Aporte Ministerio	Total
CC 1035423706	YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA	01	00																	0	31	31	0	[illegible]	$ 1.423.800	$ 227.800	[illegible]	$ 1.423.800	$ 57.000	0,00%	$ 1.423.800	$ 99.100	[illegible]	$ 1.423.800	$ 57.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 440.900

III.TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Cajas	Aportes Pensión	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Cajas	Aportes Sena	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes Min Educación	(Incapacidades, Licencias, Subsidio a Pagar) EPS	Incapacidades ARP	SUBTOTAL SIN INTERESES DE MORA	TOTAL INTERESES DE MORA	TOTAL FINAL
$ 1.423.800	$ 1.423.800	$ 1.423.800	$ 1.423.800	$ 227.800	$ 57.000	$ 99.100	$ 57.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 440.900	$ 33.800	$ 474.700

Líneas de Servicio FocoSIMPLE: Bogotá 601 4449634 - Cali: 602 5540577 - Medellín: 604 5148888 - Bucaramanga: 607 6438886 - Cartagena: 605 6945444 - Pereira: 606 3402582 - Barranquilla: 605 3618850 - Resto del País: 018000 571 571 - ¡Más que Fácil, SIMPLE!

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Proteger el medio ambiente está en nuestras manos.

PAGOSIMPLE | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-12-11, 11:08:07 AM **Tipo Planilla:** E. PLANILLA EMPLEADOS EMPRESAS **Número Planilla:** 1076175692

Periodo Cotización: agosto de 2025 **Periodo Servicio:** septiembre de 2025

PAGADO 27/08/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS	**Nombre Sucursal**	SUCURSAL	**Código Sucursal**	01
Documento	NI901340133	**Dirección**	DG 57 #38 - 56 TORRE 47 APTO 451		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5364408		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL		
Ciudad	BELLO	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	MOSQUERA VALENCIA YEISON AUSBERTO	**Identificación**	CC 1035423706		
Total Afiliados	1	**ARP**	ARL SURA		

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales				Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante	IGE	VSP	VST	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	IRP	Días ATEP	Días ATEP	Días ATEP	Días ATEP	Días ATEP	Días ATEP	Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Tarifa	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte SENA	Aporte ICBF	ESAP	Aporte Mineducación	Total
CC 1035423706	YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA	01	00											1	30	30	30	30	29	COLPENSIONES	$ 1.423.500	$ 227.800	[illegible]	$ 1.423.500	$ 97.000	0,696	$ 1.423.500	$ 99.100	[illegible]	$ 1.423.500	$ 97.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 440.800

III. TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Cajas	Aportes Pensión	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Cajas	Aportes Sena	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes Min Educación	Incapacidades, Licencias, Saldos a Favor EPS	Incapacidades ARP	SUBTOTAL SIN INTERESES DE MORA	TOTAL INTERESES DE MORA	TOTAL FINAL
$ 1.423.500	$ 1.423.500	$ 1.423.500	$ 1.423.500	$ 227.800	$ 97.000	$ 99.100	$ 97.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 440.800	$ 0	$ 440.800

Líneas de Servicio FonoSIMPLE: Bogotá 601 4446834 - Cali: 602 5549577 - Medellín: 604 5146669 - Bucaramanga: 607 6438000 - Cartagena: 605 6945444 - Pereira: 606 3402582 - Barranquilla: 605 3616850 - Resto del País: 018000 571 571 - ¡Más que Fácil, SIMPLE!

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Proteger el medio ambiente está en nuestras manos.

SEGURIDAD SOCIAL

CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN

ING CIVIL -TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA

TIEMPO CONTRATADO

FECHA DE INICIO: 07 DE JULIO

FECHA DE TERMINACION: 31 DE JULIO

RELACION DE PLANILLAS

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
X		

PAGOSIMPLE | AUTOLIQUIDACION CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-12-16, 01:27:25 PM **Tipo Planilla:** E: PLANILLA EMPLEADOS EMPRESAS **Número Planilla:** 1078057569

Periodo Cotización: julio de 2025 **Periodo Servicio:** agosto de 2025

PAGADO 16/12/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS	**Nombre Sucursal**	SUCURSAL	**Código Sucursal**	01
Documento	NI901340133	**Dirección**	DG 67 #38 - 56 TORRE 47 APTO 451		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5364406		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL		
Ciudad	BELLO	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	MOSQUERA VALENCIA YEISON AUSBERTO	**Identificación**	CC 1035423706		
Total Afiliados	1	**ARP**	ARL SURA		

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales				Total
Identificación	Apellidos y Nombres	Tipo Cotizante	Subtipo Cotizante	IGE	IRL	SLN	INT	LMA	VAC	AVP	VST	SUS	ESP	AUS	LNR	CET	VCT	IGE	IRL	Días APO	Días ING	Días RET	Administradora	IBC Pensión	Aporte Pensión	Administradora	IBC Salud	Aporte Salud	Tarifa	IBC Riesgos	Aporte Riesgos	Administradora	IBC Caja	Aporte Caja	Aporte ICBF	Aporte SENA	Aporte ESAP	Aporte MEN	Total
CC 1036606185	CRAIM CAMILO CIFUENTES TABIMA	01	00																	1	30/30/30/30		COLPENSIONES	$ 1.423.500	$ 227.800	SANITAS EPS S.A.S	$ 1.423.500	$ 57.000	0.4%	$ 1.423.500	$ 5.700	COMFAMA	$ 1.423.500	$ 57.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 1.423.500

III.TOTALES

IBC Pensión	IBC Salud	IBC Riesgos	IBC Caja	Aportes Pensión	Aportes Salud	Aportes Riesgos	Aportes Caja	Aportes SENA	Aportes ICBF	Aportes ESAP	Aportes MEN Educación	(Incapacidades, Licencias, Subsidios a Favor) EPS	Incapacidades ARP	SUBTOTAL SIN INTERESES DE MORA	TOTAL INTERESES DE MORA	TOTAL FINAL
$ 1.423.500	$ 1.423.500	$ 1.423.500	$ 1.423.500	$ 227.800	$ 57.000	$ 99.100	$ 57.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 440.900	$ 35.200	$ 476.100

Líneas de Servicio FonoSIMPLE: Bogotá 601 4468634 - Cali: 602 5540577 - Medellín: 604 5148989 - Bucaramanga: 607 6436006 - Cartagena: 605 6943444 - Pereira: 606 3402582 - Barranquilla: 605 3616600 - Resto del País: 018000 871 571 - ¡Más que Fácil, SIMPLE!

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Protegar el medio ambiente está en nuestras manos.

LEVANTAMIENTO TOPOBATIMÉTRICO DETALLADO



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO NRO. CIAD-30-2025 DE 2025 SUSCRITO ENTRE EL MUNICIPIO DE COCORNÁ - ANTIOQUIA Y LA EAEP

CONTRATANTE: EMPRESA AUTÓNOMA DEL PENOL
NIT: 901.537.748-4

CONTRATISTA: GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S
NIT:901340133-8

JULIO DE 2025



CODIGO:			ITEM_1.0-LEVANTAMIENTO TOPOBATIMENTRICO DETALLADO			
REVISIÓN Y APROBACIÓN	VERSIÓN:		001	002		
	ELABORÓ:	NOMBRE:	CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN INGENIERO CIVIL TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA			
		FIRMA:				
		FECHA:	17 DE JULIO DE 2025			
	REVISÓ:	NOMBRE:				
		FIRMA:				
		FECHA:				
	APROBÓ:	NOMBRE:				
		FIRMA:				

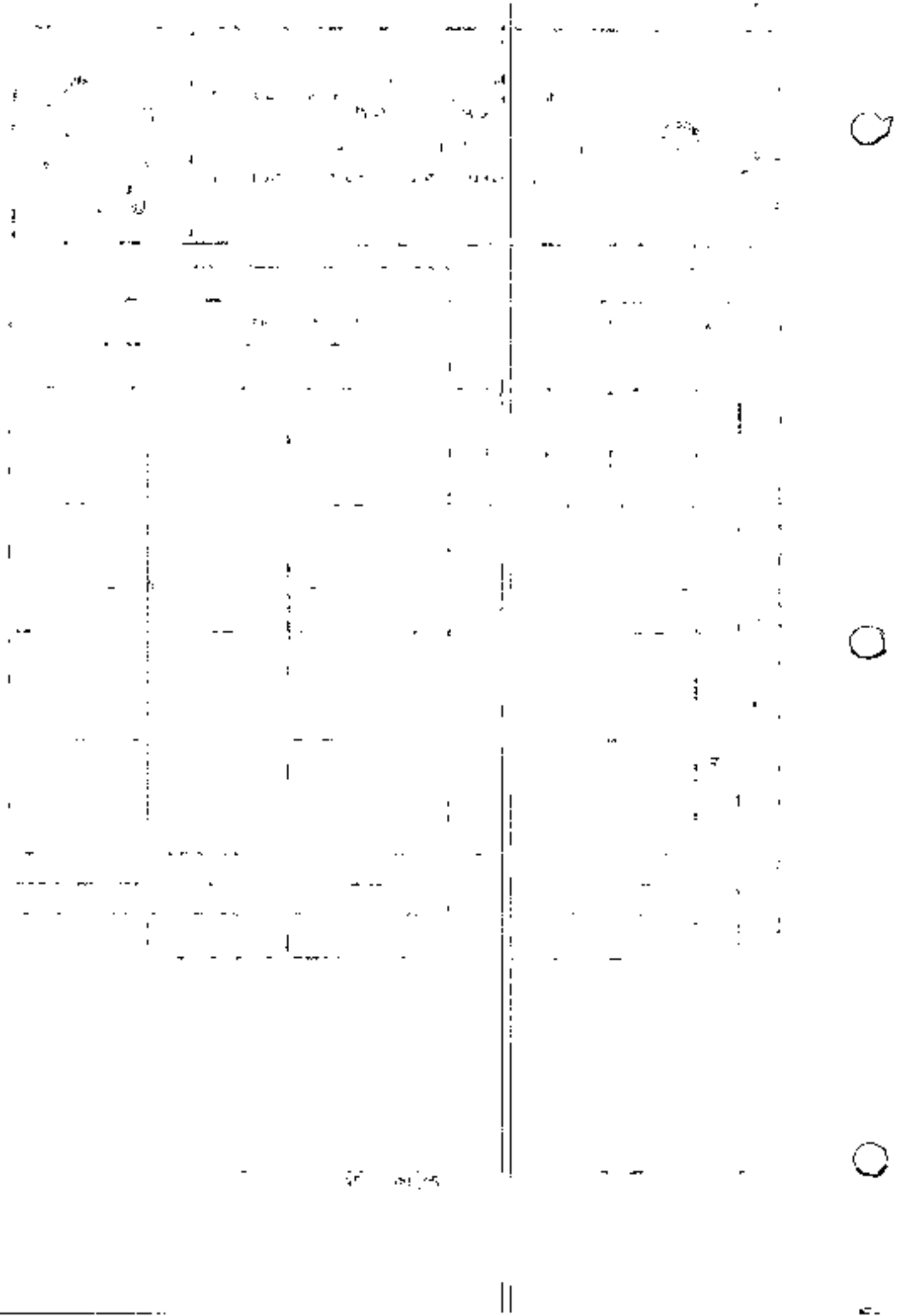


TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVO GENERAL 4

2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 4

3 MARCO REFERENCIAL 5

4 MARCO TEORICO 5

5 METODOLOGÍA 6

6 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA 6

7 AMARRE DE COORDENADAS 7

8 TRABAJO DE CAMPO 8

9 RESULTADOS 8

10 MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADO 8

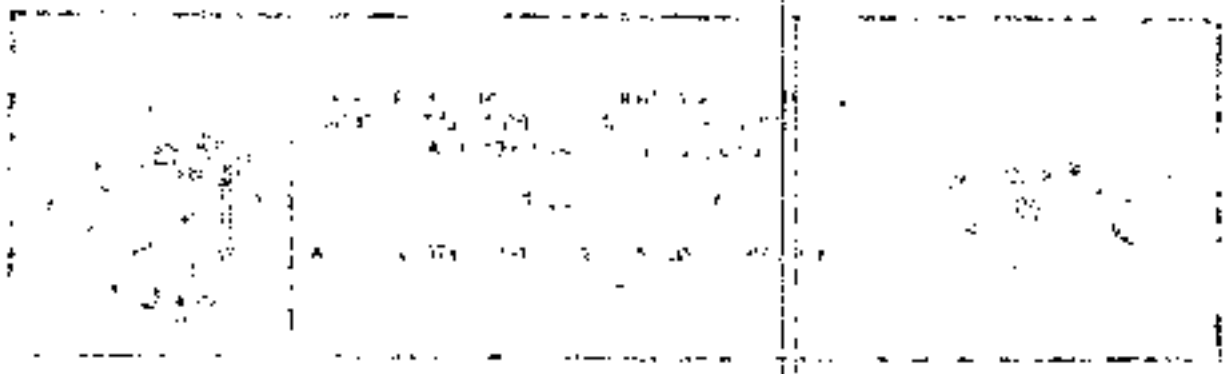
11 EJECUCIÓN DEL LEVANTAMIENTO 9

11.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO: 9

11.2 CARTERA TOPOGRAFICA 14

11.3 NUBE DE PUNTOS LIDAR 25

ANEXOS 31



1 INTRODUCCIÓN

La topografía es una ciencia geométrica aplicada a la descripción de la realidad física inmóvil circundante y busca cómo determinar la localización espacial relativa de los puntos ubicados sobre la superficie terrestre o próxima a ella. Es el arte de medir las distancias horizontales y verticales entre objetos, de medir ángulos formados por líneas, de determinar la dirección de éstas y de establecer puntos por medio de mediciones angulares y lineales predeterminadas. Se puede dividir el trabajo topográfico como dos actividades congruentes:

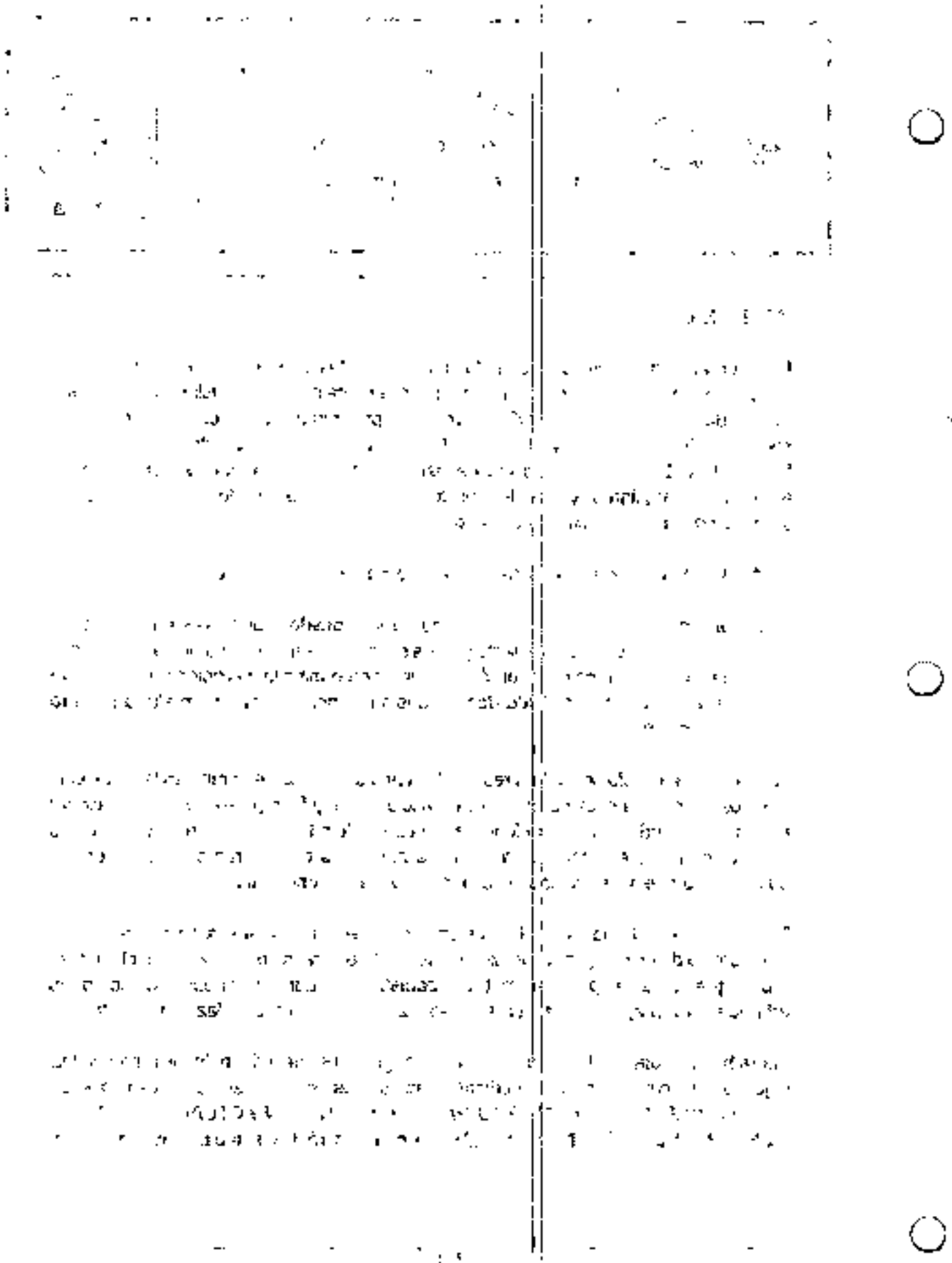
1- La medición de puntos, descarga y edición en el respectivo software.

2- Mediante el replanteo por el camino inverso, desde el diseño de un proyecto, a la ubicación de este mediante puntos sobre el terreno. Los puntos replanteados tienen un valor tridimensional; es decir, se determina la ubicación de cada punto en el plano horizontal (de dos dimensiones, norte y este) y en altura (tercera dimensión).

La topografía no sólo se limita a realizar los levantamientos de campo en terreno, sino que posee componentes de edición y redacción cartográfica para que al confeccionar un plano se puede entender el fonema representado a través del empleo de símbolos convencionales y estándares previamente normados para la representación de los objetos naturales y antrópicos en los mapas o planos topográficos.

El efectuar estos trabajos con la presteza debida evitará sorpresas posteriores como por ejemplo de no cumplir con el diseño proyectado para la construcción en el terreno, o bien que no se cumple la normativa urbanística en cuanto a alineaciones con otros edificios, o retranqueos: distancias a respetar respecto a calles, plazas, vías, etc.

Ahora bien, Mediante el siguiente informe topográfico se describen detalladamente los objetivos y características mediante las cuales se realizó el levantamiento ALTIPLANIMETRICO DETALLADO PARA LA CONDICION ACTUAL DE LA PTAP MUNICIPAL DE COCORNA ANTIOQUIA, el cual servirá de insumo para la proyección



de una repotenciación y/o construcción de una planta nueva de acuerdo a la necesidad latente que tiene el municipio de Cocorná.

1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento ALTIPLANIMETRICO DETALLADO de la zona de influencia a la planta de tratamiento de agua potable municipal, implementando tecnología de topografía convencional y levantamiento LIDAR.

RECURSOS EMPLEADOS

1- Recurso Humano

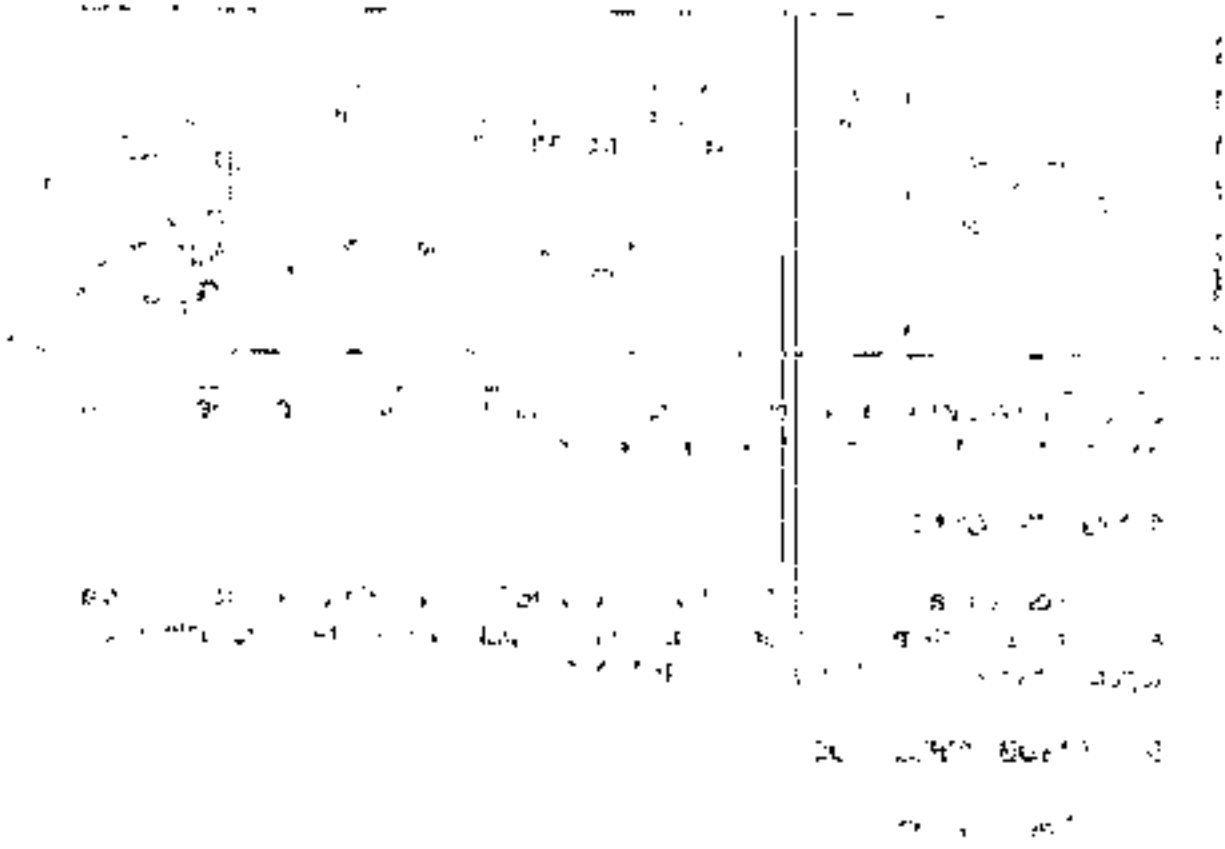
ÍTEM	CANTIDAD	CARGO
1	1	TOPÓGRAFO
2	1	AUXILIAR
3	1	DIBUJANTE

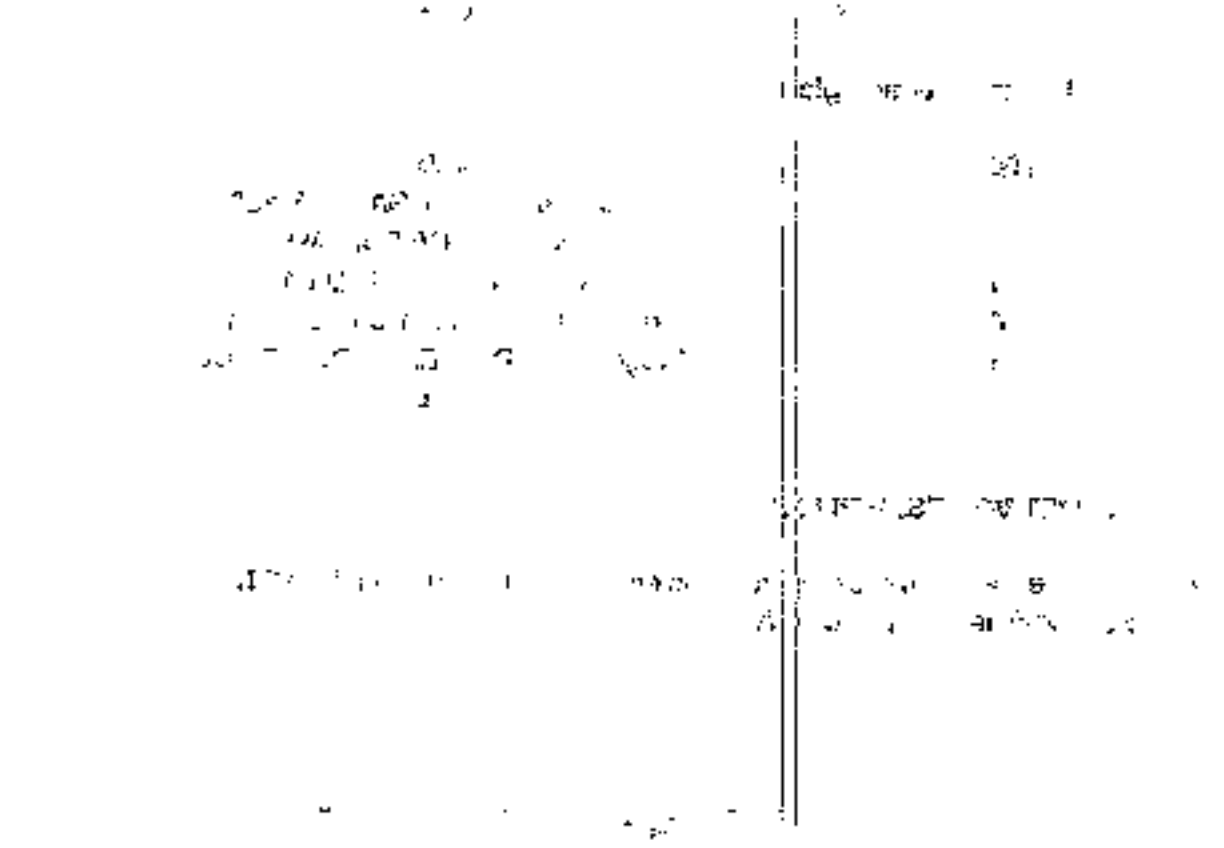
2- Recurso Tecnológico

ÍTEM	CANTIDAD	EQUIPO
1	1	Estación total SWUNGAY ATS 120 A
2	1	GNSS MARCA FOIF A90
3	1	SENSOR LIDAR FJD-P1
4	1	Equipo menor (herramienta de mano)
5	1	Programa CAD LICENCIADO GSTAR-CAD

2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Generar especificaciones topográficas en la zona de influencia de la PTAP municipal de Cocorná departamento de Antioquia.





- Determinar cotas de terrenos y niveles para la realización de una topografía detallada la cual servirá de insumo principal para los componentes de diseño derivados (ESTRUCTURALES-HIDRAULICOS).

  - Determinar exactamente las distancias y áreas aferentes a la zona objeto de estudio.

  - Realizar el levantamiento altiplanimetrico detallado teniendo en cuenta la normativa colombiana aplicable en la materia NTC-6271.

  - Realizar el amarre geodésico del proyecto considerando como DATUM, el origen único nacional y/o magnas sirgas 3116.

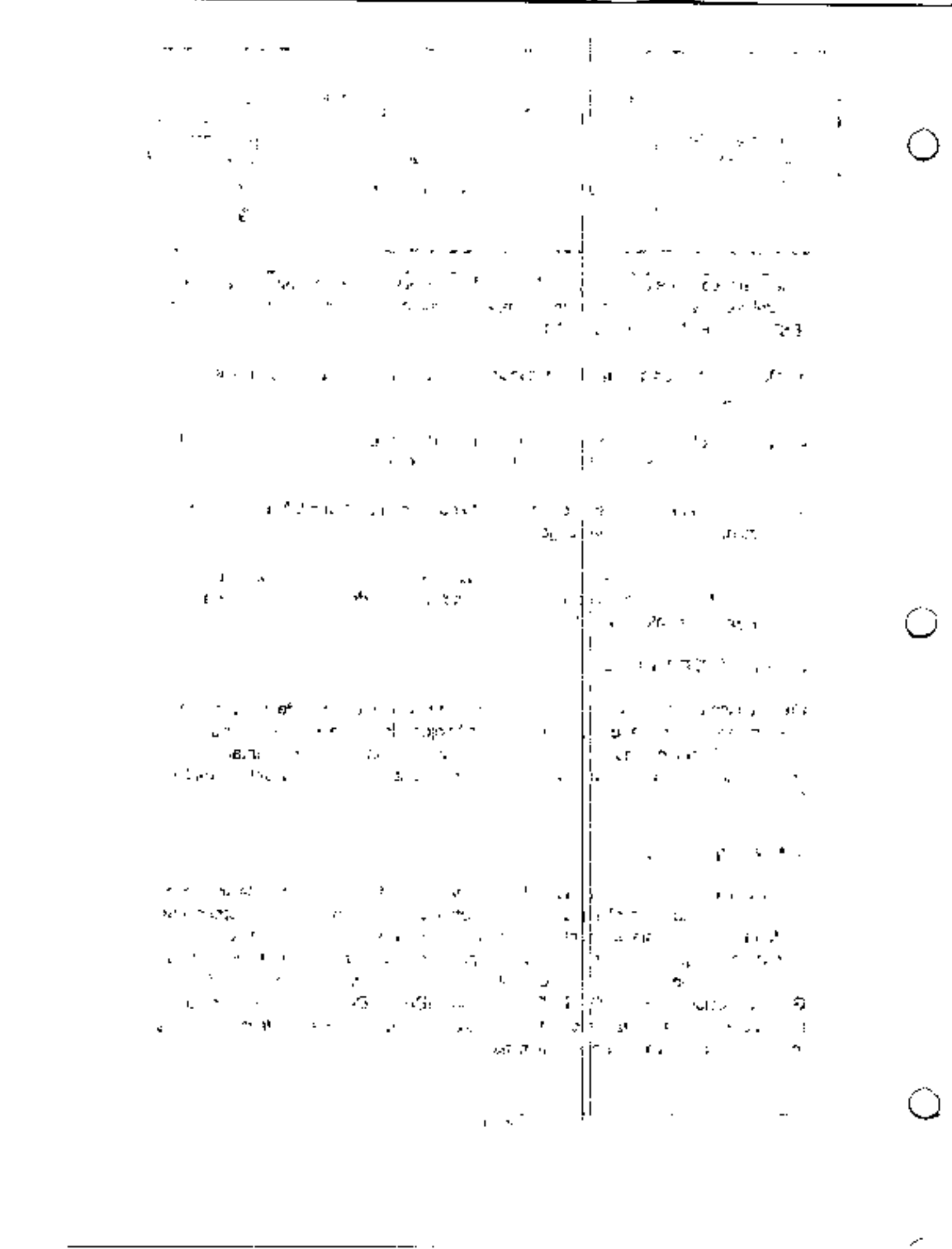
  - Complementar el levantamiento topográfico convencional con la implementación de tecnología LIDAR, para lograr un mayor nivel de detalle, considerando alta densidad de puntos por m2.

3 MARCO REFERENCIAL

En lo concerniente al marco en reseña indicamos la necesidad de cumplir con la totalidad de los parámetros establecidos para la ejecución correcta, integra y suficiente de los reglamentos indicados por el gobierno nacional, departamental y local, concretamente la normativa aplicable en agua potable, RESOLUCION 0330-2017, 0799-2021.

4 MARCO TEORICO

Delimitar técnica y profesionalmente los lineamientos estructurales de cada una de las labores a realizar con el fin de obtener beneficios sociales al conglomerado que conforma la ciudadanía del municipio de Cocorná. Para este caso, se realizaron labores topográficas específicas con los equipos topográficos requeridos a fin de cumplir con las determinaciones nacionales y con ello determinar coordenadas XYZ tomadas con GPS de precisión, ESTACION TOTAL Y sensor LIDAR FJD-P1, generando a partir de allí la nube de puntos que se constituye mediante interpolación en los levantamientos topográficos detallados para la zona a intervenir.



5 METODOLOGÍA

Se trata de una metodología de talla descriptiva, pues abarca un estudio específico de un factor real determinado para obtener datos generales descriptivos a fines de establecer detalles específicos de intervención que fundamentan este informe.

6 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

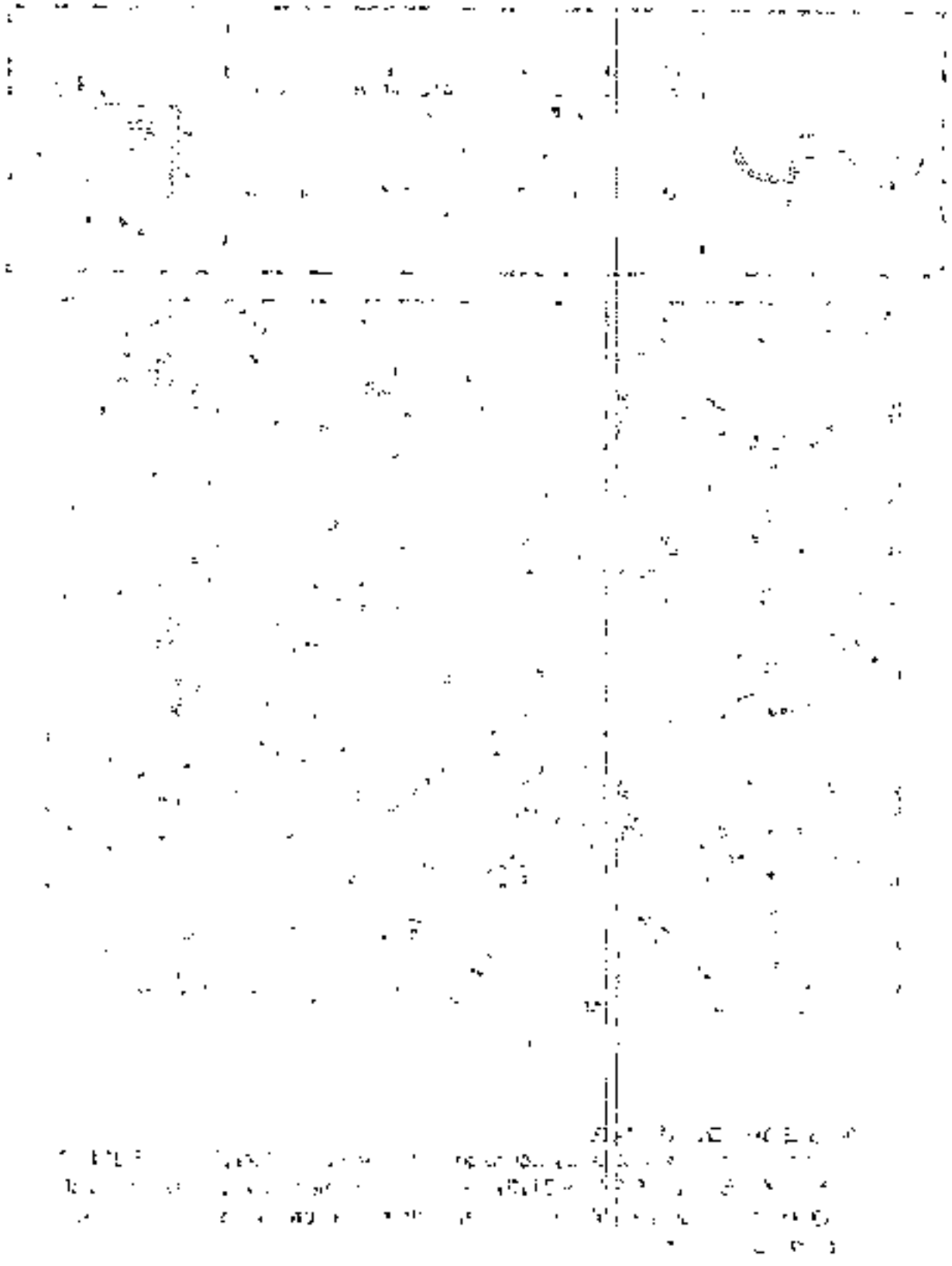
El proyecto se desarrolla en zona urbana del municipio de Cocorná.



Figura 1- referencia sobre imagen satelital de zona actual de PTAP, en el municipio de Cocorná Antioquia.

7 AMARRE DE COORDENADAS

El proyecto se amarra al Datum especificado en el ítem contractual (ORIGEN UNICO NACIONAL Y/O MAGNA SIRGAS 3116). Ver anexo con medio magnético relativo al amare de coordenadas, a continuación, se muestran las coordenadas de los mojones materializados en campo.



MOJONES MATERIALIZADOS EN CAMPO			
NORTE	ESTE	COTA	NOMBRE
1162387.396	877128.497	1386.586	GP2
1162421.214	877096.358	1385.65	GP1

Tabla 1- Coordenadas de mojones materializados en campo.

8 TRABAJO DE CAMPO

Se utilizó el método convencional el cual se basa en el empleo de una estación total debidamente calibrada, GNSS y sensor LIDAR con la cual se pueden medir ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias tomando como referente para la georreferencia del proyecto los mojones del proyecto (VER INFORME DE AMARRE ANEXO). Conociendo las coordenadas del lugar es posible la realización de una nube de puntos con coordenadas conocidas X,Y,Z.

El levantamiento topográfico se realizó entre los días 12 de julio de 2025, en compañía de un topógrafo experimentado, debidamente acreditado por el concejo profesional nacional de topografía y dos auxiliares con experiencia comprobada.

9 RESULTADOS

Una vez obtenida la información topográfica, se realizaron los cálculos para generar el modelo digital de terreno y curvas de nivel representadas en el plano final del informe, cabe resaltar que como derivado del levantamiento LIDAR, se generó una nube de puntos de la infraestructura del proyecto la cual presenta un alto nivel de detalle de la condición actual de la PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

10 MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADO

Para la correcta ejecución del trabajo de campo y oficina, el equipo topográfico utilizado fue el siguiente:

- Estación Total RTS 8253 con el certificado de calibración IST-3834 del 08 de abril de 2025 emitida por INSOLTOP. identificado con el NIT. No. 900.774.364-1.
- GNSS-FOIF_GPS_A90
- SENSOR LIDAR FJD-P1

- Herramienta menor topográfica (bastones, prismas, porta prisma, etc).
- Ordenador portátil con programas específicos: Herramienta de modelado 3D.

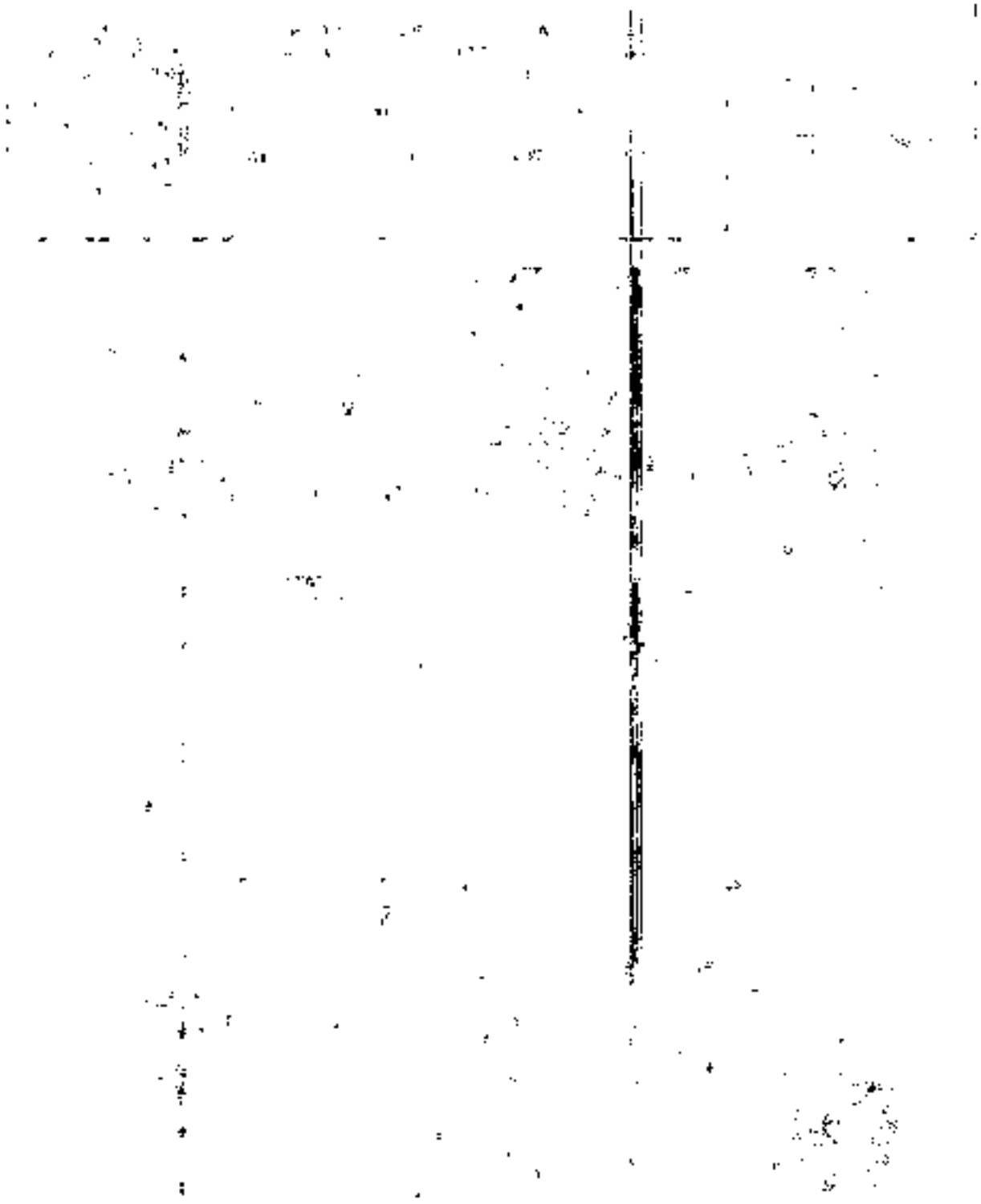
11 EJECUCIÓN DEL LEVANTAMIENTO

la debida ejecución del procedimiento del levantamiento topográfico inicia desde su planteamiento primario, el cual arrancó desde el momento del recorrido oficial a fines de poder identificar, revisar y plantear la manera en la cual se ejecutará el procedimiento de levantamiento y así lograr una correcta ejecución con el cumplimiento de todas aquellas directrices y parámetros indicados para esto. Inicia en la consecución y estacionada del trípode con su estación debidamente calibrado en el punto mojón No. 2 arriba descrito, tomando como línea el amarre realizado al mojón No. 1 con su prisma y bastón totalmente aplomado, posterior a que se tienen definida las coordenadas de los mojones, se realiza un levantamiento LIDAR, para lograr un alto nivel de detalle en la totalidad de la infraestructura de la planta.

11.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO:

- LEVANTAMIENTO LIDAR:





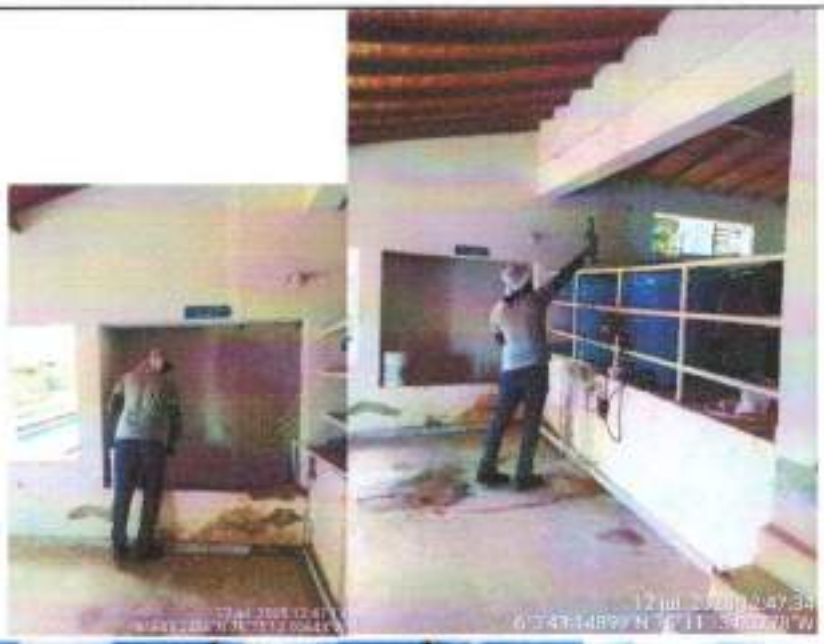








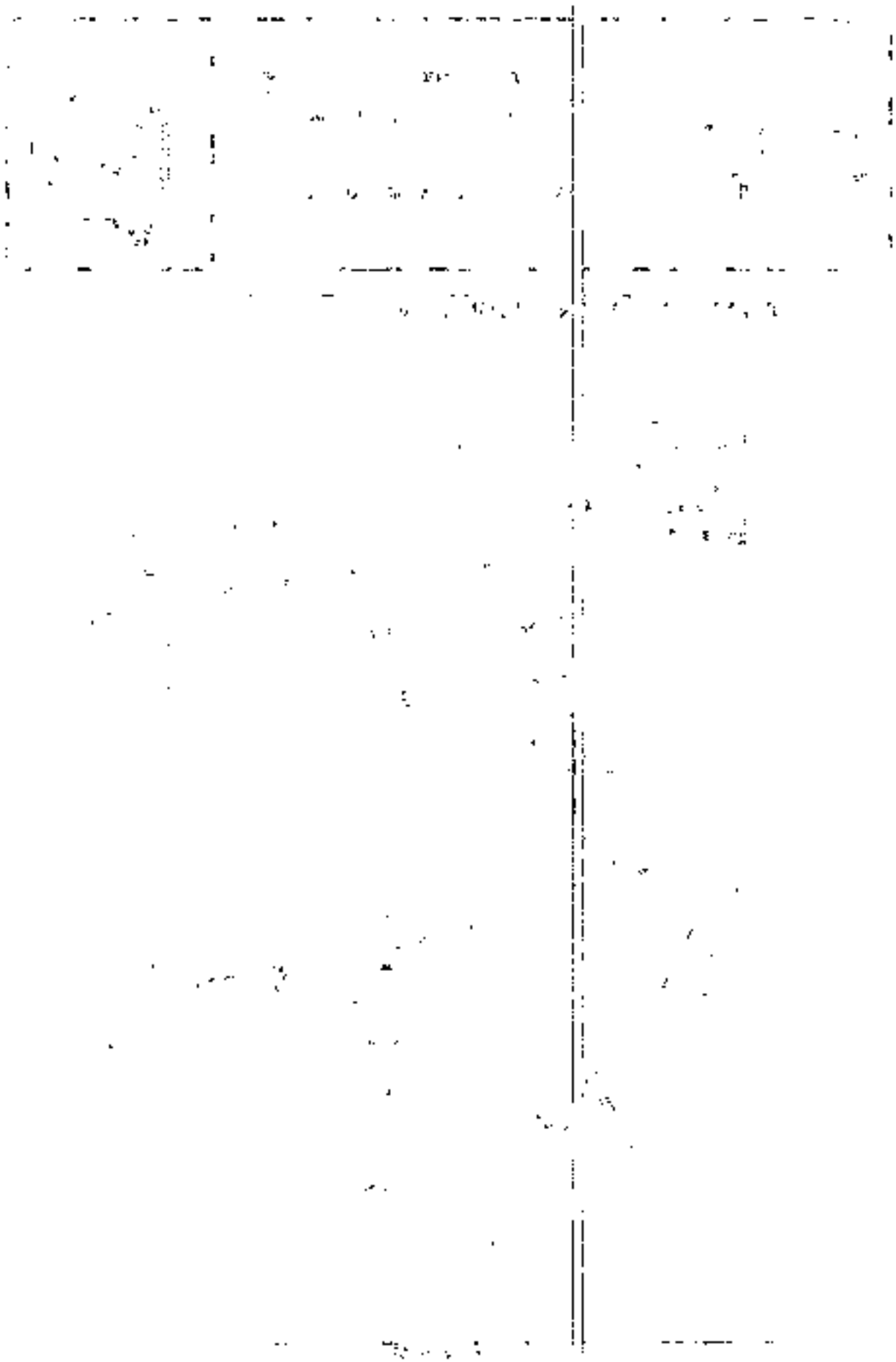
Figura 2- Referencia fotográfica de levantamiento LIDAR, en la zona del proyecto



- LEVANTAMIENTO CONVENCIONAL GNSS:

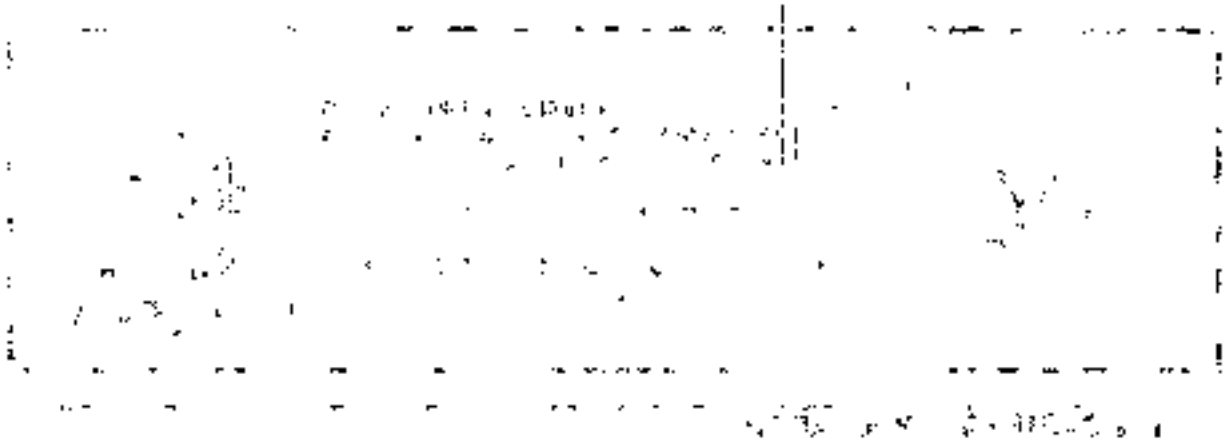


Figura 3- Amarre GEODESICO + LEVANTAMIENTO BASE + ROVER, en la zona del proyecto



11.2 CARTERA TOPOGRAFICA

```
1,1162191.3600,877178.9200,1366.9000,D1
2,1162387.3511,877128.5159,1386.5640,GPS2
3,1162398.9434,877115.8954,1385.5010,DELTAP
4,1162206.9019,877144.0015,1364.2720,E10
5,1162206.3477,877145.6533,1364.2640,E10
6,1162206.6332,877145.7484,1364.2530,E10
7,1162206.7047,877145.5560,1364.2620,E10
8,1162209.5649,877146.5133,1364.2650,E10
9,1162209.4991,877146.7119,1364.2600,E10
10,1162209.7984,877145.7527,1364.2470,E10
11,1162209.1323,877145.5348,1364.2500,E10
12,1162209.2359,877145.2386,1364.2600,E10
13,1162211.4894,877146.0203,1364.2230,E10
14,1162211.3773,877146.3042,1364.2370,E10
15,1162211.5791,877146.3660,1364.2530,E10
16,1162211.6993,877146.0784,1364.2320,E10
17,1162212.5166,877146.3442,1364.2470,E10
18,1162212.4087,877146.6252,1364.2530,E10
19,1162212.6278,877146.7028,1364.2340,E10
20,1162212.7263,877146.4074,1364.2530,E10
21,1162213.4053,877146.6528,1364.2640,E10
22,1162213.2929,877146.9183,1364.2830,E10
23,1162209.0260,877145.1805,1364.2560,E10
24,1162208.9214,877145.4506,1364.2540,E10
25,1162208.0797,877145.1689,1364.2600,E10
26,1162208.1726,877144.8883,1364.2480,E10
27,1162207.9735,877144.8105,1364.2520,E10
28,1162207.8733,877145.0988,1364.2600,E10
29,1162206.9491,877144.7999,1364.2700,E10
30,1162207.0344,877144.5350,1364.2770,E10
31,1162207.1402,877144.2569,1364.2890,E10
32,1162210.2692,877145.3026,1364.2790,E10
33,1162210.3300,877145.1528,1364.2860,E10
34,1162213.5669,877146.2277,1364.2490,E10
35,1162213.5047,877146.3864,1364.2580,E10
37,1162212.5565,877146.5559,1363.7030,COTA
38,1162211.5149,877146.1884,1363.6830,COTA
39,1162209.0961,877145.3593,1363.7050,COTA
40,1162208.0512,877144.9997,1363.7560,COTA
41,1162208.0355,877145.0191,1363.7640,COTA
42,1162208.4531,877144.8291,1363.6370,COTA
43,1162210.5749,877145.5236,1363.6410,COTA
44,1162213.3879,877146.5090,1363.6010,COTA
45,1162216.8728,877147.3803,1364.1290,E10
46,1162216.6760,877148.0962,1364.1070,E10
```



```
47,1162216.4264,877148.0285,1364.0950,E10
49,1162214.6165,877153.2455,1364.1800,E10
50,1162214.9163,877153.3332,1364.1670,E10
51,1162212.3329,877161.0071,1364.2640,E10
52,1162212.0363,877160.9375,1364.2860,E10
53,1162211.8060,877161.7953,1364.2060,E10
54,1162209.1818,877160.8692,1364.5360,E10
55,1162213.9473,877146.3805,1364.3910,E10
56,1162213.8330,877147.1357,1364.3920,E10
57,1162213.6143,877147.0471,1364.3780,E10
58,1162214.1531,877147.2161,1364.3520,ANDEN
59,1162216.6644,877148.0848,1364.2380,ANDEN
60,1162216.8735,877147.3883,1364.2810,ANDEN
61,1162213.5817,877146.2583,1364.4180,ANDEN
62,1162213.2925,877146.9316,1364.3850,ANDEN
63,1162211.3633,877152.6954,1364.4000,ANDEN
64,1162208.5511,877161.1080,1364.3040,ANDEN
65,1162208.8229,877161.1966,1364.2610,ANDEN
66,1162209.0308,877160.8924,1364.3630,ANDEN
67,1162209.5876,877161.0390,1364.3480,ANDEN
68,1162211.3036,877155.7654,1364.3840,ANDEN
69,1162215.3222,877147.3133,1364.3080,VALVULA
70,1162215.5593,877145.9955,1363.9850,MH
71,1162215.6237,877146.0400,1362.7830,MH
72,1162216.0989,877148.6574,1364.0650,FLCULADOR
73,1162216.0181,877148.8564,1364.0910,FLCULADOR
74,1162215.9512,877149.0359,1364.0990,FLCULADOR
75,1162215.8998,877149.2261,1364.0910,FLCULADOR
76,1162215.8256,877149.4364,1364.0880,FLCULADOR
77,1162215.7731,877149.6035,1364.0830,FLCULADOR
78,1162215.7740,877149.6055,1364.0780,FLCULADOR
79,1162215.7021,877149.8099,1364.0780,FLCULADOR
80,1162215.6496,877150.0010,1364.0970,FLCULADOR
81,1162215.5768,877150.2033,1364.0880,FLCULADOR
82,1162215.5131,877150.4010,1364.1020,FLCULADOR
83,1162215.4478,877150.5876,1364.0970,FLCULADOR
84,1162215.3909,877150.7926,1364.0870,FLCULADOR
85,1162215.2629,877151.1509,1364.0940,FLCULADOR
86,1162215.1595,877151.5212,1364.0970,FLCULADOR
87,1162215.0203,877151.9131,1364.1010,FLCULADOR
88,1162214.8957,877152.3406,1364.1060,FLCULADOR
89,1162214.7561,877152.7405,1364.1190,FLCULADOR
90,1162214.6238,877153.0817,1364.1380,FLCULADOR
91,1162214.5011,877153.4352,1364.1370,FLCULADOR
92,1162214.3697,877153.8314,1364.1440,FLCULADOR
93,1162214.2446,877154.2459,1364.1310,FLCULADOR
94,1162214.1250,877154.5935,1364.1450,FLCULADOR
```

```
95,1162214.0305,877154.8901,1364.1270,FLCULADOR
96,1162213.9261,877155.2083,1364.1330,FLCULADOR
97,1162213.8290,877155.4938,1364.1340,FLCULADOR
98,1162213.7376,877155.7884,1364.1310,FLCULADOR
99,1162213.6391,877156.0829,1364.1340,FLCULADOR
100,1162213.5438,877156.3734,1364.1290,FLCULADOR
101,1162213.4334,877156.6914,1364.1400,FLCULADOR
102,1162213.3466,877156.9692,1364.1360,FLCULADOR
103,1162213.2466,877157.3056,1364.1390,FLCULADOR
104,1162213.1451,877157.5999,1364.1460,FLCULADOR
105,1162213.0463,877157.9033,1364.1490,FLCULADOR
106,1162212.9410,877158.1935,1364.1520,FLCULADOR
107,1162212.8466,877158.4870,1364.1440,FLCULADOR
108,1162212.7485,877158.7985,1364.1550,FLCULADOR
109,1162212.6445,877159.0817,1364.1700,FLCULADOR
110,1162212.5562,877159.3715,1364.1780,FLCULADOR
111,1162212.4893,877159.4980,1364.1800,FLCULADOR
112,1162213.5069,877160.9244,1364.3330,VALVULA
113,1162214.8923,877161.4333,1364.3940,VALVULA
114,1162219.8835,877164.0351,1365.5010,VALVULA
115,1162220.6015,877165.0586,1365.6820,VALVULAVAY
116,1162219.8155,877154.5354,1364.4850,LODOS
117,1162216.5415,877153.3850,1364.3860,LODOS
118,1162217.4991,877149.9474,1364.2010,LODOS
119,1162220.5536,877150.8742,1364.1270,LODOS
120,1162219.2194,877150.6704,1365.0000,LODOS1
121,1162211.7571,877159.6448,1362.8710,COTA
122,1162213.1475,877154.7959,1362.8260,COTA
123,1162215.2626,877147.7694,1362.8250,COTA
124,1162211.7415,877146.6415,1360.7200,COTA
125,1162208.4489,877145.7916,1360.7140,COTA
126,1162210.4352,877148.8767,1360.6010,COTA
127,1162208.7568,877148.1543,1360.6290,COTA
128,1162206.8047,877154.3325,1360.4750,COTA
129,1162204.7937,877160.6835,1360.3270,COTA
130,1162205.8686,877161.1984,1360.3470,COTA
131,1162208.6500,877153.7133,1360.4680,COTA
132,1162205.3896,877161.9395,1364.2740,ANDEN
133,1162204.5394,877161.6454,1364.2660,ANDEN
134,1162207.6611,877152.2400,1364.2990,ANDEN
135,1162208.5144,877152.5352,1364.3070,ANDEN
136,1162210.7002,877146.0338,1364.2900,ANDEN
137,1162209.8171,877145.7354,1364.2910,ANDEN
138,1162210.2213,877145.9182,1364.1970,EMURO
139,1162204.9741,877161.7132,1364.1730,EMURO
140,1162201.9273,877160.1223,1363.9600,MURO
141,1162201.9539,877160.0293,1363.9160,MURO
```

```
142,1162204.7609,877160.9374,1363.9190,MURO
143,1162204.7261,877161.0351,1363.9390,MURO
144,1162205.6263,877161.3582,1363.9480,MURO
145,1162205.6434,877161.2768,1363.9230,MURO30
146,1162208.5363,877162.1912,1363.8980,MURO
147,1162208.5300,877162.3021,1363.9040,MURO
148,1162207.8789,877162.7833,1363.9090,MURO
149,1162207.7778,877162.7583,1363.8920,MURO
150,1162207.8016,877162.6332,1363.9000,MURO
151,1162207.8922,877162.5696,1363.9640,MURO
152,1162205.5854,877161.7429,1363.9580,MURO
153,1162205.5080,877161.9590,1363.9610,MURO
154,1162205.5899,877161.9892,1363.9330,MURO
155,1162205.6433,877161.8492,1363.9340,MURO
156,1162204.4646,877161.6115,1363.9320,MURO
157,1162204.3761,877161.5970,1363.9120,MURO
158,1162204.4124,877161.4613,1363.8960,MURO
159,1162204.5228,877161.4006,1363.9440,MURO
160,1162202.2231,877160.6231,1363.9660,MURO
161,1162202.2896,877160.7428,1363.9300,MURO
162,1162202.2382,877160.8799,1363.9120,MURO
163,1162202.1367,877160.8650,1363.9450,MURO
164,1162201.7228,877161.3733,1363.5700,COTA
165,1162202.0769,877160.3683,1363.5680,COTA
166,1162204.6040,877161.1915,1363.5420,COTA
167,1162204.5989,877161.1933,1363.5430,COTA
168,1162205.7214,877161.5910,1363.5610,COTA
169,1162208.2279,877162.4535,1363.5190,COTA
170,1162202.1837,877160.8928,1364.3030,ANDEN
171,1162204.5859,877161.6842,1364.2650,ANDEN
172,1162205.4244,877161.9458,1364.2860,ANDEN
173,1162207.7980,877162.7791,1364.3060,ANDEN
174,1162207.5027,877163.7645,1364.2630,ANDEN
175,1162208.0092,877163.9672,1364.2830,ANDEN
176,1162207.7541,877164.7689,1364.2860,ANDEN
177,1162206.5621,877164.3826,1364.2840,ANDEN
178,1162206.0095,877165.9654,1364.2990,ANDEN
179,1162207.1800,877166.3389,1364.3240,ANDEN
180,1162206.6582,877167.9530,1364.3620,ANDEN
181,1162205.2152,877167.4849,1364.3180,ANDEN
182,1162204.9461,877168.2861,1364.3310,ANDEN
183,1162206.3339,877168.7580,1364.3530,ANDEN
184,1162205.8033,877170.5479,1364.3240,ANDEN
185,1162202.2447,877169.3825,1364.3290,ANDEN
186,1162198.8556,877168.2827,1364.3170,ANDEN
187,1162200.9901,877161.9194,1364.2940,ANDEN
188,1162201.2820,877162.0058,1364.2970,ANDEN
```

189,1162201.5670,877161.7776,1364.2720,ANDEN
190,1162201.8999,877161.8395,1364.2980,ANDEN
191,1162201.0933,877162.5379,1364.2920,ANDEN
192,1162202.2327,877162.9132,1364.2790,ANDEN
193,1162201.6929,877164.5265,1364.3100,ANDEN
194,1162200.5588,877164.0944,1364.2870,ANDEN
195,1162202.5573,877164.7661,1364.2910,ANDEN
196,1162203.0878,877163.2095,1364.2970,ANDEN
197,1162203.9224,877163.5219,1364.2820,ANDEN
198,1162203.3842,877165.0703,1364.3010,ANDEN
199,1162203.3832,877165.0703,1364.3020,ANDEN
200,1162204.2662,877165.3456,1364.2490,ANDEN
201,1162204.8263,877163.8001,1364.2840,ANDEN
202,1162205.6541,877164.1063,1364.2820,ANDEN
203,1162205.1834,877165.6432,1364.2790,ANDEN
204,1162205.6249,877167.3206,1364.3120,ANDEN
205,1162206.2212,877167.5308,1364.3280,ANDEN
206,1162206.4310,877166.9975,1364.2970,ANDEN
207,1162205.7881,877166.8005,1364.3190,ANDEN
208,1162204.8004,877166.4631,1364.3250,ANDEN
209,1162204.5972,877167.0336,1364.3140,ANDEN
210,1162203.8673,877166.7572,1364.3140,ANDEN
211,1162204.0899,877166.1774,1364.3080,ANDEN
212,1162203.0485,877165.8569,1364.3040,ANDEN
213,1162202.8784,877166.4268,1364.3210,ANDEN
214,1162202.1445,877166.1772,1364.3170,ANDEN
215,1162202.3343,877165.5901,1364.2920,ANDEN
216,1162201.3550,877165.2931,1364.3180,ANDEN
217,1162201.1612,877165.8800,1364.3120,ANDEN
218,1162200.4408,877165.6170,1364.3200,ANDEN
219,1162200.6280,877165.0468,1364.3130,ANDEN
220,1162202.2083,877162.3778,1361.8400,CANALETA
221,1162201.5728,877162.1982,1361.6860,CANALETA
222,1162200.8955,877164.2115,1361.6770,CANALETA
223,1162201.6386,877164.4564,1361.6740,CANALETA
225,1162202.8200,877165.0905,1361.6740,CANALETA
226,1162203.4450,877165.2568,1361.6970,CANALETA
227,1162203.5419,877162.9328,1361.6460,CANALETA
228,1162204.0860,877163.1220,1361.7950,CANALETA
229,1162204.5241,877163.1529,1361.0640,MURO
230,1162203.8776,877165.1454,1360.7110,MURO
231,1162202.2512,877164.8674,1360.6010,MURO
232,1162202.8121,877162.9896,1361.0060,MURO
233,1162201.9682,877164.7053,1360.9140,MURO
234,1162202.4843,877162.9279,1360.7670,MURO
235,1162201.1858,877162.1382,1360.8440,MURO
236,1162200.6996,877164.1269,1360.8280,MURO

```
237,1162203.7976,877165.1453,1360.8690,MURO
238,1162204.5212,877163.4871,1360.9240,MURO
239,1162206.0595,877163.7407,1360.9370,MURO
240,1162205.6800,877165.7916,1360.9350,MURO
241,1162205.7008,877163.9350,1361.7460,CANALETA
242,1162205.3254,877163.8074,1361.5740,CANALETA
243,1162204.5325,877165.2898,1361.6640,CANALETA
244,1162205.0021,877165.4401,1361.6430,CANALETA
245,1162206.8441,877166.3029,1361.6580,CANALETA
246,1162207.5352,877164.3221,1361.6300,CANALETA
247,1162206.9780,877164.1345,1361.6260,CANALETA
248,1162206.2602,877166.1863,1361.6270,CANALETA
249,1162205.6996,877165.8554,1360.6750,MURO
250,1162206.3581,877164.0695,1361.0290,MURO
251,1162205.5660,877166.7479,1364.3180,VALVULA
252,1162203.9628,877166.2545,1364.3270,VALVULA
253,1162202.1655,877165.6066,1364.3110,VALVULA
254,1162200.3838,877164.9953,1364.3350,VALVULA
255,1162201.9480,877162.6410,1364.2810,VALVULA
256,1162201.8762,877162.0378,1364.2820,VALVULA
257,1162203.7158,877162.7063,1364.3010,VALVULA
258,1162203.7295,877163.2573,1364.2330,VALVULA
259,1162205.3720,877163.2247,1364.2960,VALVULA
260,1162205.4104,877163.9898,1364.3210,VALVULA
261,1162207.2490,877163.8027,1364.3120,VALVULA
262,1162207.3149,877164.5588,1364.3140,VALVULA
263,1162206.6120,877162.6262,1364.3030,VALVULA
264,1162203.1946,877161.4833,1364.3030,VALVULA
265,1162203.6720,877153.8220,1364.2710,EMURO
266,1162203.9372,877153.8993,1364.2670,EMURO
267,1162201.4825,877161.3500,1364.2730,EMURO
268,1162201.1913,877161.2717,1364.2670,EMURO
269,1162201.2086,877161.2123,1364.2670,EMURO
270,1162201.2568,877161.0791,1364.2550,EMURO
271,1162200.2215,877160.7298,1364.3240,EMURO
272,1162199.8979,877161.6200,1364.3190,EMURO
273,1162200.3957,877161.8144,1364.2970,EMURO
274,1162200.4345,877161.7178,1364.3080,EMURO
275,1162200.9327,877161.9042,1364.2890,EMURO
276,1162200.9209,877162.0278,1364.2600,EMURO
277,1162201.2517,877161.9626,1363.9730,EMURO
278,1162200.9939,877161.9006,1363.8180,EMURO
279,1162201.1815,877161.2914,1363.8190,EMURO
280,1162201.4419,877161.3915,1363.9800,EMURO
281,1162201.2151,877161.6149,1364.6600,EMURO
282,1162200.8475,877161.5456,1360.1490,COTA
283,1162206.7117,877166.8552,1360.0310,COTA
```

284,1162206.1380,877167.6897,1362.0480,COTA
285,1162206.1594,877168.6642,1362.0790,COTA
286,1162178.0412,877164.8889,1359.2230,COTA
287,1162177.1017,877163.7987,1359.2950,COTA
288,1162180.2226,877154.8046,1359.1160,COTA
289,1162181.7808,877154.3615,1359.2540,COTA
290,1162182.1705,877155.2062,1362.0760,CAJA
291,1162182.4695,877154.0739,1362.0940,CAJA
292,1162181.3373,877153.7449,1362.0880,CAJA
293,1162181.0800,877154.5776,1362.0900,CAJA
294,1162179.9044,877154.2079,1362.0990,CAJA
295,1162179.6708,877154.9684,1362.0780,CAJA
296,1162180.8456,877155.3071,1362.0850,CAJA
297,1162181.0013,877154.8788,1362.0820,CAJA
298,1162178.8030,877165.6078,1362.0920,CAJA
299,1162179.1669,877164.2989,1362.1010,CAJA
300,1162178.1492,877163.9864,1362.1150,CAJA
301,1162178.2761,877163.4999,1362.0940,CAJA
302,1162177.1189,877163.1729,1362.0970,CAJA
303,1162176.7084,877164.4440,1362.0900,CAJA
304,1162177.6870,877164.7841,1362.1100,CAJA
305,1162177.5446,877165.2850,1362.1090,CAJA
306,1162178.8051,877165.6069,1362.0980,CAJA
307,1162177.6961,877164.7314,1362.1490,EMURO
308,1162175.6305,877164.0581,1362.0720,EMURO
309,1162176.6190,877160.9349,1362.0880,EMURO
310,1162178.7030,877161.6220,1362.0700,EMURO
311,1162178.6744,877161.6889,1362.0860,EMURO
312,1162183.1052,877163.0221,1362.0950,EMURO
313,1162186.2962,877164.0652,1362.1290,EMURO
314,1162187.1427,877166.4247,1362.1170,EMURO
315,1162185.4774,877171.5752,1362.0880,EMURO
316,1162185.8040,877170.6611,1362.0950,EMURO
317,1162184.6579,877171.3924,1362.1030,EMURO
318,1162180.7775,877170.2136,1362.0800,EMURO
319,1162176.5054,877168.8405,1362.1000,EMURO
320,1162179.2922,877159.8945,1362.0620,EMURO
321,1162180.4692,877156.1371,1362.0730,EMURO
322,1162178.3845,877155.4941,1362.0480,EMURO
323,1162179.1942,877153.0085,1362.1070,EMURO
324,1162181.2023,877153.6646,1362.0820,EMURO
325,1162182.3644,877149.9337,1362.0670,EMURO
326,1162187.1657,877151.3643,1362.0970,EMURO
327,1162192.4027,877153.0189,1362.0910,EMURO
328,1162192.3935,877153.0216,1362.0750,EMURO
329,1162190.8209,877157.9245,1362.0590,EMURO
330,1162189.2184,877162.9023,1362.0820,EMURO

```
331,1162183.7661,877161.3014,1362.0590,EMURO
332,1162183.1116,877158.4039,1362.0770,RESP2.5
333,1162184.4353,877153.7536,1362.0590,RESP2.5
334,1162188.9149,877155.0937,1362.0580,RESP2.5
335,1162187.5246,877159.5503,1362.0630,RESP2.5
336,1162176.2622,877162.3702,1359.1920,SALIDA10P
337,1162176.1583,877162.6004,1359.1800,SALIDA10P
338,1162188.2392,877164.9570,1361.8450,VALVULA
339,1162182.1708,877165.9903,1362.1050,PC
340,1162202.8951,877167.8305,1364.3290,PC
341,1162210.6659,877137.9424,1364.5470,PC
342,1162210.6750,877137.9408,1364.5430,PC
343,1162205.1222,877192.8442,1368.9130,PC
400,1162241.1981,877125.7699,1367.9140,T
401,1162234.7413,877128.7760,1366.7190,T
402,1162221.0153,877150.6163,1364.4980,T
403,1162234.8209,877132.5102,1366.8130,17
404,1162227.2183,877132.0553,1365.2720,17
405,1162221.2955,877131.7055,1364.1650,17
406,1162210.4459,877131.4026,1362.3140,17
407,1162212.5458,877125.0823,1363.2460,T
416,1162222.4016,877129.1891,1364.6240,LIN
417,1162221.6966,877131.6826,1364.2250,LIN
418,1162191.3602,877178.9188,1366.8970,D5
424,1162173.9159,877151.5381,1357.6790,CANO
425,1162166.1384,877153.5281,1355.6650,CANO
426,1162161.8345,877156.5809,1354.9400,CANO
427,1162173.9451,877152.3153,1358.1320,CORONA
428,1162173.0707,877156.4283,1358.6190,T
429,1162171.6813,877158.4119,1358.3920,T
430,1162169.4132,877162.2262,1358.3010,T
431,1162166.3679,877160.8847,1357.1220,T
432,1162165.7267,877156.9149,1355.8460,T
433,1162165.6512,877155.1954,1355.5680,CORONA
434,1162163.7801,877154.3312,1355.3320,CORONA
435,1162160.8718,877149.0755,1355.6530,T
436,1162162.4115,877138.4620,1355.7530,T
437,1162162.4312,877129.7613,1355.6770,T
438,1162171.7810,877132.7540,1355.9450,T
439,1162171.0608,877140.3929,1356.1050,T
440,1162171.0622,877142.8056,1356.9620,T
441,1162170.9044,877146.7957,1356.9670,T
442,1162171.0716,877150.7229,1357.6220,CORONA
443,1162226.3487,877139.2667,1365.4460,T
444,1162218.8912,877138.2378,1364.7930,T
445,1162214.5167,877138.9148,1363.6220,T
446,1162208.4052,877138.0459,1362.6210,T
```

```
447,1162202.2651,877136.3324,1361.7810,T
448,1162204.7514,877140.2701,1360.6480,CANO
449,1162201.8737,877137.5624,1360.3380,CANO
450,1162197.1125,877135.2141,1359.7500,CANO
451,1162205.0573,877131.5401,1361.3290,17
452,1162200.6484,877131.5193,1360.8830,17
453,1162196.7751,877131.5744,1360.2640,17
454,1162197.7890,877134.7192,1360.9870,CORONA
455,1162201.0150,877136.0975,1361.6060,CORONA
456,1162204.1676,877137.0884,1361.8490,CORONA
457,1162206.9689,877139.7788,1362.3210,CORONA
458,1162206.0630,877142.1938,1362.4890,CORONA
459,1162204.0843,877142.5269,1360.6130,CANO
460,1162202.1229,877143.9817,1362.6850,CORONA
461,1162200.9782,877140.9247,1362.0240,CORONA
462,1162198.0851,877139.2871,1362.0910,CORONA
463,1162195.0652,877138.1249,1362.0890,CORONA
464,1162196.1555,877136.0990,1361.0890,BOS
465,1162194.7648,877138.8739,1362.5010,BOS
466,1162193.3299,877140.8036,1363.1140,BOS
467,1162190.6112,877142.2111,1362.5900,BOS
468,1162186.9640,877142.0612,1362.3860,BOS
469,1162183.6224,877142.4657,1362.1690,BOS
470,1162179.8674,877143.7232,1361.2280,BOS
471,1162179.8722,877143.7372,1361.2290,17
472,1162178.0006,877147.8160,1360.8310,17
473,1162175.7104,877153.3186,1360.3510,17
474,1162173.4219,877158.4997,1360.3210,17
475,1162171.5411,877163.4658,1360.2010,17
476,1162169.9397,877168.7751,1361.2890,17
477,1162172.7498,877172.2444,1362.2600,17
478,1162176.3509,877176.4801,1364.6160,17
479,1162179.3478,877180.1452,1365.2120,17
480,1162184.7843,877186.6317,1366.9750,17
481,1162189.7123,877188.9757,1367.7600,17
482,1162196.4215,877191.4948,1368.5000,17
483,1162202.6728,877193.6210,1368.8150,17
484,1162211.4903,877195.8730,1369.0610,17
485,1162217.4133,877197.2936,1369.5760,17
486,1162223.5189,877198.8302,1370.0150,17
487,1162225.0060,877190.5773,1369.1750,17
488,1162226.0918,877183.6021,1368.8840,17
489,1162226.9989,877175.2242,1368.9050,17
490,1162227.9253,877157.0025,1367.1870,17
491,1162229.1918,877149.3111,1366.4990,17
492,1162230.5058,877143.1493,1365.8330,17
493,1162232.9594,877132.9996,1365.9120,17
```

494,1162217.4574,877149.9268,1364.1440,LODOS
495,1162216.4496,877153.7192,1364.2530,LODOS
496,1162219.4235,877154.8990,1364.5640,LODOS
497,1162217.7255,877163.2842,1364.9440,PARAMEN
498,1162208.2497,877160.6047,1364.3550,PARAMEN
500,1162215.8497,877161.6544,1364.7410,PARAMEN
501,1162212.2148,877160.2632,1364.3140,PARAMEN
502,1162211.7121,877161.5553,1364.2560,PARAMEN
503,1162209.0438,877160.7351,1364.2400,10
504,1162212.2123,877161.5987,1364.2450,10
505,1162214.2444,877154.4796,1364.1620,10
506,1162212.5340,877160.5262,1364.3280,10
507,1162214.5628,877154.3781,1364.1660,10
508,1162216.8700,877147.3999,1364.2770,10
509,1162206.8994,877144.0277,1364.2790,10
510,1162206.8747,877143.9969,1362.7440,T
511,1162204.5053,877151.2560,1364.2660,10
512,1162201.2311,877161.1020,1364.2660,10
513,1162200.1963,877160.7078,1364.3160,10
514,1162199.9063,877161.6305,1364.3030,10
515,1162200.9513,877162.0328,1364.2620,10
516,1162198.8511,877168.3134,1364.2870,10
517,1162205.7482,877170.6425,1364.2500,10
518,1162204.8245,877171.2337,1364.2050,PARAMEN
519,1162216.6927,877175.6586,1365.5250,PARAMEN
520,1162226.3721,877175.0997,1368.5400,CORONA
521,1162225.5878,877180.2861,1368.7160,CORONA
522,1162221.8625,877181.7702,1368.2820,CORONA
523,1162217.4905,877177.8289,1366.8560,CORONA
524,1162214.8008,877177.2166,1366.9500,10
525,1162214.3588,877178.2428,1366.9550,10
526,1162215.3216,877178.5927,1367.4350,10
527,1162214.0008,877176.4570,1366.8300,CORONA
528,1162210.1625,877175.1411,1366.2680,CORONA
529,1162205.2734,877176.4412,1366.5320,CORONA
530,1162200.9644,877177.1769,1366.8610,CORONA
531,1162196.7506,877177.7394,1366.9110,CORONA
532,1162186.6918,877176.7533,1365.7750,CORONA
533,1162182.8710,877174.8089,1365.2230,CORONA
534,1162179.0138,877173.6291,1365.0710,CORONA
535,1162177.8217,877172.4419,1364.0480,CORONA
536,1162175.9342,877170.2938,1362.1990,CORONA
537,1162176.4825,877168.7952,1362.0800,10
538,1162177.7000,877164.7445,1362.1350,10
539,1162175.6590,877164.0774,1362.0420,10
540,1162176.6169,877160.9814,1362.0540,10
541,1162186.3718,877164.1597,1362.0950,10

```
542,1162187.1560,877166.4247,1362.0990,10
543,1162185.4545,877171.5147,1362.0470,10
544,1162189.1313,877162.9444,1362.0420,10
545,1162179.2894,877159.8816,1362.0380,10
546,1162180.4632,877156.1613,1362.0480,10
547,1162178.3957,877155.5037,1362.0720,10
548,1162179.1989,877153.0705,1362.0450,10
549,1162181.2263,877153.6696,1362.0580,10
550,1162184.3620,877150.4775,1362.0400,10
551,1162181.6673,877152.2435,1362.0480,10
552,1162192.3581,877152.9992,1362.0510,10
553,1162189.1743,877162.9907,1362.0430,10
554,1162220.2098,877163.0300,1365.2490,VALV2-14
555,1162225.5542,877145.0841,1364.9120,T
556,1162218.7622,877144.5517,1363.7750,T
557,1162213.4058,877143.2383,1363.6260,T
558,1162212.4898,877145.1866,1363.2650,T
559,1162207.8994,877143.5988,1362.8720,T
560,1162205.1607,877145.5444,1362.4620,PES
561,1162195.9881,877144.2151,1362.8560,PES
562,1162193.3607,877148.8736,1362.6520,PES
563,1162197.2723,877153.1186,1362.8860,PES
564,1162202.8817,877152.2241,1363.1750,PES
565,1162202.3365,877154.4516,1363.2960,T
566,1162200.0664,877159.8613,1363.3050,T
567,1162198.2482,877165.1644,1363.2790,T
568,1162196.8061,877170.2439,1364.2550,T
569,1162195.9990,877154.1190,1362.9100,T
570,1162194.3039,877159.1252,1362.4490,T
571,1162192.7794,877163.9365,1362.6350,T
572,1162191.6321,877168.3501,1363.3470,T
573,1162187.9660,877169.6023,1362.9100,PATA
574,1162191.2353,877171.0489,1363.6860,PATA
575,1162194.8792,877171.6477,1364.5640,PATA
576,1162198.9702,877172.9647,1365.3730,PATA
577,1162204.8992,877173.9511,1365.4260,PATA
578,1162208.2947,877174.0397,1365.3090,PATA
579,1162223.3362,877191.4271,1369.1450,T
580,1162217.6821,877189.6262,1368.5320,T
581,1162213.6747,877187.9991,1368.0660,T
582,1162208.3746,877187.3833,1368.4260,T
583,1162203.9573,877185.6557,1368.3810,T
584,1162200.5880,877184.4010,1367.9710,T
585,1162200.5043,877187.2704,1368.0470,17
586,1162190.6418,877188.6030,1367.7400,17
587,1162189.4045,877180.6069,1366.9200,17
588,1162199.5346,877179.2741,1367.3660,17
```

```
589,1162188.2139,877181.2924,1367.0460,T
590,1162183.3965,877178.5763,1365.8790,T
591,1162178.5787,877175.4880,1365.4160,T
592,1162190.6450,877147.7231,1362.0470,T
593,1162184.7953,877145.1945,1361.9640,T
594,1162189.6162,877146.4822,1361.9960,T
595,1162197.4639,877143.2986,1362.8020,A
596,1162194.2142,877171.1462,1364.5390,A
597,1162220.5817,877147.2413,1364.0540,A
598,1162193.6777,877177.9575,1366.6470,A
599,1162197.4283,877143.2944,1362.8210,A
603,1162174.8036,877156.0896,1360.4590,A
604,1162186.5578,877178.2914,1366.3040,A
606,1162222.9520,877188.7690,1369.0770,A
610,1162215.7636,877177.5665,1366.9000,10
611,1162215.4836,877162.6186,1364.7410,PARAMEN
612,1162220.2952,877164.1068,1365.0500,PARAMEN
613,1162220.4313,877151.1065,1364.5000,10
614,1162174.1399,877150.4084,1358.2400,corona
```

11.3 NUBE DE PUNTOS LIDAR

Cabe resaltar que para el proyecto se realizo un levantamiento LIDAR, amarrado al mismo sistema de coordenadas de la topográfica convencional, el cual arroja como resultado una nube de puntos de 55.5millones de puntos. Los cuales se imposibilitan de plasmar en el presente informe dada su extensión. A continuación, se muestra la nube de puntos densa, derivada del tratamiento final de los datos.



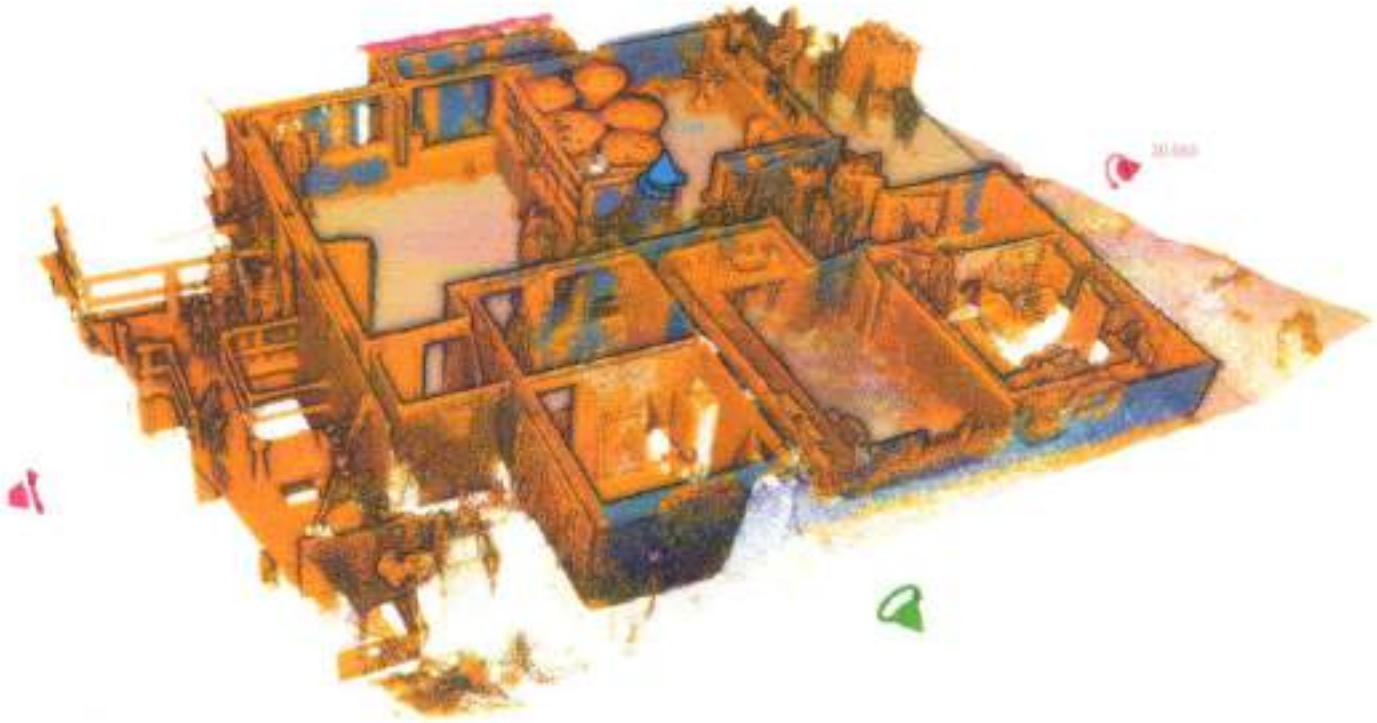
Figura 4- representación de la nube de puntos derivada del levantamiento LIDAR, en la zona del proyecto

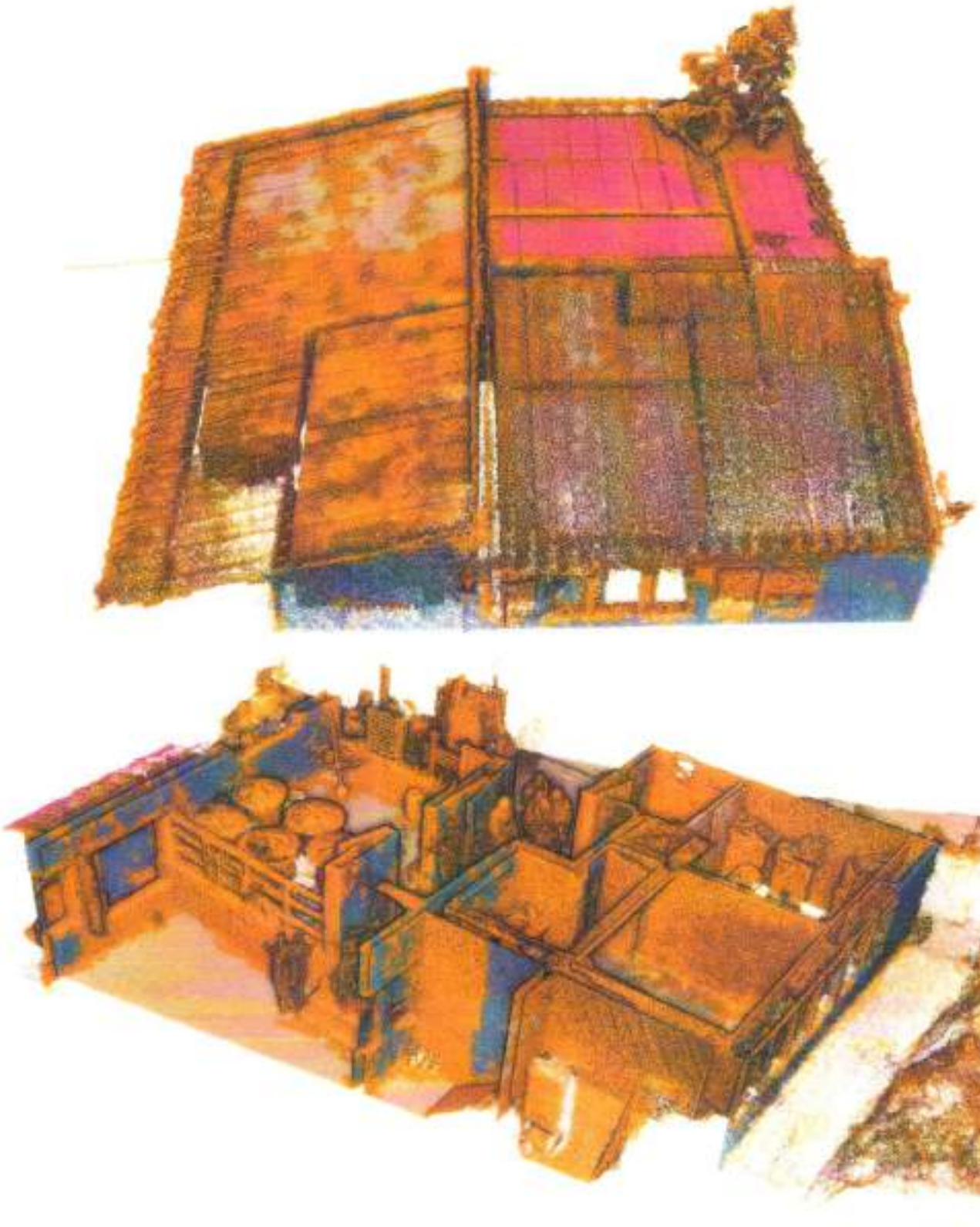
Si bien se realizo el levantamiento en toda la totalidad del lote de PTAP municipal, se sectorizan a continuación los resultados para la caseta de operaciones, PTAP y tanque de almacenamiento.



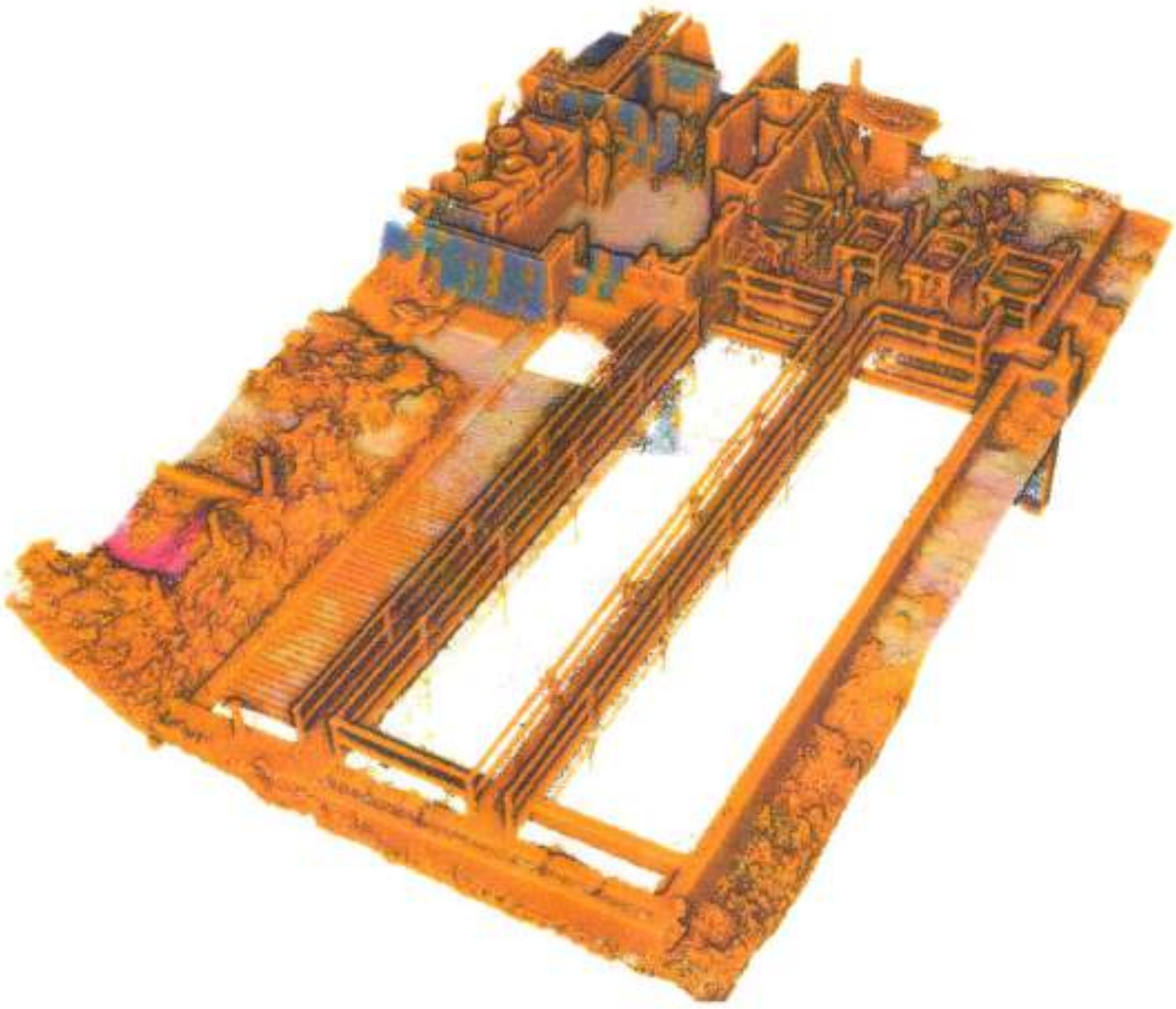
-RESULTADOS PARA CASETA DE OPERACIONES:



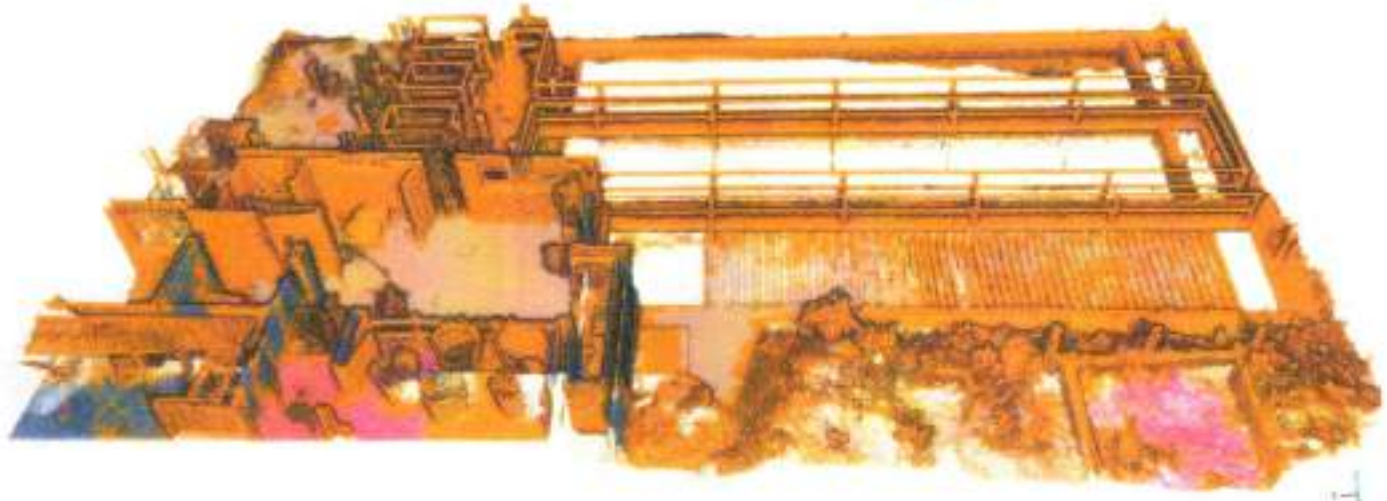




-RESULTADOS PARA PTAP:

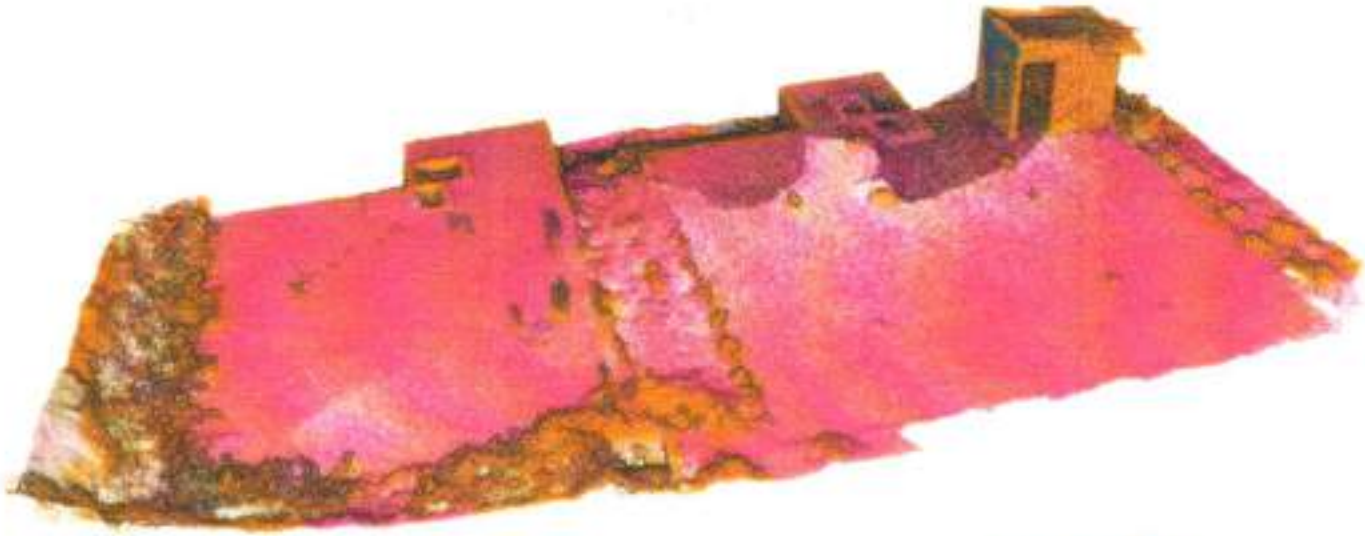


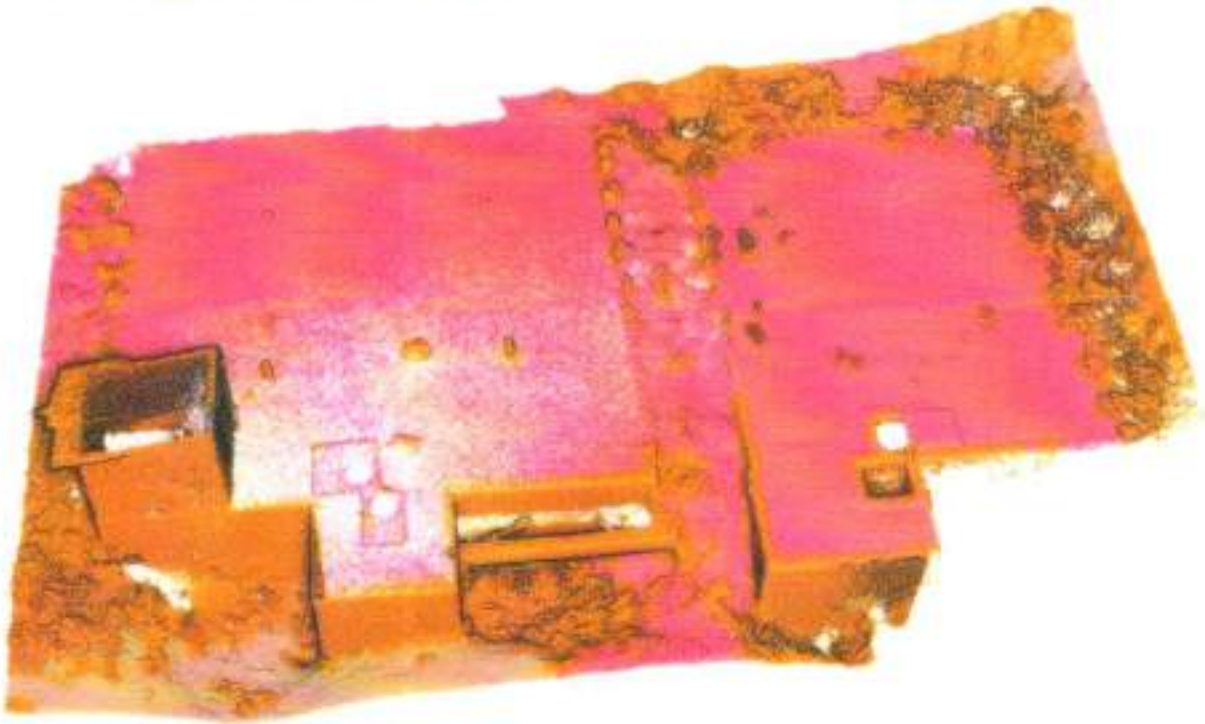






RESULTADOS PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO:





ANEXOS

1. Licencia Profesional y Certificado de Vigencia.
2. Certificado de calibración del equipo tipográfico.
3. Cartera Topográfica como Documento Aparte.

MEDELLIN, 12 DE JULIO DE 2025

REFERENCIA: MEMORIAL RESPONSABILIDAD INFORME TOPOGRAFICO

SEÑORES:

MUNICIPIO DE YARUMAL ANTIOQUIA

YO, CESAR CAMILO CIFUENTES MARÍN, IDENTIFICADO COMO APARECE AL PIE DE MI FIRMA Y MATRÍCULA PROFESIONAL No. 01-14755 ANT DEL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍAS, CERTIFICO QUE HE REALIZADO EL LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMETRICO DETALLADO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNA ANTIOQUIA, EN EL MARCO DEL ESTUDIO ANTERIORMENTE CITADO, BASADO EN LAS NORMAS VIGENTES Y BUENAS PRÁCTICAS. POR LO TANTO, ASUMO LA RESPONSABILIDAD DE CUALQUIER EVENTUALIDAD, BAJO LAS CONDICIONES ANTERIORMENTE EXPUESTAS.

ATENTAMENTE,

CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN
TOPOGRAFO

SENA

REGIONAL ANTIOQUIA
CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCIÓN

ACTA DE GRADO

No Y FECHA REGISTRO 504173 - 16/08/2012

EL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

CONSIDERANDO

Que: CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN, Con Cédula de Ciudadanía No. 1.036.606.155

CUMPLIÓ SATISFACTORIAMENTE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS EXIGIDOS POR EL SENA. RESUELVE OTORGARLE EL TÍTULO DE:

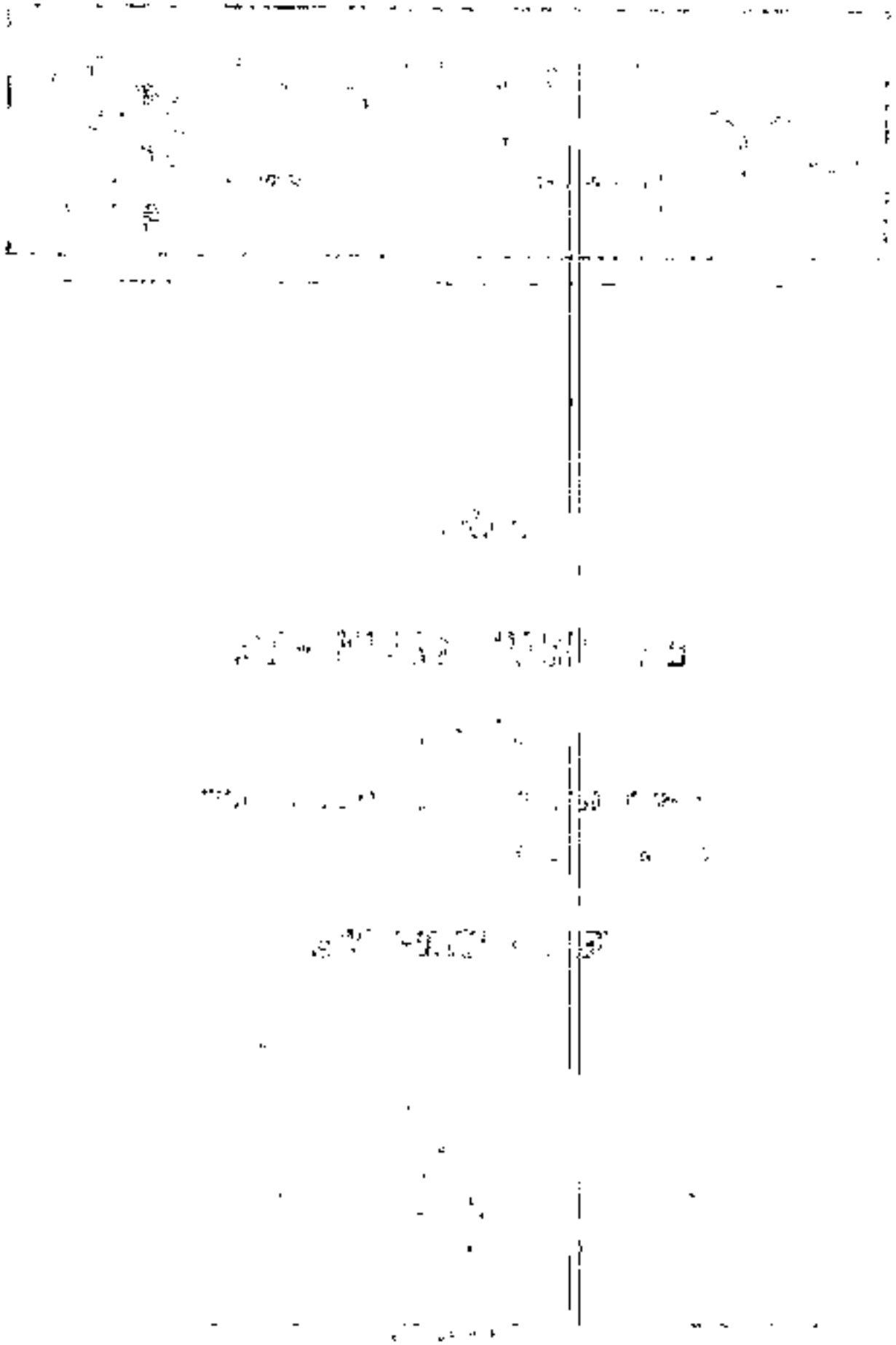
TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA

En constancia de lo anterior se firma la presente en Medellín, a los dieciséis (16) días del mes de abril de dos mil doce (2012).

Firmado Digitalmente por
NOHORA JUDITH HERNANDEZ LOPEZ
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
Autenticidad del Documento
Bogotá - Colombia

NOHORA JUDITH HERNANDEZ LOPEZ
SUBDIRECTOR CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCIÓN
REGIONAL ANTIOQUIA

La autenticidad de este documento puede ser verificada en el vínculo electrónico que se encuentra en la página web http://certificados.sena.edu.co bajo el número RESERVADO CERTIFICADO.



REPUBLICA DE COLOMBIA

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

En Cumplimiento de la Ley 119 de 1994 y en atención a que

CESAR CAMILO CIFUENTES MARIN

Con Cédula de Ciudadanía No. 1.036.606.155

Cursó y aprobó el programa de Formación Profesional Integral y cumplió con las condiciones requeridas por la entidad, le confiere el

Título de

TECNÓLOGO EN

TOPOGRAFÍA

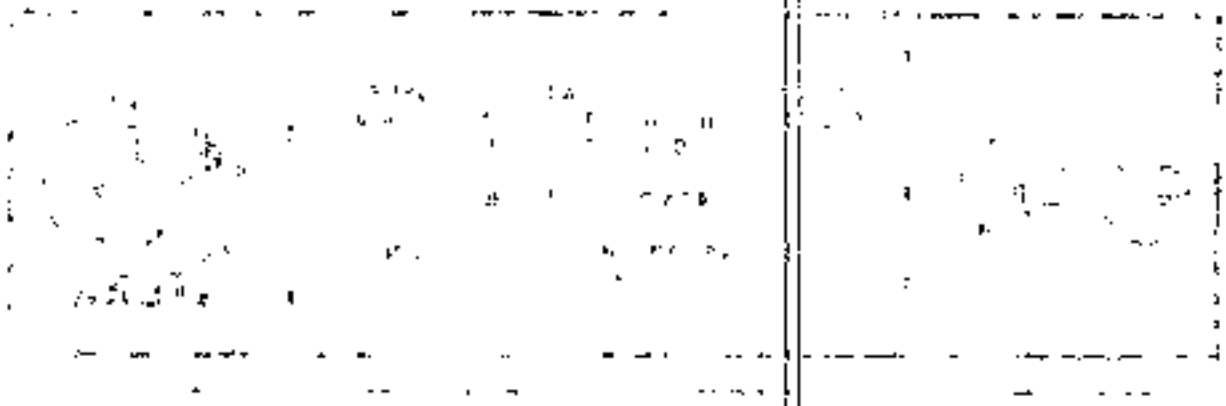
En testimonio de lo anterior, se firma el presente Título en Medellín, a los dieciseis (16) días del mes de abril de dos mil doce (2012)

Firmado Digitalmente por
NOMBRA JUDITH HERNANDEZ LOPEZ
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
Autoridad de Certificación
Bogotá - Colombia
NOMBRA JUDITH HERNANDEZ LOPEZ
SUBDIRECTOR CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCIÓN REGIONAL ANTIOQUIA

16/04/2012
FECHA DE REGISTRO




República de Colombia
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA
Nombre: CESAR CAMILO CIFUENTES MAR
Cédula: 1.036.606.155
Licencia Profesional No: 01-14755
Resolución: 02-4756 - 23/01/2014
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
SENA - MEDELLIN
Presidente



CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

CONTRATO No. CD 030 DE 2025

ITEM 2.0-LEVANTAMIENTO PATOLOGICO ESTRUCTURAL ZONA PTAP Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO ACTUAL





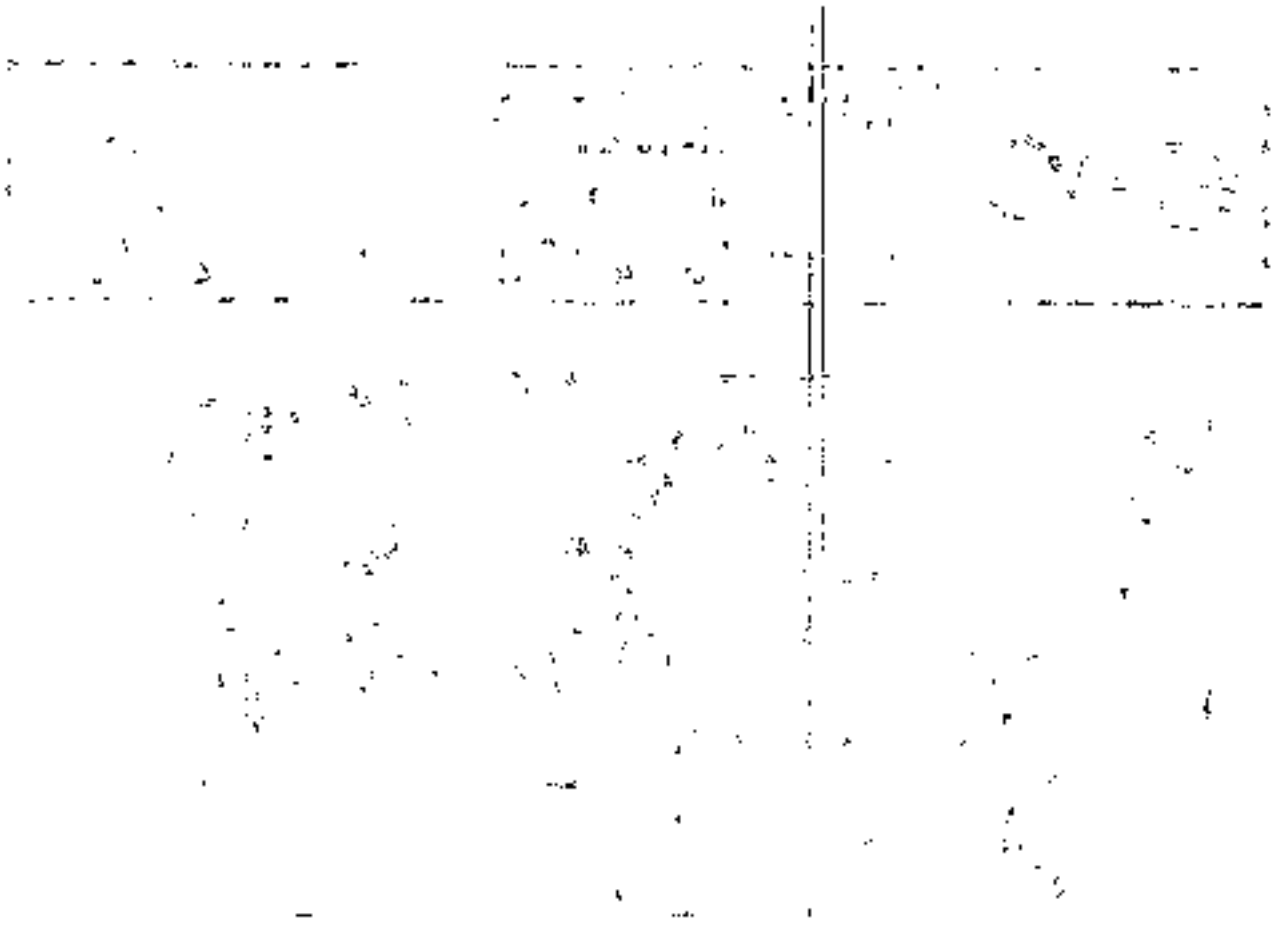
ESCLEROMETRÍA DE DIAGNÓSTICO COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA ESTABLECER LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPAL DE COCORNA ANTIOQUIA

Descripción breve

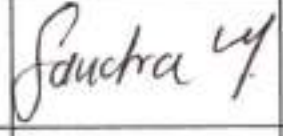
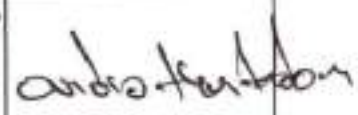
Evaluación no destructiva mediante esclerometria para determinar la resistencia del concreto en la estructura existente PTAP + ALMACENAMIENTO, con el fin de diagnosticar su estado estructural orientado a la toma de decisión en cuanto a la viabilidad de repotenciación o construcción de unidades nuevas.

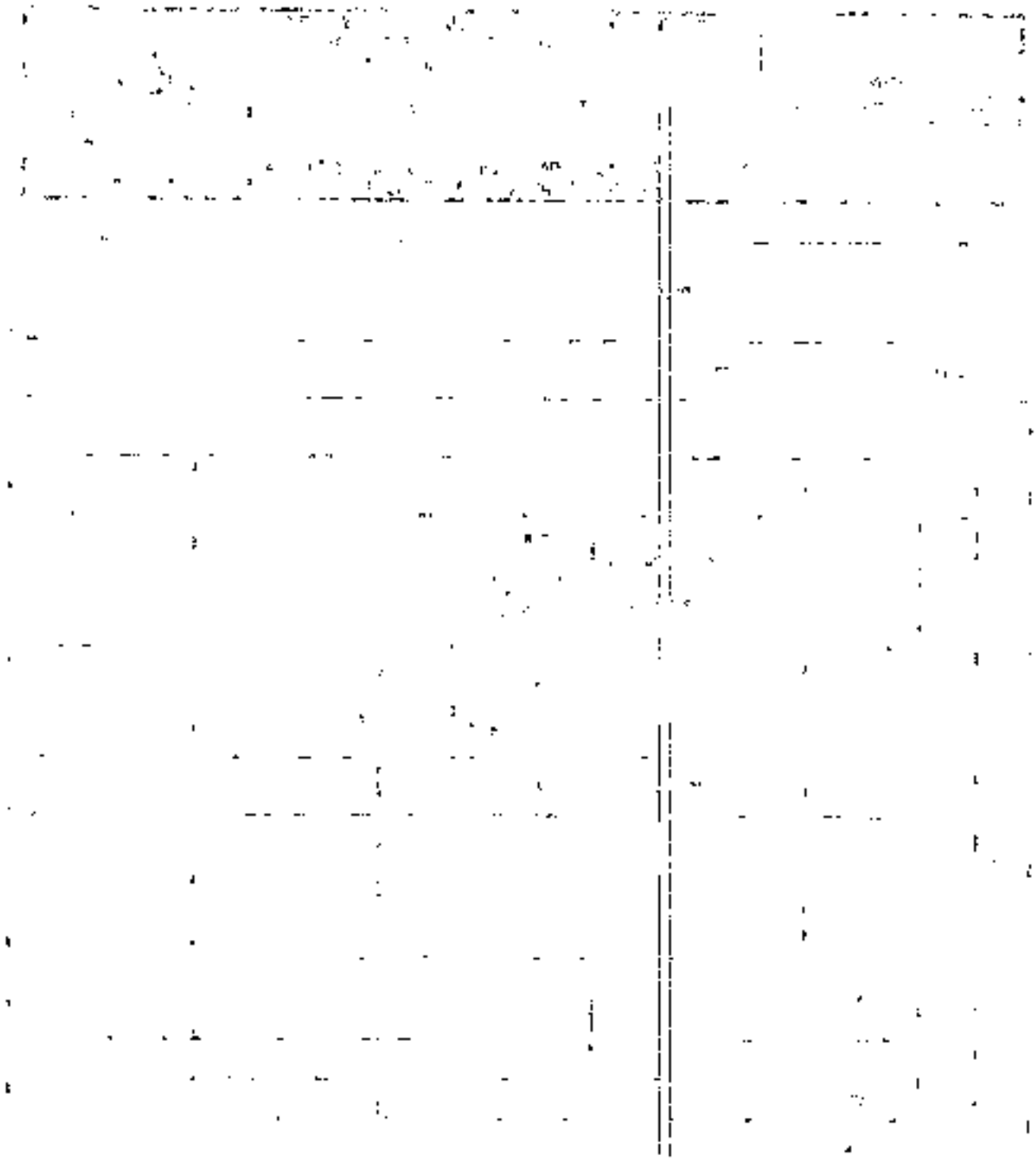
CONSULTORÍA TÉCNICA.

JULIO DE 2025



EAP	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ CONTRATO No. CD 030 DE 2025 ITEM 2.0-LEVANTAMIENTO PATOLOGICO ESTRUCTURAL ZONA PTAP Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO ACTUAL	GICCA CONSULTING

*PROYECTO / CONTRATO:			PTAP COCORNÁ ANTIOQUIA			
TITULO DEL DOCUMENTO:			CONTRATO CD 030-2025			
CODIGO:			005			
REVISIÓN Y APROBACIÓN	VERSIÓN:		001	001		
	ELABORÓ:	NOMBRE:	SANDRA PATRICIA MOROCO ISIN INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA EN DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS	OVIDIO HURTADO MOSQUERA TECNOLOGO EN CONSTRUCCIONES CIVILES INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS		
		FIRMA:				
		FECHA:	28 DE JULIO DE 2025	28 DE JULIO DE 2025		
	REVISÓ:	NOMBRE:				
		FIRMA:				
		FECHA:				
	APROBÓ:	NOMBRE:				
		FIRMA:				



CONTENIDO

1. INTRODUCCION 3
2. OBJETIVOS 3
2.1. OBJETIVO GENERAL 3
2.2. Objetivo especifico 3
3. LOCALIZACION 4
4. ESCLEROMETRÍA 5
4.1. Equipo usado 5
4.2. Resultados Del Ensayo: 6
5. CONCLUSIONES 35
5.1.1. Resistencia característica del concreto existente 35
5.1.2. Deterioro potencial y riesgo estructural 36
5.1.3. Recomendación de intervención 36
5.1.4. Plan de mantenimiento y monitoreo 36
5.2. ANEXOS 37
5.2.1. Anexo 1. Certificación de calibración del aparato usado. 38
5.2.2. Anexo 3. Documentos consultores 39



1. INTRODUCCION

La evaluación de estructuras hidráulicas existentes es fundamental para garantizar su funcionamiento seguro y prolongado en el tiempo. En el caso particular de la PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE CONCORNA, en el marco del contrato CD-030 DE 2025, SUSCRITO ENTRE LA EMPRESA AUTONOMA DE GUATAPE Y GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S, se hace necesario conocer el estado del concreto que la compone, especialmente en lo referente a su resistencia mecánica, como insumo para el diagnóstico estructural y la toma de decisiones sobre su conservación, refuerzo o rehabilitación.

Para ello, se ha empleado la esclerometría, también conocida como ensayo con martillo de rebote o Schmidt, como técnica no destructiva que permite estimar la resistencia a la compresión del concreto in situ. Este método ofrece ventajas como su rapidez, bajo costo y no afectación de la integridad estructural del elemento evaluado.

El presente informe documenta el procedimiento, análisis y resultados obtenidos de la aplicación de esclerometría en distintos puntos de la estructura, considerando como puntos de análisis, la zona de floculación, sedimentación, filtración, cloración y almacenamiento, con el objetivo de establecer la uniformidad del concreto y obtener un diagnóstico preliminar de su estado. Los resultados servirán como complemento al componente hidráulico para la decisión final sobre la estructura en términos de conservación, refuerzo, rehabilitación o construcción de una unidad funcional nueva consideran lo establecido en la NRS-10 título C, para estructuras hidráulicas ambientales.

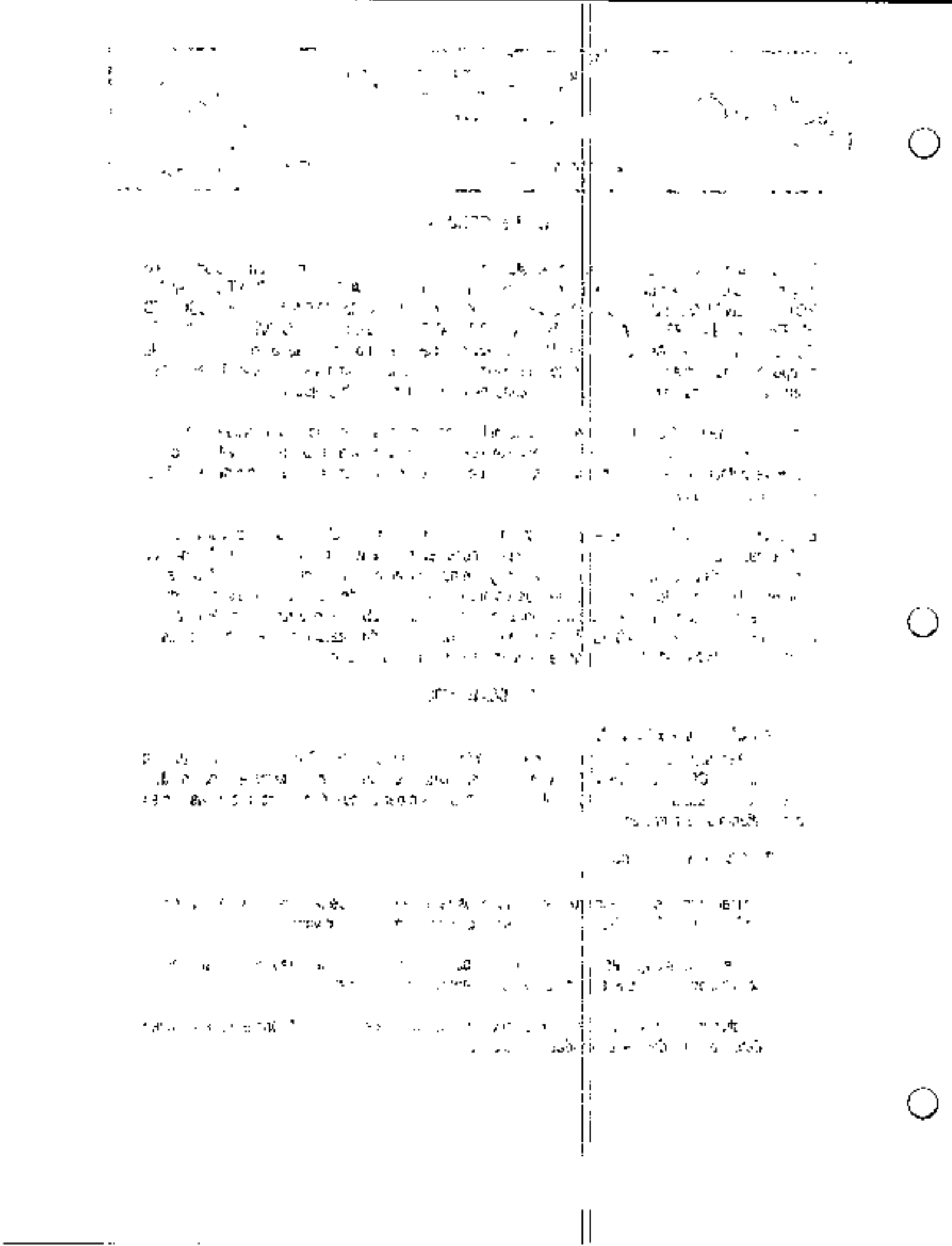
2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer la resistencia a la compresión del concreto de la estructura PTAP ubicada en zona urbana del municipio de COCORNA ANTIOQUIA, mediante el uso de esclerometría como técnica no destructiva, con el fin de evaluar su estado estructural y apoyar la toma de decisiones técnicas relacionadas con su mantenimiento o intervención.

2.2. Objetivo especifico

- Aplicar el método de esclerometría en puntos representativos de la estructura en la zona de PTAP + ALMACENAMIENTO para obtener lecturas de rebote del concreto in situ.
- Procesar e interpretar los datos obtenidos a partir de las lecturas del esclerómetro, correlacionándolos con estimaciones de resistencia a la compresión.
- Identificar posibles zonas de debilidad o variabilidad en la resistencia del concreto que indiquen deterioro o pérdida de capacidad estructural.

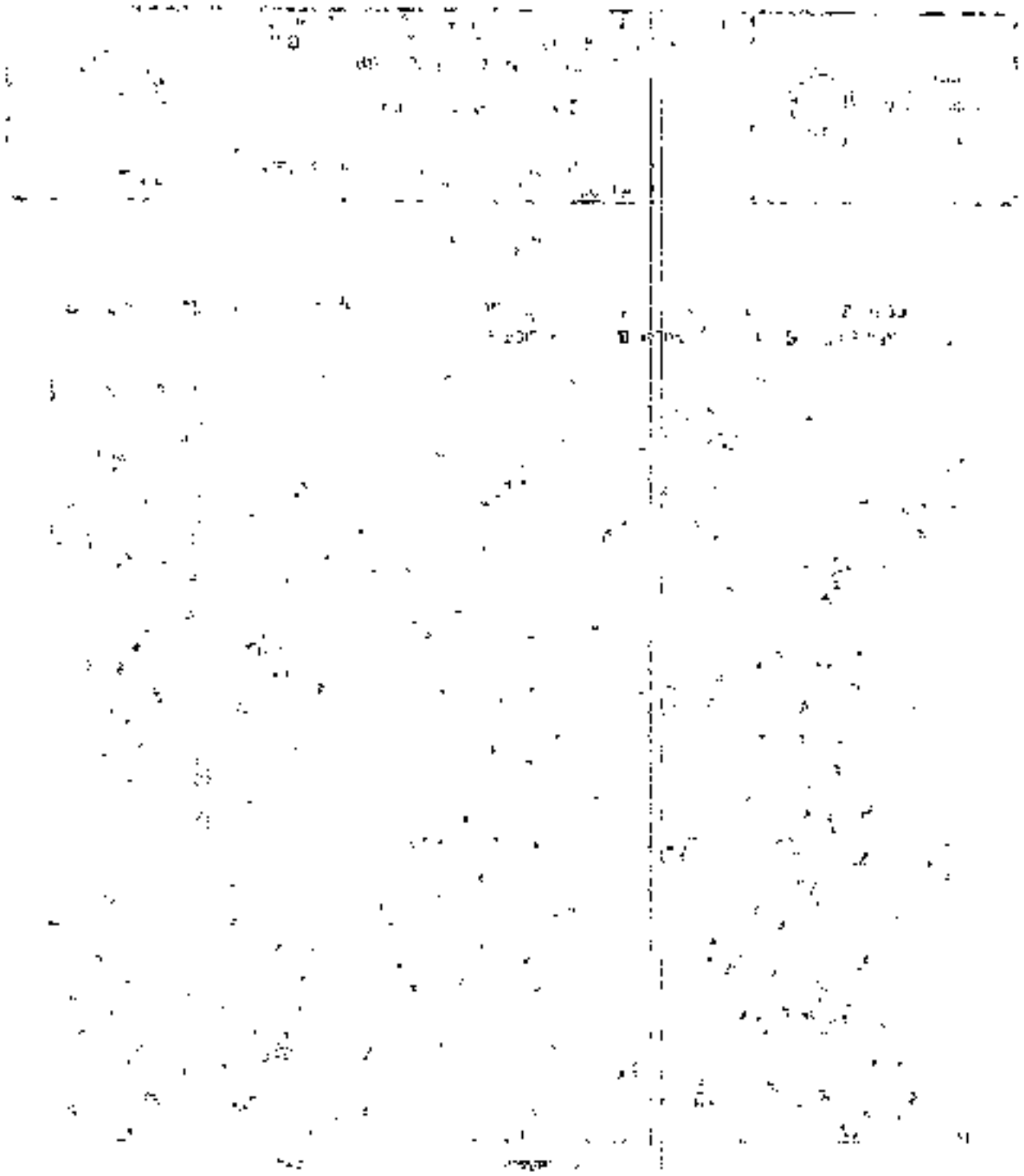


3. LOCALIZACION

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Cocorná, en el departamento de Antioquia. Su área de influencia se sitúa en la zona urbana municipal.



Ilustración 1. Localización del proyecto en un contexto regional y nacional.



4. ESCLEROMETRÍA.

El ensayo de esclerometria comprende la preparación del equipo, asegurando su calibración adecuada; la preparación de la superficie del concreto, garantizando su limpieza; la ubicación estratégica de los puntos de prueba en la estructura; la aplicación de cargas estáticas mediante el esclerómetro y el registro de las lecturas obtenidas en cada punto; la interpretación de los resultados según los estándares establecidos, lo que puede incluir el cálculo de la resistencia a compresión del concreto.

4.1. Equipo usado

- Un (1) martillo de rebote, una (1) piedra abrasiva (NTC3692).



Ilustración 2. Esclerómetro

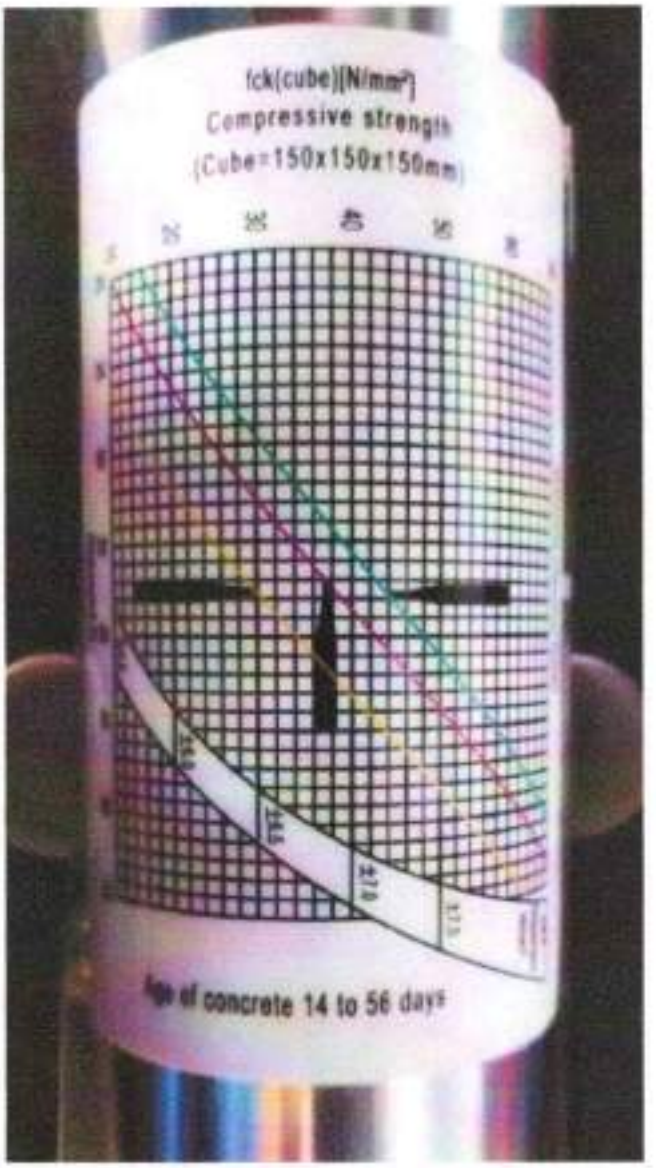
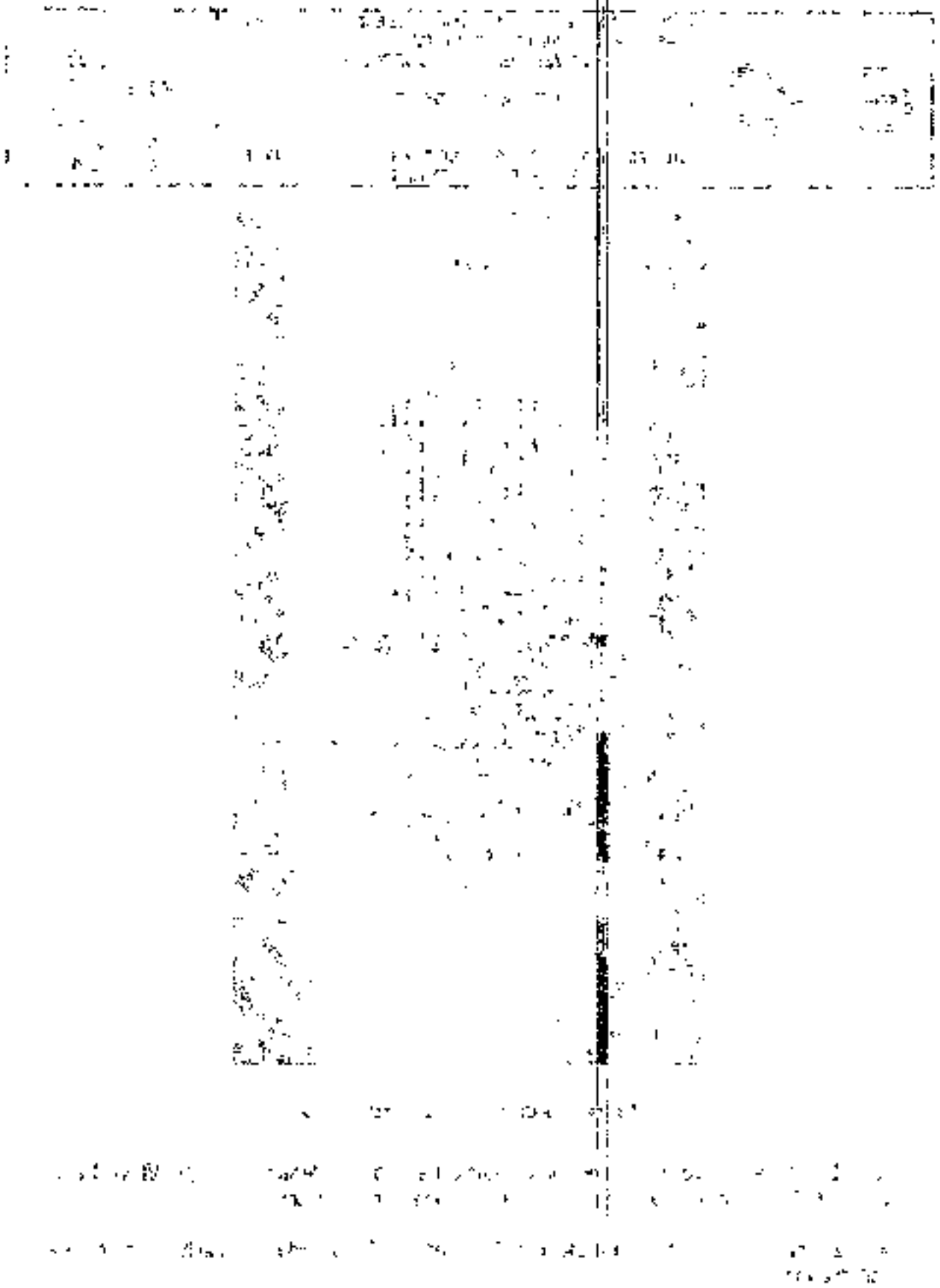


Ilustración 3. Gráfico de lectura, esclerómetro

Nota: La lectura es importante conocer la posición del equipo en la lectura en campo (VERTICAL U HORIZONTAL), para entrar a leer la resistencia asociada al impacto N/mm2.

Nota 2: el factor de conversión a una unidad de presión más conocida se cómo Mpa, se define a continuación.



newton por milímetro cuadrado (N/mm²)	Convertir	megapascal (MPa)	Convertir
Unidades métricas		Unidades métricas	
1		1	

Nota 3: A partir de la lectura FcK (N/mm2) Vs R(Rebote), se obtiene mediante regresión la ecuación característica y R2 de la gráfica para la posición vertical.

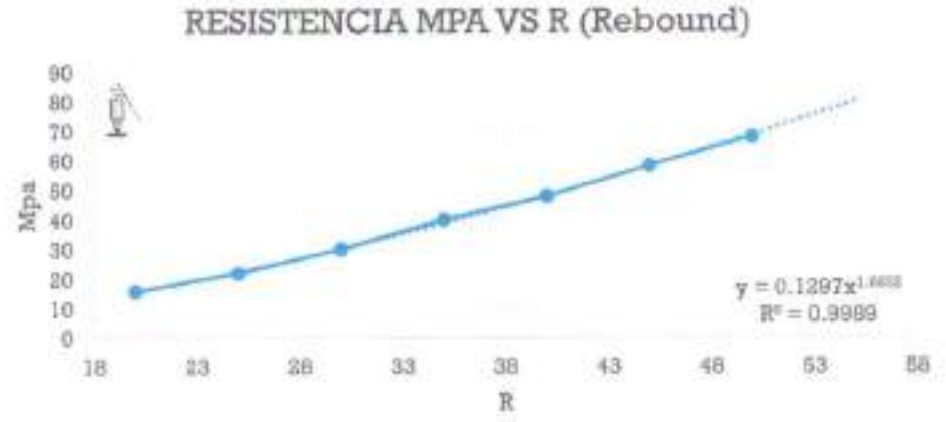
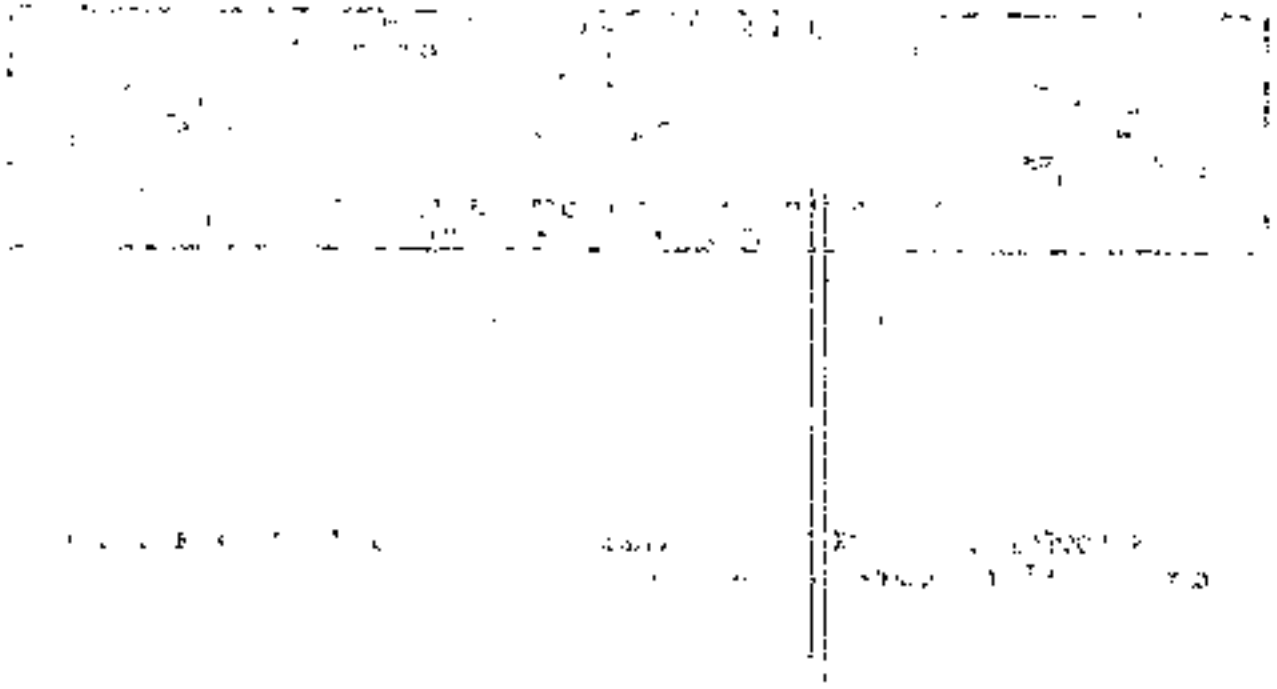
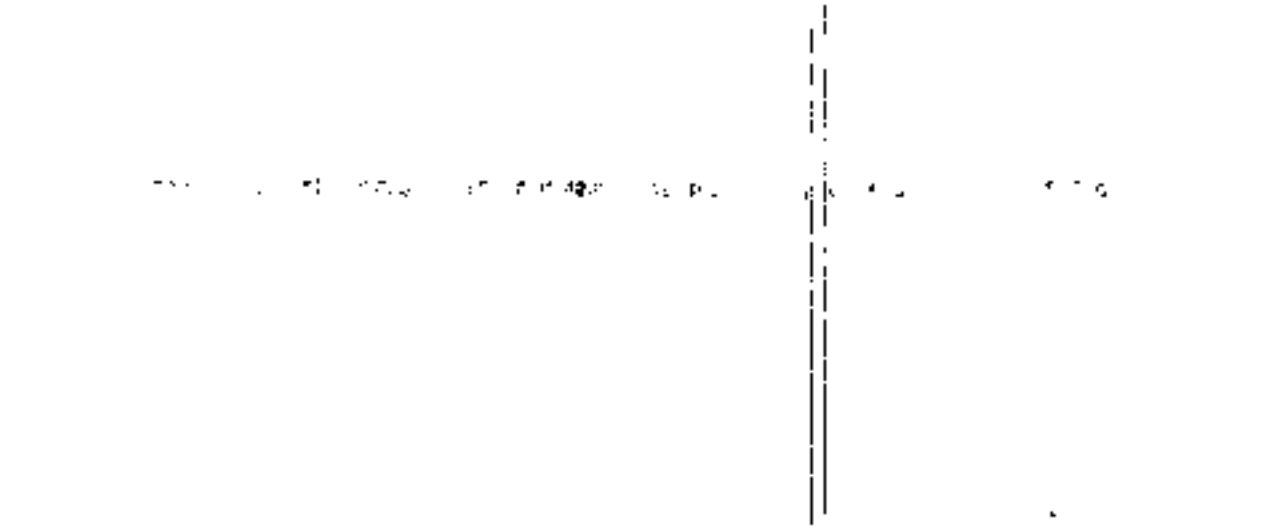


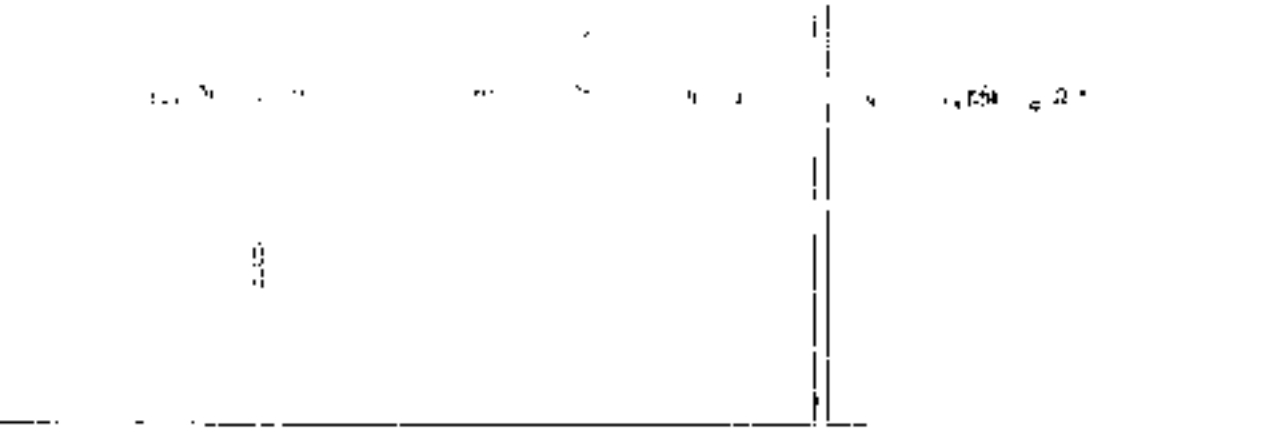
Figura 1- Regresión para ecuación para determinar la resistencia característica para la posición vertical 1.



Figura 2- Regresión para ecuación para determinar la resistencia característica para la posición Horizontal.







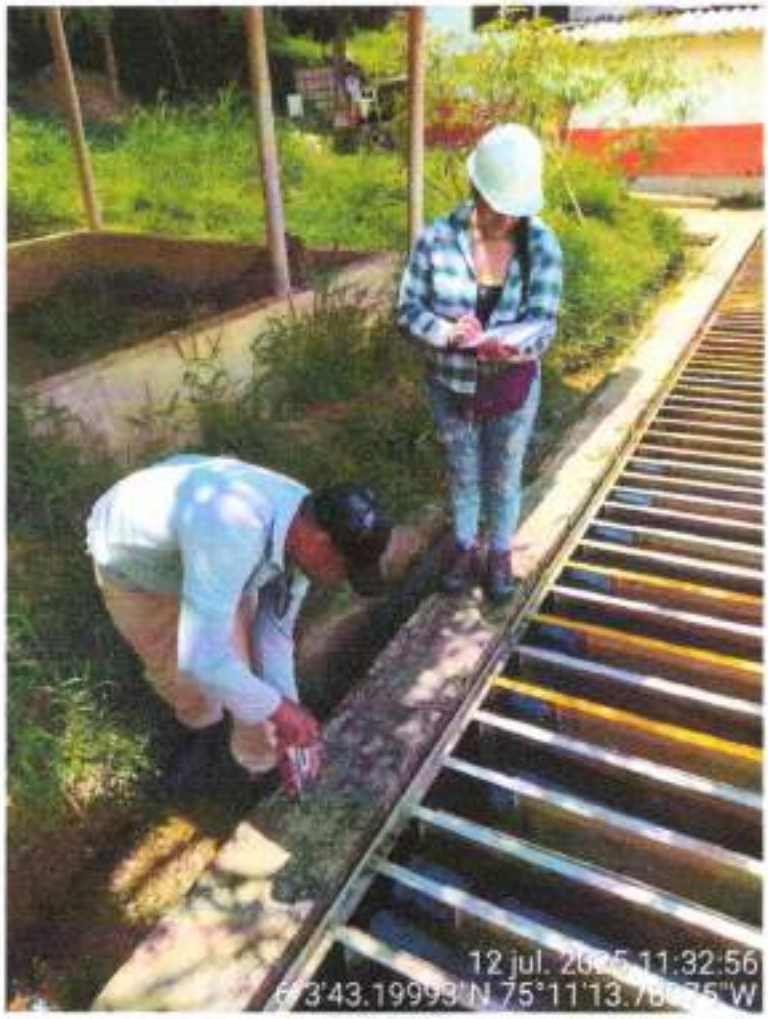
4.2. Resultados Del Ensayo:

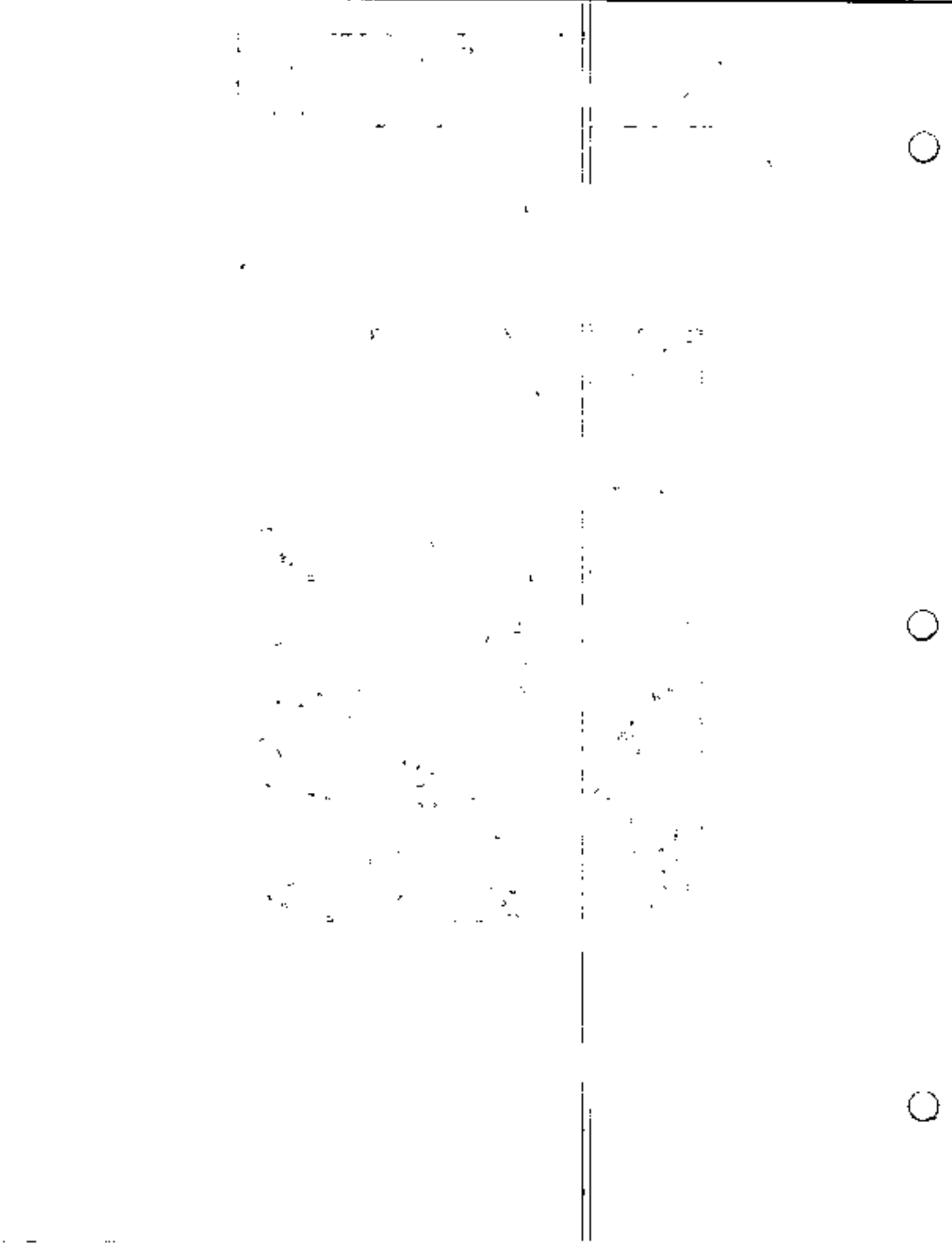
ID	FLOCULARIOR A	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
35	38.76	38.76
50	68.66	68.66
40	48.01	48.01
55	80.00	80.00
55	80.00	80.00
50	68.66	68.66
PROMEDIO (Mpa)		64.02
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		17.02
MEDIANA (Mpa)		68.66



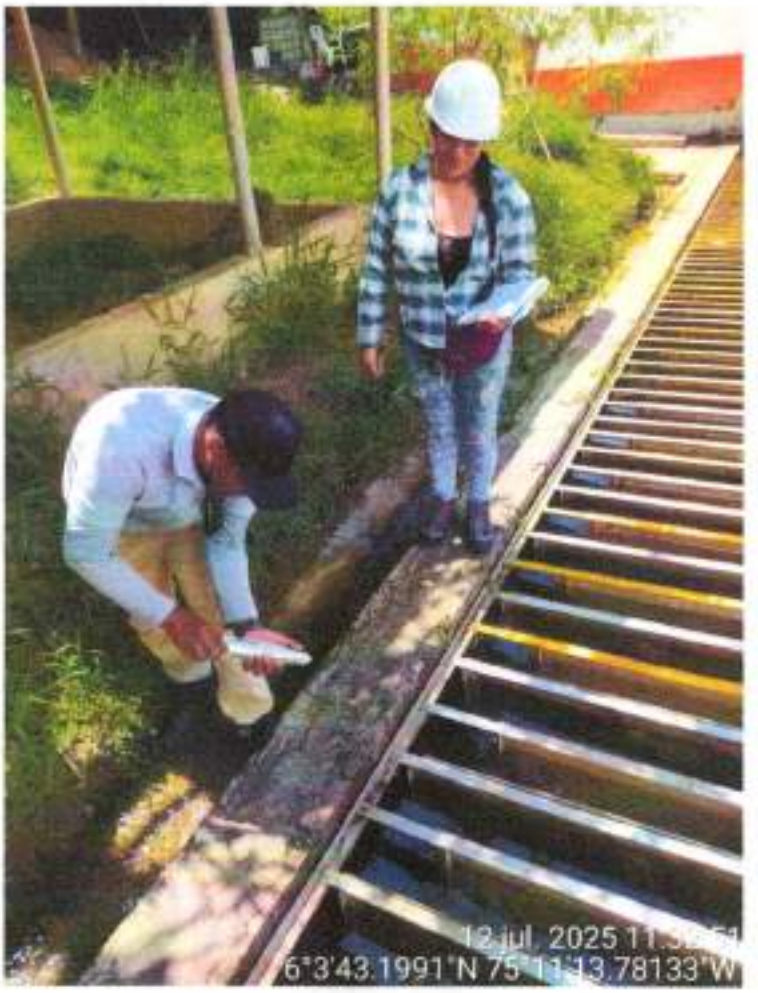


ID	FLOCULADOR B	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
35	38.76	38.76
48	64.31	64.31
21	19.77	19.77
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80





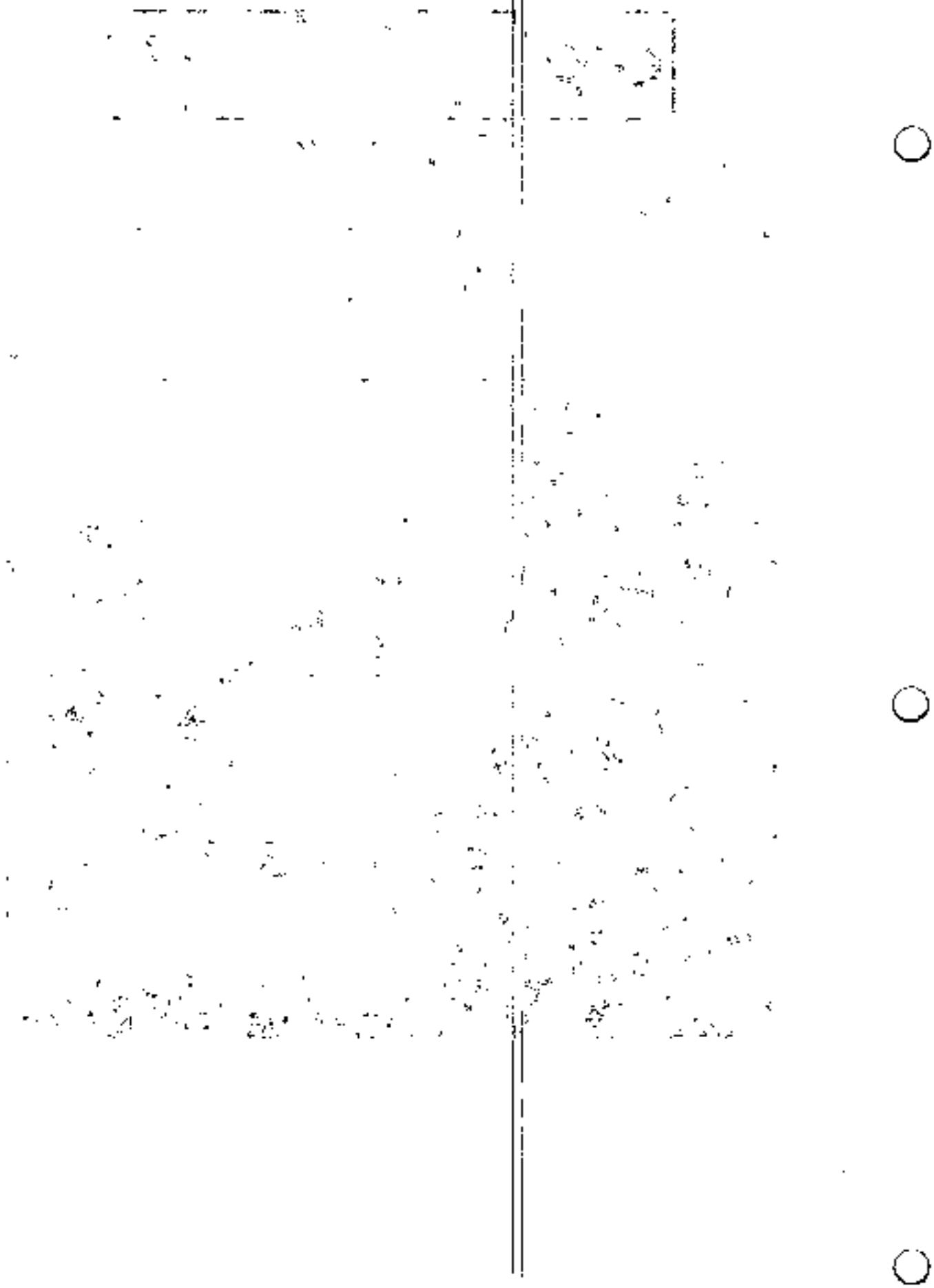
ID	FLOCULARDR C	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
35	38.76	38.76
40	48.01	48.01
40	48.01	48.01
35	38.76	38.76
35	38.76	38.76
45	57.99	57.99
30	30.27	30.27
31	31.91	31.91
40	48.01	48.01
45	57.99	57.99
PROMEDIO (Mpa)		43.85
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		9.76
MEDIANA (Mpa)		43.39





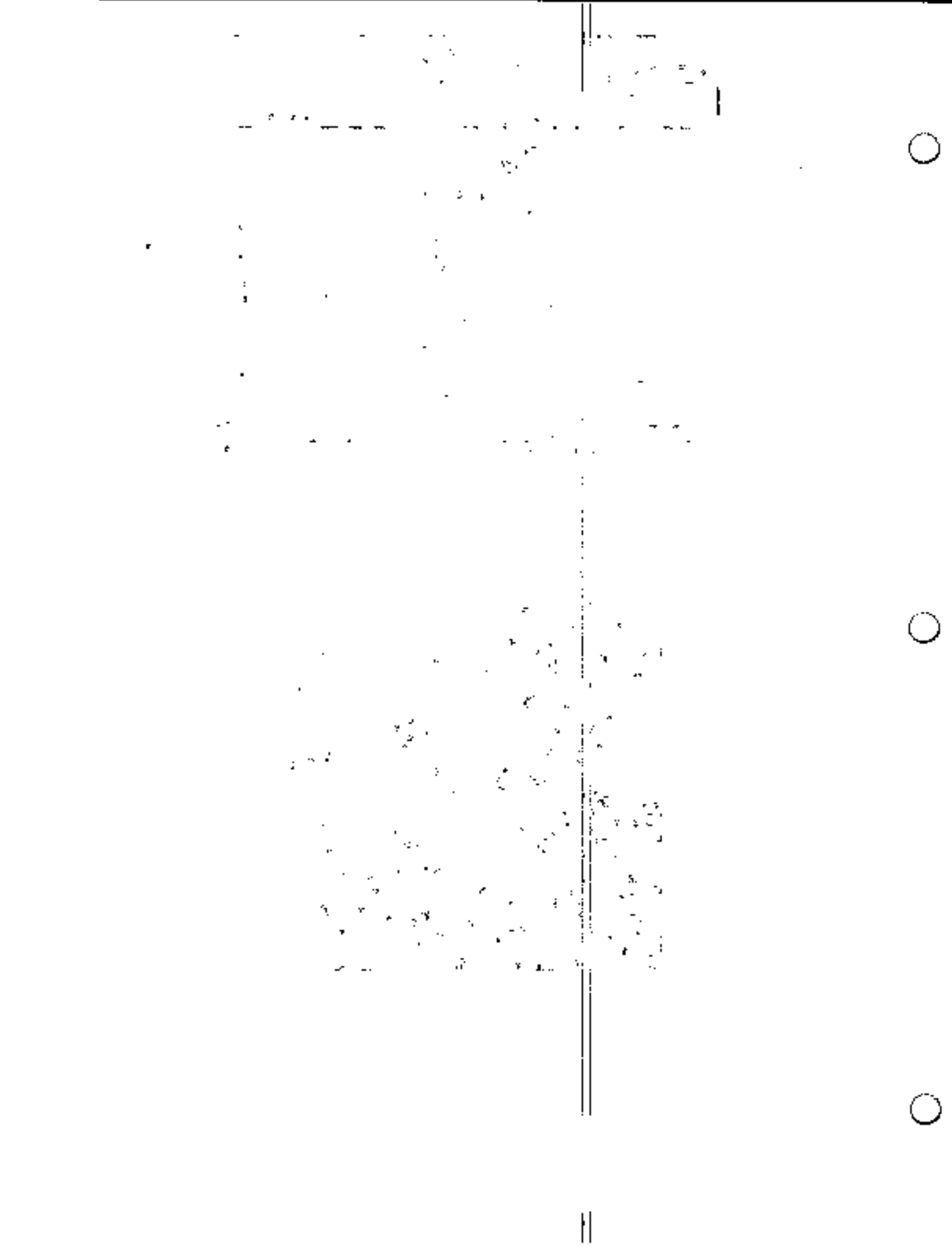
ID	PASARELA MURO SEDIMENTADOR A	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
25	22.60	22.60
20	15.80	15.80
24	21.17	21.17
28	27.10	27.10
30	30.27	30.27
PROMEDIO (Mpa)		20.54
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		5.75
MEDIANA (Mpa)		19.49



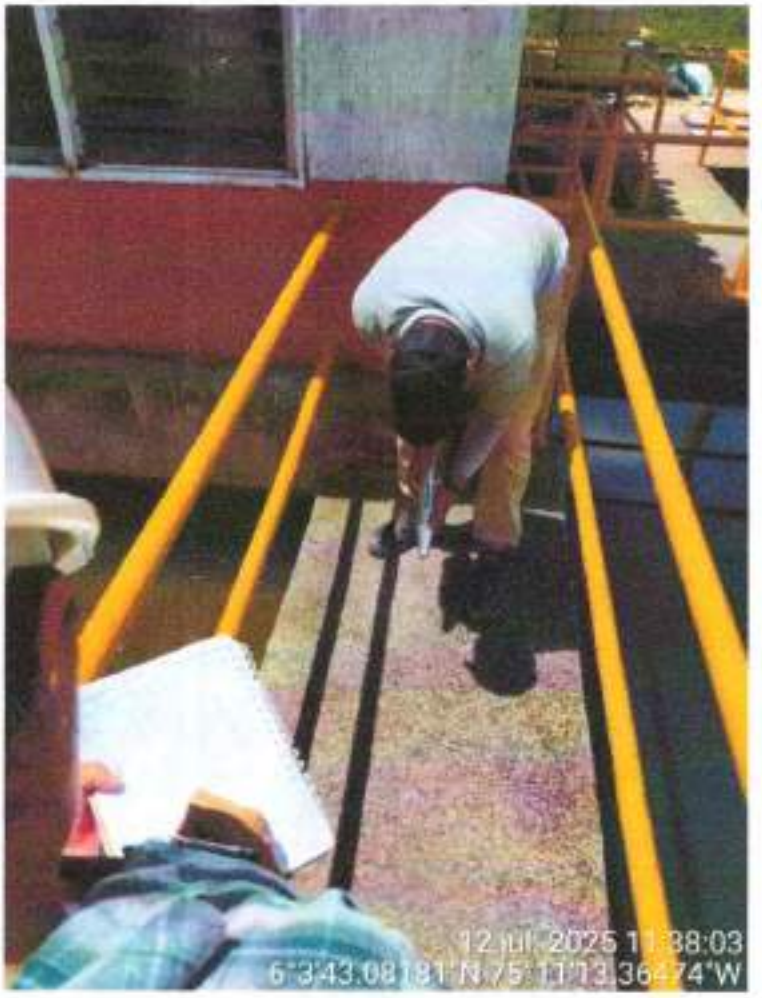


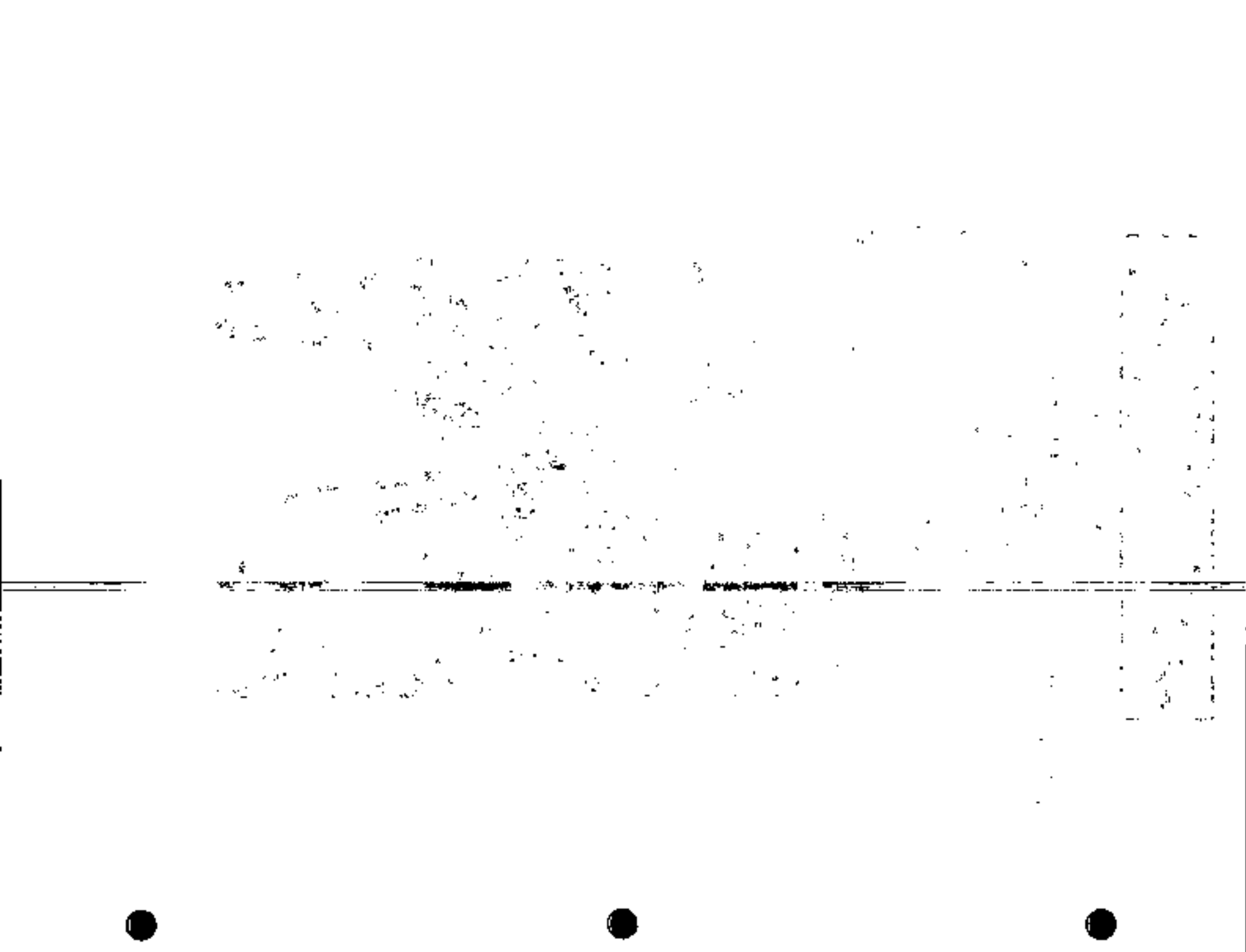
ID	PASARELA MURO SEDIMENTADOR B	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
18	13.35	13.35
42	51.92	51.92
20	15.80	15.80
40	48.01	48.01
30	30.27	30.27
15	9.96	9.96
25	22.60	22.60
35	38.76	38.76
25	22.60	22.60
15	9.96	9.96
38	44.22	44.22
35	38.76	38.76
PROMEDIO (Mpa)		**28.85**
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		**15.18**
MEDIANA (Mpa)		**26.44**



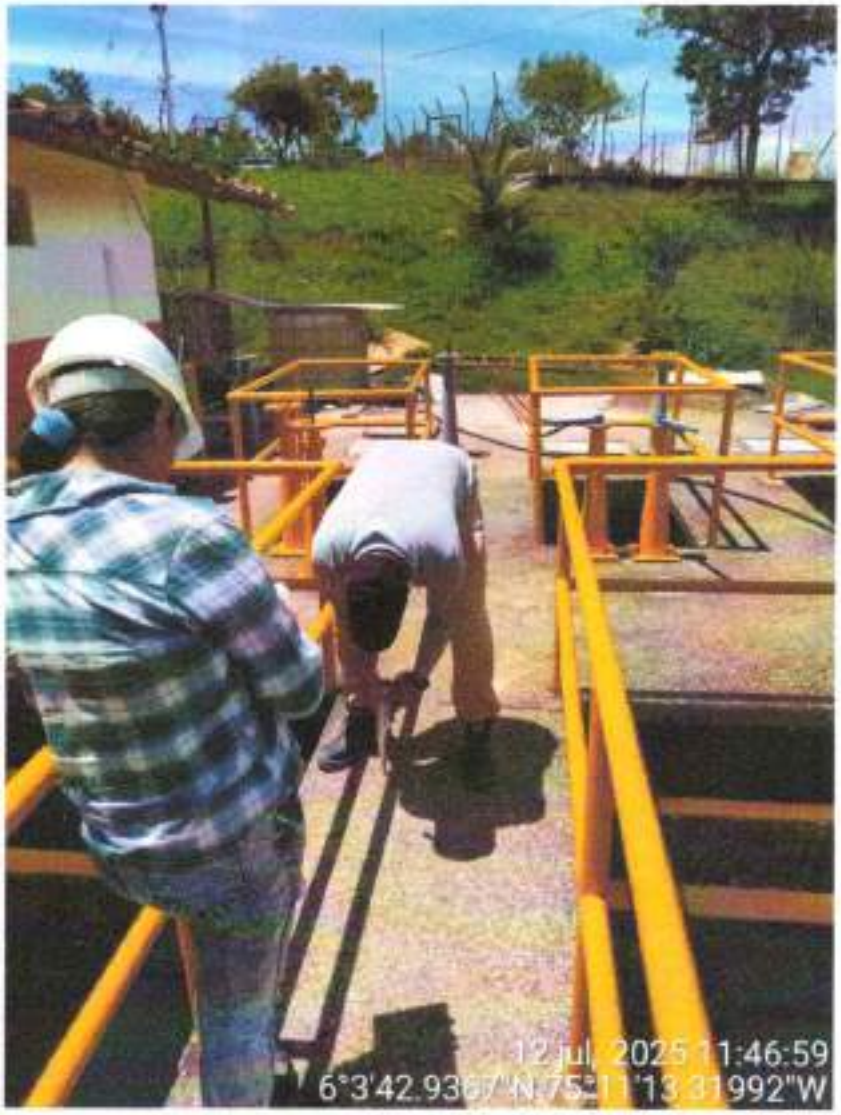


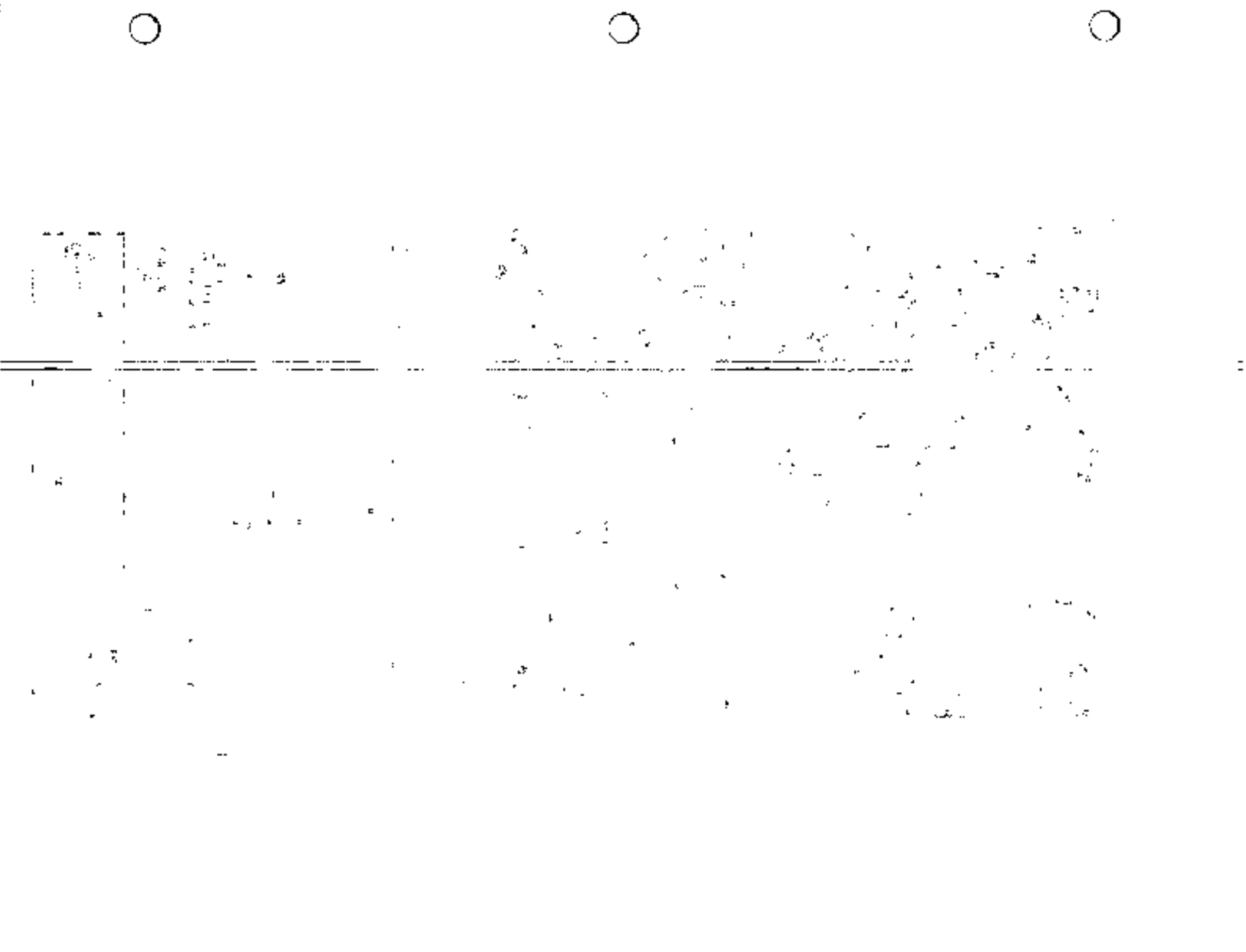
ID	PASARELA MURO SEDIMENTADOR C	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
30	30.27	30.27
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80
32	33.57	33.57
12	6.97	6.97
30	30.27	30.27
18	13.35	13.35
35	38.76	38.76
28	27.10	27.10
22	18.41	18.41
PROMEDIO (Mpa)		24.48
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		10.20
MEDIANA (Mpa)		28.69





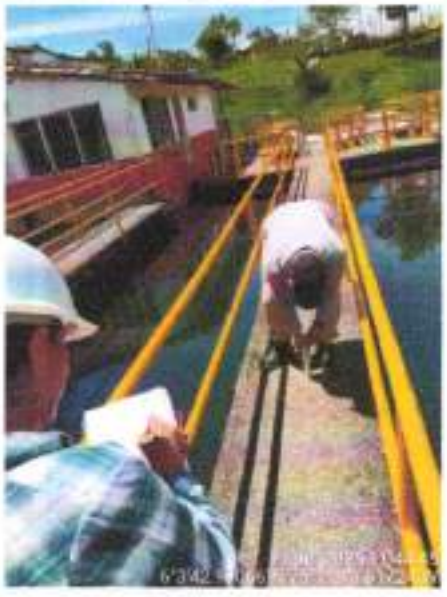
ID	PASARELA CENTRAL SED A	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
30	30.27	30.27
18	13.35	13.35
34	37.00	37.00
42	51.92	51.92
15	9.96	9.96
15	9.96	9.96
20	15.80	15.80
28	27.10	27.10
26	24.07	24.07
15	9.96	9.96
PROMEDIO (Mpa)		22.94
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		13.98
MEDIANA (Mpa)		19.94





ID	PASARELA CENTRAL SED B	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
17	8.97	8.97
10	5.20	5.20
40	48.01	48.01
25	22.60	22.60
28	27.10	27.10
32	33.57	33.57
15	9.96	9.96
15	9.96	9.96
20	15.80	15.80
38	44.22	44.22
10	5.20	5.20
PROMEDIO (Mpa)		20.78
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		15.60
MEDIANA (Mpa)		15.80







ID	FILTRO	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACIÓN	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
22	18.41	18.41
10	5.20	5.20
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
23	19.77	19.77
10	5.20	5.20
10	5.20	5.20
40	48.01	48.01
15	9.96	9.96
10	5.20	5.20
28	27.10	27.10
22	18.41	18.41
28	27.10	27.10
PROMEDIO (Mpa)		17.02
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		12.20
MEDIANA (Mpa)		15.80



ID	LOSETA FILTRO	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
30	30.27	30.27
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80
30	30.27	30.27
22	18.41	18.41
30	30.27	30.27
22	18.41	18.41
22	18.41	18.41
12	6.97	6.97
PROMEDIO (Mpa)		22.12
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		8.49
MEDIANA (Mpa)		18.41

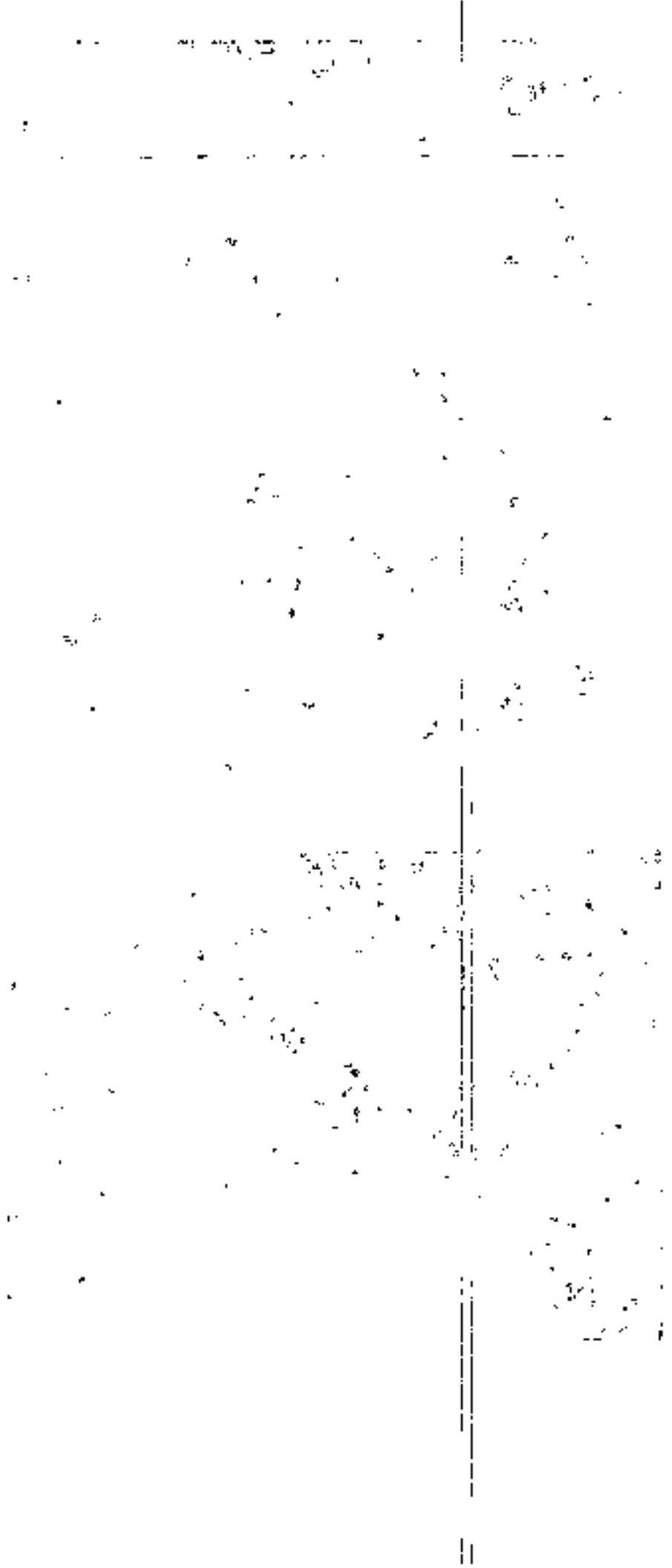




ID	LOSETA FILTRO C	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
15	9.96	9.96
25	22.60	22.60
22	18.41	18.41
18	13.35	13.35
PROMEDIO (Mpa)		16.08
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		5.56
MEDIANA (Mpa)		15.88



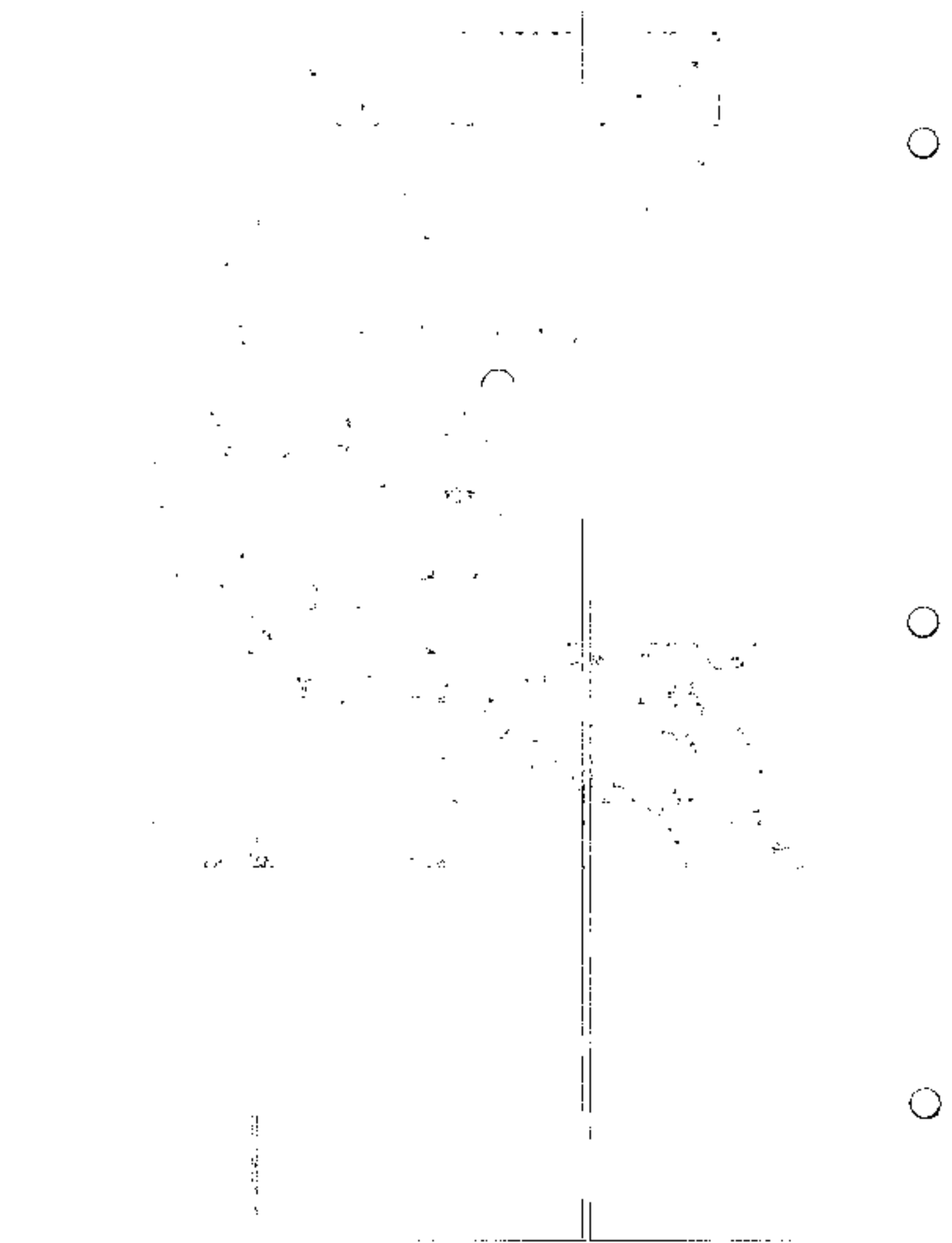




ID	LOSETA FILTRO A	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
20	15.80	15.80
10	5.20	5.20
20	15.80	15.80
30	30.27	30.27
32	33.57	33.57
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
PROMEDIO (Mpa)		18.89
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		9.75
MEDIANA (Mpa)		15.80





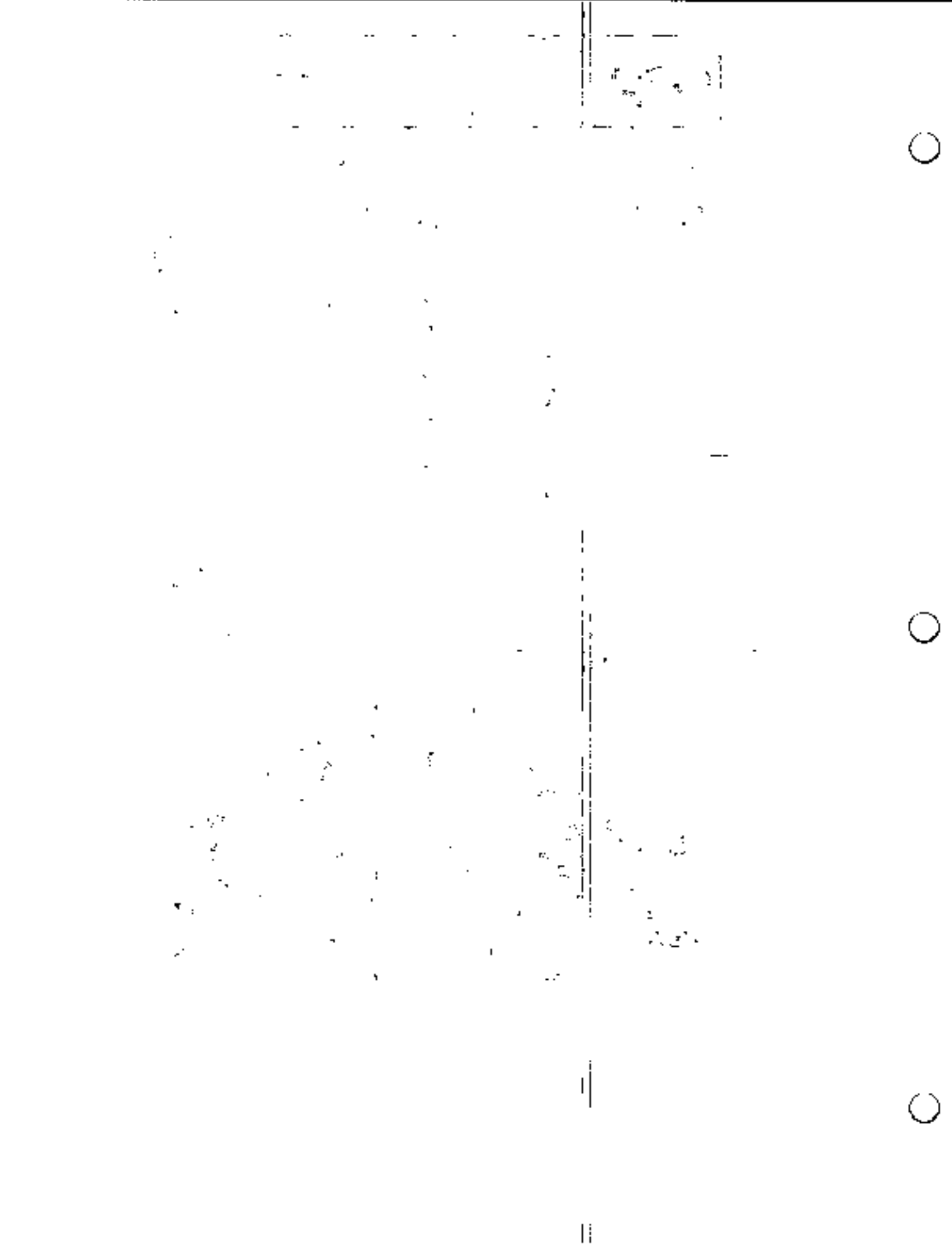


ID	LOSETA FILTRO (CLORO)	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
30	30.27	30.27
60	91.98	91.98
32	33.57	33.57
30	30.27	30.27
32	33.57	33.57
20	15.80	15.80
35	38.76	38.76
25	22.60	22.60
35	38.76	38.76
20	15.80	15.80
12	6.97	6.97
25	22.60	22.60
25	22.60	22.60
20	15.80	15.80
30	30.27	30.27
18	13.35	13.35
22	18.41	18.41
30	30.27	30.27
35	38.76	38.76
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
22	18.41	18.41
12	6.97	6.97
32	33.57	33.57
35	38.76	38.76
35	38.76	38.76
30	30.27	30.27
PROMEDIO (Mpa)		27.73
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		16.29
MEDIANA (Mpa)		30.27









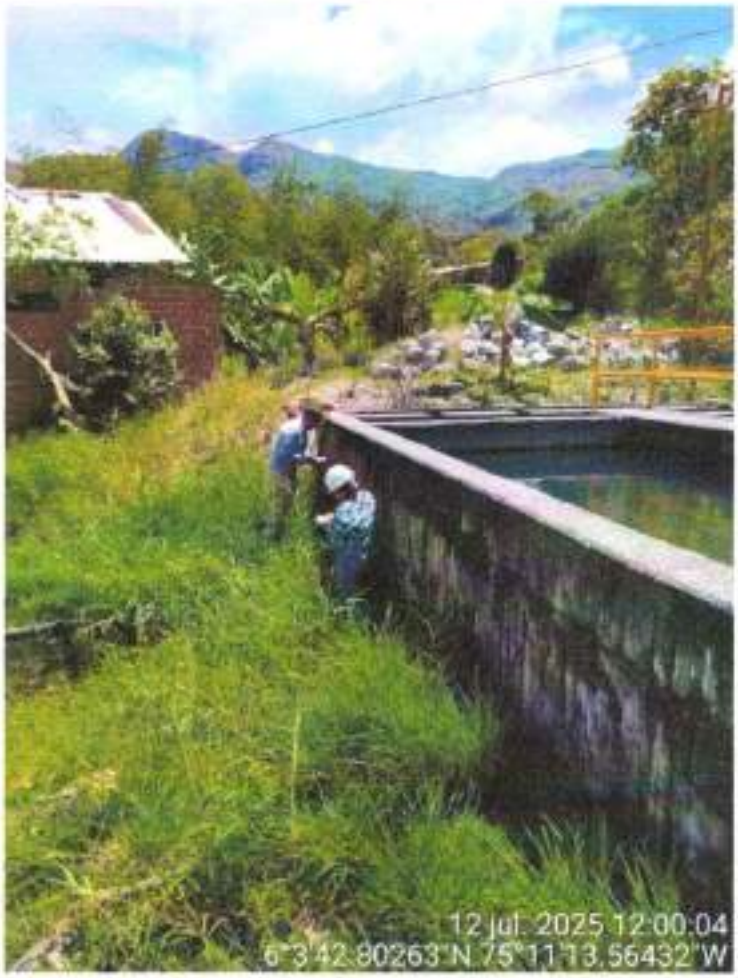
ID	PARED EXTERIOR SEDIMENTADOR HORIZONTAL C	
ORIENTACION	HORIZONTAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
28	21.18	21.18
42	46.48	46.48
40	42.29	42.29
20	11.03	11.03
35	32.64	32.64
44	50.87	50.87
42	46.48	46.48
40	42.29	42.29
44	50.87	50.87
42	46.48	46.48
PROMEDIO (Mpa)		39.06
DESVIACION ESTANDAR (Mpa)		13.38
MEDIANA (Mpa)		44.39



ID	PARED EXTERIOR SEDIMENTADOR HORIZONTAL B	
ORIENTACION	HORIZONTAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
38	38.28	38.28
46	55.45	55.45
56	81.20	81.20
30	24.21	24.21
38	38.28	38.28
32	27.44	27.44
38	38.28	38.28
33	29.12	29.12
18	8.99	8.99
38	38.28	38.28
20	11.03	11.03
PROMEDIO (Mpa)		35.51
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		20.17
MEDIANA (Mpa)		38.28



ID	PARED EXTERIOR SEDIMENTADOR HORIZONTAL A	
ORIENTACION	HORIZONTAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
35	32.64	32.64
44	50.87	50.87
28	21.18	21.18
35	32.64	32.64
35	32.64	32.64
40	42.29	42.29
44	50.87	50.87
45	53.14	53.14
30	24.21	24.21
50	65.18	65.18
PROMEDIO (Mpa)		40.57
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		14.19
MEDIANA (Mpa)		37.47





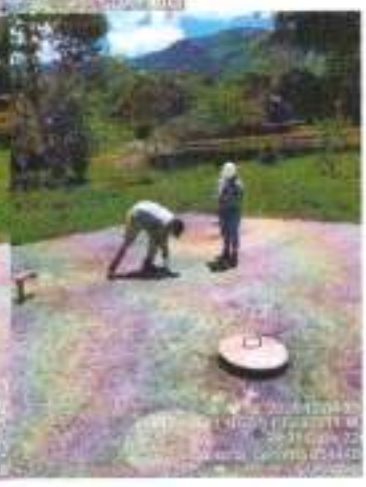
ID	TANQUE DE 280m3	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
24	21.17	21.17
20	15.80	15.80
10	30.27	30.27
30	30.27	30.27
18	13.35	13.35
26	24.07	24.07
24	21.17	21.17
30	30.27	30.27
25	22.60	22.60
40	48.01	48.01
30	30.27	30.27
25	22.60	22.60
12	6.97	6.97
18	13.35	13.35
38	44.22	44.22
38	44.22	44.22
20	15.80	15.80
30	30.27	30.27
26	24.07	24.07
28	27.10	27.10
40	48.01	48.01
35	38.76	38.76
70	117.76	117.76
20	15.80	15.80
12	6.97	6.97
25	22.60	22.60
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
22	18.41	18.41
24	21.17	21.17
28	27.10	27.10
30	30.27	30.27
25	22.60	22.60
25	22.60	22.60
10	5.20	5.20
30	30.27	30.27
30	30.27	30.27
25	22.60	22.60
24	21.17	21.17
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80
34	37.00	37.00
30	30.27	30.27
34	37.00	37.00
30	30.27	30.27
30	30.27	30.27
22	18.41	18.41
20	15.80	15.80
30	30.27	30.27
24	21.17	21.17
20	15.80	15.80
26	24.07	24.07
30	30.27	30.27
40	48.01	48.01
20	15.80	15.80
40	48.01	48.01
10	5.20	5.20
28	27.10	27.10
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80

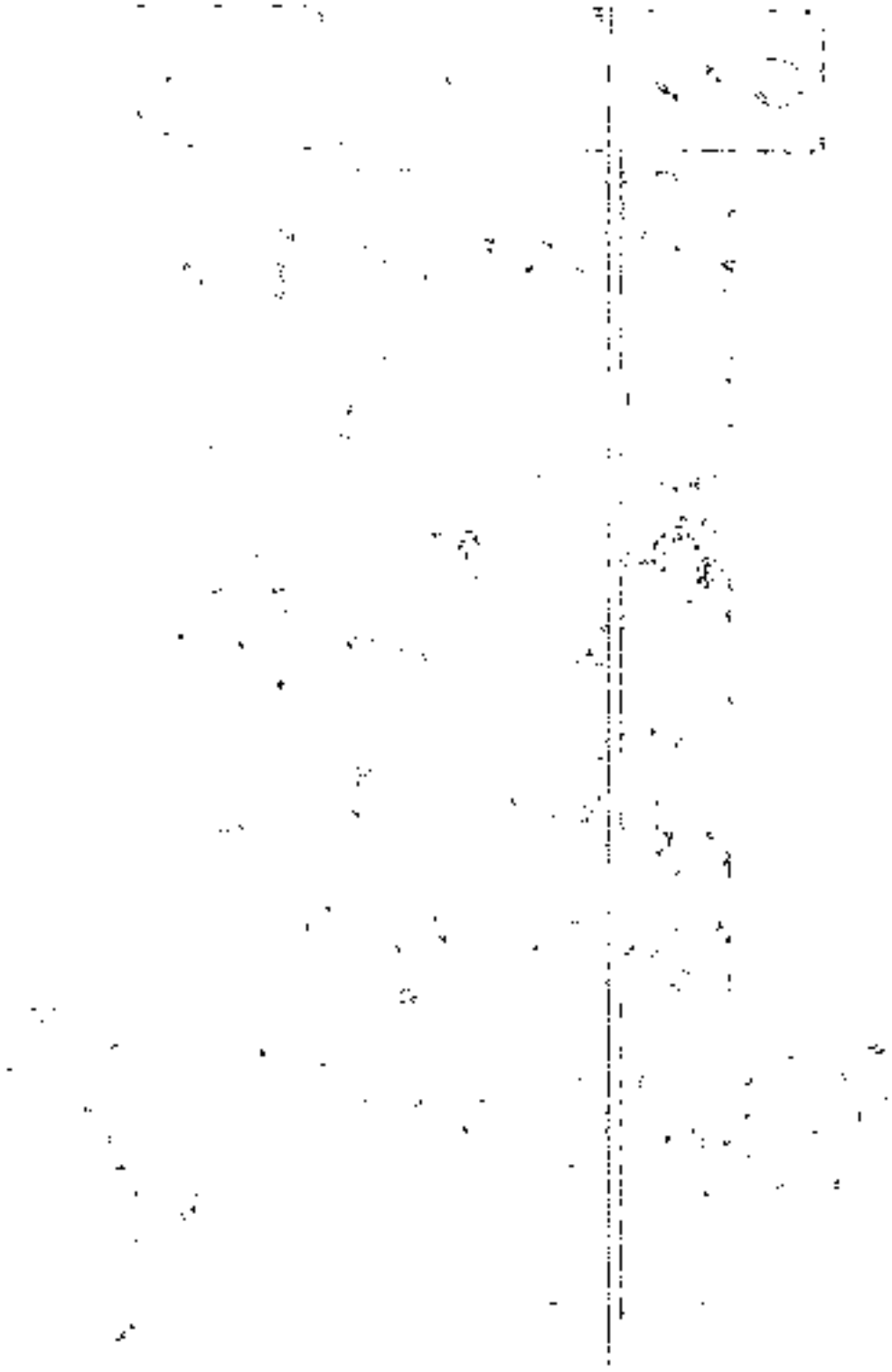
18	13.35	13.35
40	48.01	48.01
28	27.10	27.10
45	57.99	57.99
30	30.27	30.27
35	38.76	38.76
25	22.60	22.60
12	6.97	6.97
20	15.80	15.80
45	57.99	57.99
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80
30	30.27	30.27
45	57.99	57.99
35	38.76	38.76
40	48.01	48.01
40	48.01	48.01
12	6.97	6.97
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
30	30.27	30.27
18	13.35	13.35
18	13.35	13.35
28	27.10	27.10
35	38.76	38.76
30	30.27	30.27
35	38.76	38.76
PROMEDIO (Mpa)		27.89
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		15.75
MEDIANA (Mpa)		27.10









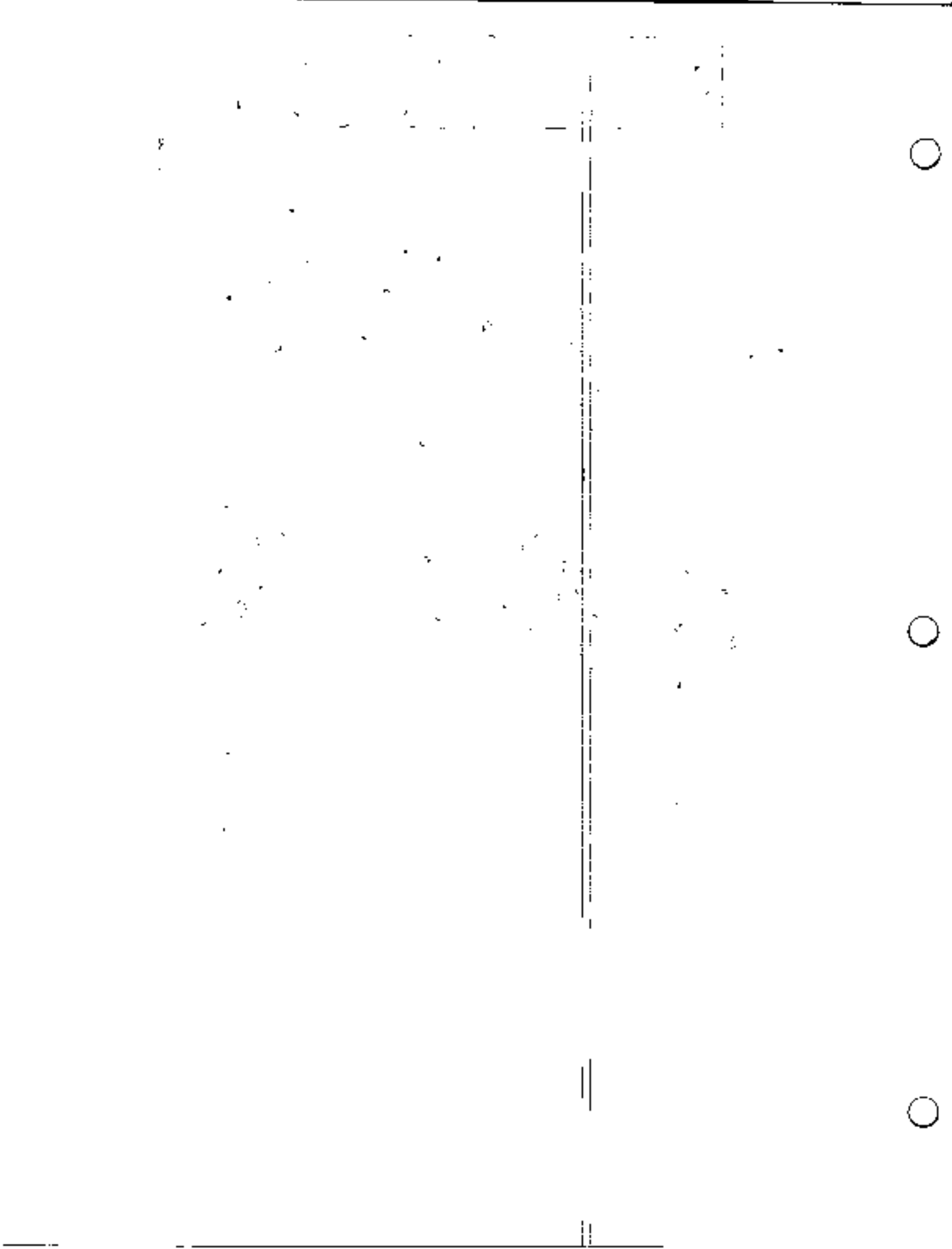




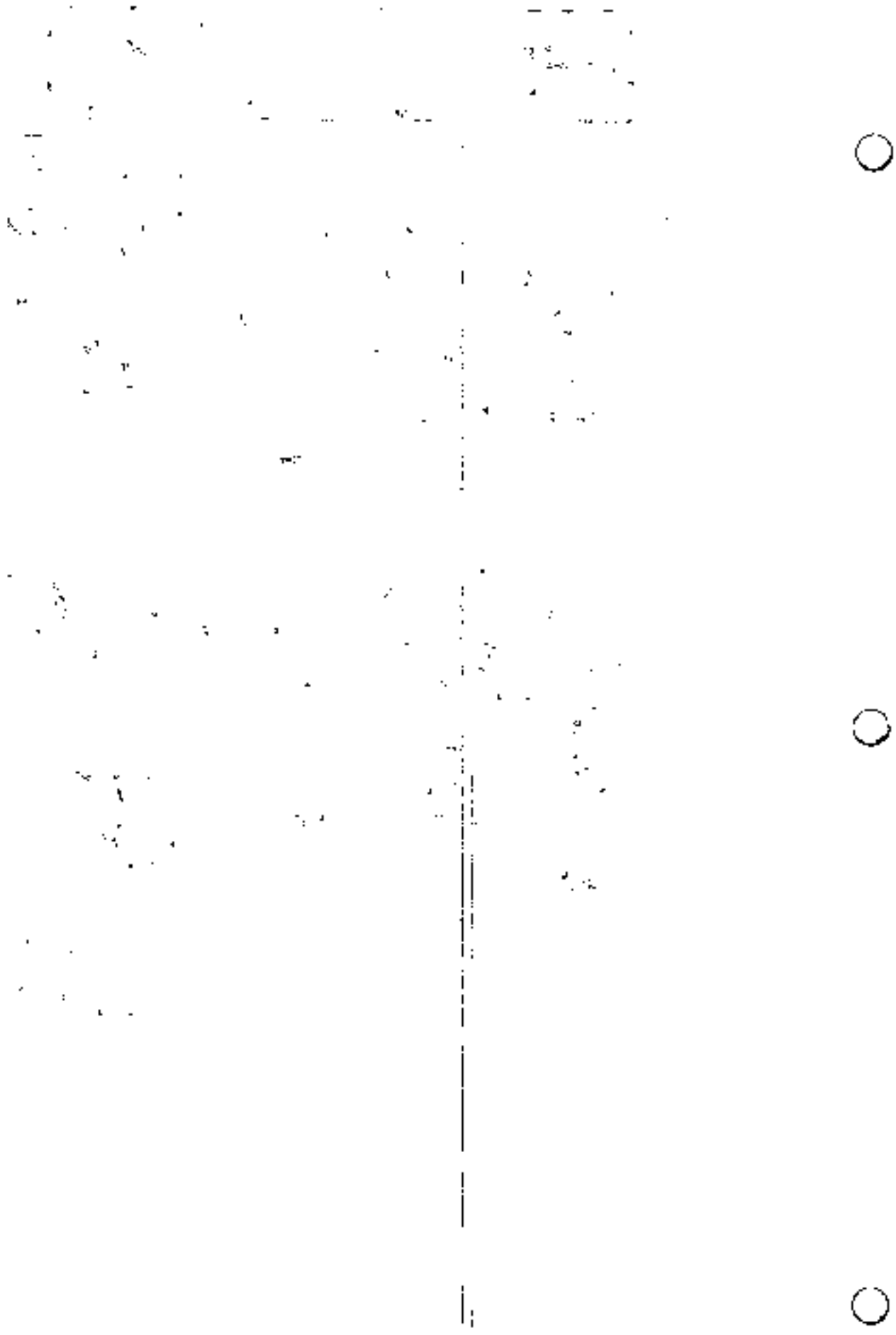






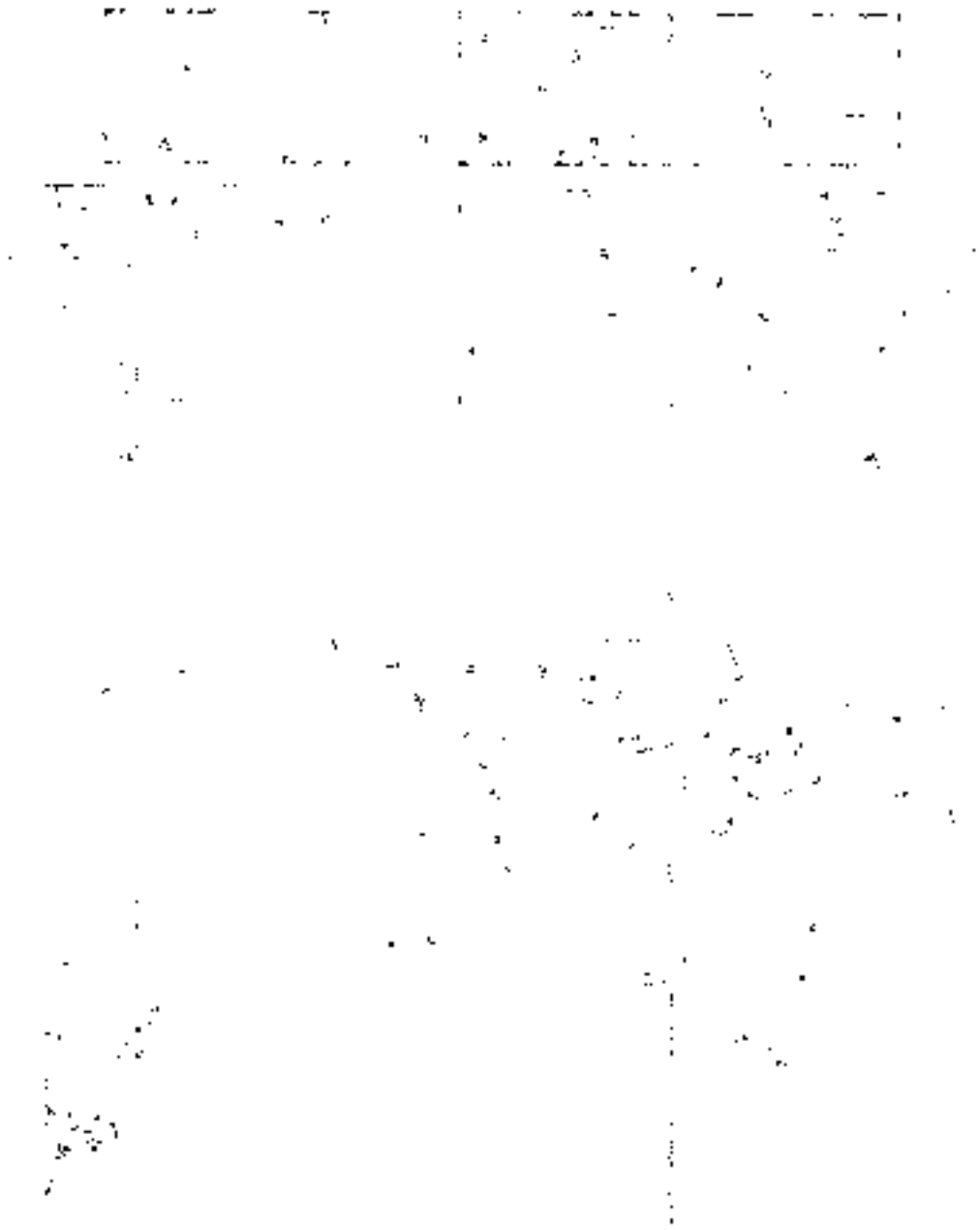






ID	TANQUE DE 180m3	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUDOSA PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
30	30.27	30.27
25	22.60	22.60
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80
25	22.60	22.60
24	21.17	21.17
30	30.27	30.27
30	30.27	30.27
10	5.20	5.20
20	15.80	15.80
28	27.10	27.10
24	21.17	21.17
30	30.27	30.27
25	22.60	22.60
30	30.27	30.27
25	22.60	22.60
28	27.10	27.10
25	22.60	22.60
30	30.27	30.27
28	27.10	27.10
30	30.27	30.27
30	30.27	30.27
30	30.27	30.27
28	27.10	27.10
PROMEDIO (Mpa)		25.14
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		6.31
MEDIANA (Mpa)		27.10





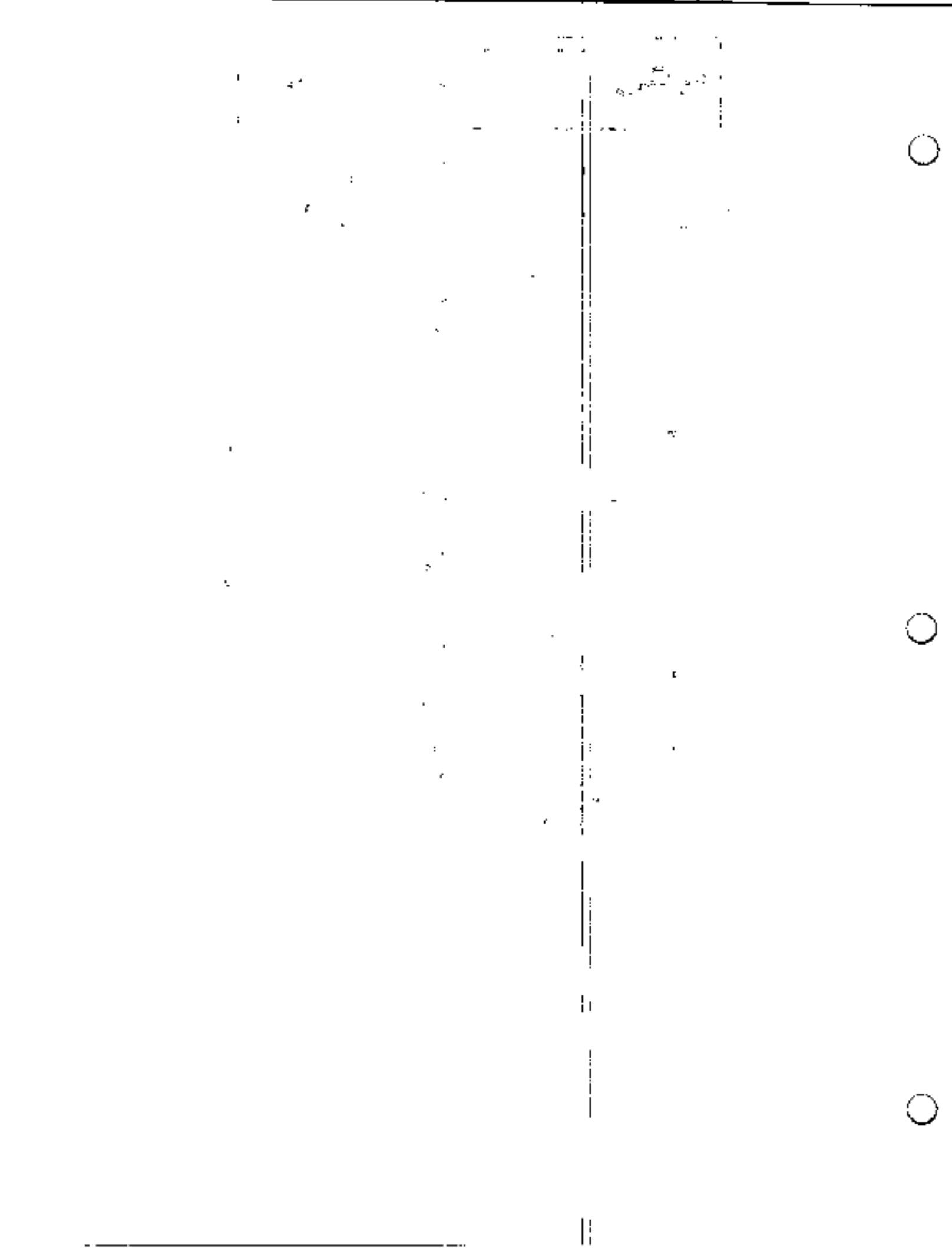






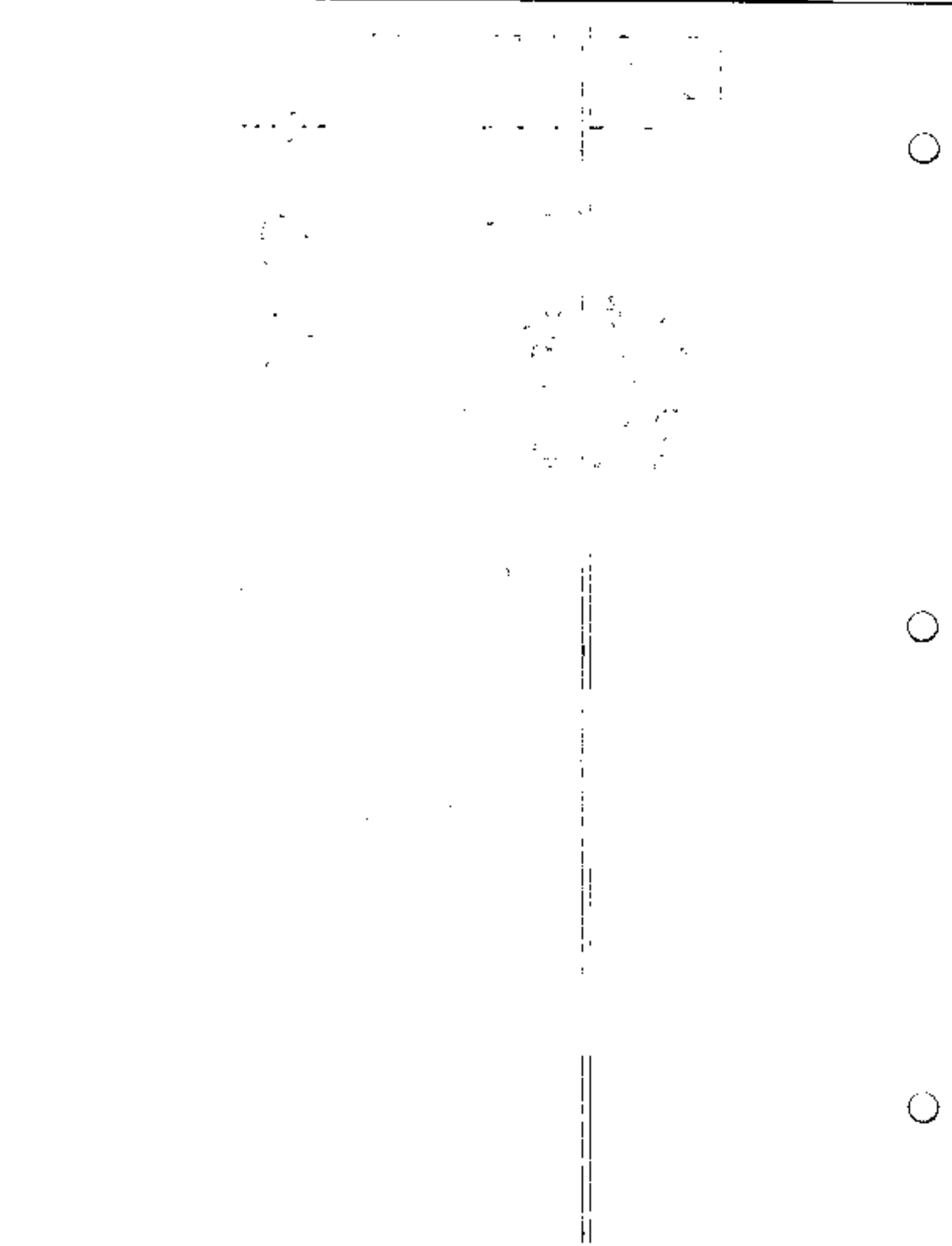


ID	MURO EXTERIOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
ORIENTACION	VERTICAL	
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	RUGOSA FLUIDA CON PIEDRA ABRASIVA	
FECHA DE LA REALIZACION	12/7/2025	
LECTURA	CONVERSION (N/mm2)	RESISTENCIA (Mpa)
44	55.94	55.94
48	64.31	64.31
48	64.31	64.31
38	44.22	44.22
48	64.31	64.31
48	64.31	64.31
43	53.92	53.92
44	55.94	55.94
43	53.92	53.92
35	38.76	38.76
43	53.92	53.92
42	51.90	51.90
39	46.10	46.10
28	27.10	27.10
28	27.10	27.10
24	21.17	21.17
18	13.35	13.35
26	24.07	24.07
18	13.35	13.35
20	15.80	15.80
20	15.80	15.80
22	18.41	18.41
28	27.10	27.10
38	44.22	44.22
30	30.27	30.27
20	15.80	15.80
24	21.17	21.17
36	40.55	40.55
32	33.57	33.57
36	40.55	40.55
30	30.27	30.27
26	24.07	24.07
28	27.10	27.10
26	24.07	24.07
28	27.10	27.10
32	33.57	33.57
PROMEDIO (Mpa)		36.32
DESVIACION ESTÁNDAR (Mpa)		16.39
MEDIANA (Mpa)		33.92




12 jul. 2025 12:20:21
6°3'42.02784"N 75°11'13.362"W
24-31 Calle 22
Cocorná, Cocorná 054440
Colombia


12 jul. 2025 12:25:54
3'42.06427"N 75°11'13.48048"W
24-31 Calle 22
Cocorná, Cocorná 054440
Colombia



5. CONCLUSIONES

5.1.1. Resistencia característica del concreto existente

Considerando que normativamente, la totalidad de las zonas de la PTAP debe cumplir la normativa aplicable en la materia vigente (NRS-10) para estructuras ambientales con resistencias mayores a 28Mpa, se realiza un consolidado de los resultados obtenidos con la esclerometría, el cual se describe a continuación.

	VALOR PROMEDIO	MEDIANA	NORMA ESTRUCTURAS AMBIENTALES	CUMPLE?
ID	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
FLOCULAROR A	64.07	60.66	28	CUMPLE NORMA NRS10
FLOCULAROR B	33.78	30.27	28	CUMPLE NORMA NRS10
FLOCULAROR C	43.85	43.39	28	CUMPLE NORMA NRS10
PASARELA MURO SEDIMENTADOR A	20.54	18.49	28	NO CUMPLE NRS10
PASARELA MURO SEDIMENTADOR B	28.85	26.44	28	CUMPLE NORMA NRS10
PASARELA MURO SEDIMENTADOR C	24.48	25.69	28	NO CUMPLE NRS10
PASARELA CENTRAL SED A	22.96	19.94	28	NO CUMPLE NRS10
PASARELA CENTRAL SED B	20.78	15.89	28	NO CUMPLE NRS10
FILTRO	17.62	15.80	28	NO CUMPLE NRS10
LOSETA FILTRO	22.13	18.41	28	NO CUMPLE NRS10
LOSETA FILTRO C	16.08	15.89	28	NO CUMPLE NRS10
LOSETA FILTRO A	18.89	15.80	28	NO CUMPLE NRS10
LOSETA FILTRO (CLORO)	27.78	30.27	28	NO CUMPLE NRS10
PARED EXTERIOR SEDIMENTADOR HORIZONTAL C	39.06	44.39	28	CUMPLE NORMA NRS10
PARED EXTERIOR SEDIMENTADOR HORIZONTAL B	35.51	38.28	28	CUMPLE NORMA NRS10
PARED EXTERIOR SEDIMENTADOR HORIZONTAL A	40.57	37.47	28	CUMPLE NORMA NRS10
TANQUE DE 280m3	27.69	27.10	28	NO CUMPLE NRS10
TANQUE DE 180m3	28.14	27.10	28	NO CUMPLE NRS10
MURO EXTERIOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO	36.32	31.92	28	CUMPLE NORMA NRS10

Tabla 1- Consolidado de resistencia a la compresión, obtenido mediante ensayo de esclerometría

Si bien se observan zonas con una alta resistencia, el 57.89% de la PTAP+ALMACENAMIENTO, no cumple la resistencia requerida para estructuras ambientales en el marco del título C de la NRS-10, considerando además que la PTAP, actual tiene una edad de construcción de 40 años.

En igual sentido es indispensable considerar que la estructura PTAP ACTUA se encuentra constantemente sometida a ambientes extremos con cambios constantes de ciclos de humedad y

desecación, con riesgo de inflamación, carbonatación acelerada y corrosión de armaduras considerando los elementos expuestos evidenciados en la visita.

Cabe resaltar que, si bien el ensayo de esclerometría estima la resistencia del concreto a la compresión, al ser un ensayo superficial, puede sobreestimar la resistencia real si existen microfisuraciones internas o degradación en capas profundas, por lo que los resultados aquí presentados presentan una desviación de +-6.5Mpa.

5.1.2. Deterioro potencial y riesgo estructural

La combinación de ciclos húmedo-seco, exposición a partículas en suspensión y variaciones térmicas puede inducir grietas por contracción y expansión, disminuyendo significativamente la sección efectiva del concreto y exponiendo el acero de refuerzo a la corrosión. En consecuencia, se incrementa el riesgo de fallas prematuras por pandeo local de las armaduras y pérdida súbita de capacidad portante.

5.1.3. Recomendación de intervención

Atendiendo a los lineamientos de la NSR-10 (Capítulo de Durabilidad) y las buenas prácticas del ACI 201.2R ("Guía de Evaluación de Concreto Existente"), se **recomienda la demolición** completa de la PTAP ACTUAL y la **proyección de una nueva estructura** con las siguientes especificaciones mínimas:

- **Concreto** de diseño C40/50 (≥ 40 MPa ≈ 5 800 psi) para zonas de alta agresividad ambiental.
- **Recubrimiento de armadura** no menor a 50 mm, con cementos de bajo calor de hidratación y adiciones minerales para mejorar la resistencia a la penetración de iones cloruro.
- **Aditivos impermeabilizantes** de última generación y selladores a base de silanos para reducir la absorción superficial de agua.
- **Control de calidad** in situ y en laboratorio, con muestreo de cilindros y ensayos de compresión conforme a ASTM C39/C39M.

5.1.4. Plan de mantenimiento y monitoreo

Para la nueva estructura se debe establecer un programa de monitoreo semestral que incluya:

- Ensayos de ultrasonido y esclerometría comparativa.
- Inspecciones visuales de grietas y filtraciones.
- Mediciones de potencial de corrosión y perfil de pH del concreto.

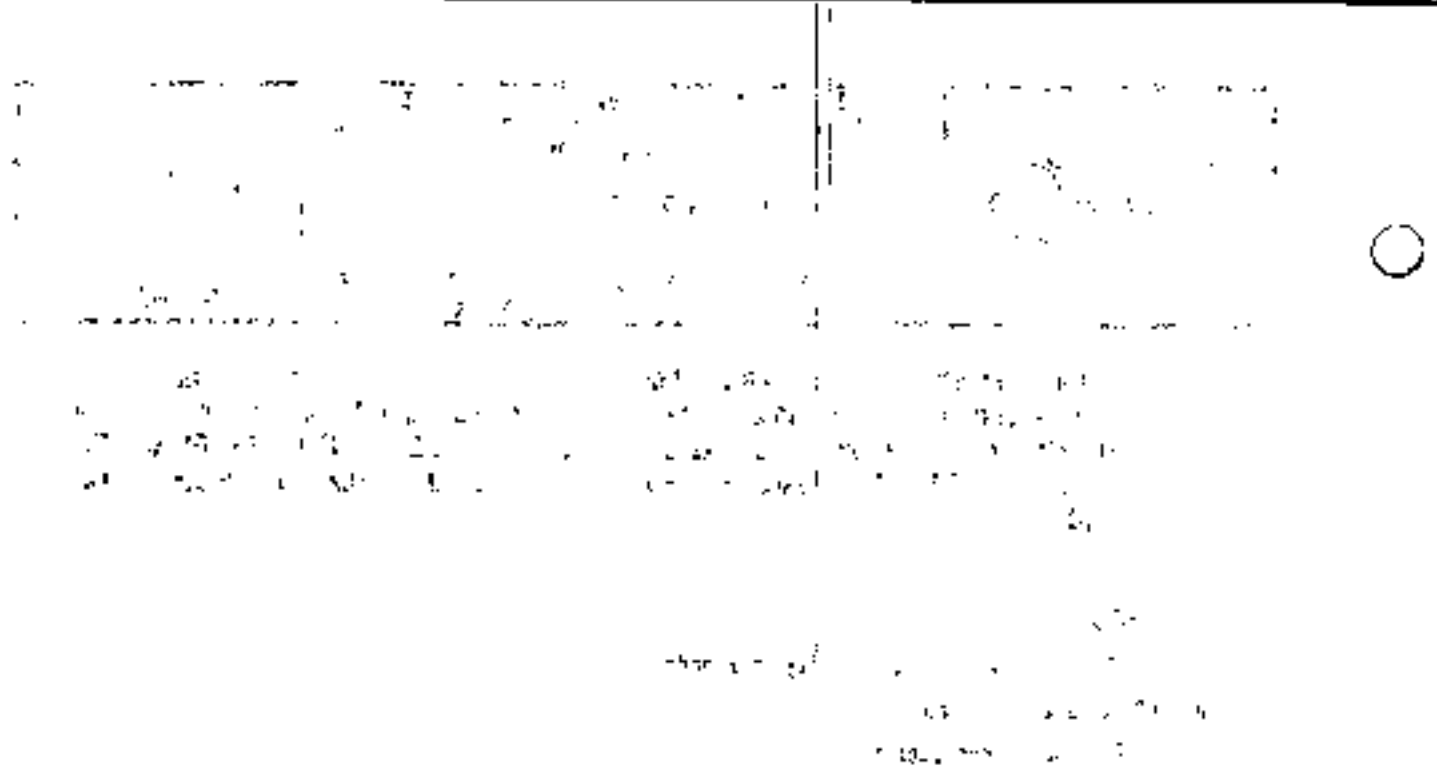
Con estas conclusiones, se garantiza el cumplimiento de los requerimientos normativos y se minimiza el riesgo de deterioro acelerado, asegurando una vida útil prolongada de la nueva PTAP bajo condiciones ambientales severas, LA CUAL DEBE CUMPLIR LO ESTIPILADO EN LA NORMA SANITARIA APLIACALBLE EN LA MATERIA EN UN HORIZONTE DE DISENO DE 25 ANOS.

5.2. ANEXOS

Anexo 1. Certificación de calibración del aparato usado.

Anexo 2. Registro fotográfico

Anexo 3. Documentos consultores



5.2.1. Anexo 1. Certificación del aparato usado.

Calibration Certificate

Certificate No.: 20201216010A

Instrument Name: Concrete Rebound Hammer

Model: ZC3-A

Calibration conditions: Temperature: 16.8℃ Humidity: 41%RH

Calibration result:

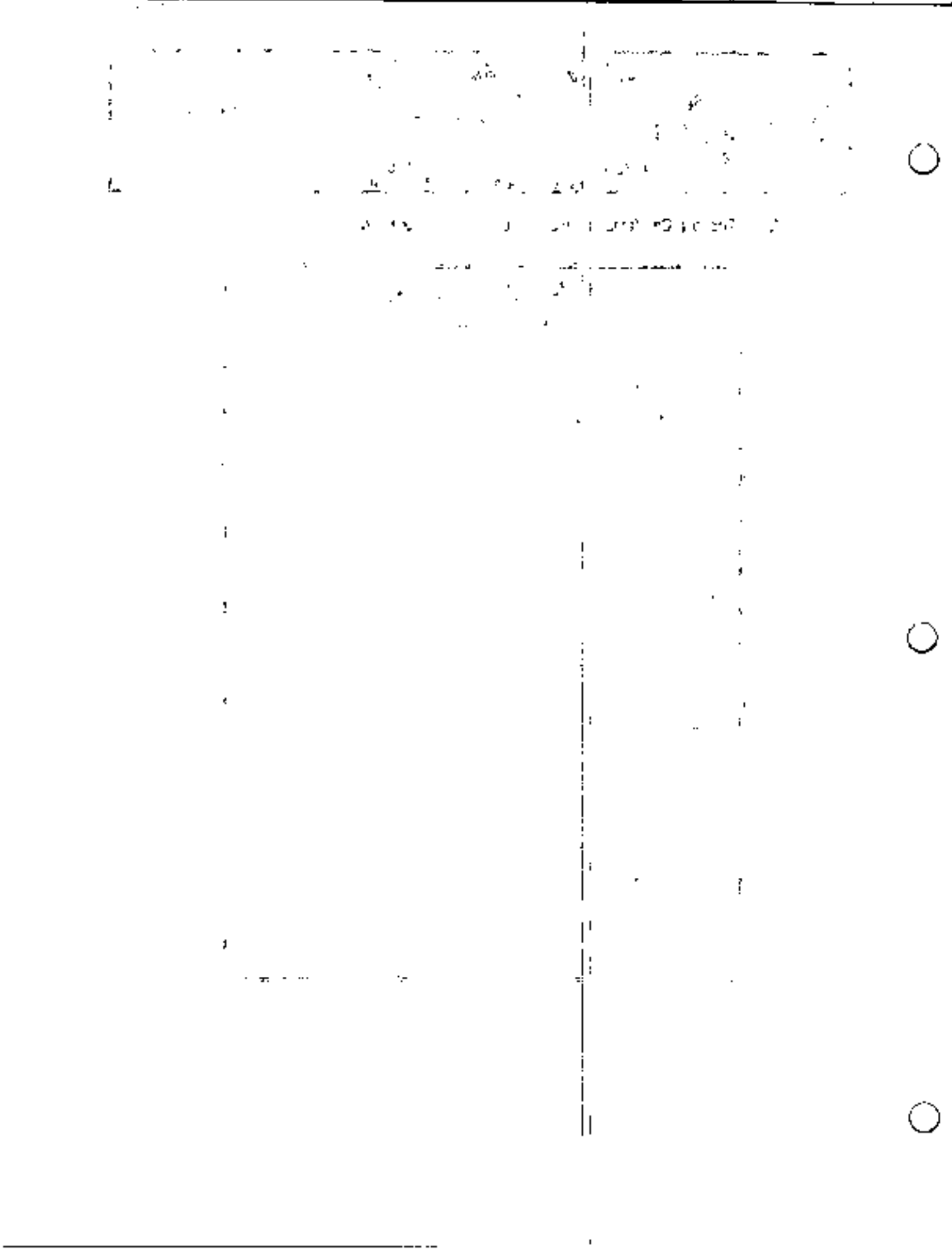
Results	
1.The appearance and the function interaction of each component	Meet the requirements
2."100" tick mark position of the ruler	0
3.Pointer length(mm)	20.1
4.Pointer friction (N)	0.5
5.Spherical radius at the end of the bouncer (mm)	24.0
6.Decoupling position of impact hammer	100
7.Bounce tension spring stiffness(N)	759
8.Working length of springmm)	61.6
9.Bounce tension spring stretch length	75.3
10.Bouncing hammer jump position	0.0
11.Steel anvil rate fixed value	79
12.Indication consistency	--

Remark

Measuring range: Dynamometer:(0.1-1)N Steel anvil hardness:HRC 60±2 Weight:2000g
Uncertainty Accuracy/MPE: Dynamometer:±2.5%FS, Steel anvil hardness MPE:±2.0HRC
Indication error of special weight:MPE:±0.1%

Calibrationdate:2020.12

QC PASS (03)



5.2.2. Anexo 3. Documentos consultores

MEDELLIN, 28 DE JULIO DE 2025

REFERENCIA: MEMORIAL RESPONSABILIDAD

Señores:
EAP

Yo, OVIDIO HURTADO MOSQUERA, identificado como aparece al pie de mi firma y matrícula profesional No. 05202-260189 ANT del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías, certifico que he revisado EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE AL ITEM 2-0: ESCLEROMETRIA DE DIAGNOSTICO COMO METODO NO INVASIVO EN EL MARCO DEL CONTRATO CD-030-2025, ejerciendo mis funciones como profesional consultor de la firma GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S

ATENTAMENTE

OVIDIO HURTADO MOSQUERA
INGENIERO CIVIL
ESP IRH
CC 11'810.879





OVIDIO HURTADO MOSQUERA

TECNÓLOGO EN CONSTRUCCIONES CIVILES



POLITECNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

Ovidio Hurtado Mosquera

Ingeniero Civil

VALIDO DISEÑOS PTAP COCORNÁ



REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.
05202-260189 ANT
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 03/10/2013
OVIDIO
HURTADO MOSQUERA
C.C. 11810879
POLITECNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

PRESIDENTE DEL CONSEJO

EAP	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ CONTRATO No. CD 030 DE 2025 ITEM 2.0-LEVANTAMIENTO PATOLOGICO ESTRUCTURAL ZONA PTAP Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO ACTUAL	GICCA CONSULTING

MEDELLIN, 28 DE JULIO DE 2025

REFERENCIA: MEMORIAL RESPONSABILIDAD

Señores:
EAP

Yo, SANDRA PATRICIA MOROCHO ISIN, identificado como aparece al pie de mi firma y matrícula profesional No. 05202-260189 ANT del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías, certifico que he revisado EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE AL ITEM 2-0: ESCLEROMETRIA DE DIAGNOSTICO COMO METODO NO INVASIVO EN EL MARCO DEL CONTRATO CD-030-2025, ejerciendo mis funciones como profesional consultor de la firma GRUPO INGENIEROS CIVILES CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS S.A.S

ATENTAMENTE

SANDRA PATRICIA MOROCHO ISIN
INGENIERA CIVIL
ESP DISENO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS
CC 28951213



REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.

70202-248266 TLM

INGENIERA CIVIL

DE FECHA **14/02/2017**

SANDRA PATRICIA
MOROCHO ISIN
C.C. 28951213
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

VALIDO DISEÑOS PTAP COCORNA

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD
COOPERATIVA DE COLOMBIA

En atención a que

SANDRA PATRICIA MOROCHO ISIN

con cédula de ciudadanía No. 70.031.733 de Caucasia (Antioquia)
Cumplió satisfactoriamente los requisitos académicos exigidos
por la Universidad, le confiere el título de

ESPECIALISTA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

En testimonio de ello le expide el presente diploma y se firma en
Bogotá el día 03 de noviembre de 2023
Libro de Registro No. 00013720721 Folio No. 001 Registro No. 0007
Refrendado en Bogotá el día 04 de noviembre de 2023

Director (a) de Sede — Rector — Secretaria (o) General

VALIDO DISEÑOS PTAP COCORNA

UNIVERSIDAD
COOPERATIVA DE COLOMBIA

En atención a que

SANDRA PATRICIA MOROCHO ISIN

con cédula de ciudadanía No. 70.031.733 de Caucasia (Antioquia)
Cumplió satisfactoriamente los requisitos académicos exigidos
por la Universidad, le confiere el título de

INGENIERA CIVIL

En testimonio de ello le expide el presente diploma
en la ciudad de Bogotá el día 15 de Marzo de 2013

Bogotá (D.C.)

Presidente de la Facultad — Registrador Diplomas

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

CONTRATO No. CD 030 DE 2025

ITEM 3.0-DIAGNOSTICO HIDRAULICO PTAP ACTUAL





DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS CD 030-2025

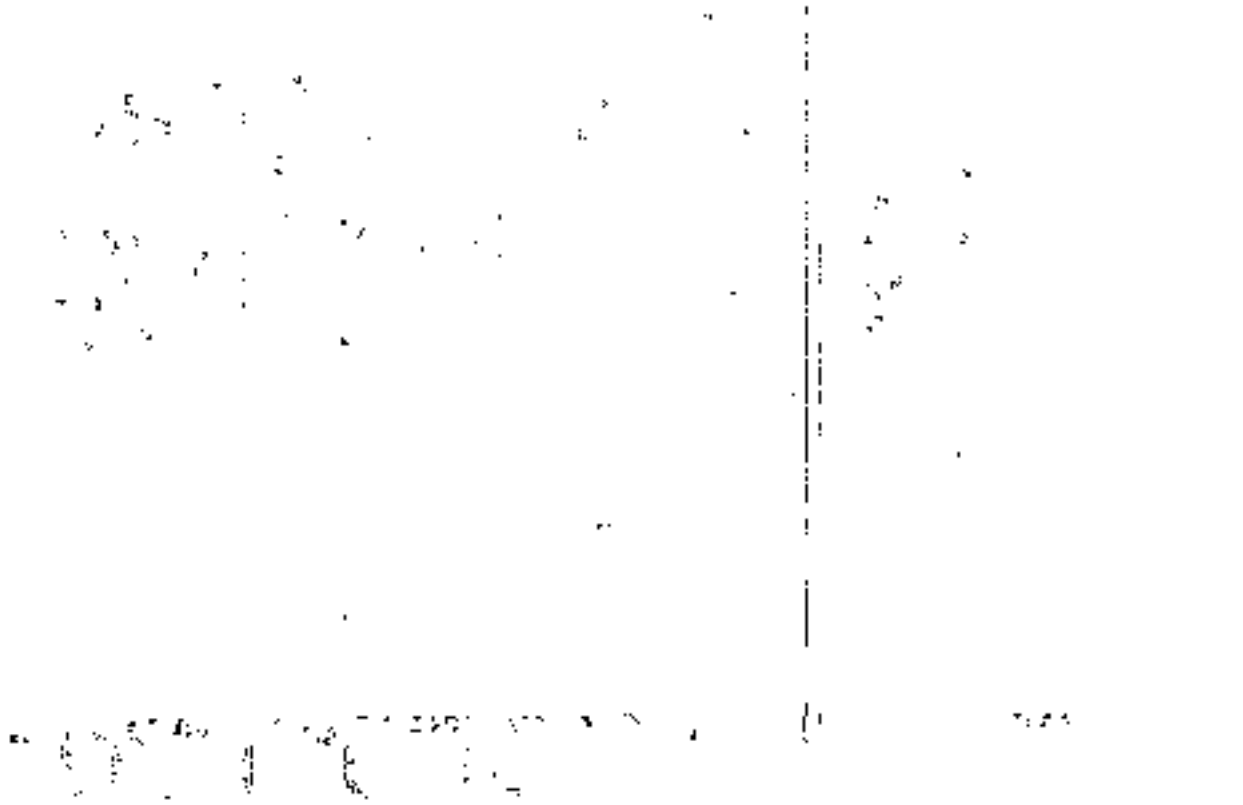
Descripción Breve:

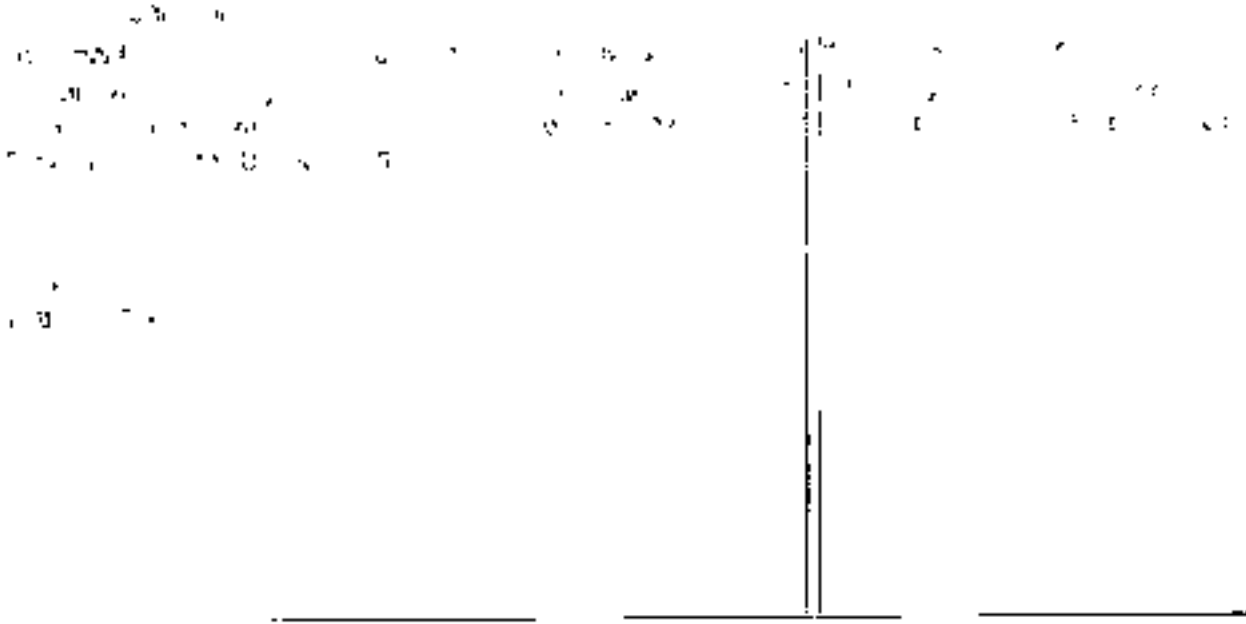
En el presente documento se realiza un análisis técnico desde el punto de vista hidráulico de la condición actual de PTAP del municipio de Cocorná, con la finalidad de llegar resultados valorando alternativas de intervención teniendo criterios orientados a garantizar una repotenciación o construcción de una nueva PTAP

CONSULTORIA TECNICA

JULIO DE 2025







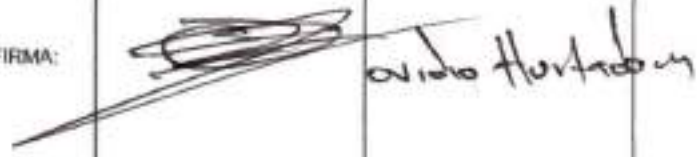
*PROYECTO / CONTRATO:			PTAP COCORNA ANTIOQUIA			
OBJETO:			CONTRATO CD 030-2025			
CODIGO:			FICHA 003			
REVISIÓN Y APROBACIÓN	VERSIÓN:		CONSULTOR 001	CONSULTOR 002		
	ELABORÓ:	NOMBRE:	YEISON MOSQUERA VALENCIA INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS	OVIDIO HURTADO MOSQUERA TECNOLOGO EN CONSTRUCCIONES CIVILES INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS		
		FIRMA:				
		FECHA:	30 DE JULIO DE 2025	30 DE JULIO DE 2025		

Tabla de contenido

1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO 10
1.1 Aspectos físicos 13
1.2 Infraestructura vial y de transporte. 14
1.3 Población 14
1.3 Comercio. 15
1.4 Turismo. 16
1.5 Acueducto. 17
2. PARAMETROS DEL DIAGNÓSTICO 18
2.1.1 Dinámica Demográfica Municipal, regional y tendencias. 18
2.1.2 Análisis de la población fija. 21
2.1.3 Análisis de la población flotante. 23
2.1.4 Análisis de la población total. 25
2.2 INDICADORES ACTUALES Y PROYECTADOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 31
2.2.1 Dotación neta actual y proyectada 31
2.2.2 Dotación bruta actual y proyectada. 31
2.2.3 Coeficientes de consumo K1 y K2 32
2.2.4 Caudal medio diario (qmd) actual y proyectado 32
2.2.5 Caudal máximo diario (QMD) 33
2.2.6 Caudal máximo Horario (QMH) 33
3 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 35
3.1 GENERALIDADES Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 35
3.1.1 Fuente de Abastecimiento (Bocatoma). 35
3.1.2 Desarenador 36
3.1.3 Red de aducción 38
3.1.4 Planta de tratamiento de agua potable. 39



4 ANALISIS DE ALTERNATIVAS: 102

4.1 Criterios de Selección En La Alternativa: 102

4.1.1 Alternativas de solución con respecto al material de construcción del tanque de almacenamiento 105

4.1.2 Alternativas de solución con respecto al material de construcción de la planta de tratamiento de agua potable: 114

4.0 CONCLUSIONES 123

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1- División politico administrativa municipio de Cocorná, fuente: EOT COCORNA 2014-2027. 12

Figura 2- Localización esquemática del municipio de Cocorná, Fuente: Gobernación de Antioquia..... 13

Figura 3-Referencias turisticas del municipio de Cocorná, fuente: https://www.tripadvisor.co/Attraction_Review-g3745723-d10495900-Reviews-Aventura_Cocorna-Cocorna_Antioquia_Department.html..... 16

Figura 4- Fotografía de referencia bocatoma actual del municipio de Cocorná 17

Figura 5- Fotografía de referencia bocatoma sobre quebrada la chonta, municipio de Cocorná..... 17

Figura 6- Celebración semana santa, municipio de Cocorná Antioquia 23

Figura 7- Bocatoma sobre la quebrada la chonta, fuente: GICCA-2025..... 35

Figura 8- Referencia de la cantidad de arenas que se recogen en el canal de entrada de la PTAP, por ausencia de desarenador en el sistema..... 36

Figura 9- Calculo del volumen aproximado de la cantidad de arena que se recoge en el canal de entrada de la PTAP, a partir de los datos del levantamiento LIDAR. 37

Figura 10- fotografía de referencia de aducción sobre quebrada la chonta..... 38

Figura 11- llegada de tubería de aducción a PTAP actual. 39



Figura 12- Vista aérea de PTAP actual 40

Figura 13- fotografía visita técnica a PTAP actual, zona de preparación y aplicación del coagulante. 41

Figura 14- cuarto de almacenamiento y preparación del policloruro de aluminio ... 42

Figura 15- bomba dosificadora del coagulante policloruro de aluminio. 43

Figura 16- Zona de mezcla rápida en PTAP actual. 44

Figura 17- Esquematización a partir de levantamiento detallado con sensor LIDAR + GNSS DE PRECISION. 45

Figura 18- fotografía en donde se muestra el floculador ahogado en 2/3 partes de su longitud. 46

Figura 19- separación en tramo inicial del floculador (15cm). 47

Figura 20- separación en tramo final de floculador horizontal (20cm). 48

Figura 21- Evidencia de una alta densidad de arenas en suspensión al final del floculador 49

Figura 22- mediciones del floculador a partir del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISION 50

Figura 23- mediciones del floculador a partir del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISION 51

Figura 24- Modelo de floculador realizado a partir de los datos recolectados en campo con tecnología LIDAR + GNSS DIFERENCIAL. 52

Figura 25- Calculo en flujo uniforme para la condición de contorno caudal de entrada PTAP considerando un caudal de 31.7 LPS. 53

Figura 26- Magnitud Velocidad y líneas de corriente en modelo hidráulico de floculador PTAP-COCORNA 57

Figura 27- Reconocimiento en campo de tanques sedimentadores de la PTAP actual. 59

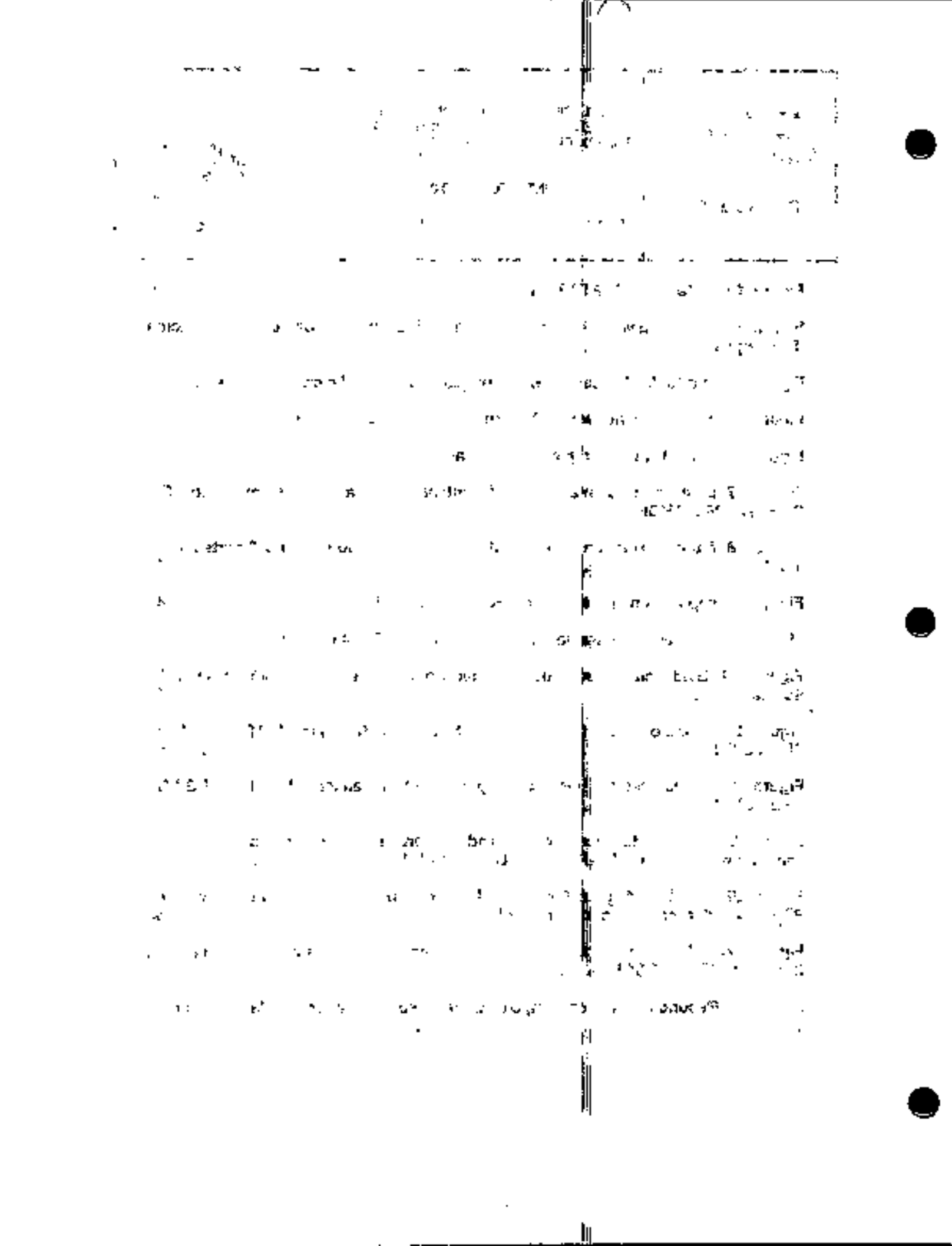


Figura 28- Tanques de sedimentación derivados del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISION. 60

Figura 29- Detalle de salida del tanque sedimentador y empalme con filtros en PTAP, derivados del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISIÓN. 61

Figura 30- Modelo de sedimentador realizado a partir de los datos recolectados en campo con tecnología LIDAR + GNSS DIFERENCIAL. 62

Figura 31- Calculo en flujo uniforme para la condición de contorno caudal de entrada al sedimentador de la PTAP considerando un caudal de 31.7 LPS. 63

Figura 32- Magnitud Velocidad y líneas de corriente en modelo hidráulico de Sedimentador PTAP-COCORNA 67

Figura 33- Magnitud Velocidad y líneas de corriente en modelo hidráulico de Sedimentador PTAP-COCORNA 68

Figura 34- Magnitud Velocidad y líneas de corriente en modelo hidráulico de Sedimentador PTAP-COCORNA 69

Figura 35- Reconocimiento de diagnóstico de filtros de la PTAP actual. 71

Figura 36- cambios de válvulas de vástago ascendente recientemente realizados. 72

Figura 37- Definición de zonas funcionales de la zona de filtración de la PTAP-COCORNA. 73

Figura 38- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 1. 74

Figura 38- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 2. 75

Figura 38- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 3 76

Figura 38- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 4 77

Figura 42- Aplicación de hipoclorito de sodio por goteo, en canal de salida de aguas filtradas en dirección a la zona de almacenamiento 82

Figura 43- Medición de profundidad para tanques de 150m3 y 250m3 respectivamente. 84

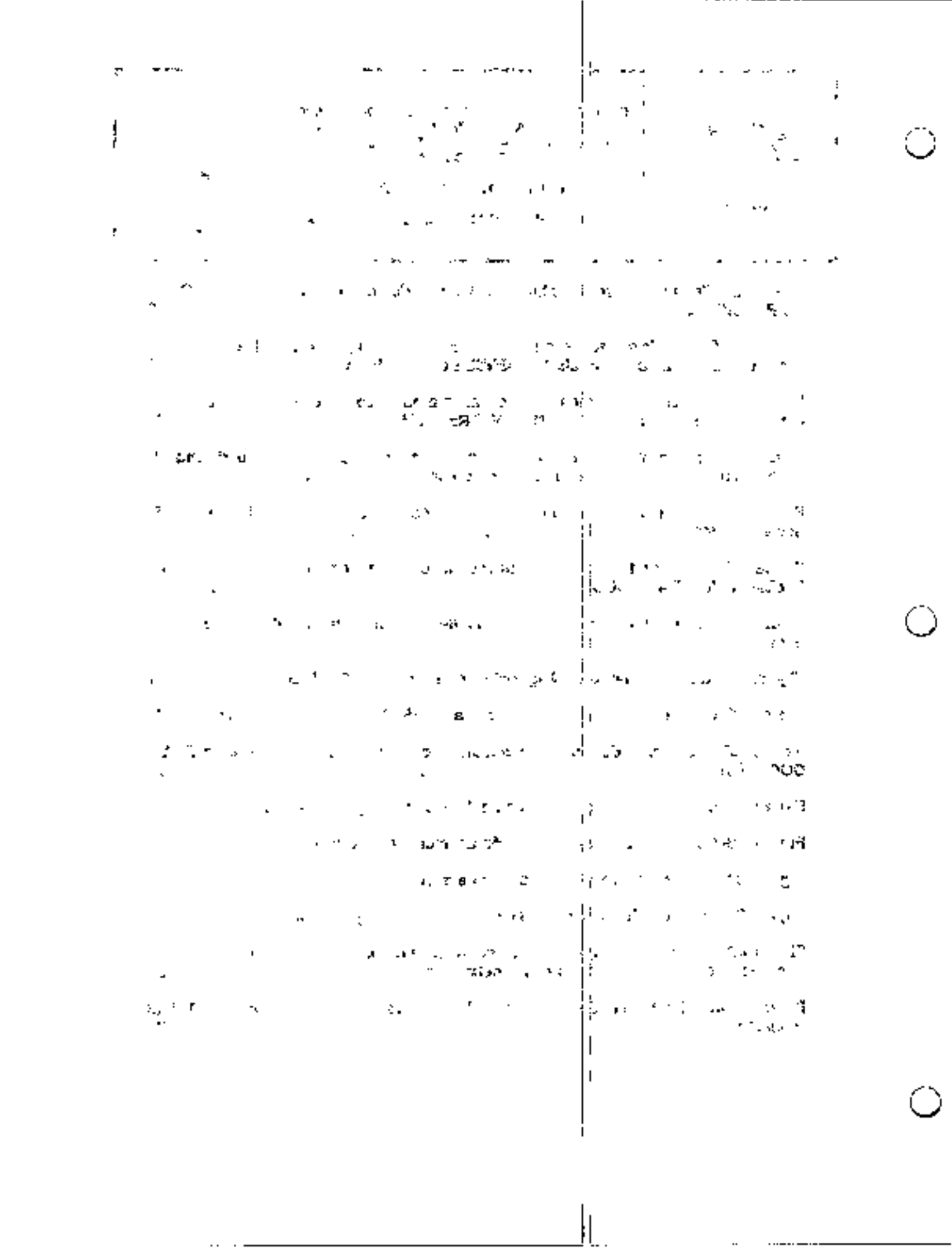


Figura 44- presencia de fuga en empalme tanque 250m3 hacia red de distribución. 84

Figura 45- Caseta de operaciones PTAP-COCORNA. 86

Figura 46- Lechos de secado PTAP-COCORNÁ 87

Figura 47- Medición mediante escaneo LIDAR + GNSS DE PRECISION, para la zona de lechos de secado. 88

LISTA DE TABLAS:

Tabla 1- Dinámica poblacional, municipio de Cocorná, fuente: Dane-2018..... 14

Tabla 2- Tasa de crecimiento, municipio de Cocorná, fuente: Dane-2018 15

Tabla 3- Características del comercio Cocorná, Documento soporte EOT-2014-2027..... 15

tabla 4-dinámica demográfica del municipio de COCORNA (1964 - 2018), fuente: DANE, tabla 3.1.6-Tasa De Crecimiento Intercensal Anual por Área geográfica En Los municipios De Antioquia entre censos 1964-2018 19

Tabla 5-Tasas de crecimiento región Oriente (1964 - 2018), fuente: DANE, tabla 3.1.6-Tasa De Crecimiento Intercensal Anual por Área geográfica En Los municipios De Antioquia entre censos 1964-2018. 19

Tabla 6- Tasa de crecimiento calculada para el municipio de Cocorná, tomando como base la información del anexo 3.1.5 del censo DANE 1964-2018..... 20

Tabla 7-Cálculo de la población fija, Cabecera Municipal Cocorná Antioquia. 22

Tabla 8. Proyección de población por diferentes métodos de cálculo. 25

Tabla 9. Proyección de población total en el horizonte normativo 2025-2050. 30

Tabla 10. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida. 31

Tabla 11. Proyección de Población y Caudales, Acueducto Urbano del municipio de Cocorná-Antioquia. 34

Tabla 12- Configuración del modelo numérico, floculador PTAP-Cocorná 56

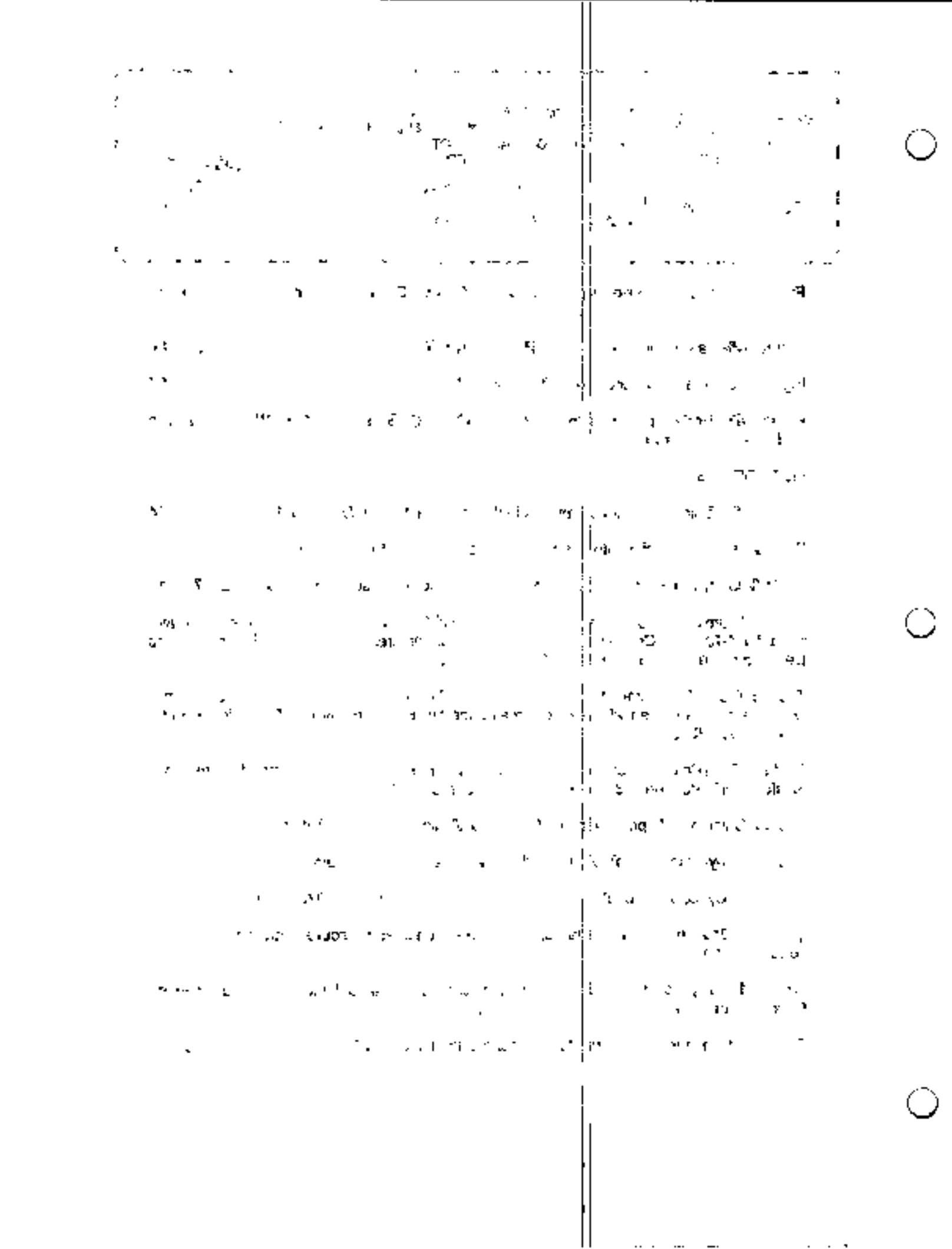


Tabla 13-Calculo de los gradientes hidráulicos en la zona de floculación, considerando el caudal operativo de la planta en el ano 2050 (31.7LPS) 58

Tabla 14-Evaluación normativa del floculador actual, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7 LPS) 58

Tabla 15- Configuración del modelo numérico, Sedimentador PTAP-Cocorná 66

Tabla 16-Cálculo de los parámetros hidráulicos en la zona de sedimentación, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7LPS), en función de la normativa aplicable en la materia RES0330-2017 ART:113 TABLA 8. 70

Tabla 17-Diagnóstico de la unidad de filtración 1, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7LPS) 78

Tabla 18-Diagnóstico de la unidad de filtración 2, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7LPS) 79

Tabla 19-Diagnóstico de la unidad de filtración 3, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7LPS) 80

Tabla 20-Diagnóstico de la unidad de filtración 4, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7LPS) 81

Tabla 21- Calculo del déficit de almacenamiento considerado las perdidas, dotaciones normativas y almacenamiento en un horizonte de diseño de 25 anos (2025-2050). 85

Tabla 22. Resumen del estado actual de la PTAP 89

Tabla 23. Parámetros de evaluación 102

Tabla 24. Criterios de selección de alternativas 103

Tabla 25. Actividades que causan impacto ambiental en cada fase del proyecto 104

Tabla 26. Precios de referencia Tanques de Almacenamiento por unidad. 105

Tabla 27. Ventajas y desventajas de la instalación del tanque en PRFV. 106

Tabla 28. Ventajas y desventajas de la instalación de los tanques en concreto. 108

Tabla 24. Matriz de selección de alternativas para el material de construcción del tanque de almacenamiento. 110

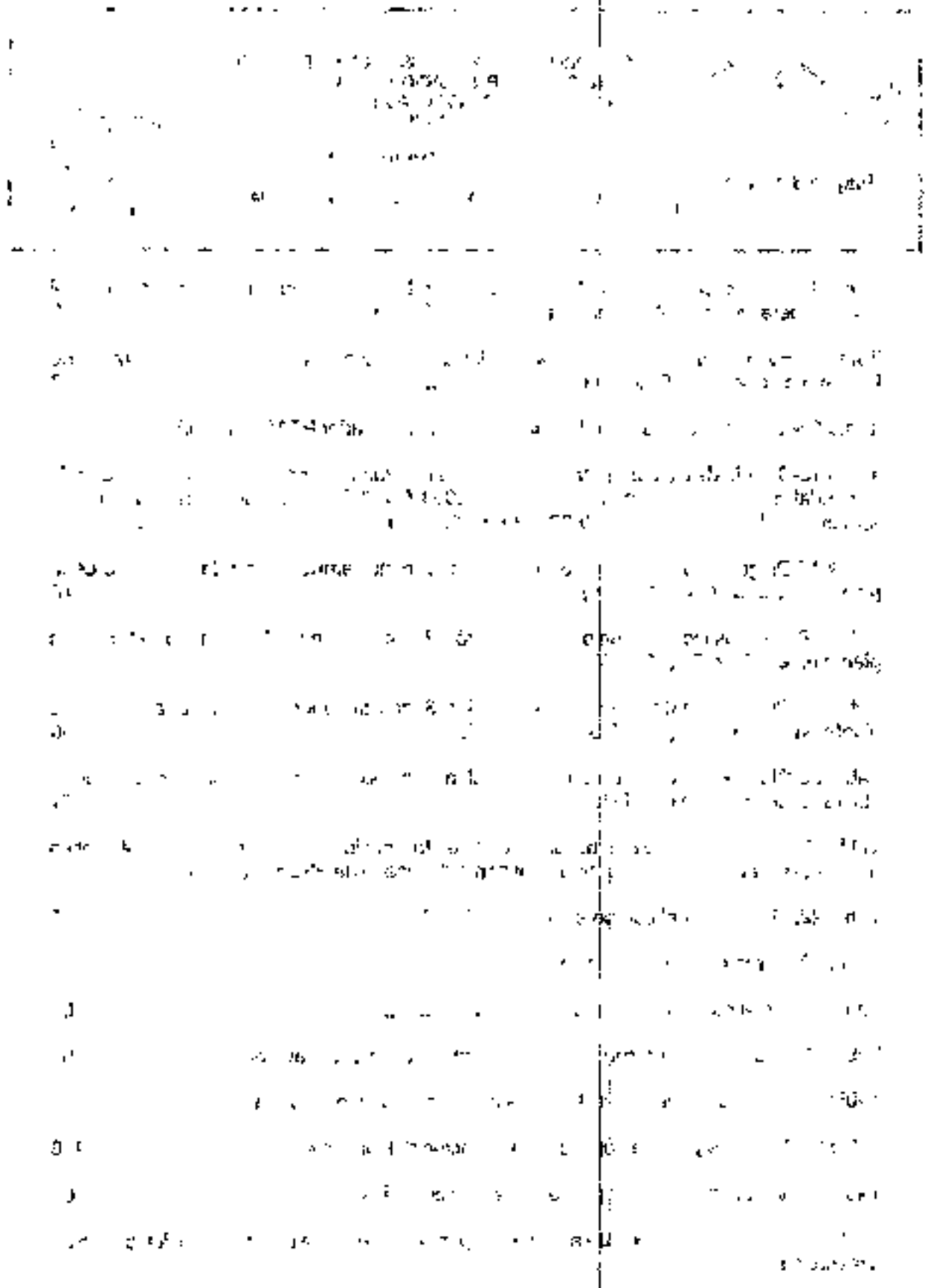
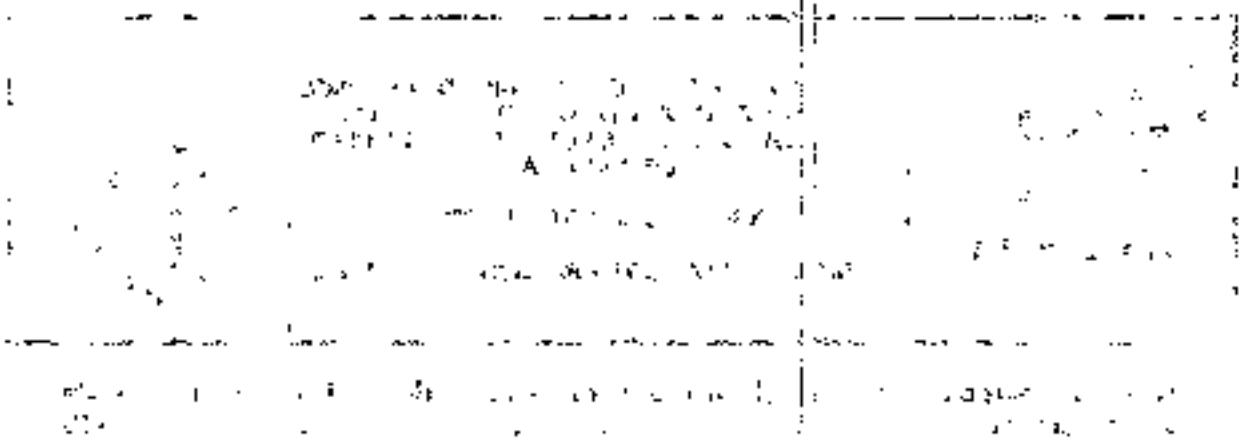


Tabla 25. Matriz de selección de alternativas para el material de construcción del tanque de almacenamiento. 118



1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

El territorio de Cocorná se extiende desde los 450 m.s.n.m. en el Cañón del Rio Santo Domingo, hasta los 2350 m.s.n.m. en el sector del altiplano del Oriente Antioqueño, este rango altitudinal brinda temperaturas medias que fluctúan entre los 26° y 16° C. En la cabecera municipal (1350 m.s.n.m.) la temperatura media es 23° C.

El municipio fue fundado el 14 de febrero de 1793 por el Presbítero Jorge Ramón de Posada, el municipio de Cocorná estaba habitado por indígenas, según algunos historiadores, de la familia Tahamiés, según otro, de los Pantágoras; el primer conquistador europeo que pisó tierras donde hoy se encuentra Cocorná, fue el capitán Francisco Núñez Pedrosa, por los años 1555, la historia de Cocorná como entidad en transformación a lo que hoy se llama municipio, se inicia aproximadamente en el año 1760 cuando ya existía Marinilla. Sin embargo, los nuevos estudios arqueológicos indican que la historia de este territorio se remonta a más de 5.000 años.

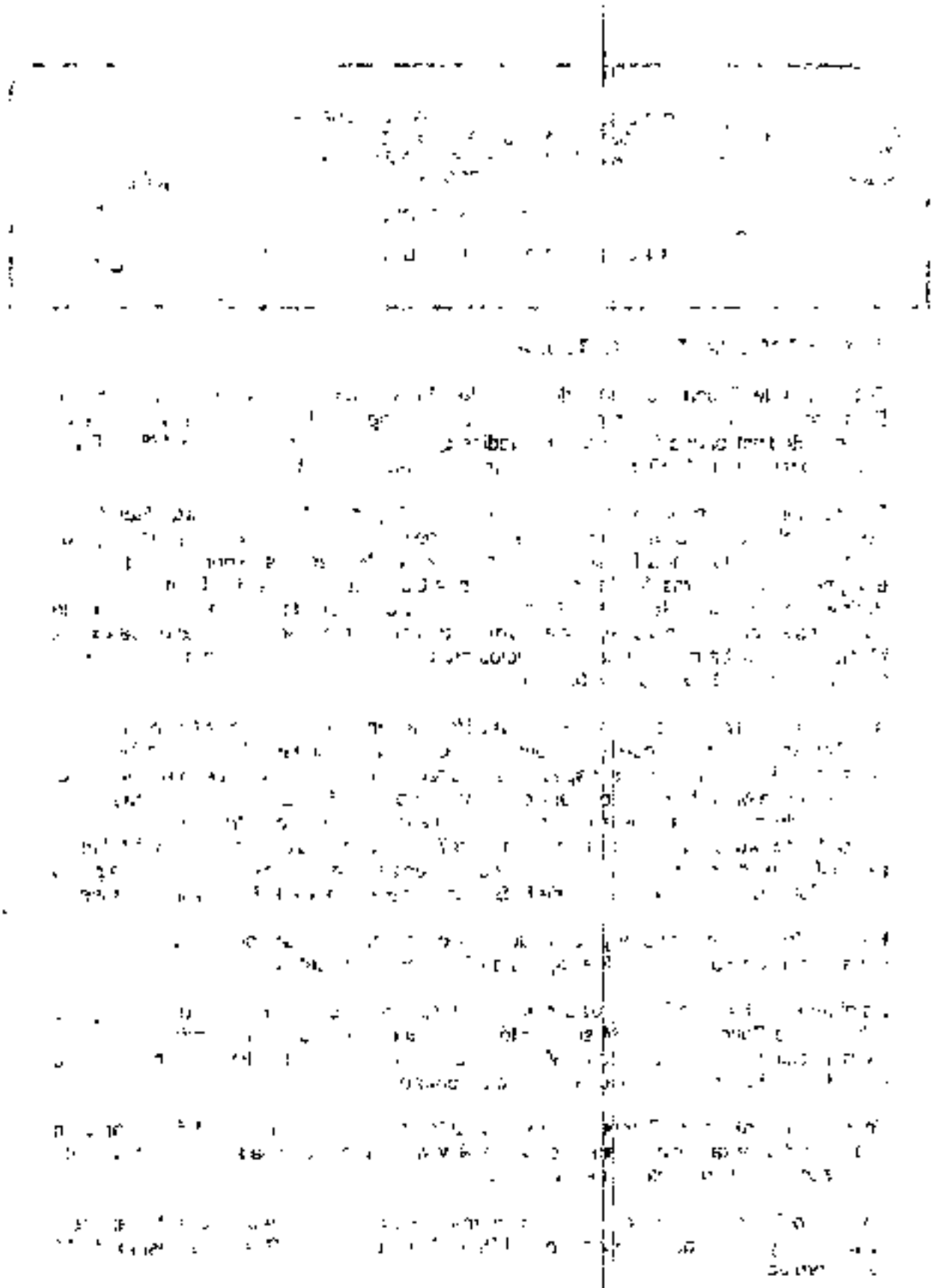
A principios de 1780, veinte familias de Marinilla pidieron al rey de España Carlos III, se les adjudicaran las tierras donde hoy se encuentra Cocorná. El Monarca Español comisionó al prefecto de Marinilla para que inspeccionara la región y diera el visto bueno a la solicitud. El prefecto de Marinilla comisionó al alcalde pedáneo de El Santuario para que realizara la mencionada inspección, salió el pedáneo con numerosos ayudantes, atravesó la región que hoy se llama Cruces, llegó a la Chorrera, bajó al Tesoro y ascendió a Palmira, hoy El Ciprés. De aquí observaron el rio Magdalena y calcularon en tres lenguas la distancia de ese punto al mencionado Río. En el recorrido de El Santuario a Palmira, gastó la comisión un mes.

Parte de las tierras donde hoy se encuentra Cocorná fueron una dote que le fue dada a doña Sabina de Bonilla quien fue esposa de Francisco Mansueto Giraldo.

En el año 1780 se inició la construcción de algunas casas en el terreno que hoy ocupa la cabecera de Cocorná; En 1784 se levantó una capilla a orillas de la quebrada Las Indias y fue bendecida por el señor cura de Marinilla Pbro. Fabián Sebastián Jiménez, la iglesia fue trasladada al lugar que hoy ocupa el 17 de diciembre de 1831.

En 1790 el Pbro. Jorge Ramón de Posada, ilustre hijo de Medellín hizo abrir los terrenos donde está hoy la zona urbana de Cocorná y que eran propiedad de la sucesión de Francisco Mansueto Giraldo y de su esposa.

En febrero 14 de 1793 se creó en ese lugar una Viceparroquia dependiente de la parroquia de Marinilla y fue fundado Cocorná por el Pbro. Jorge Ramón de Posada el mismo día 14 de febrero de 1793.



La Cámara Provincial de Antioquia, en virtud del Art. 72 de la Ley de 3 de julio de 1848 Orgánica de la Administración y Régimen Municipal, dispuso la creación de una aldea, en la Parroquia de Cocorná, por medio de la Ordenanza de 3 de octubre de 1849.

La misma ordenanza autorizaba al poder ejecutivo para señalar los límites de la aldea, lo que se hizo por el Gobernador de Antioquia el Doctor Jorge Gutiérrez de Lara. En 1864, el 20 de agosto del mismo año fue erigido Municipio por la Asamblea Constituyente del Estado Soberano de Antioquia. (Villegas, 1978).

El municipio de Cocorná presenta la siguiente en su división político administrativa, presenta Centros Poblados Rurales: La Piñuela, El Molino y Pailania. Centros Zonales: son 12 Centros que agrupan las 78 veredas que existen en el municipio

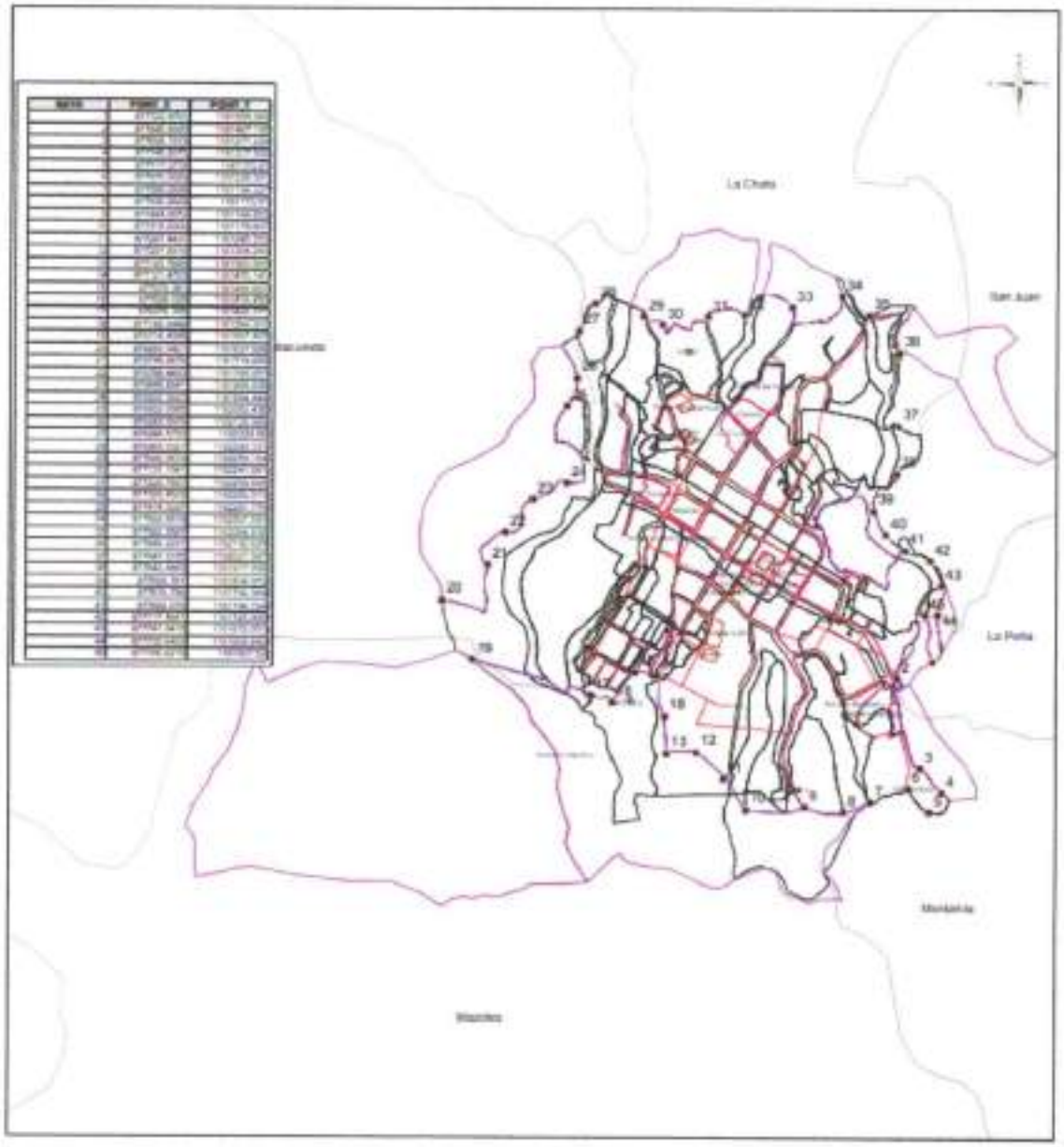


Figura 1- División político administrativa municipio de Cocorná, fuente: EOT COCORNA 2014-2027.

1.1 Aspectos físicos.

Cocorná es un municipio de Colombia, localizado en la subregión Oriente del Departamento de Antioquia. Limita por el norte con los municipios de El Santuario de la zona Valles de San Nicolás con una longitud de 21 km, por el oriente limita con los municipios de Granada y San Luis con longitudes de 15,6 km y 3 km respectivamente, por el sur Oriente limita con el municipio de San Francisco con una longitud de 22 km, por el sur limita con Sonsón con una longitud de 17,4 Km y por el occidente limita con el municipio del Carmen de Viboral, con una longitud de 35,4 km.



Figura 2- Localización esquemática del municipio de Cocorná, Fuente: Gobernación de Antioquia

1.2 Infraestructura vial y de transporte.

La infraestructura vial del municipio de Cocorná está conformada por la siguiente Jerarquía: vías primarias que corresponde a la Autopista Medellín- Bogotá, Vías secundaras que corresponde a las vías que comunican al municipio con otros municipios de la subregión, las vías terciarías y los caminos de herradura.

- Vías Primarias: Son las vías que articulan y conectan directamente el territorio municipal con el territorio nacional, para el municipio de Cocorná corresponde a la Autopista Medellín-Bogotá que corresponde a 40 km

- Vías Secundaria: Son las vías que comunican la cabecera municipal con las cabeceras de otros municipios a nivel Departamental. En este orden se clasifican las vías terrestres que comunican a Cocorná con los municipios de Granada, El Santuario y San Francisco y durante su recorrido, benefician a varias veredas para conectar con las carreteras terciarias.

-Vías Terciarias: Son las vías que establecen comunicación entre la Cabecera Municipal y las veredas, o desde las veredas hasta otras vías de orden primaria o secundaria que comunica con la Cabecera del Municipio. En COCORNÁ se pueden considerar como carreteras terciarias las vías que conducen a las diferentes veredas.

- Caminos: Es aquella infraestructura vial que sólo permite la movilidad animal y peatonal de los habitantes. En la zona rural de COCORNÁ existen muchos caminos de comunicación, incluso de alcance intermunicipal, y algunos de valor histórico – cultural, entre los caminos de herradura más conocidos en el municipio tenemos: Agua Linda, El Entablado, La Florida.

1.3 Población.

Basados en los resultados del histórico de los censos realizados por el DANE, La población de Cocorná, tanto para la zona urbana (cabecera), zona rural y total se describe a continuación.

	CENSO 1964	CENSO 1973	CENSO 1985	CENSO 1993	CENSO 2005	CENSO 2018
POBLACION COCORNÁ						
TOTAL	17425	15443	23667	22999	15119	15444
CABECERA	3043	4217	3717	4715	3993	6293
RESTO	14382	11226	19950	18284	11126	9151

Tabla 1- Dinámica poblacional, municipio de Cocorná, fuente: Dane-2018

	CENSO 1964-1973	CENSO 1973-1985	CENSO 1985-1993	CENSO 1993-2005	CENSO 2005-2018
TOTAL	-1.29	3.62	-0.36	-3.58	0.16
CABECERA	3.58	-1.05	3.02	-1.42	3.50
RESTO	-2.64	4.91	-1.08	-4.24	-1.50

Tabla 2- Tasa de crecimiento, municipio de Cocorná, fuente: Dane-2018

1.3 Comercio.

Las actividades comerciales y empresariales están representadas por las siguientes actividades:

N	Grupo De Actividad	Descripción
1	Manufactura	Actividades Industriales Incluye Confecciones
2	Agro Industrial	Actividades de la transformación de productos rurales, como la caña y otros
3	Hidro Energética	Producción de energia por la oferta hídrica y el potencial de las caídas de agua
4	Cultura Y Educativa	La expresión de la cultura y de los servicios educativos de la localidad
5	Minería	La tendencia a explotación de canteras en el municipio
6	Comercio Y Servicios	El crecimiento de actividades comerciales y servicios como el cooperativismo, restaurantes, hoteles, supermercados, servicios de transporte, servicios financieros, entre otros

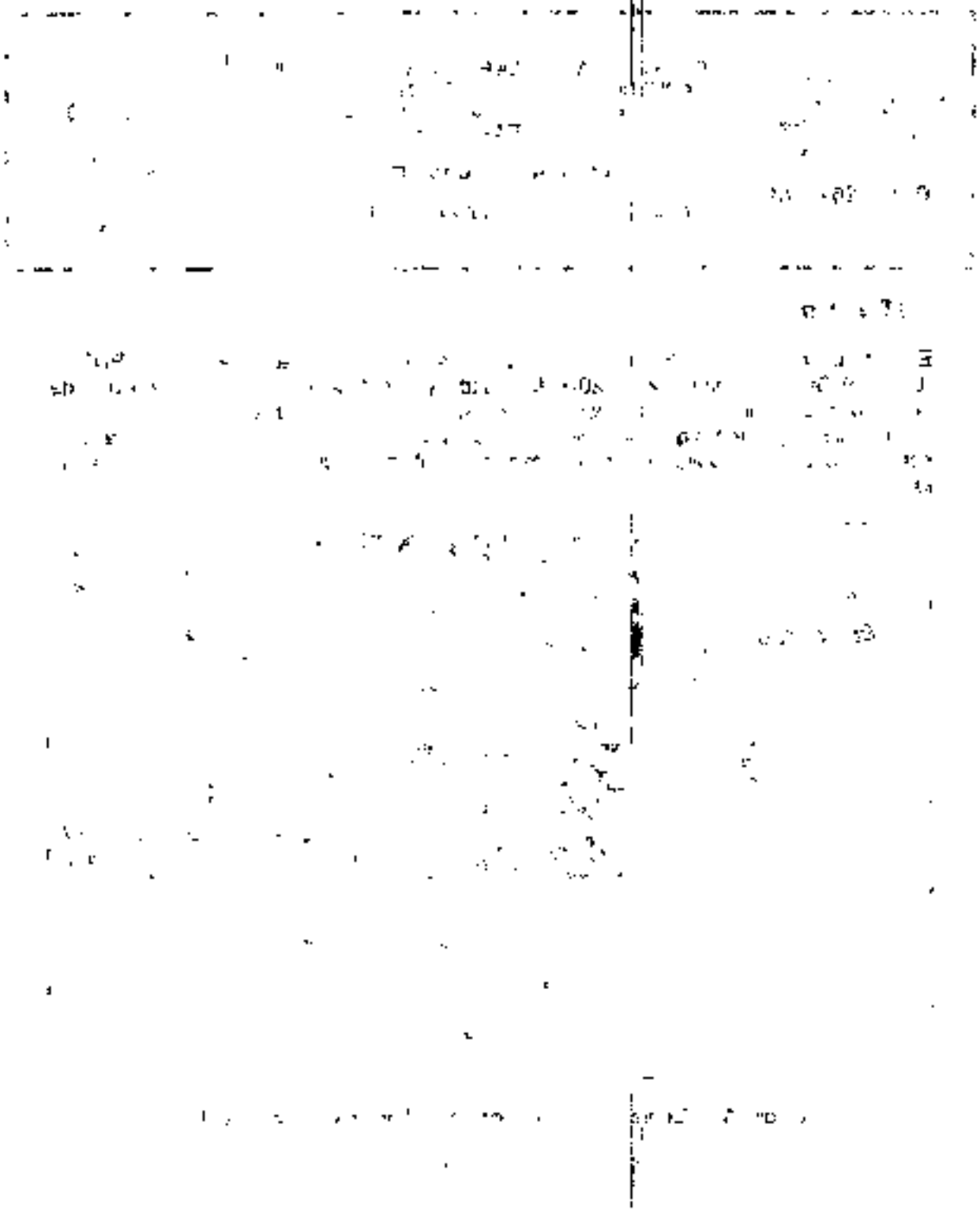
Tabla 3- Características del comercio Cocorná, Documento soporte EOT-2014-2027

1.4 Turismo.

El municipio cuenta con el Plan de Desarrollo y Sostenibilidad Turística de Cocorná PDSTC "Cocorná Dulce Aventura" 2016-2026 formulado y adoptado mediante Acuerdo 002 de 2017, buscando fortalecer la vocación agroecoturística del municipio, a partir de la planificación y gestión organizada de acciones en el corto, mediano y largo plazo; acorde con las condiciones políticas, económicas, ambientales, sociales, y las potencialidades locales.



Figura 3-Referencias turísticas del municipio de Cocorná, fuente: https://www.tripadvisor.co/Attraction_Review-g3745723-d10495900-Reviews-Aventura_Cocorna-Cocorna_Antioquia_Department.html



1.5 Acueducto.

En términos generales el acueducto municipal se surte de la quebrada el guayabal, la cual cuenta con una reserva de 200ha en bosque, para favorecer su conservación, es de resaltar que la misma presenta una alta condición de torrencialidad, situación que desencadena una alternancia en la prestación del servicio.

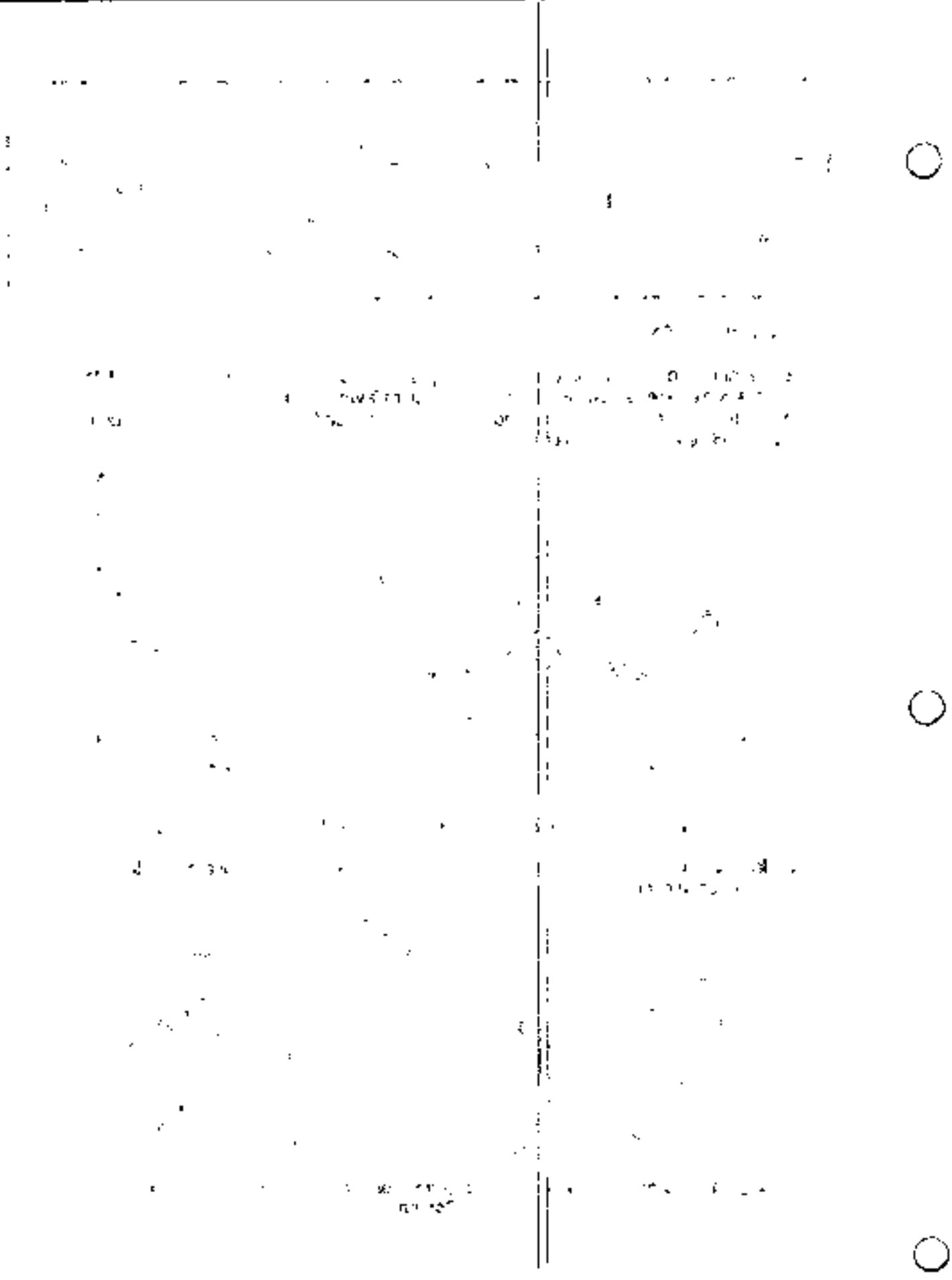


Figura 4- Fotografía de referencia bocatoma actual del municipio de Cocorná

En la actualidad el municipio se desarrolla la fase constructiva de Bocatoma alterna sobre la quebrada la chonta.



Figura 5- Fotografía de referencia bocatoma sobre quebrada la chonta, municipio de Cocorná



2. PARAMETROS DEL DIAGNÓSTICO

A continuación, se describen los parámetros de evaluación para el diagnóstico del sistema de tratamiento de agua potable y el tanque de almacenamiento de la zona urbana del municipio de Cocorná, Antioquia.

2.1 DINÁMICA POBLACIONAL

La estimación de la población es el principal elemento para verificar la capacidad hidráulica actual y futura del sistema a evaluar, se destaca que esta estimación está sujeta a diferentes cambios en el tiempo, los cuales se asocian con las condiciones económicas, sociales y ambientales de cada zona.

Es importante señalar que la información disponible a cerca de los datos demográficos de la zona, se consultan de fuente oficial (DANE, ESP-COCORNÁ).

2.1.1 Dinámica Demográfica Municipal, regional y tendencias.

Se muestra a continuación la dinámica de tendencias, para la población de Cocorná cabecera municipal, tomando como referencia la información suministrada por el DANE, para el periodo intercensal 1964-2018.

CENSOS DANE	FUENTE	DANE
		Intercensales
		%
(1964-1973)	DANE	3.58
(1973-1985)	DANE	-1.05
(1985-1993)	DANE	3.02

(1993-2005)	DANE	-1.42
(2005-2018)	DANE	3.50
Promedio todos los datos		**1.52**

tabla 4-dinámica demográfica del municipio de COCORNA (1964 - 2018), fuente: DANE, tabla 3.1.6-Tasa De Crecimiento Intercensal Anual por Área geográfica En Los municipios De Antioquia entre censos 1964-2018

Otro elemento a tener presente, para la definición de una tasa de crecimiento, es la dinámica de las tendencias a nivel regional, siendo COCORNA parte de la región ORIENTE Del Departamento de Antioquia.

CENSOS DANE	Tasa De Crecimiento Región ORIENTE CABECERAS MUNICIPALES
(1964-1973)	3.27
(1973-1985)	2.50
(1985-1993)	2.37
(1993-2005)	2.03
(2005-2018)	2.17
Promedio Todos Los Datos	**2.46**

Tabla 5-Tasas de crecimiento región Oriente (1964 - 2018), fuente: DANE, tabla 3.1.6-Tasa De Crecimiento Intercensal Anual por Área geográfica En Los municipios De Antioquia entre censos 1964-2018.

En cuanto a la tasa de crecimiento local aplicable para el municipio de Cocorná, se desarrolla lo siguiente:

CENSOS		TASAS DE CRECIMIENTO				
AÑO	POBLACIÓN	FUENTE	AÑOS COMPARADOS	PROYECCIÓN GEOMETRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN WAPPAUS
				r (%)	k	I (%)
1964	3843	3.1.5. Población por área geográfica y municipios de Antioquia Censos entre 1964 y 2018	1964-1973	3.982	0.039	3.564
1973	4217		1973-1985	-1.048	-0.011	-1.050
1985	3717		1985-1993	3.016	0.0297	2.959
1993	4715		1993-2005	-1.378	-0.014	-1.362
2005	3993		2005-2018	3.591	0.036	3.440
2018	6093					
Promedio				1.87	.01932	1.81
Tasa de Crecimiento Adoptada				1.87	.01932	1.81

ARITMETICO $Pf = Puc + (Puc - Pob)/(Tuc - Tcb) \times (Tf - Tuc)$

GEOMETRICO $Pf = Puc \times (1 + r)^{(Tf - Tuc)}$ ⟹ $r = (Puc/Poj)^{(Tu - Tx)} - 1$

EXPONENCIAL $Pf = Puc \times e^{k \times (Tf - Tuc)}$ ⟹ $K = (LnPos - LnPoa)/(Tua - Txa)$

WAPPAUS $Pf = Puc*((200-r*(Tf-Tuc))/(200-r*(Tf-Tcb)))$ ⟹ $I = (200*(Puc-Poj)/(j)(Tuc-Tcb)*(Poj+Puc))$

Proyecciones y Tasas de crecimiento

Pf = Población Proyectada

T_{uc} = Población correspondiente al último año censado con información

P_{ci} = Población correspondiente al censo inicial con información

T_{uc} = Año correspondiente al último censo con información

T_{ci} = Año correspondiente al censo inicial con información

Tf = Año al cual se quiere proyectar la información

r = Tasa de crecimiento anual (%)

Tasa de crecimiento Método Exponencial

P_{uc} = Población del censo posterior

P_{ca} = Población del censo anterior

T_{uc} = Año correspondiente al censo posterior

T_{ca} = Año correspondiente al censo anterior

k = Tasa de crecimiento de la población (%)

I = Indice de crecimiento anual (%)

Tabla 5- Tasa de crecimiento calculada para el municipio de Cocorná, tomando como base la información del anexo 3.1.5 del censo DANE 1964-2018.

2.1.2 Análisis de la población fija.

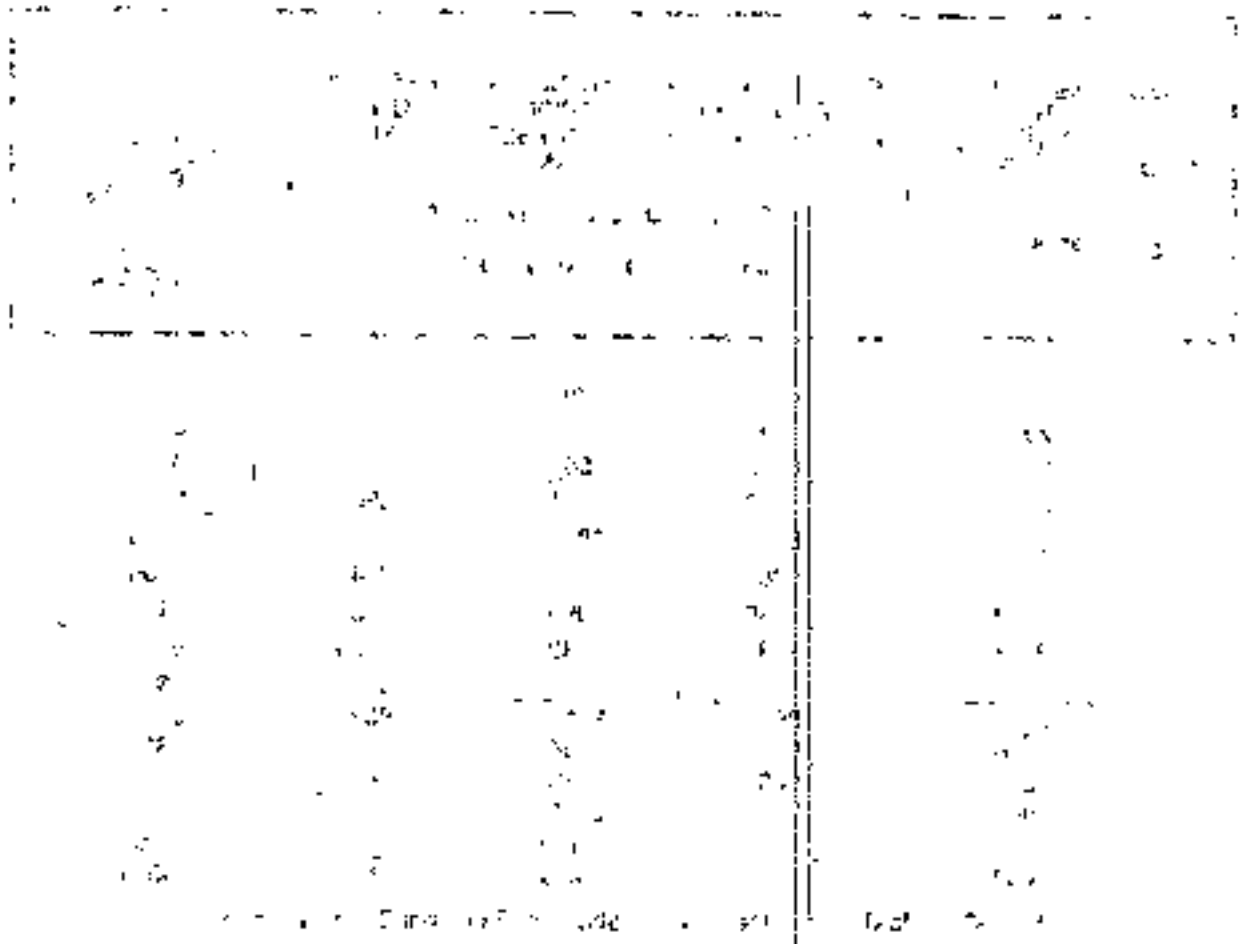
Se realiza en el presente capitulo, el análisis de la población fija para la zona urbana del municipio de COCORNA, considerando un horizonte de diseño de 25 años y tomando como año base el 2025 y población inicial la relacionada por el DANE, para el año 2018. Se realiza la proyección de la población con los métodos geométrico, exponencial y Wappaus como se muestra a continuación.

DATOS	
Año con el ultimo censo	2018
Año Base	2025
Horizonte de proyección del proyecto	25
Año a proyectar	2050
Población Inicial (AÑO 2018)	6293

AÑO	PROYECCIÓN GEOMETRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN WAPPAUS	PROYECCIÓN PROMEDIO
2018	6293	6293	6293	6293
2019	6392	6390	6389	6390
2020	6492	6489	6486	6489
2021	6594	6589	6585	6589
2022	6698	6691	6685	6691
2023	6803	6794	6787	6795
2024	6909	6899	6891	6900
2025	7018	7005	6996	7006
2026	7128	7114	7103	7115
2027	7240	7223	7212	7225
2028	7354	7335	7322	7337
2029	7469	7448	7435	7451
2030	7586	7563	7549	7566
2031	7705	7680	7665	7683
2032	7826	7799	7783	7803
2033	7949	7919	7903	7924
2034	8074	8041	8025	8047
2035	8201	8165	8149	8172

2036	8329	8291	8276	8299
2037	8460	8419	8404	8428
2038	8593	8549	8535	8559
2039	8728	8681	8668	8692
2040	8865	8815	8804	8828
2041	9004	8952	8942	8966
2042	9145	9090	9083	9106
2043	9289	9230	9226	9248
2044	9435	9373	9372	9393
2045	9583	9517	9521	9540
2046	9733	9664	9673	9690
2047	9886	9813	9827	9842
2048	10041	9965	9985	9997
2049	10199	10119	10146	10155
2050	10359	10275	10310	10315

Tabla 7-Cálculo de la población fija, Cabecera Municipal Cocorná Antioquia.



2.1.3 Análisis de la población flotante.

Población flotante, es el contingente demográfico compuesto por aquellas personas que, aun no estando oficialmente inscritas en el censo de población , residen temporal o permanentemente en un ámbito geográfico comunitario. Considerando que para el municipio de COCORNA, se desarrollan diferentes actividades turísticas como: Parapente; Senderismo, Torrentismo, avistamiento de aves, canyoning, kayaking, entre otras; siendo este el principal renglón económico municipal, para efectos de la presente consultoría, se liga la población flotante a la capacidad hotelera del municipio. Tomando datos del estudio "Encuesta Calidad de Vida, Gobernación de Antioquia 2017" en Cocorná existen 8 hoteles, 7 finca hoteles, 5 hosterías, 16 hostales, sumando así 36 unidades de prestación de servicio turístico lo que constituye del 1.79%, de la capacidad hotelera del departamento de Antioquia que se estima en 2008 unidades, cabe resaltar que no entran en dicho inventario realizado por la gobernación en la encuesta de calidad de vida, los establecimientos que no están legalmente constituidas, modalidad que se torna en aumento dado que opera la modalidad de renta de casa campesina.

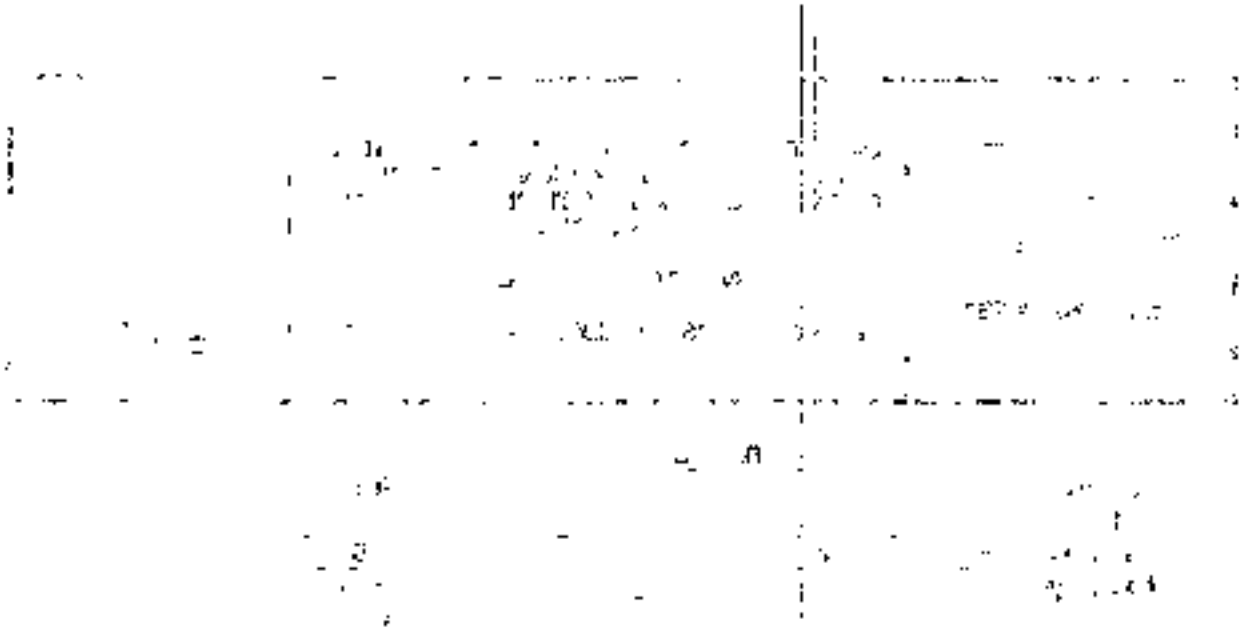
Considerando que para el 2019 el municipio contaba con 113 unidades turísticas registradas y considerando que una condición de temporada alta cada unidad tiene una capacidad media de alojamiento para 15 personas. Se estima que la población flotante base municipal es de 1130 personas.

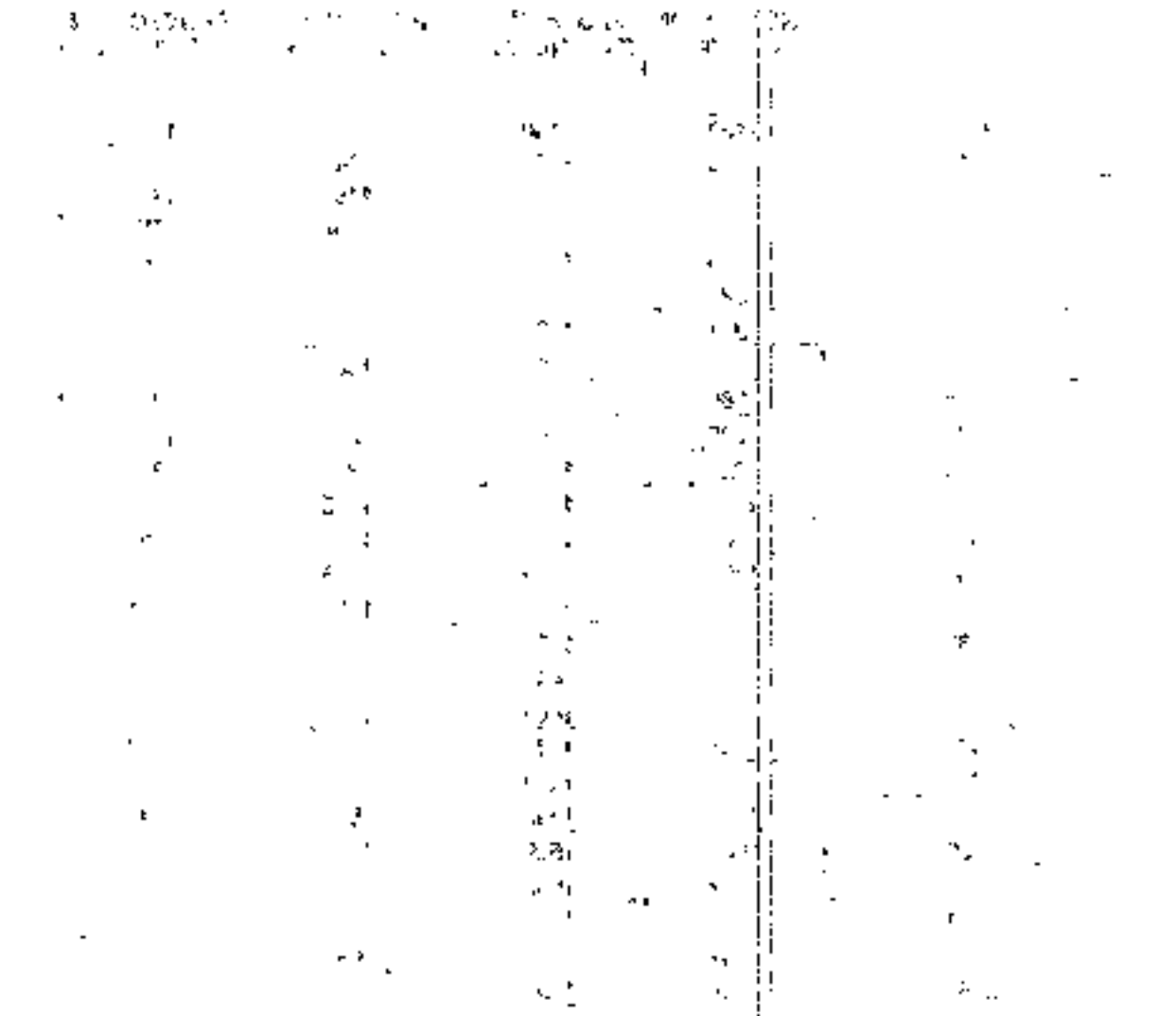


Figura 6- Celebración semana santa, municipio de Cocorná Antioquia

DATOS	
Año con el ultimo censo	2018
Año Base	2025
Horizonte de proyección del proyecto	25
Año a proyectar	2050
Población Inicial	1130

AÑO	PROYECCIÓN GEOMETRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN WAPPAUS	PROYECCIÓN PROMEDIO
2018	1130	1130	1130	1130
2019	1148	1147	1147	1147
2020	1166	1165	1165	1165
2021	1184	1183	1182	1183
2022	1203	1201	1200	1201
2023	1222	1220	1219	1220
2024	1241	1239	1237	1239
2025	1260	1258	1256	1258
2026	1280	1277	1275	1277
2027	1300	1297	1295	1297
2028	1320	1317	1315	1317
2029	1341	1337	1335	1338
2030	1362	1358	1355	1358
2031	1384	1379	1376	1380
2032	1405	1400	1398	1401
2033	1427	1422	1419	1423
2034	1450	1444	1441	1445
2035	1473	1466	1463	1467
2036	1496	1489	1486	1490
2037	1519	1512	1509	1513
2038	1543	1535	1533	1537
2039	1567	1559	1557	1561
2040	1592	1583	1581	1585
2041	1617	1607	1606	1610
2042	1642	1632	1631	1635
2043	1668	1657	1657	1661





2044	1694	1683	1683	1687
2045	1721	1709	1710	1713
2046	1748	1735	1737	1740
2047	1775	1762	1765	1767
2048	1803	1789	1793	1795
2049	1831	1817	1822	1823
2050	1860	1845	1851	1852

Tabla 8. Proyección de población por diferentes métodos de cálculo.

2.1.4 Análisis de la población total.

Los métodos de proyección implementados son el exponencial y wappaus, ya que se acomodaron a la complejidad de la zona de estudio y su dinámica poblacional, siendo aplicado a la población de referencia de referencia, con la finalidad de establecer la población en un periodo de tiempo de 25 años y de esta manera determinar el dimensionamiento de las nuevas unidades del sistema a proyectar y la capacidad de las unidades existentes para el periodo de tiempo determinado.

A continuación, se describe el método de la proyección de población establecido para la obtención de datos en un periodo de diseño de 25 años.

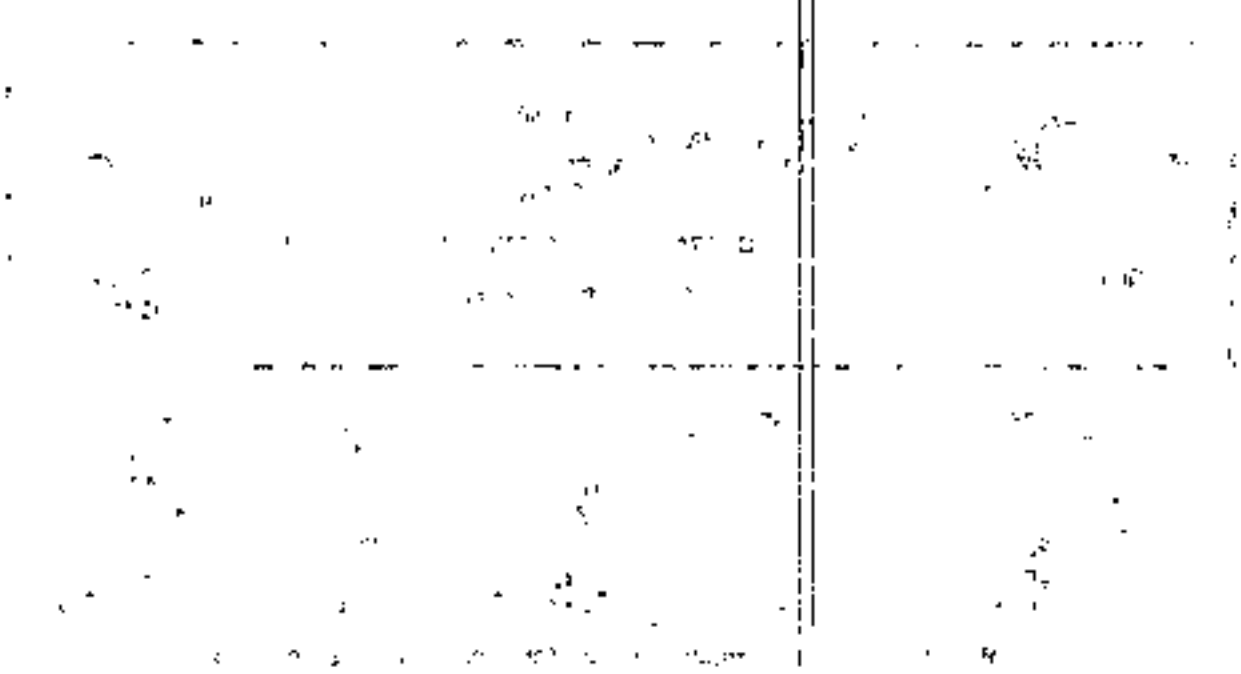
2.1.4.1 Método aritmético

El método aritmético, supone que la población aumenta linealmente con una tasa constante, además se asume que la población crece balanceada por la mortalidad y la emigración. Este es un método que solo es aplicable a comunidades pequeñas en especial rurales y a ciudades con dificultades de expansión y escaso desarrollo económico. En este caso el método no se ajustó adecuadamente, pues al tomar como base la información de los dos últimos años con información toma la tasa de crecimiento solo de dos datos, en este caso negativa entre 2005 y 2018, da una proyección decreciente lineal en el tiempo, mientras que los otros métodos utilizan la tasa de crecimiento establecida del análisis que se presentó anteriormente.

Para calcular la población proyectada se describe a continuación la (Ecuación 1), extraída del RAS/2000, Titulo B.2.1.

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * \left(T_f - T_{uc}\right) \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:



P_f =Población correspondiente al año del periodo de diseño (hab)

P_{uc} =Población correspondiente a la proyección del DANE (hab)

P_{ci} =Población correspondiente al censo inicial (hab)

T_{uc} =Año correspondiente al último año proyectado por el DANE

T_{ci} =Año correspondiste al censo inicial con información

T_f =Año al cual se quiere proyectas la información.

2.1.4.2 Método geométrico

Este es un método de cálculo útil para poblaciones con importante actividad económica que genere un apreciable desarrollo, además de poseer significativas áreas de expansión que puedan ser dotadas con servicios públicos sin dificultad alguna.

Para calcular la población proyectada se describe a continuación la Ecuación 2, extraída del RAS/2000, Titulo B.2.2.

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$ Ecuación 2

Dónde:

r =Tasa de crecimiento anual en forma decimal

P_f =Población correspondiente al año del periodo de diseño (hab)

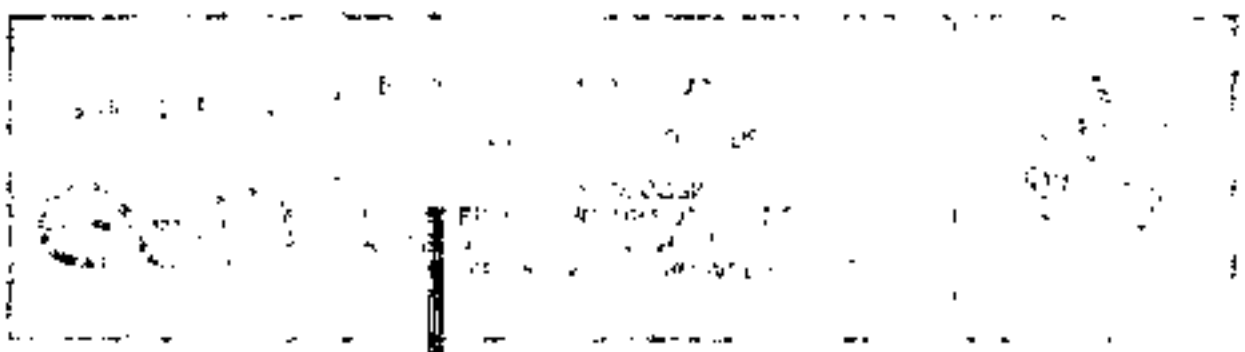
P_{uc} =Población correspondiente a la proyección del DANE (hab)

P_{ci} =Población correspondiente al censo inicial (hab)

T_{uc} =Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

T_{ci} =Año correspondiste al censo inicial con información.

T_f =Año al cual se quiere proyectas la información.



Para calcular la tasa de crecimiento se describe a continuación la Ecuación 3 extraída del RAS/2000, Titulo B.2.3.

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)^{\frac{1}{(P_{uc}-T_{ci})}} - 1$$ Ecuación 3

2.1.4.3 Método exponencial

El método exponencial requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población, en donde el último censo corresponde a la proyección del DANE. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y posean abundantes áreas de expansión.

La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} \times e^{kx(T_f - T_{ci})}$$ Ecuación 4

Donde k es la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así: Ecuación 5

$$k = \frac{lnP_{ci} - lnP_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$ Ecuación 5

Donde:

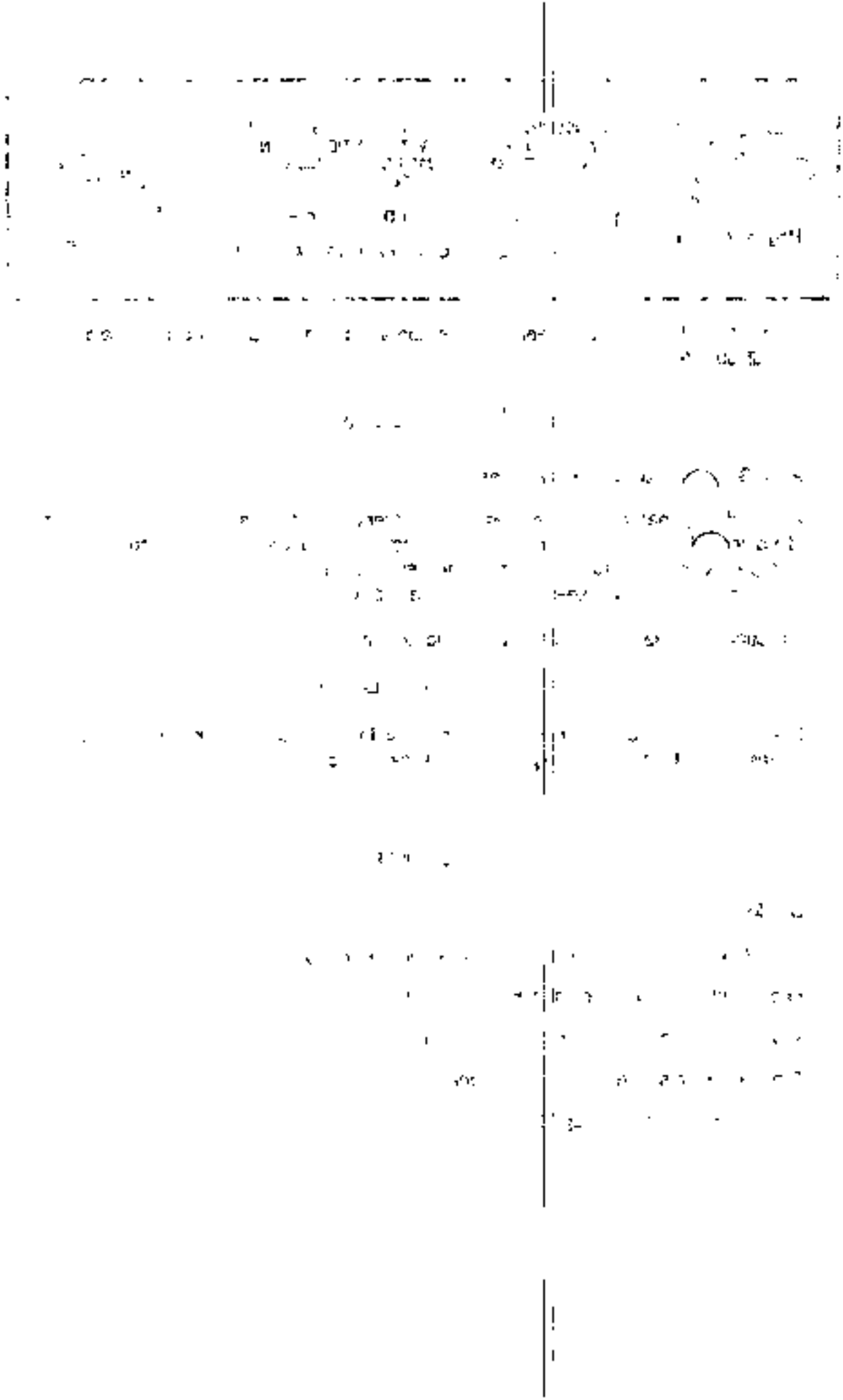
Pcp = Población del censo posterior (proyección del DANE).

Pca = Población del censo anterior (habitantes).

Tcp = Año correspondiente al censo posterior.

Tca = Año correspondiente al censo anterior.

Ln = Logaritmo natural o neperiano.



2.1.4.4 Método Wappaus

A pesar de que este método se utiliza para poblaciones pequeñas, 5000 a 10000 habitantes, tuvo una buena adaptación a la población objeto de estudio y presento una tendencia de crecimiento similar a la de los otros métodos aplicados.

Este método únicamente puede emplearse cuando el producto de la tasa de crecimiento (i en %) y la diferencia entre el año a proyectar (Tf) y el año del censo inicial (Tcf) es menor a 200 como se muestra en la Ecuación 6.

$$i * (T_f - C_f) < 200$$ **Ecuación 6**

Si esta condición no se cumple debido a la forma matemática de la ecuación, la población obtenida será creciente pero negativa.

La ecuación que se utiliza para calcular la población proyectada es la Ecuación 7.

$$P_f = P_{ci} * \frac{\left(200 + i * (T_f - T_{ci})\right)}{\left(200 - i * (T_f - T_{ci})\right)}$$ **Ecuación 7**

Dónde:

P_{uc} =Población del censo posterior
P_{ca} =Población del censo anterior (hab)
T_{cp} =Año correspondiente al censo posterior
T_{ca} =Año correspondiente al censo anterior
L_n =Logaritmo natural o neperiano.

La tasa de crecimiento (i en %) se calcula de acuerdo con el crecimiento de las poblaciones censadas y se halla utilizando la Ecuación 8.

$$i = \frac{200 \times (P_{uc} - P_{ci})}{(T_{uc} - T_{ci}) \times (P_{ci} + P_{uc})}$$ **Ecuación 8**

Dónde:

Pci = Población correspondiente al censo inicial con información (hab)
Puc = Población correspondiente al último año censado con información (hab)

Tuc =Año correspondiente al último año censado con información
Tci = Es el año correspondiente al censo inicial con información.

DATOS	
Año con el ultimo censo	2018
Año Base	2025
Horizonte de proyección del proyecto	25
Año a proyectar	2050
Población Fija Inicial	6293
Población Flotante Inicial	1130
Población Total Inicial	7423

Año	PROOYECIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN WAPPAUS	PROYECCIÓN PROMEDIO
2018	7423	7423	7423	7423
2019	7540	7537	7536	7538
2020	7658	7654	7651	7654
2021	7778	7772	7767	7772
2022	7901	7892	7885	7893
2023	8025	8014	8006	8015
2024	8150	8138	8128	8139
2025	8278	8263	8252	8264
2026	8408	8391	8378	8392
2027	8540	8520	8507	8522
2028	8674	8652	8637	8654
2029	8810	8785	8770	8788
2030	8948	8921	8904	8924
2031	9089	9059	9041	9063
2032	9231	9199	9181	9204
2033	9376	9341	9322	9346
2034	9524	9485	9466	9492
2035	9674	9631	9612	9639
2036	9825	9780	9762	9789
2037	9979	9931	9913	9941
2038	10136	10084	10068	10096
2039	10295	10240	10225	10253
2040	10457	10398	10385	10413

2041	10621	10559	10548	10576
2042	10787	10722	10714	10741
2043	10957	10887	10883	10909
2044	11129	11056	11055	11080
2045	11304	11226	11231	11254
2046	11481	11399	11410	11430
2047	11661	11575	11592	11609
2048	11844	11754	11778	11792
2049	12030	11936	11968	11978
2050	12219	12120	12161	12167

Tabla 9. Proyección de población total en el horizonte normativo 2025-2050.

2.2 INDICADORES ACTUALES Y PROYECTADOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.

2.2.1 Dotación neta actual y proyectada

La dotación neta del sistema según la Resolución 0330 del 2017 y teniendo en cuenta las características físicas de la región, como la altura sobre el nivel del mar que se encuentra en un promedio de 1350 msnm, para la zona urbana municipal, se tiene que la dotación neta a implementar corresponde a 130 L/Hab-día como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 10. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.

Altura Promedio sobre el Nivel del Mar de la Zona Atendida.	Dotación Neta Máxima (L/Hab-Día)
>2000 m.s.n.m	120
1000-2000 m.s.n.m	130
<1000 m.s.n.m	140

Fuente: Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio [Minvivienda], 2017, Cap. 1, Art. 43.

2.2.2 Dotación bruta actual y proyectada.

Teniendo en cuenta las consideraciones establecidas en la Resolución 0330 de 2017, en su artículo 14, la dotación bruta del sistema se calcula mediante la Ecuación 9.

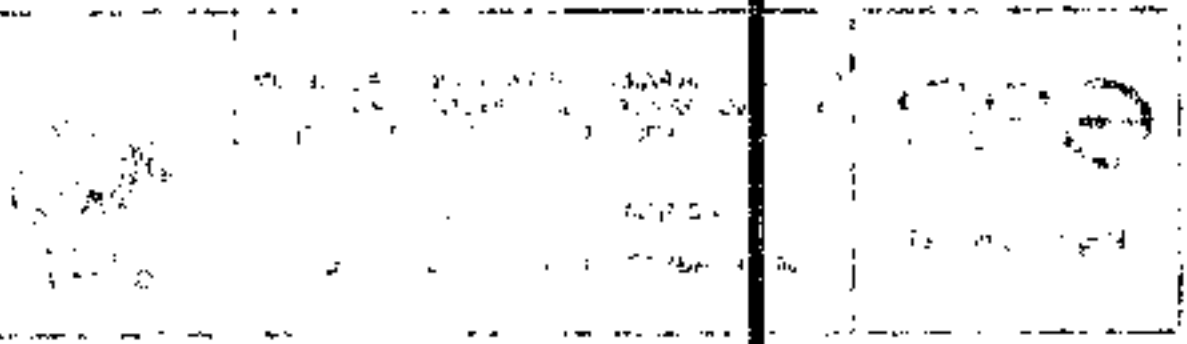
$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{(1-\%p)} \qquad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

D_{bruta}= Dotación bruta

d_{neta}= Dotación neta

$\%_p$= porcentaje de pérdidas técnicas máximas para diseño.



Al aplicar la ecuación anterior con un porcentaje de pérdidas del 25% como se estipula en la Resolución 0330, se obtiene que la dotación bruta futura para el sistema de acueducto veredal en estudio será de 173,3 L/Hab-día.

2.2.3 Coeficientes de consumo K1 y K2

Para los acueductos objeto de estudio, no se tienen datos de macromedición que permitan establecer los coeficientes de consumo, por tanto, se establecen teóricamente como se encuentran en la Resolución 0330 del 2017.

- **K1**

El coeficiente de consumo máximo diario K1, se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando datos registrados en un periodo mínimo de un año (RAS, 2000), sin embargo, el acueducto no tiene datos registrados, por tanto, se toma el valor teórico el cual corresponde a poblaciones menor a 12500 habitantes con un coeficiente de consumo máximo K_1 de 1.3.

- **K2**

De acuerdo con la Resolución 0330 de 2017, artículo 47 en su parágrafo 2°, el coeficiente K_2 no debe ser superior a 1.6 para poblaciones menores a los 12500 habitantes, aplicables para este caso.

2.2.4 Caudal medio diario (qmd) actual y proyectado

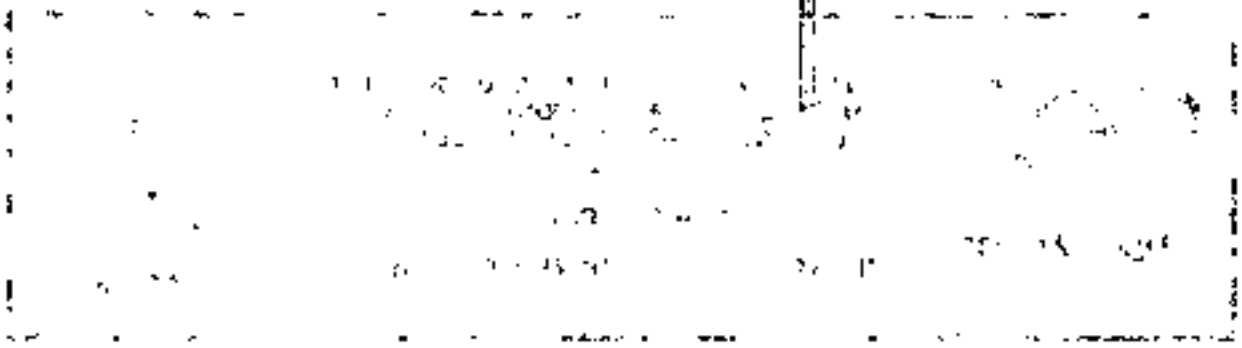
El caudal medio diario (Qmd) corresponde al caudal calculado para la población mediante el uso de la dotación bruta, como se evidencia en la siguiente ecuación.

$$Qmed = \frac{No.suscriptores\ x\ d_{bruta}}{86400}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio en L/s

Dotación = en L/hab.día.



2.2.5 Caudal máximo diario (QMD)

El caudal máximo diario corresponde al consumo máximo durante 24 horas en un periodo de un año. Para estimar el caudal máximo diario se estimó el coeficiente K_1 en un valor de 1.3 y el QMD se halla de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmed\ x\ K_1$$

2.2.6 Caudal máximo Horario (QMH)

El caudal máximo horario corresponde al consumo máximo durante una hora en un periodo de un año. Para estimar el caudal máximo diario se estimó el coeficiente K2, en un valor de 1.6. Ver Ecuación 11.

$$QMH = QMD\ x\ K_2$$ Ecuación 10

En la tabla 11, se relacionan los valores de caudales medio, máximos diarios y horarios para el horizonte del proyecto de 25 años, con un porcentaje de pérdidas en el sistema de 25%.

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
APs	Población De Diseño (Hab)	K Perdidas	DOTACION NETA (L/Hab.Dia)	DOTACION BRUTA (L/Hab.Dia)	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
	Habitantes					L/S	$Q_{MH} = \frac{1.6}{Qmd^{0.2}}$
				$[5] = \frac{[4]}{1-[3]}$	$[6] = \frac{[2]*[5]}{86400}$	[7] = [6]* K1	[8]=[7]*K2
2018	7,413	15%	150.00	176.33	14.85	19.4	31.8
2019	7,558	15%	150.00	176.33	15.13	19.7	31.8
2020	7,694	15%	150.00	176.33	15.06	20.0	31.9
2021	7,772	15%	150.00	176.33	15.55	20.3	32.4
2022	7,893	15%	150.00	176.33	15.81	20.5	32.6
2023	8,013	15%	150.00	176.33	16.04	20.9	33.4
2024	8,139	15%	150.00	176.33	16.30	21.2	34.0
2025	8,264	15%	150.00	176.33	16.54	21.5	34.5
2026	8,390	15%	150.00	176.33	16.84	21.9	35.0
2027	8,522	15%	150.00	176.33	17.10	22.2	35.6
2028	8,654	15%	150.00	176.33	17.36	22.6	36.1
2029	8,788	15%	150.00	176.33	17.62	22.9	36.7
2030	8,924	15%	150.00	176.33	17.90	23.3	37.2
2031	9,060	15%	150.00	176.33	18.18	23.6	37.8
2032	9,204	15%	150.00	176.33	18.46	24.0	38.4
2033	9,346	15%	150.00	176.33	18.75	24.4	39.0
2034	9,490	15%	150.00	176.33	19.04	24.8	39.6
2035	9,639	15%	150.00	176.33	19.34	25.1	40.2
2036	9,789	15%	150.00	176.33	19.64	25.5	40.8
2037	9,941	15%	150.00	176.33	19.94	25.9	41.5
2038	10,095	15%	150.00	176.33	20.25	26.3	42.1
2039	10,253	15%	150.00	176.33	20.57	26.7	42.8
2040	10,413	15%	150.00	176.33	20.89	27.2	43.5
2041	10,576	15%	150.00	176.33	21.22	27.6	44.1
2042	10,741	15%	150.00	176.33	21.55	28.0	44.8
2043	10,909	15%	150.00	176.33	21.89	28.4	45.5
2044	11,080	15%	150.00	176.33	22.23	28.9	46.2
2045	11,254	15%	150.00	176.33	22.58	29.3	47.0
2046	11,430	15%	150.00	176.33	22.93	29.8	47.7
2047	11,609	15%	150.00	176.33	23.29	30.3	48.4
2048	11,791	15%	150.00	176.33	23.66	30.8	49.2
2049	11,976	15%	150.00	176.33	24.03	31.2	50.0
2050	12,167	15%	150.00	176.33	24.41	31.7	50.8

Tabla 11. Proyección de Población y Caudales. Acueducto Urbano del municipio de Cocorná-Antioquia.



3 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Este documento es realizado a partir de la información levantada en campo, al igual que la suministrada por la empresa de servicios públicos municipal.

3.1 GENERALIDADES Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

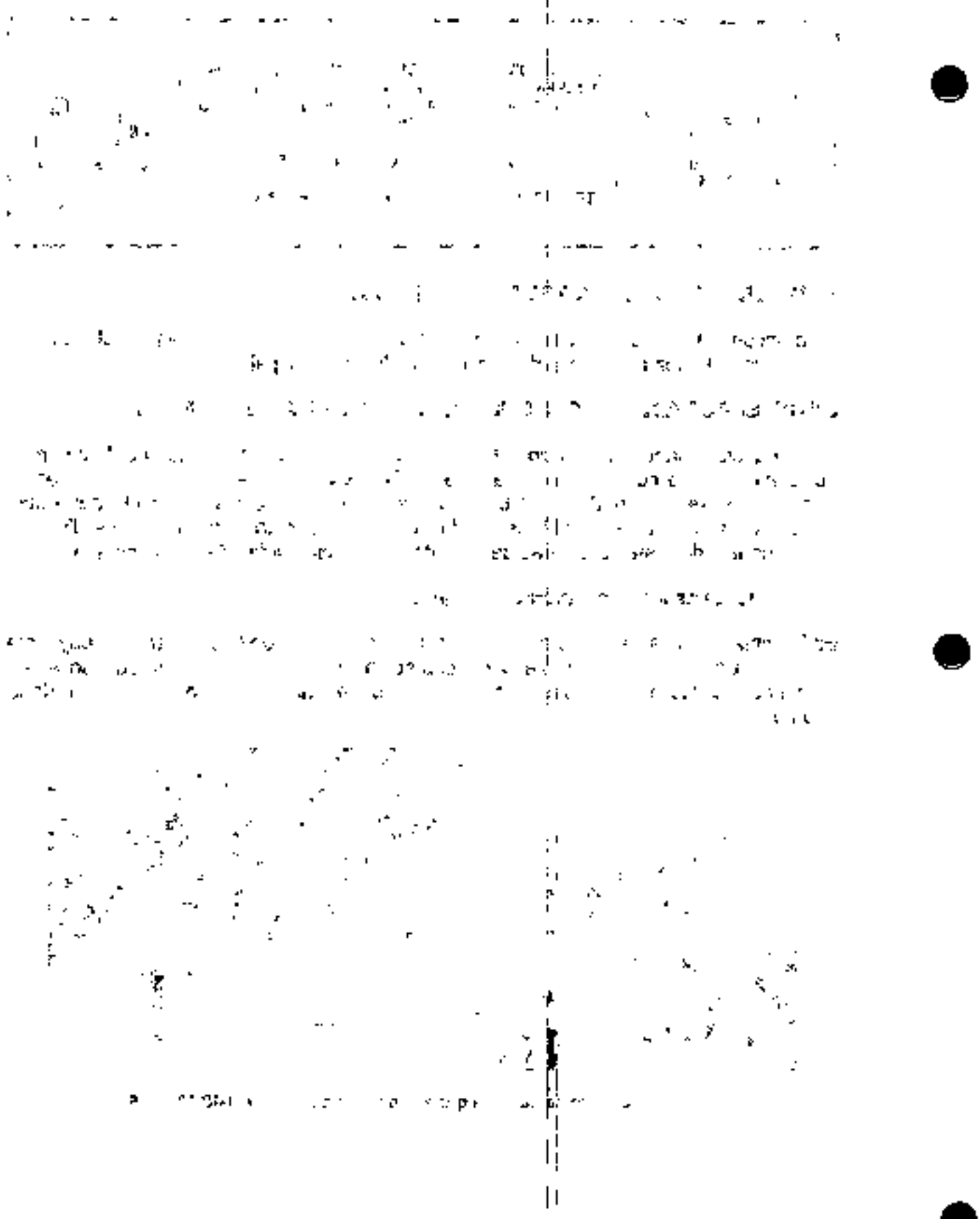
El acueducto urbano del municipio de Cocorná, actualmente es operado por la empresa de servicios públicos de Cocorná (ESP-COCORNA). Considerando las diferentes componentes de un acueducto y si bien la presente consultoria se basa en el diagnostico, evaluación y diseño de PTAP, es valido mencionar el estado actual de los distintos componentes del sistema en aras de garantizar la funcionalidad de lo proyectado.

3.1.1 Fuente de Abastecimiento (Bocatoma).

En la actualidad el sistema de acueducto municipal se surte de la quebrada la guayabala mediante un sistema rudimentario de captación lateral, cabe resaltar que se están adelantado obras para la construcción de una bocatoma alterna sobre la quebrada la chonta.



Figura 7- Bocatoma sobre la quebrada la chonta, fuente: GICCA-2025



3.1.2 Desarenador

En la actualidad el sistema de acueducto no cuenta con sistema de desarenador, por lo que es usual su recolección periódica en aprox 2.46m3/15dias en la planta de tratamiento actual.

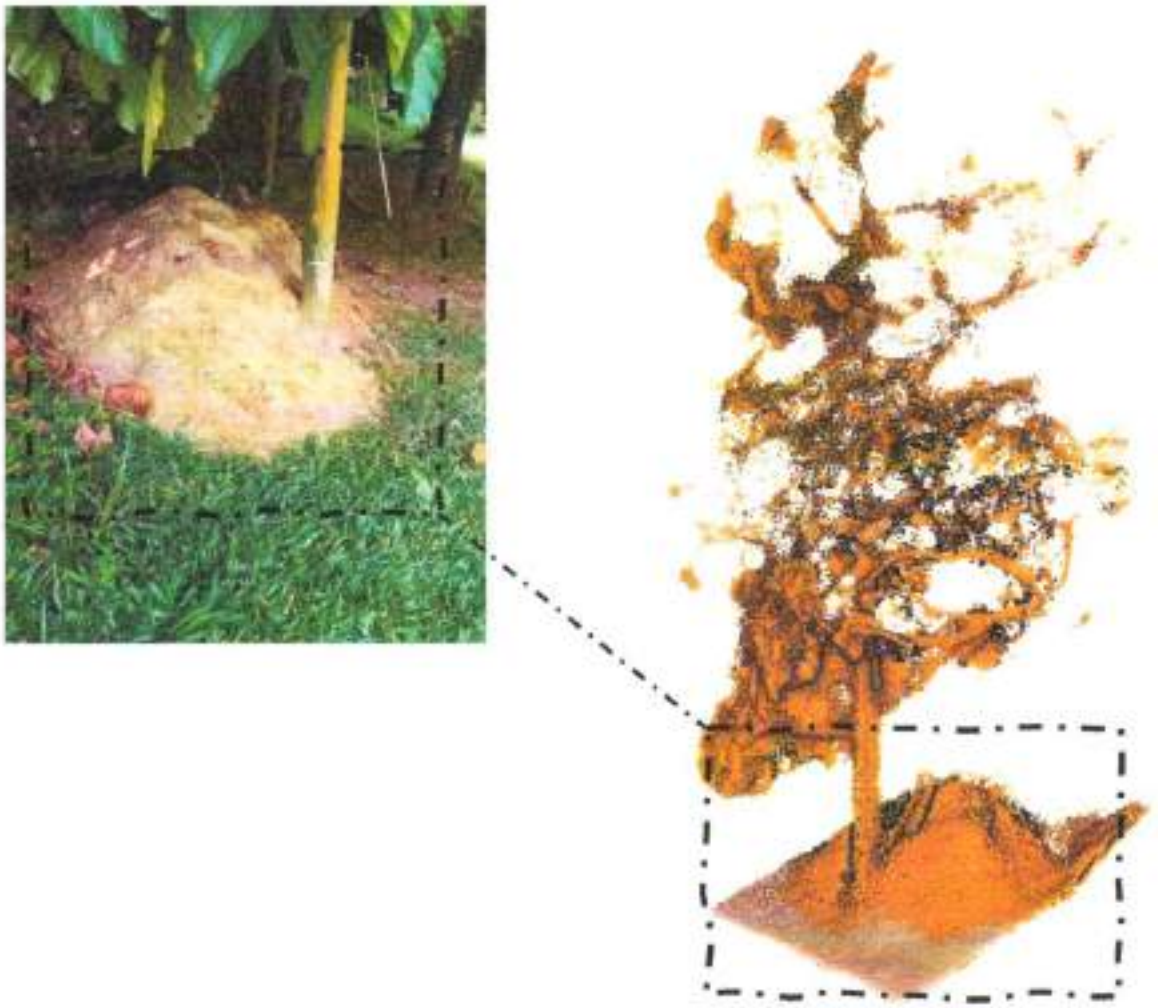
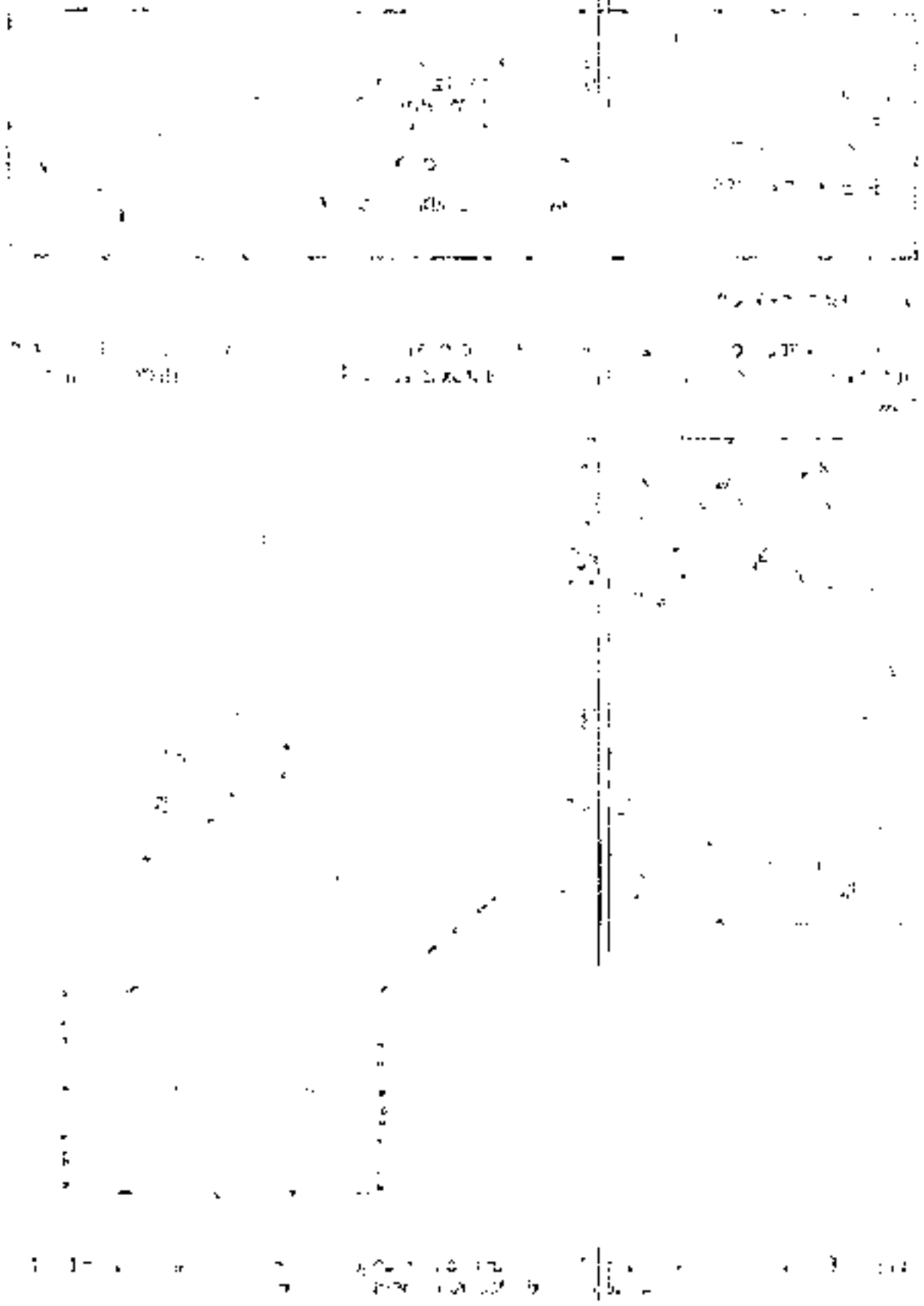


Figura 8- Referencia de la cantidad de arenas que se recogen en el canal de entrada de la PTAP, por ausencia de desarenador en el sistema.



A continuación, se realiza un estimado del volumen de material a partir de los datos derivados del levantamiento LIDAR, realizado para la PTAP.

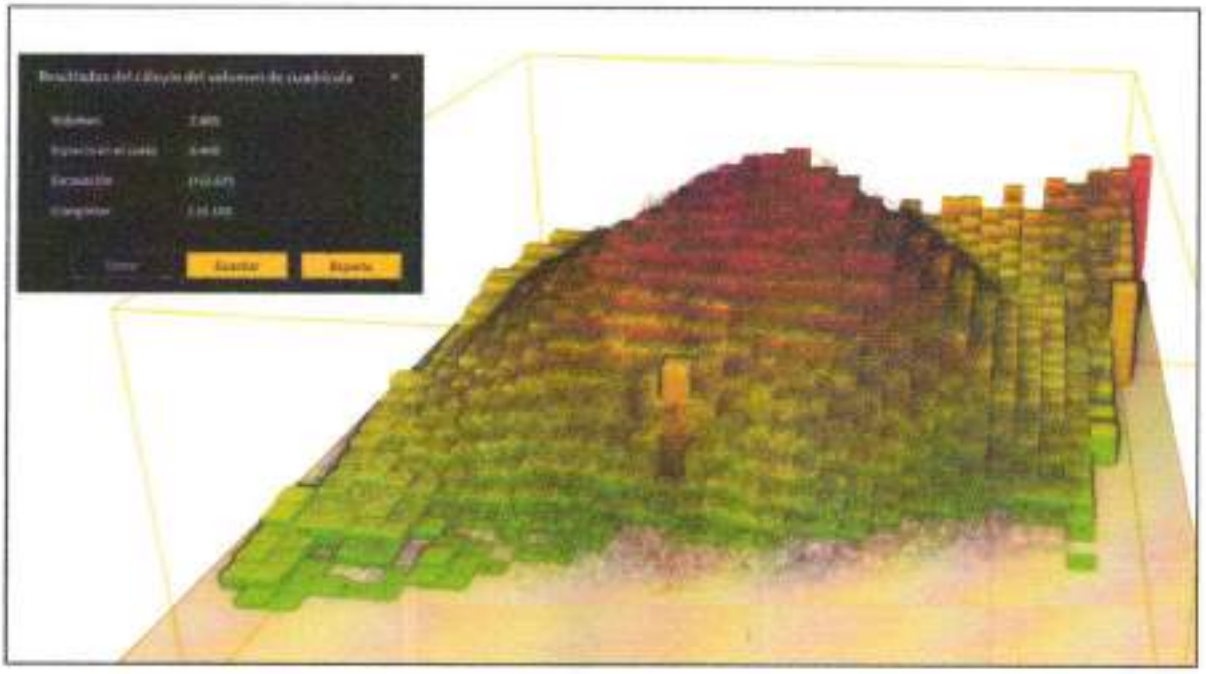
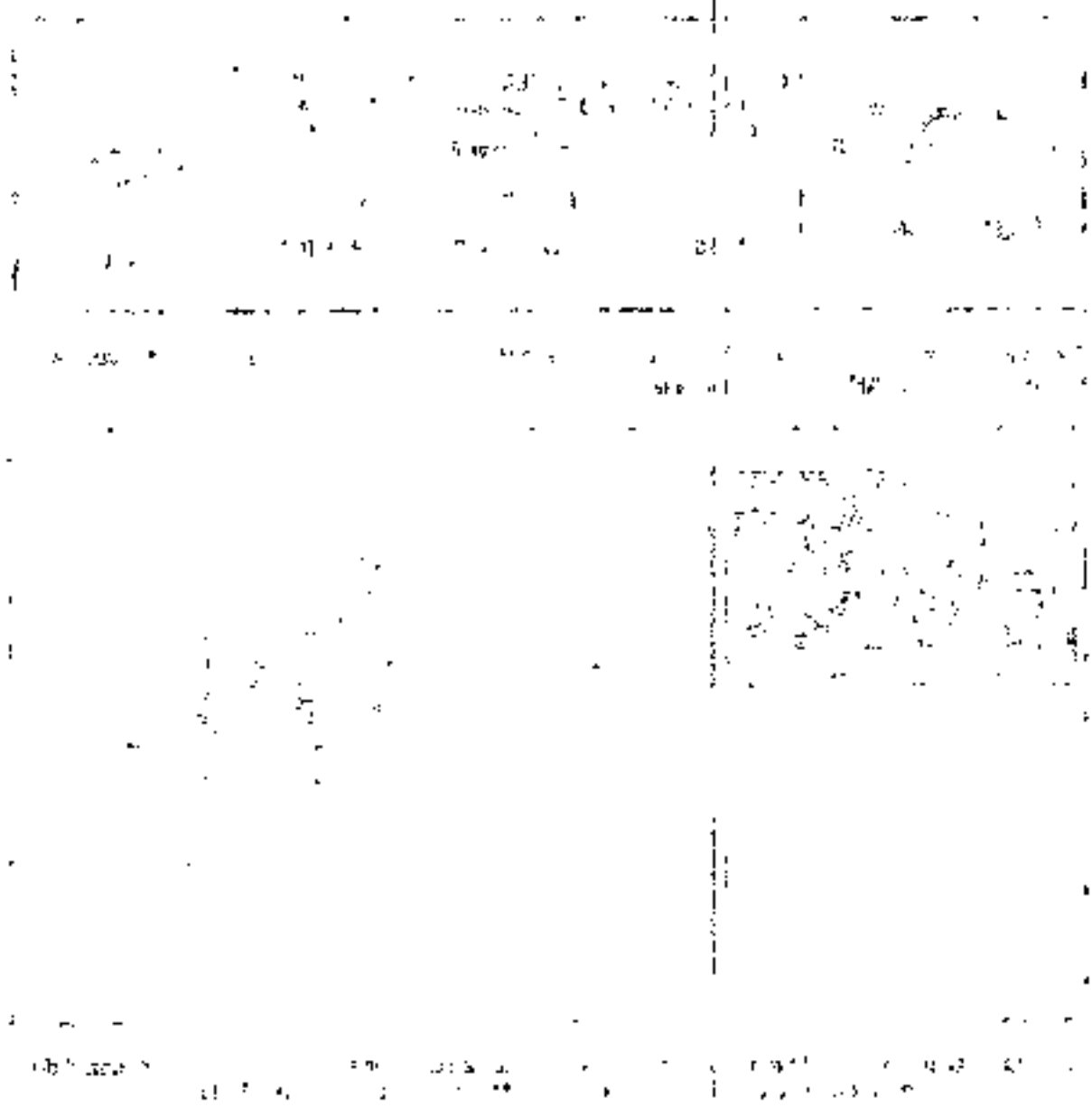


Figura 9- Calculo del volumen aproximado de la cantidad de arena que se recoge en el canal de entrada de la PTAP, a partir de los datos del levantamiento LIDAR.



3.1.3 Red de aducción

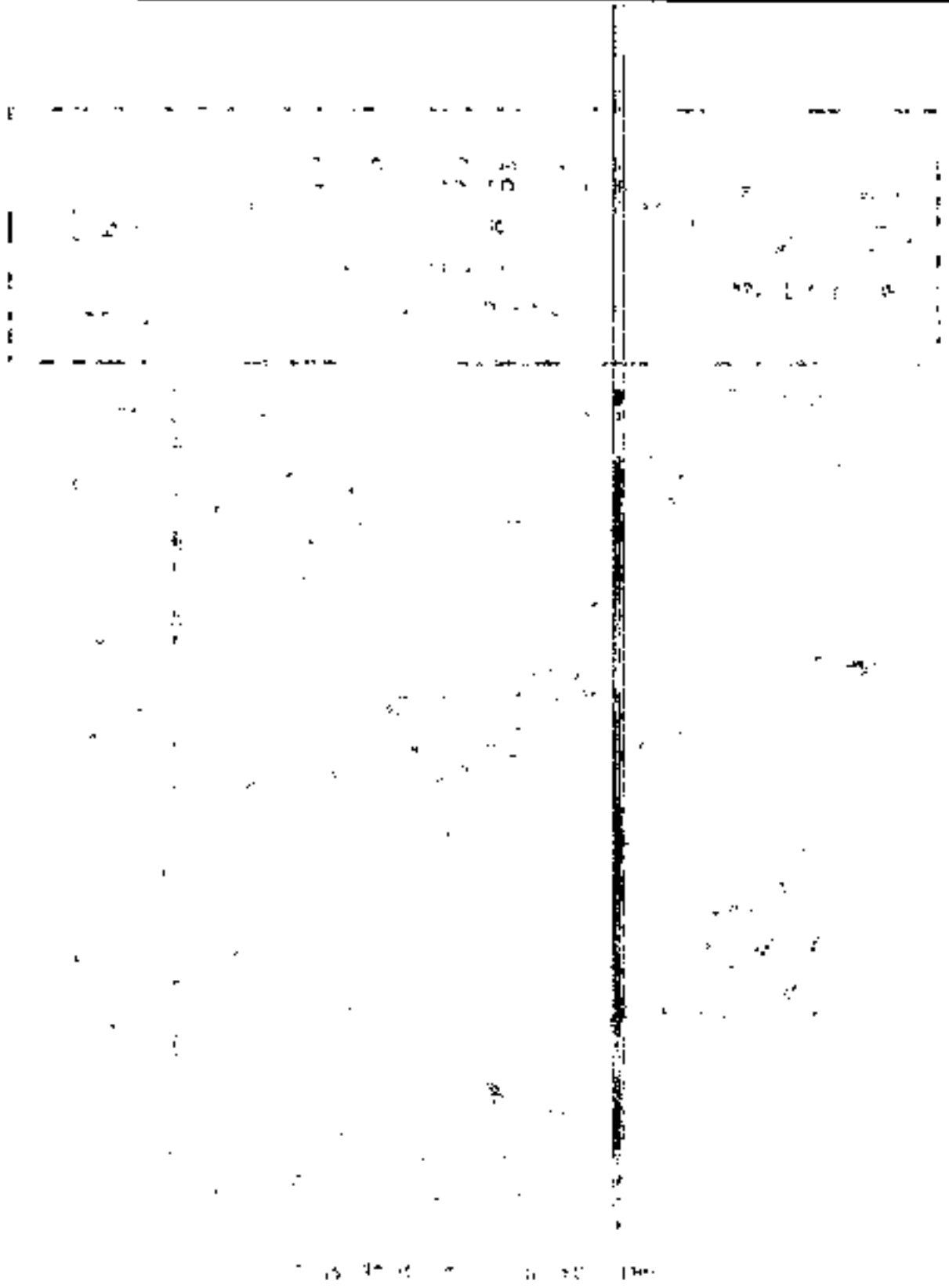
En la actualidad se encuentra en funcionamiento la aducción que viene desde la quebrada la guayabala, cabe resaltar que en el corto plazo entrara en operación la aducción proveniente de la quebrada la chonta, la cual se encuentra construida en polietileno de alta densidad ⌀:8pulg.



Figura 10- fotografía de referencia de aducción sobre quebrada la chonta.



Figura 12- Vista aérea de PTAP actual



El diagnóstico hidráulico de la PTAP existente se realiza con el caudal futuro, con el fin de determinar su capacidad para tratar el caudal requerido al periodo de diseño, no se realiza con el caudal actual ya que se observa de entrada que todas las estructuras funcionan ahogadas o rebosadas.

En cuanto al empalme aducción – PTAP, este se realiza mediante un sistema de válvulas de compuerta y BYPASS, que mediante accionamiento manual de acuerdo a la necesidad de operación se accionan y/o configuran para que el caudal entrante entre directo a los tanques de almacenamiento o entre a la PTAP, para su tratamiento.



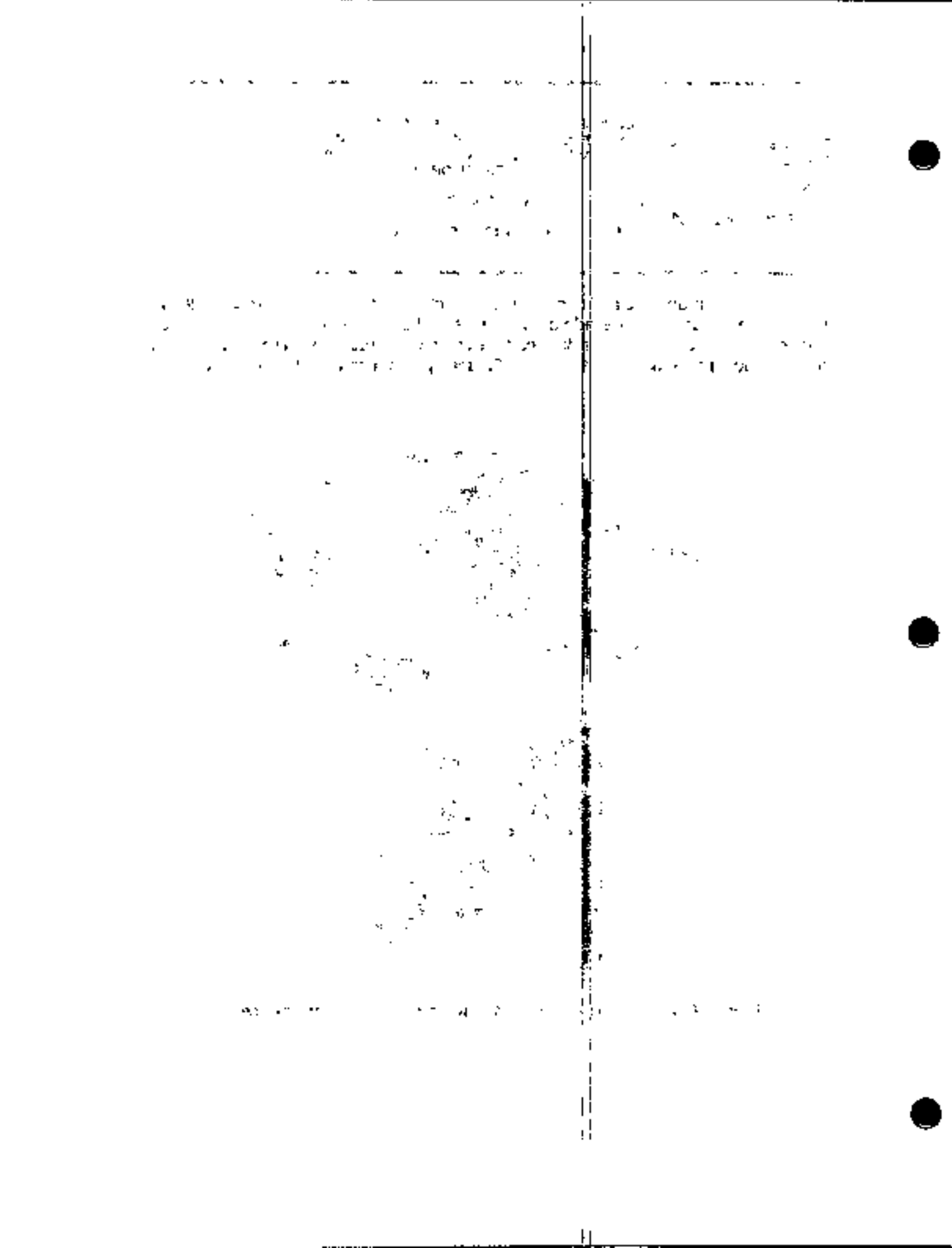
Figura 13- fotografía visita técnica a PTAP actual, zona de preparación y aplicación del coagulante.

Basado en el diagnóstico hidráulico y físico realizado, se observa que, en la PTAP, se realiza la mezcla rápida a través de un vertedero triangular que sirve de control hidráulico

previo a la etapa de floculación, como coagulante, se emplea policloruro de aluminio el cual es preparado y almacenado en 5 tanques de 500l cada uno y enviado al canal de entrada a través de una bomba dosificadora con concentraciones entre (33.6-33.7) mg/l para un caudal máximo de 26 LPS y (28-30) mg/l para un caudal mínimo de 20LPS.



Figura 14- cuarto de almacenamiento y preparación del policloruro de aluminio



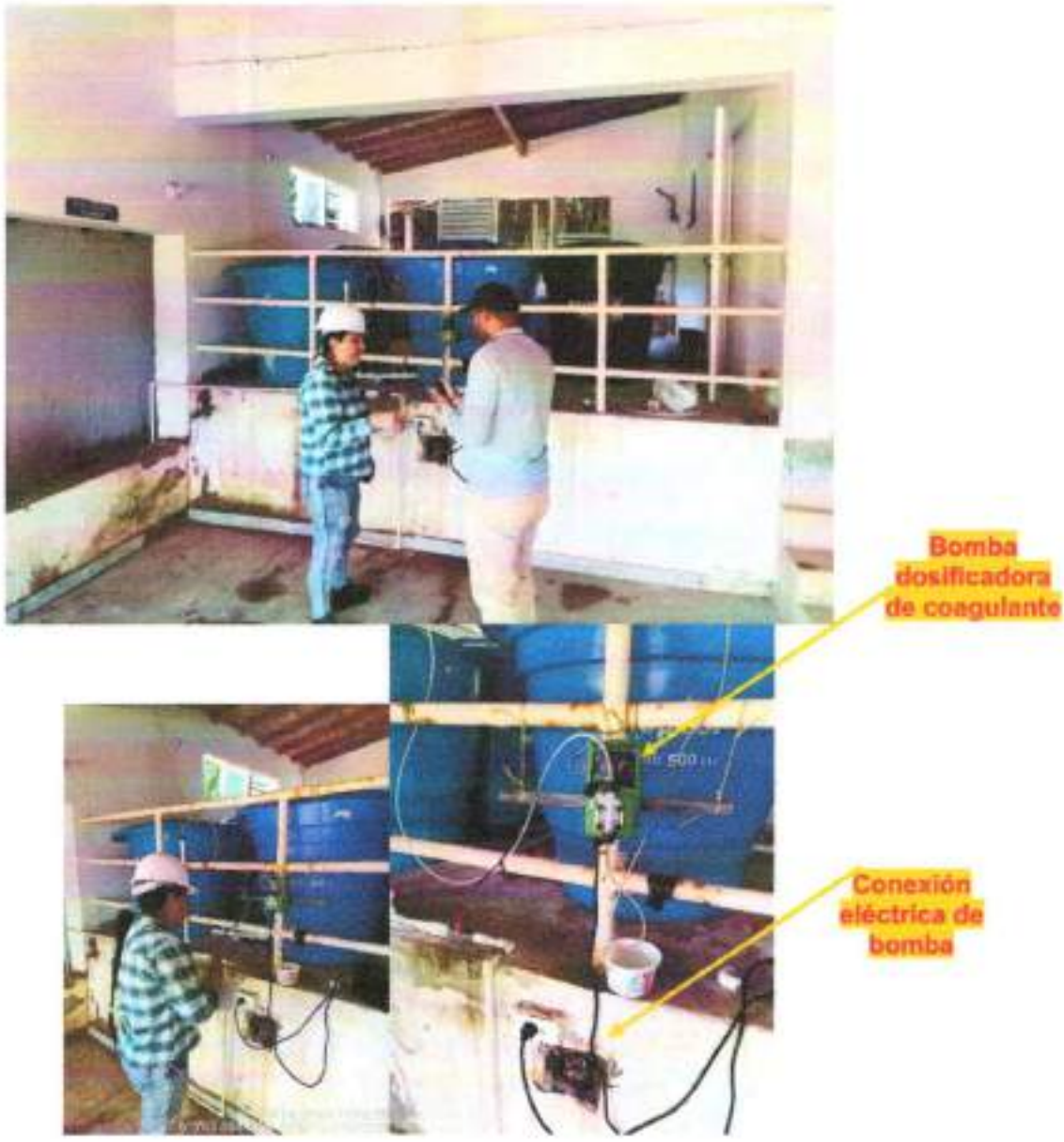


Figura 15- bomba dosificadora del coagulante policloruro de aluminio.

La dosificación entra al flujo por goteo, posterior al control hidráulico que ejerce el vertedero triangular.

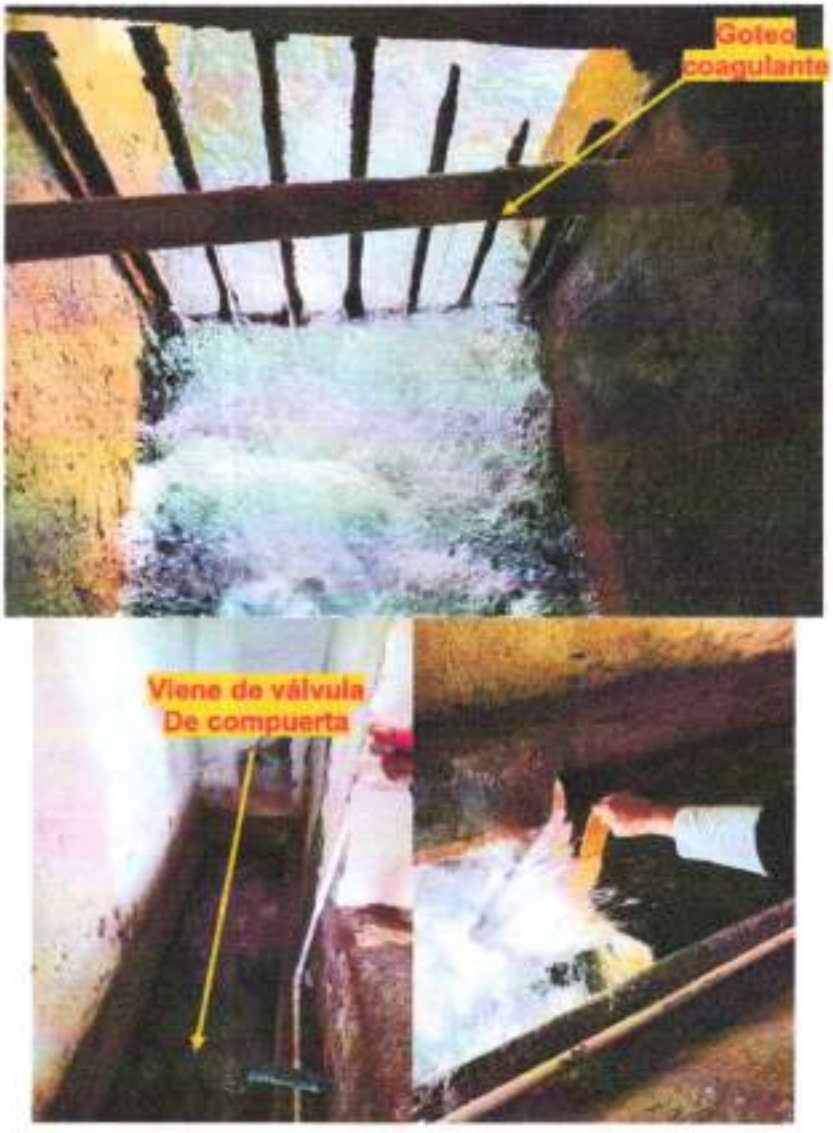


Figura 16- Zona de mezcla rápida en PTAP actual.

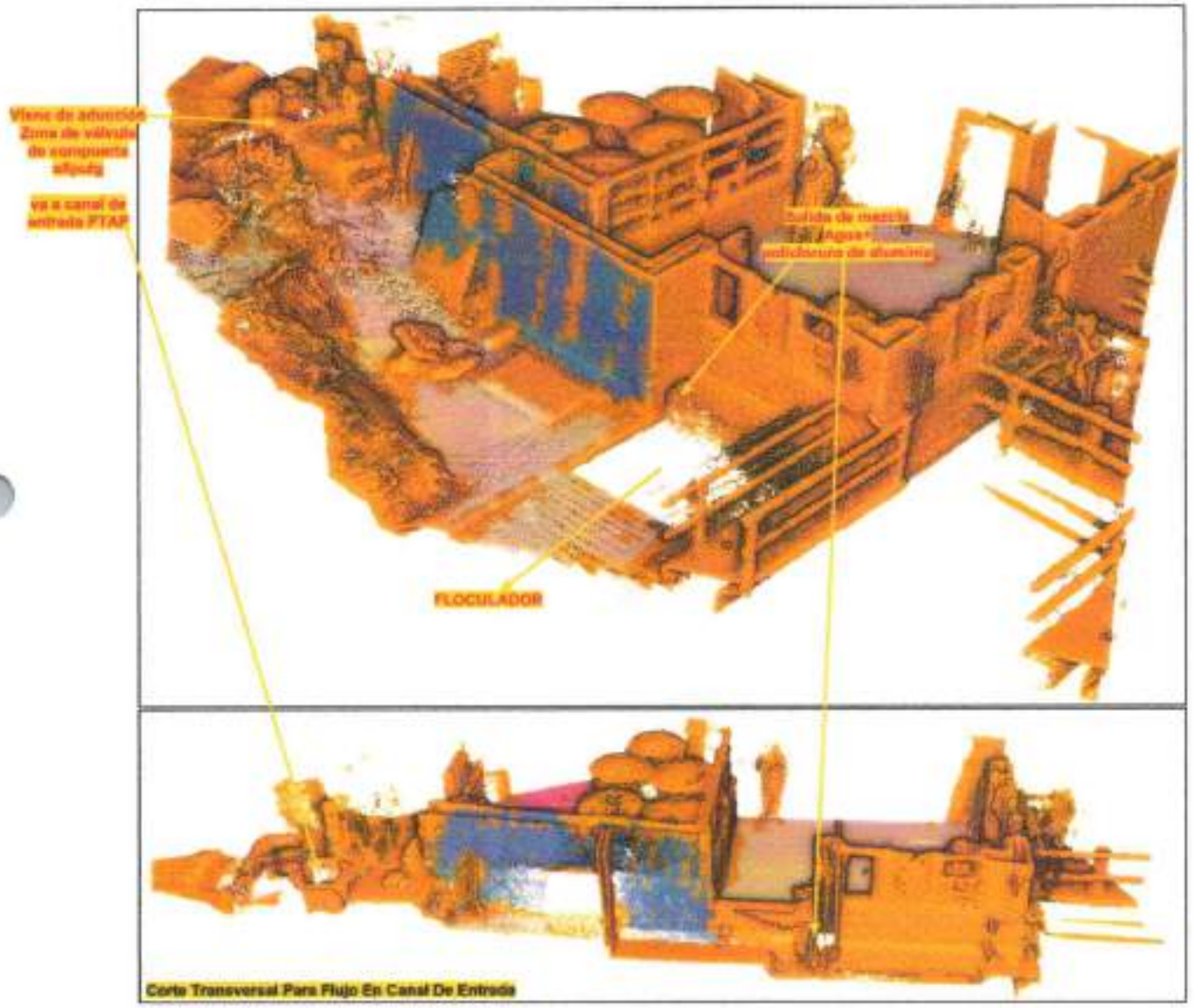


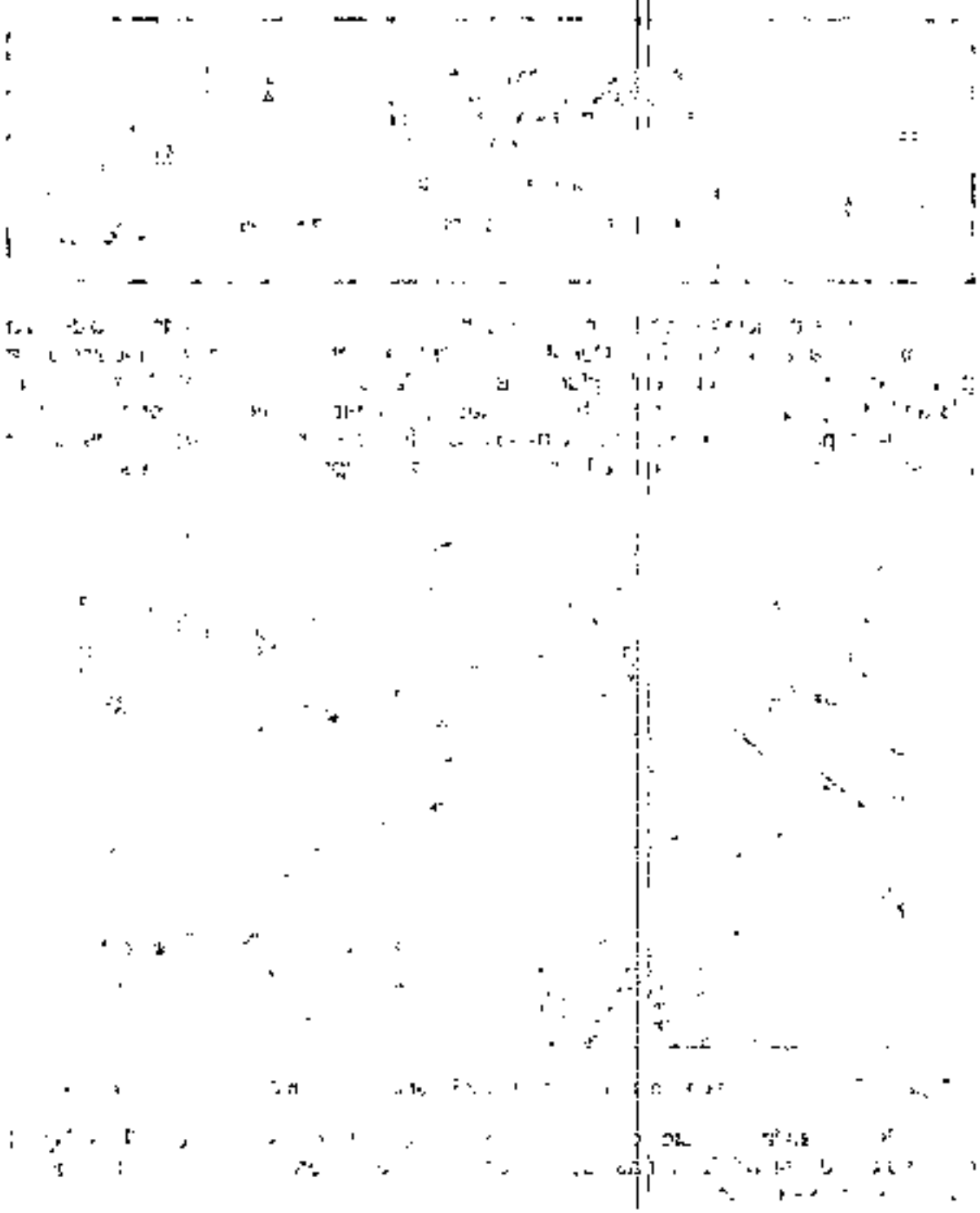
Figura 17- Esquematización a partir de levantamiento detallado con sensor LIDAR + GNSS DE PRECISION.

La unidad de floculación es de tipo convencional en concreto reforzado, hidráulico de flujo horizontal y paneles en PRFV. Cuenta un compartimiento y 2 zonas de floculación la primera con una separación entre placas de15cm y la segunda con 20cm. Se resalta que 2/3 de la longitud del floculador trabaja ahogado presumiblemente por la operación con un caudal superior al de diseño, ocasionado que el flujo en la parte superior de las placas no realice el debido recorrido para lograr una formación optima de los flóculos.



Figura 18- fotografía en donde se muestra el floculador ahogado en 2/3 partes de su longitud.

Se resalta que en la operación del floculador se evidencian zonas muertas de flujo al igual que una alta densidad de arenas suspendidas en el agua, con poca o nula formación de flóculos entre las divisiones.



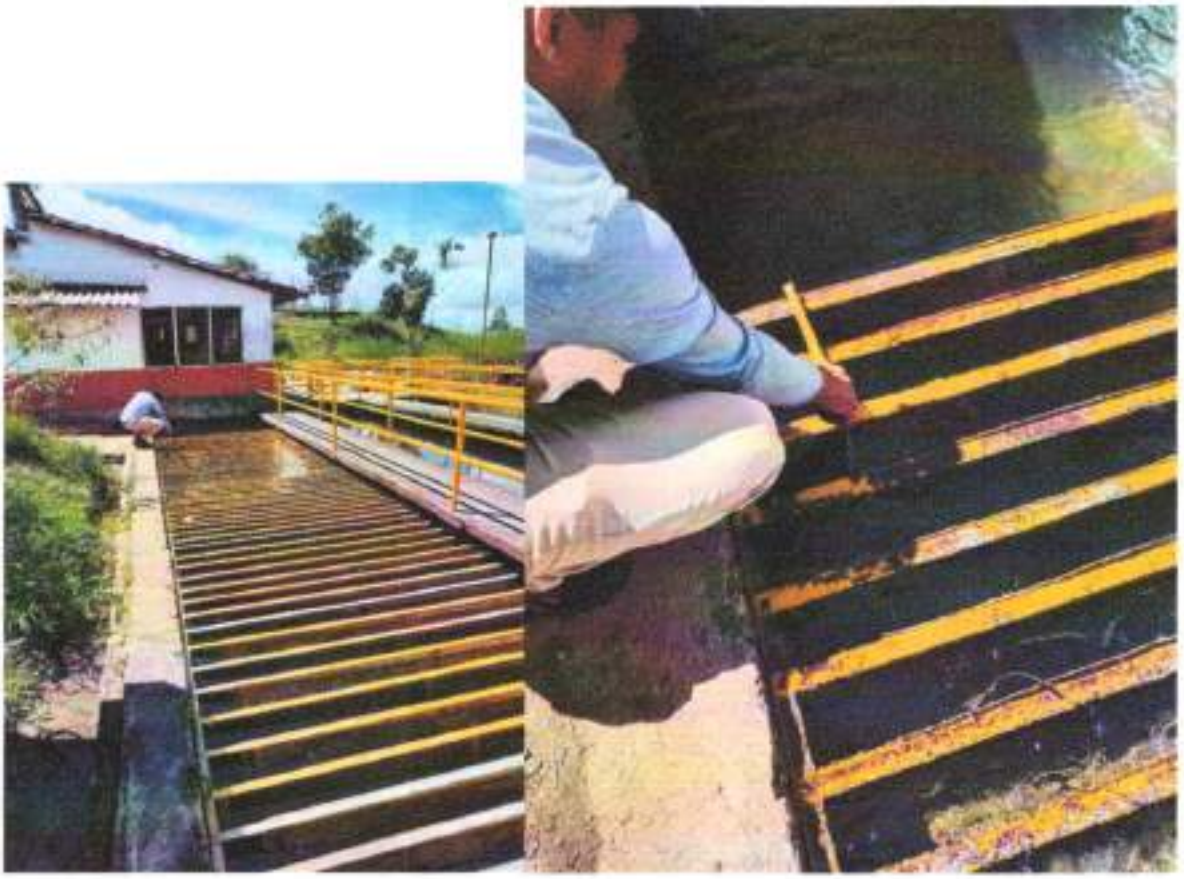


Figura 19- separación en tramo inicial del floculador (15cm).

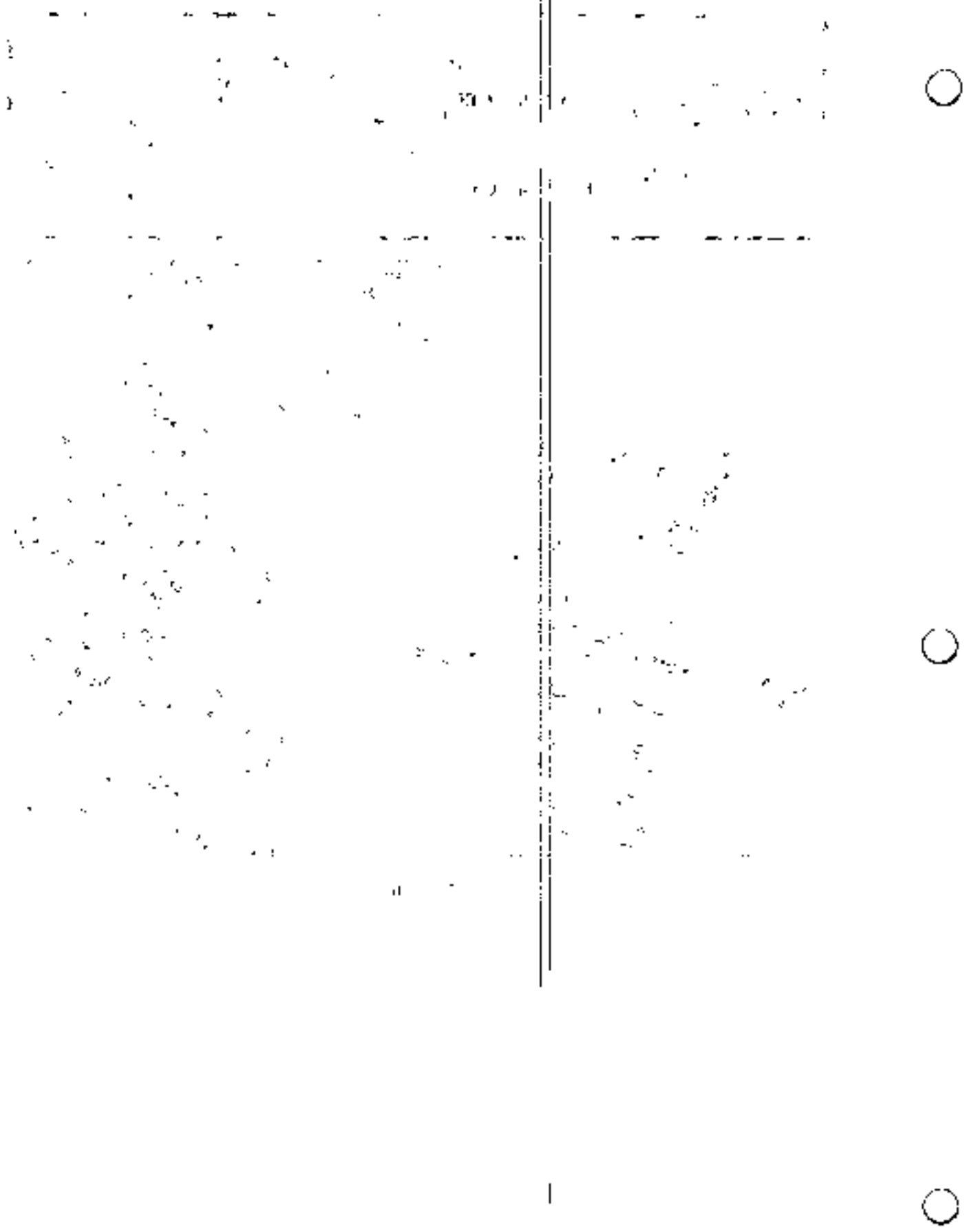




Figura 20- separación en tramo final de floculador horizontal (20cm).

Se evidencia en el tramo final del floculador una alta densidad de granos de arena al en su interior, los cuales ingresan al sedimentador mediante un canal de aguas floculadas, cabe resalta la alta turbulencia que se genera en la salida, siendo un factor importante para el rompimiento de los flocs.



Figura 21- Evidencia de una alta densidad de arenas en suspensión al final del floculador



Para evaluar los gradientes de velocidad y por ende el cumplimiento de la normativa aplicable en la materia, se realiza un modelo hidráulico para definir las velocidades de circulación en a partir de la separación del floculador, considerando el QMD proyectado en el horizonte de diseño 2025-2050.

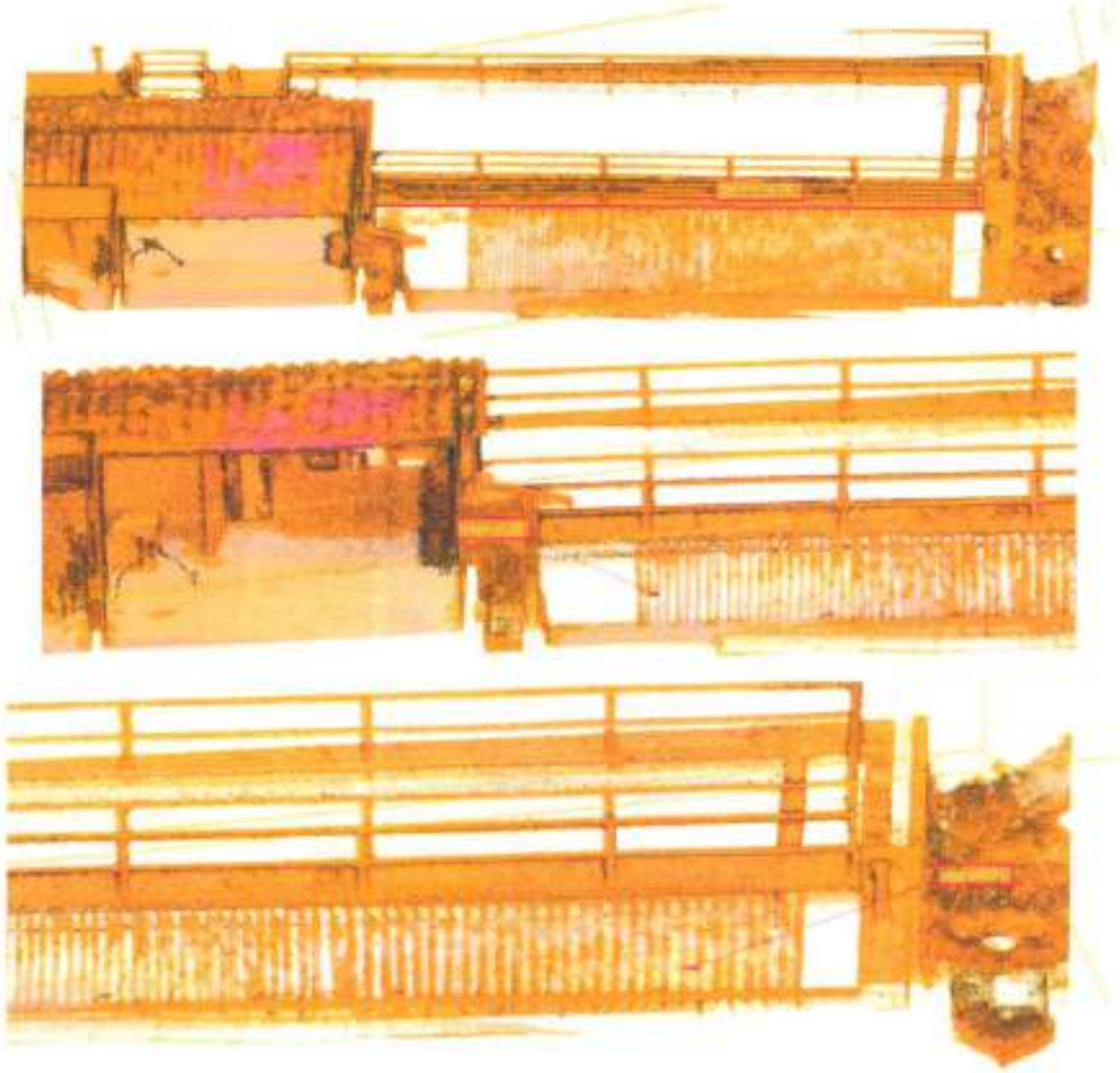


Figura 22- mediciones del floculador a partir del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISION

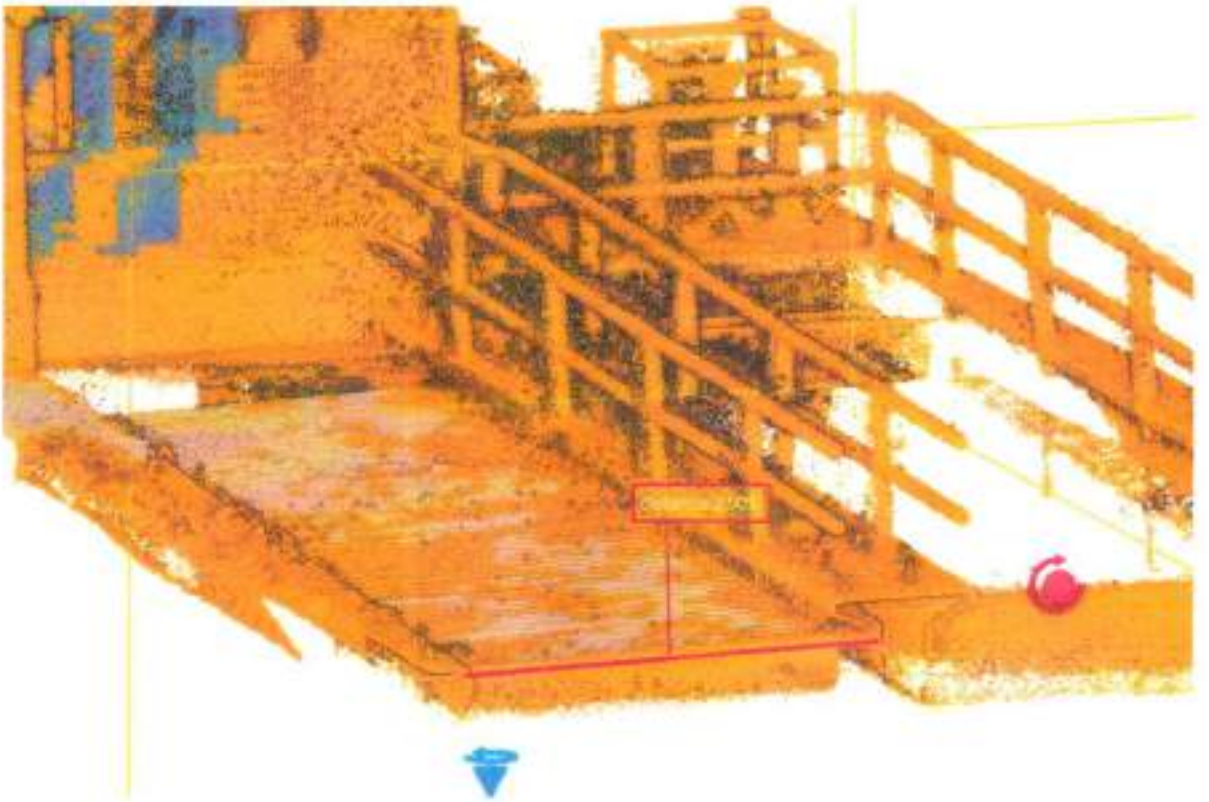


Figura 23- mediciones del floculador a partir del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISION

Se muestra a continuación el dimensionamiento del modelo hidráulico.

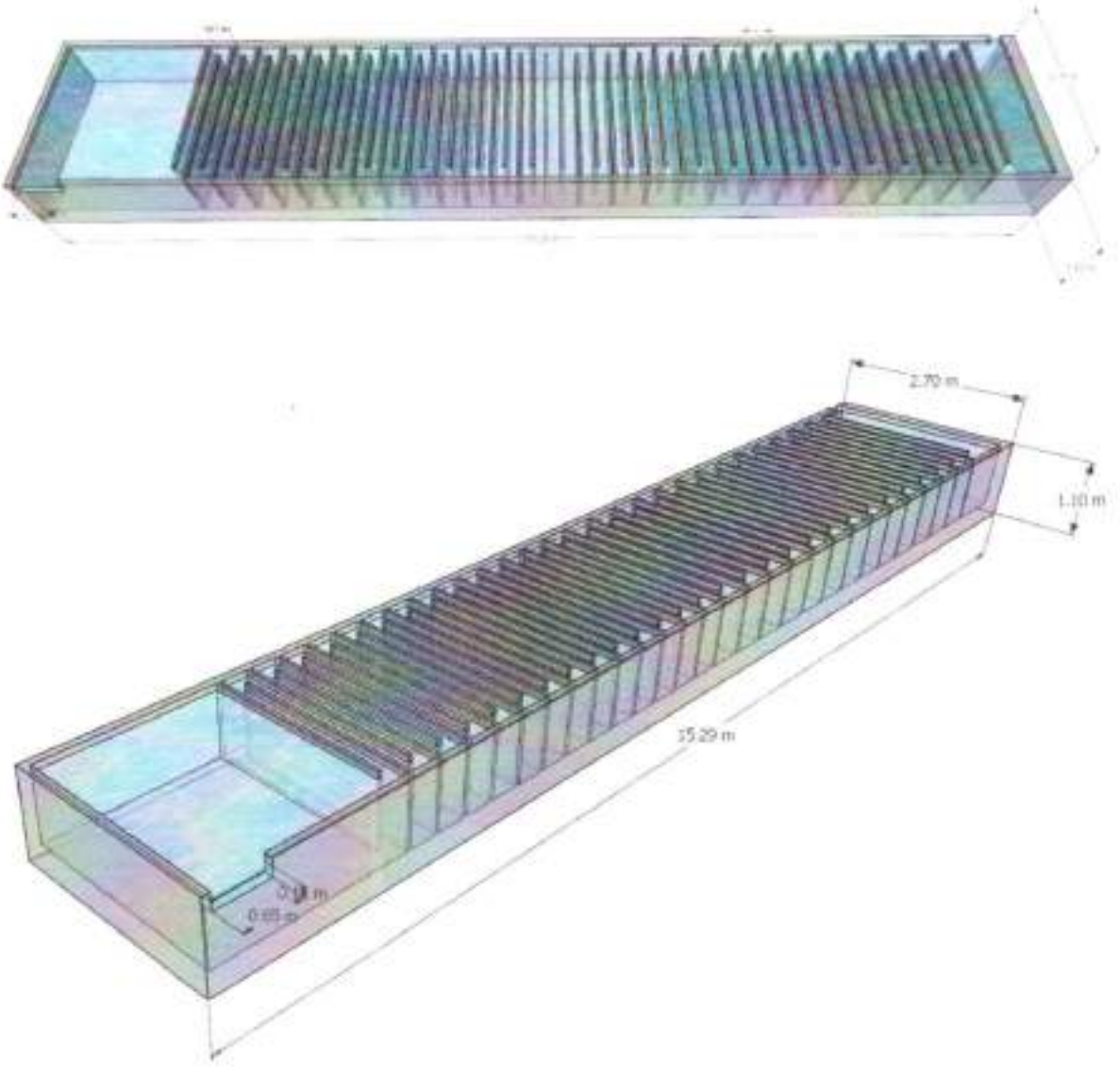
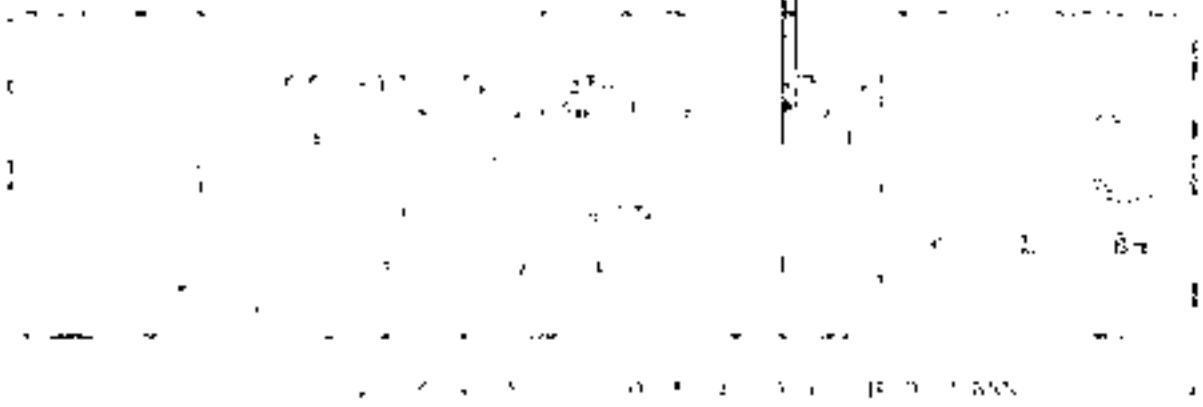
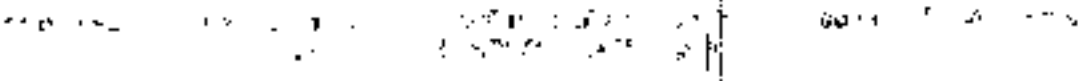


Figura 24- Modelo de floculador realizado a partir de los datos recolectados en campo con tecnología LIDAR + GNSS DIFERENCIAL.







Para definir la condición de contorno de entrada en el modelo se obligan las dimensiones del mismo con una calculo en flujo uniforme para el caudal de diseño (QMD2050=31.7LPS).

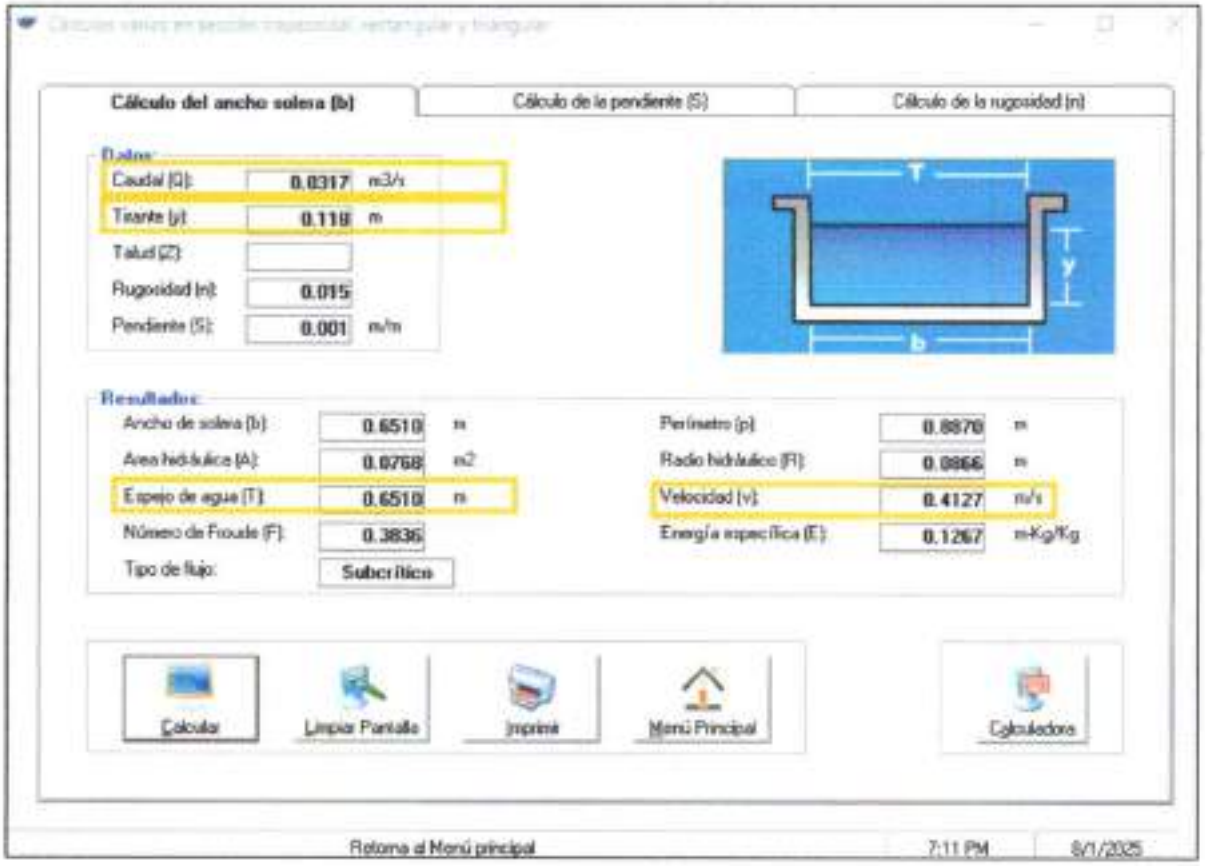
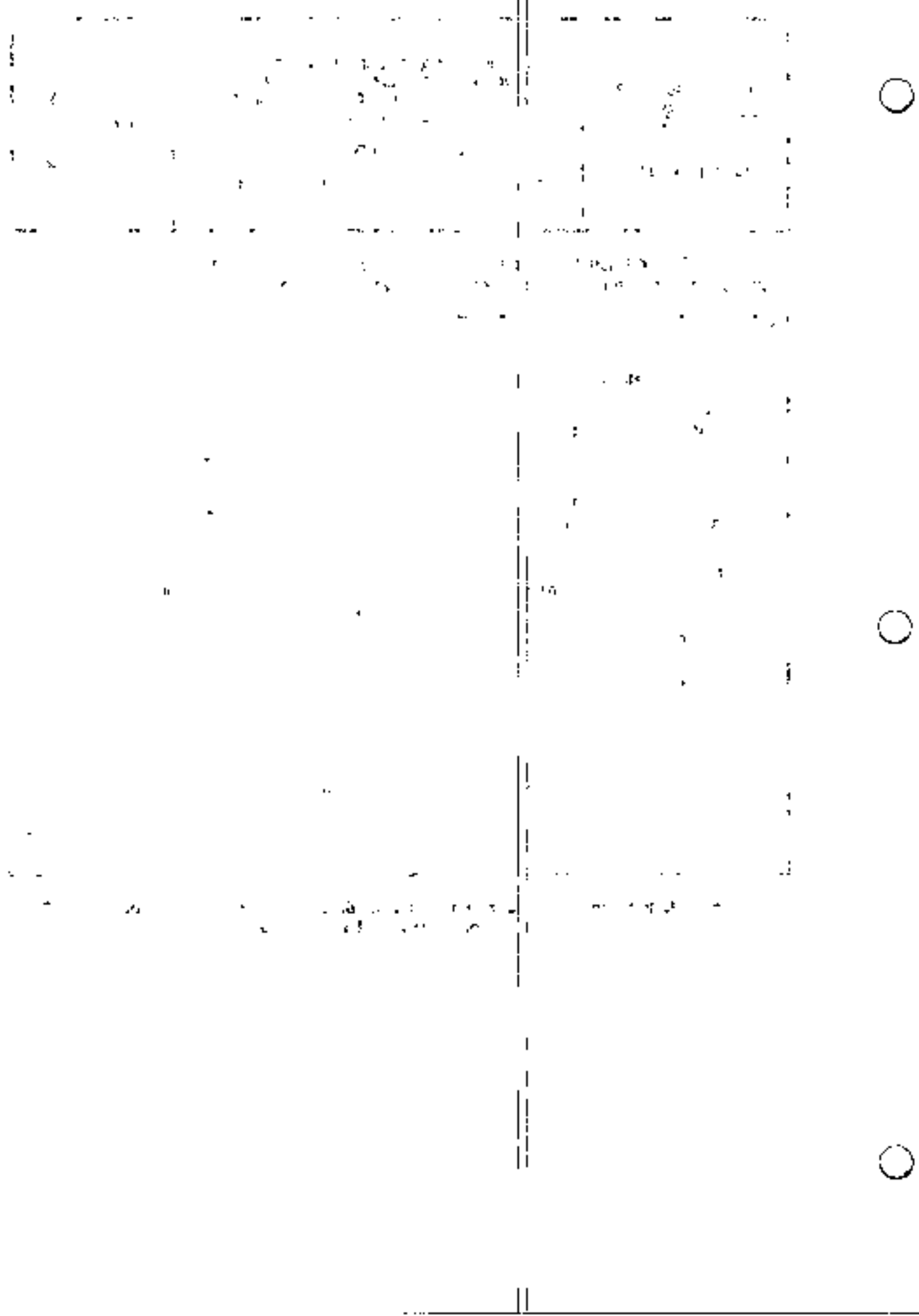
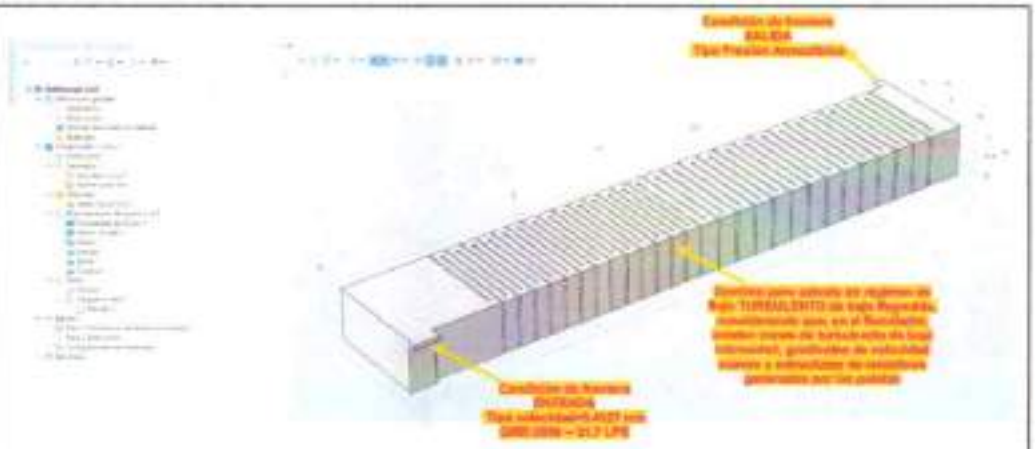
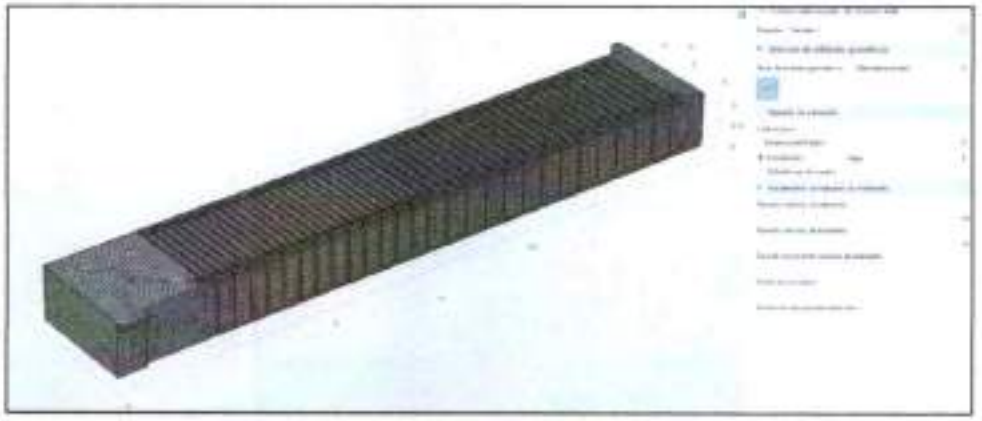


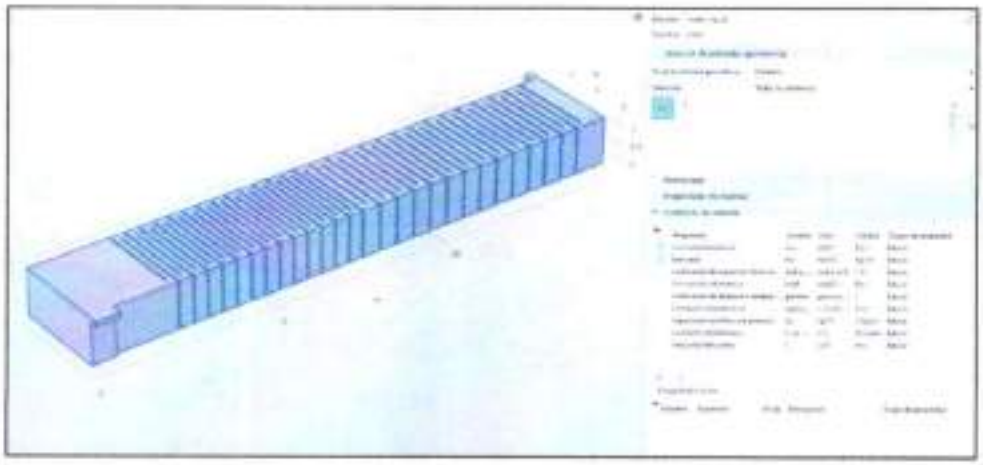
Figura 25- Calculo en flujo uniforme para la condición de contorno caudal de entrada PTAP considerando un caudal de 31.7 LPS.



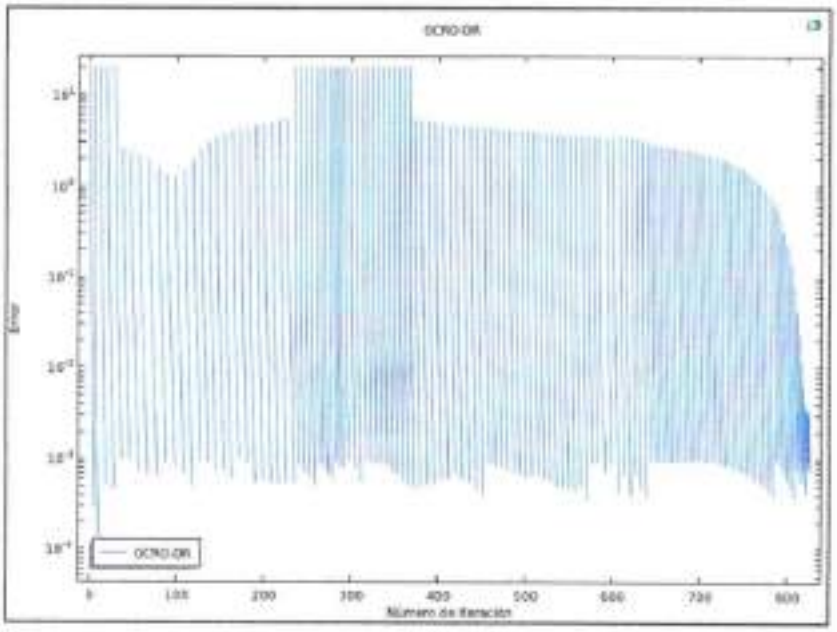
- Definición Y Resultados Del Modelo Numérico:

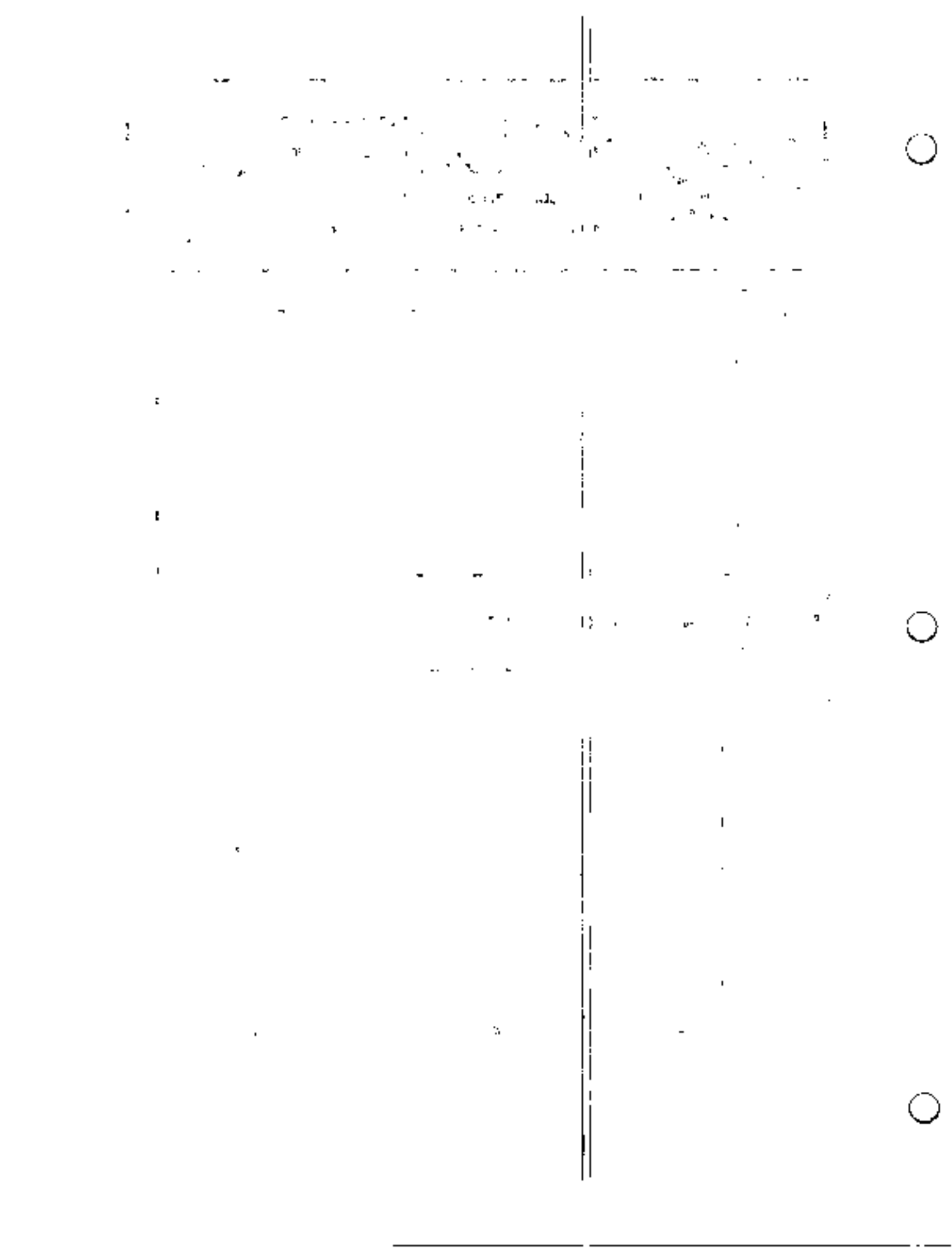
Esquema del modelo:	
Tamaño De Malla:	Malla consiste en 541937 elementos Calidad mínima: 0.1995, calidad media: 0.6687. 

Material:



ESTABILIDAD EN EL MODELO NUMERICO:





CONVERGENCIA DEL MODELO NUMERICO:

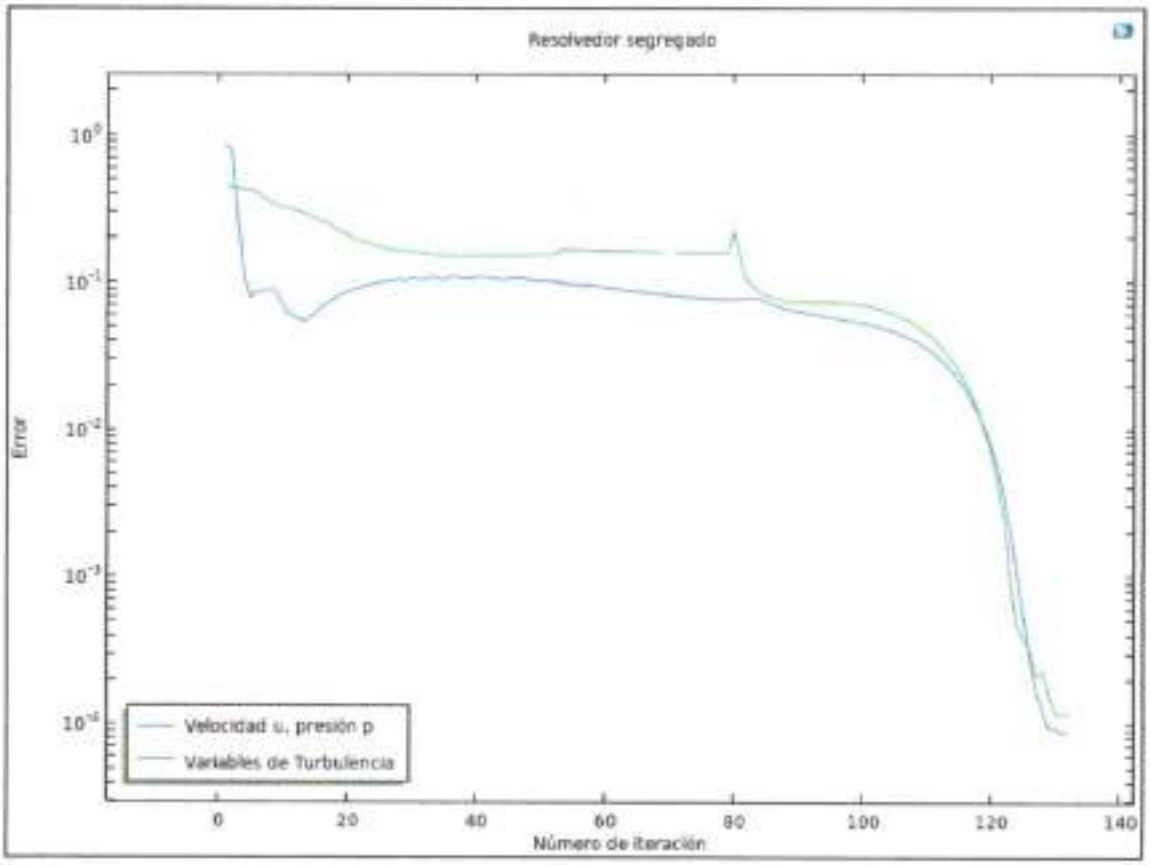
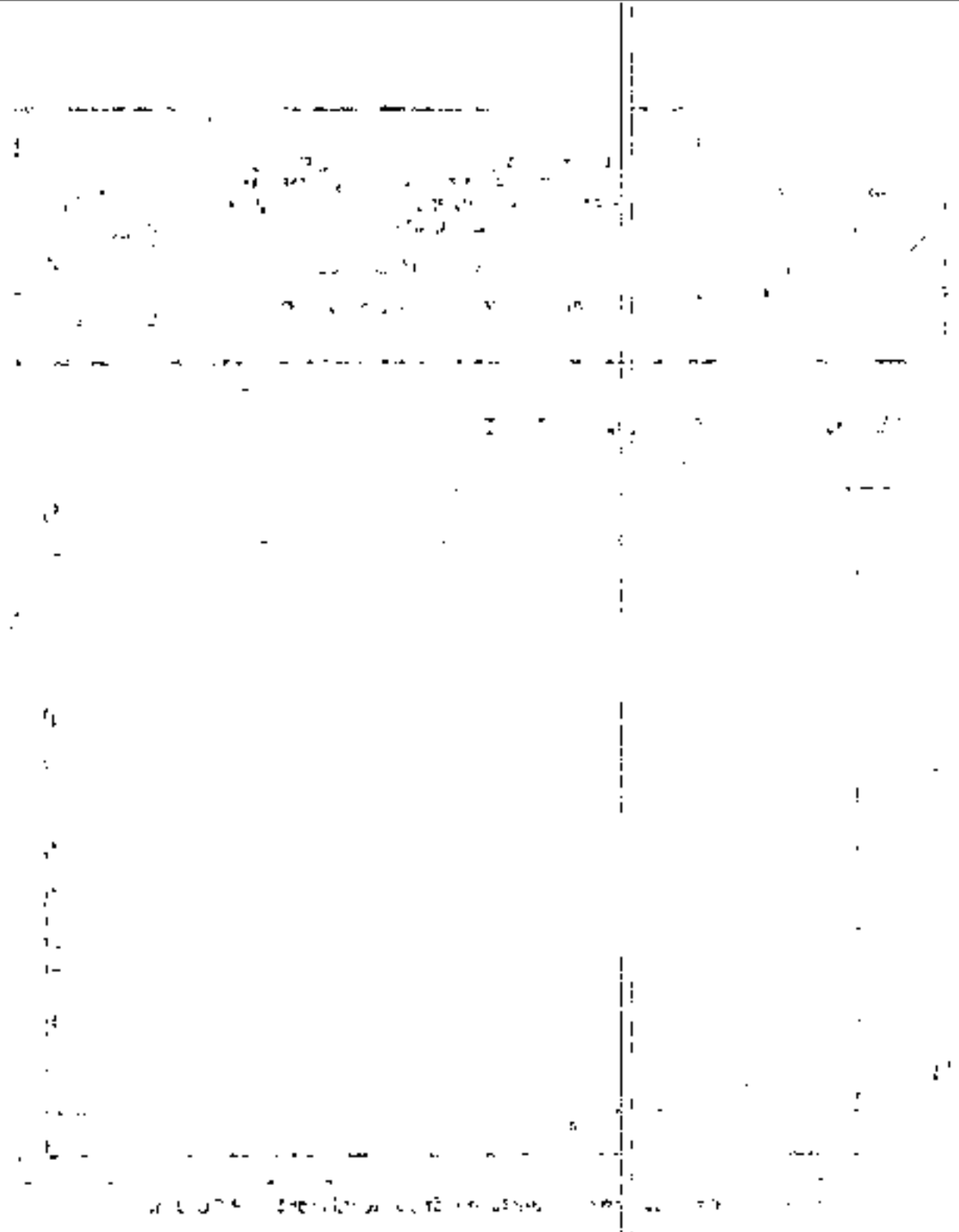


Tabla 12- Configuración del modelo numérico, floculador PTAP-Cocorná



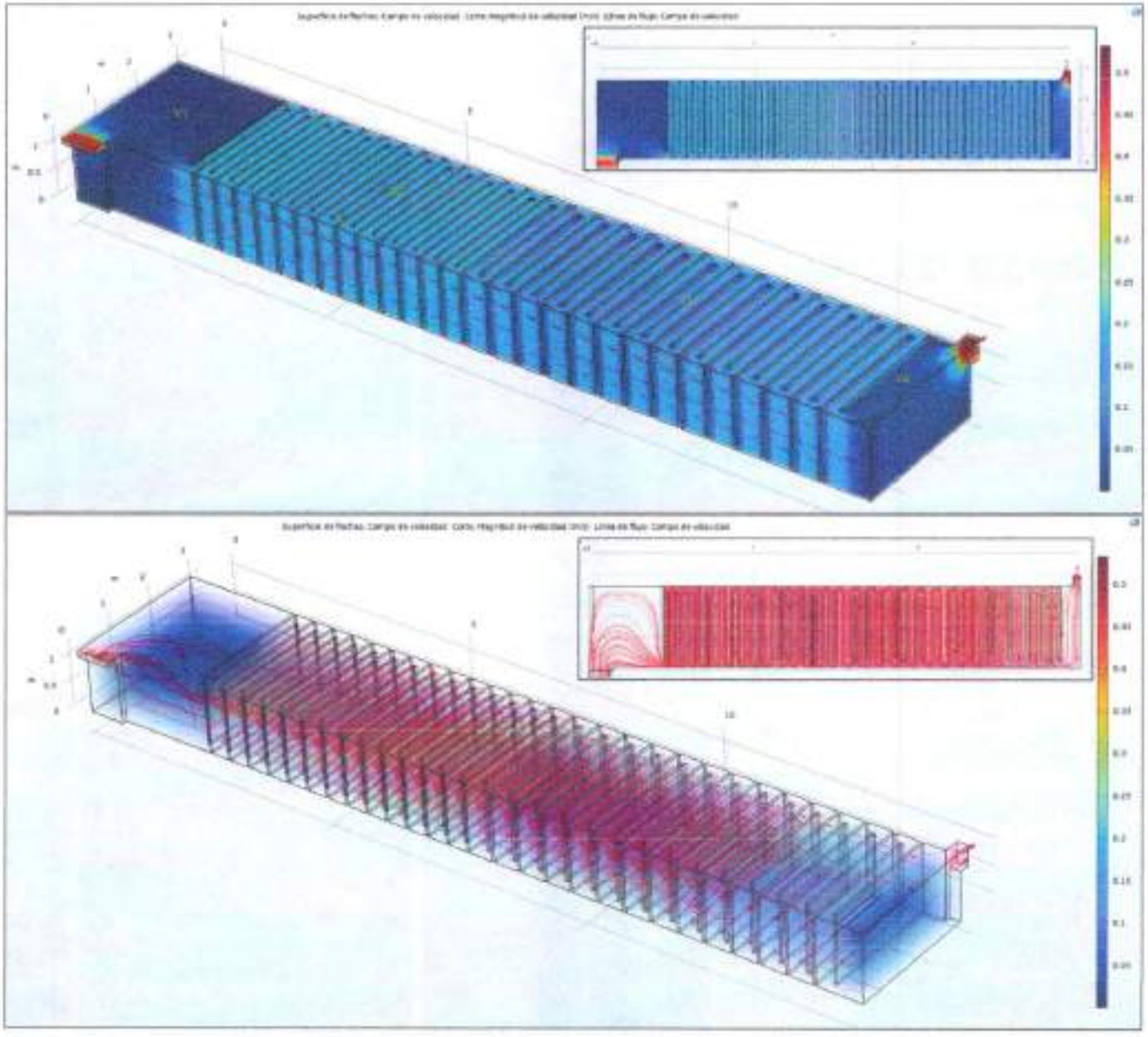


Figura 29- Magnitud Velocidad y líneas de corriente en modelo hidráulico de floculador PTAP-COCORNÁ

Derivados del modelo numérico se pueden establecer 4 zonas de velocidad media:

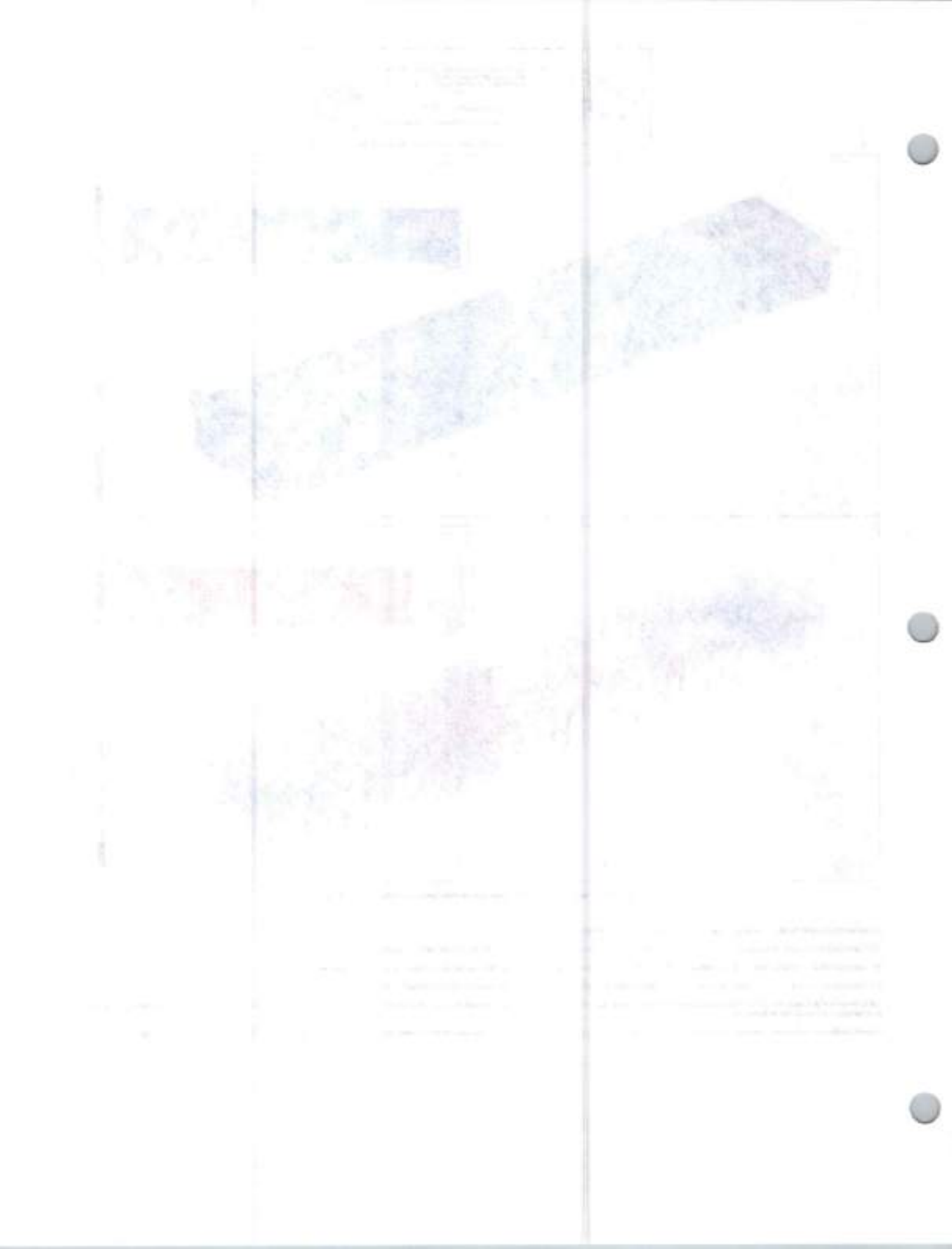
V1: corresponde a la zona de entrada posterior a la aplicación del coagulante en el canal de entrada de la PTAP, con velocidades alrededor de 0.05m/s

V2: corresponde a la zona del floculador con espaciamiento entre mamparas o paredes de 15cm, las velocidades que arroja el modelo se encuentran entre 0.15-0.2 m/s.

V3: corresponde a la zona del floculador con espaciamiento entre mamparas o paredes de 20cm, las velocidades que arroje el modelo se encuentran entre 0.10-0.15 m/s.

V4: corresponde a la zona de salida del floculador, con velocidades no superior a 0.05m/s, se descartan las velocidades ente 0.4-0.45m/s toda vez que obedecen a la condición de contorno de salida el modelo para garantizar la continuidad del caudal en el floculador.

A continuación, se evalúan los gradientes hidráulicos para la zona de floculación, considerando los umbrales que establece la normativa aplicable en la nueva RES 0330-2017 (ARTICULO 112), 0799-2021.



CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

DIAGNÓSTICO FLOCULADOR

DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO DEL FLOCULADOR

Se evalua el módulo de floculación en la cuál la primera cámara con una separacion entre paneles de 15cm presenta un gradiente de 72.8s-1 y la segunda cámara con una separacion de 20cm entre paneles presenta un gradiente de 46.9s-1.

Parámetros de diseño:

Caudal (m^3/s):	0.032	Tiempos de retención td (min):		Gradientes de Velocidad Superficie G (s-1):			
Temperatura °C:	18						
Peso especifico (Kg/m^3):	998.6218449	Primera cámara; td_1:	5.5	Primera cámara	G_1 =	72.8	
Viscosidad ($Kg-s/m^2$):	0.000196051	Segunda cámara; td_2:	7.5	Segunda cámara	G_2 =	46.7	
Coeficiente Manning (n):	0.013	Tercera cámara; td_3:	0.0	Tercera cámara	G_3 =	0.0	
Espesor placas, e (m):	0.0500	Tiempo total; t_{TOTAL}:	13.1				

* Primera Cámara

4752 673.02

Velocidad (m/s)	Área seccional (m^2)	Altura placa (m)	Espaciamiento (m)	Separación entre extremo placa y pared de canal (m)	Longitud recorrido del agua (m)	Ancho placa (m)	Número de placas	Radio hidráulico Rh (m)	Perdida por fricción (m)	Perdida por velocidad (m)	Perdida de carga hf (m)	Gradiente de velocidad S/s	Espesor de las placas (m)	Longitud del canal Lc (m)	Altura del canal Ac (m)
0.200	0.1585	0.9	0.22643	0.23	67.6		27.0	0.0975	0.010	0.165	0.175	72.8	0.050	7.56	1.88
			0.23												

* Segunda Cámara

Velocidad del agua (m/s)	Área seccional (m^2)	Altura placa (m)	Espaciamiento (m)	Separación entre extremo placa y pared de canal (m)	Longitud recorrido del agua (m)	Ancho placa (m)	Número de placas	Radio hidráulico Rh (m)	Perdida por fricción (m)	Perdida por velocidad (m)	Perdida de carga hf (m)	Gradiente de velocidad S/s	Espesor de las placas (m)	Longitud del canal Lc (m)	Altura del canal Ac (m)
0.150	0.211	0.9	0.30	0.30	67.5		27	0.1242	0.004	0.093	0.097	46.9	0.050	9.45	1.57
			0.30												

LONG. TOTAL ESTRUCTURA:	17.01	m	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL:	8.27 m
NUMERO TOTAL DE TABIQUES:	54	un	TIEMPO TOTAL DE RETENCIÓN:	13.1 min
ANCHO TOTAL ESTRUCTURA:	2.50	m		

Tabla 13-Calculo de los gradientes hidráulicos en la zona de floculación, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2054 (31.7LPS)

EVALUACION NORMATIVA (RES0330-2017 ARTICULO 112):

Id	CRITERIO	RANGO CALCULADO	RANGO NORMATIVA 0330-2017 ART: 112	RESULTADO
06-1	CANTIDAD DE ZONAS DE FLOCULACION	3	3	NO CUMPLE
06-2	GRADIENTES HIDRAULICOS ZONA 1	72S-1	10S-1 —70S-1	CUMPLE
06-3	GRADIENTES HIDRAULICOS ZONA 2	46.9S-1	10S-1 —70S-2	CUMPLE
06-4	GRADIENTES HIDRAULICOS ZONA 3	N/A	10S-1 —70S-3	-
06-5	RETENCION HIDRAULICA ZONA 1	5.5min	20min —40min	NO CUMPLE
06-6	RETENCION HIDRAULICA ZONA 2	7.5min	20min —40min	NO CUMPLE
06-7	RETENCION HIDRAULICA ZONA 3	N/A	20min —40min	-

Tabla 14-Evaluación normativa del floculador actual, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7 LPS)

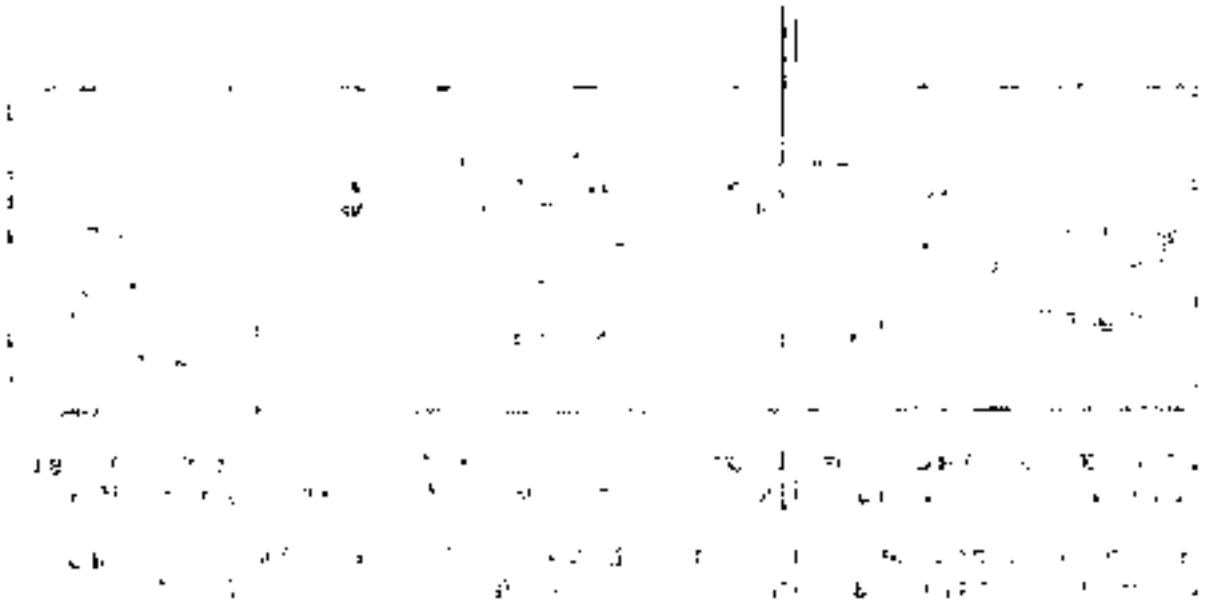


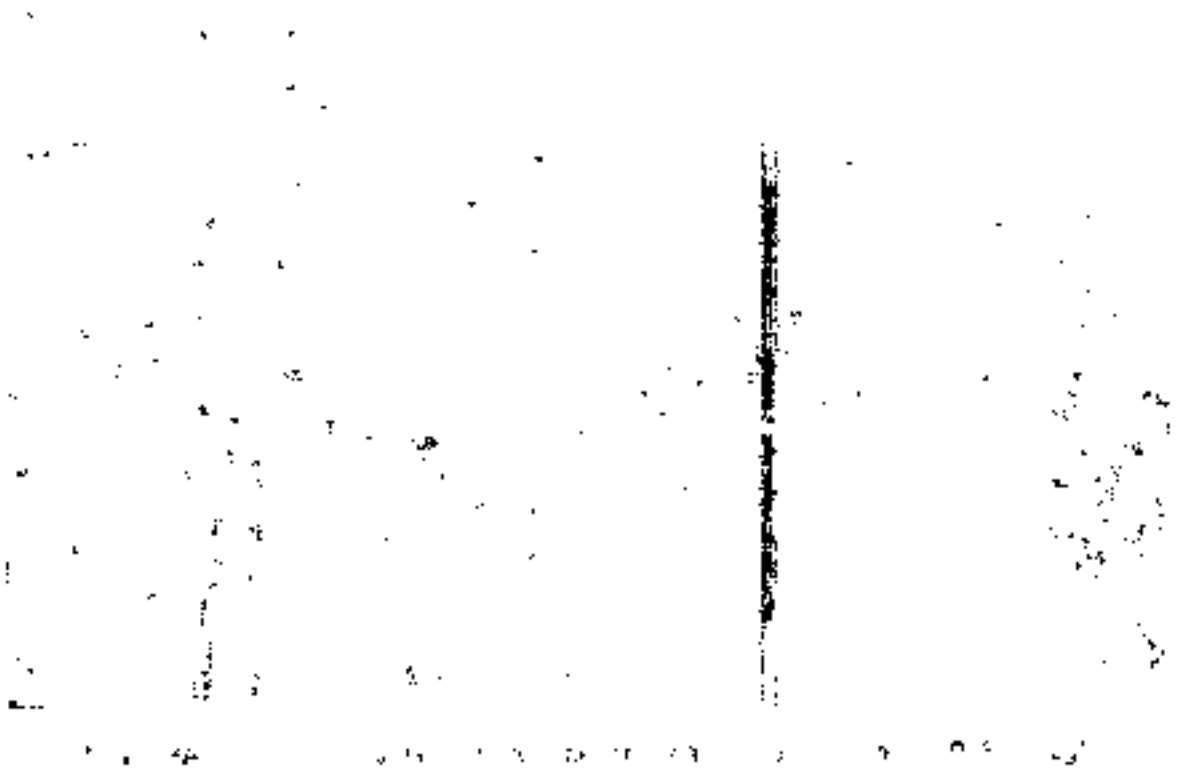
En cuanto al sistema de sedimentación, la planta de tratamiento actual cuenta con 2 tanques de sedimentadores horizontales, al que se le realiza un proceso de lavado periódico cada 15 días.

Se evalúa la velocidad de sedimentación a partir de una modelación numérica, considerando las dimensiones de los tanques actuales y el caudal proyectado para el 2050 (31.70 LPS).



Figura 27- Reconocimiento en campo de tanques sedimentadores de la PTAP actual.





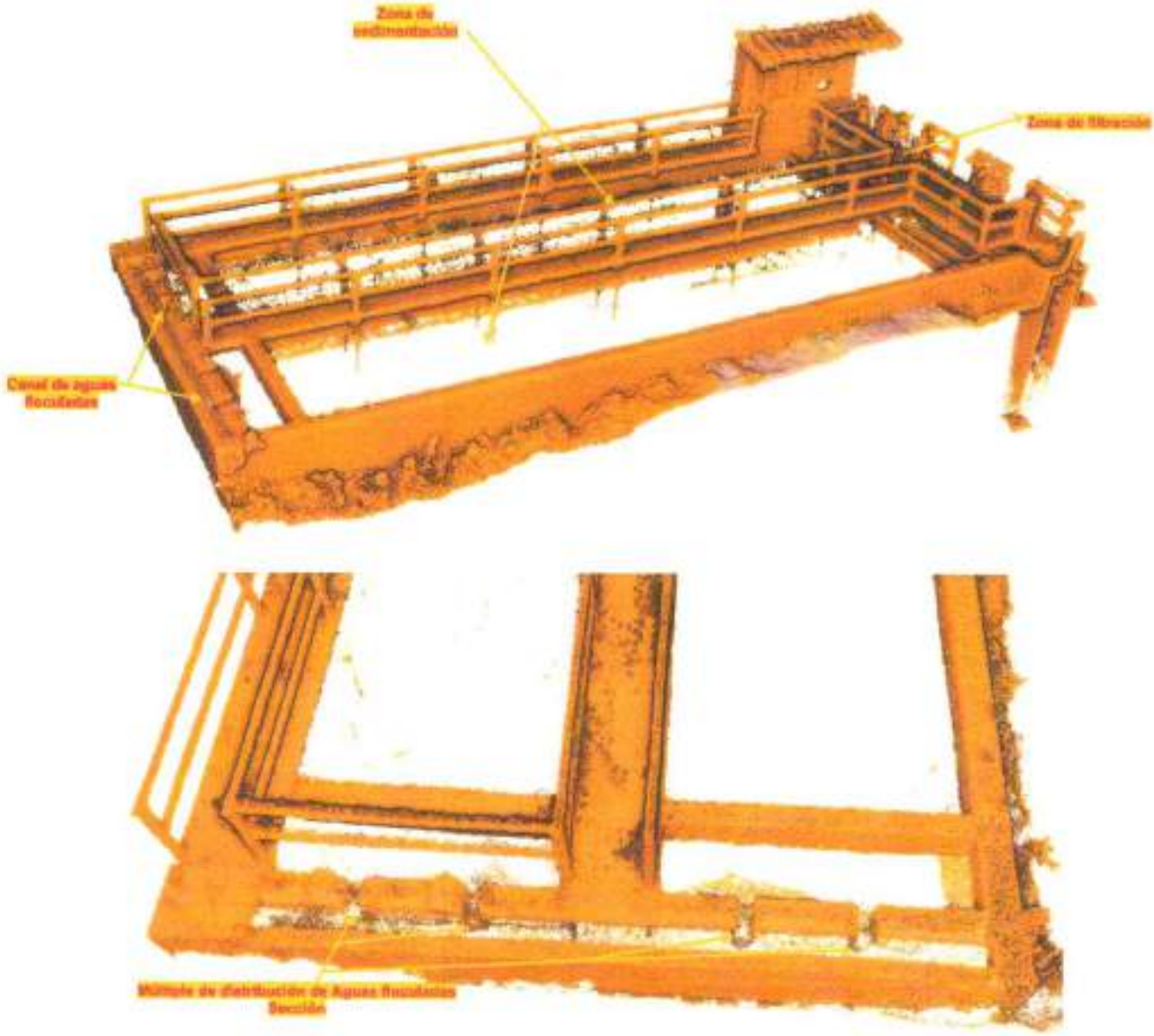


Figura 28- Tanques de sedimentación derivados del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISION.



Figura 29- Detalle de salida del tanque sedimentador y empalme con filtros en PTAP, derivados del levantamiento LIDAR + GNSS DE PRECISIÓN.

Se muestra a continuación el dimensionamiento del modelo hidráulico.

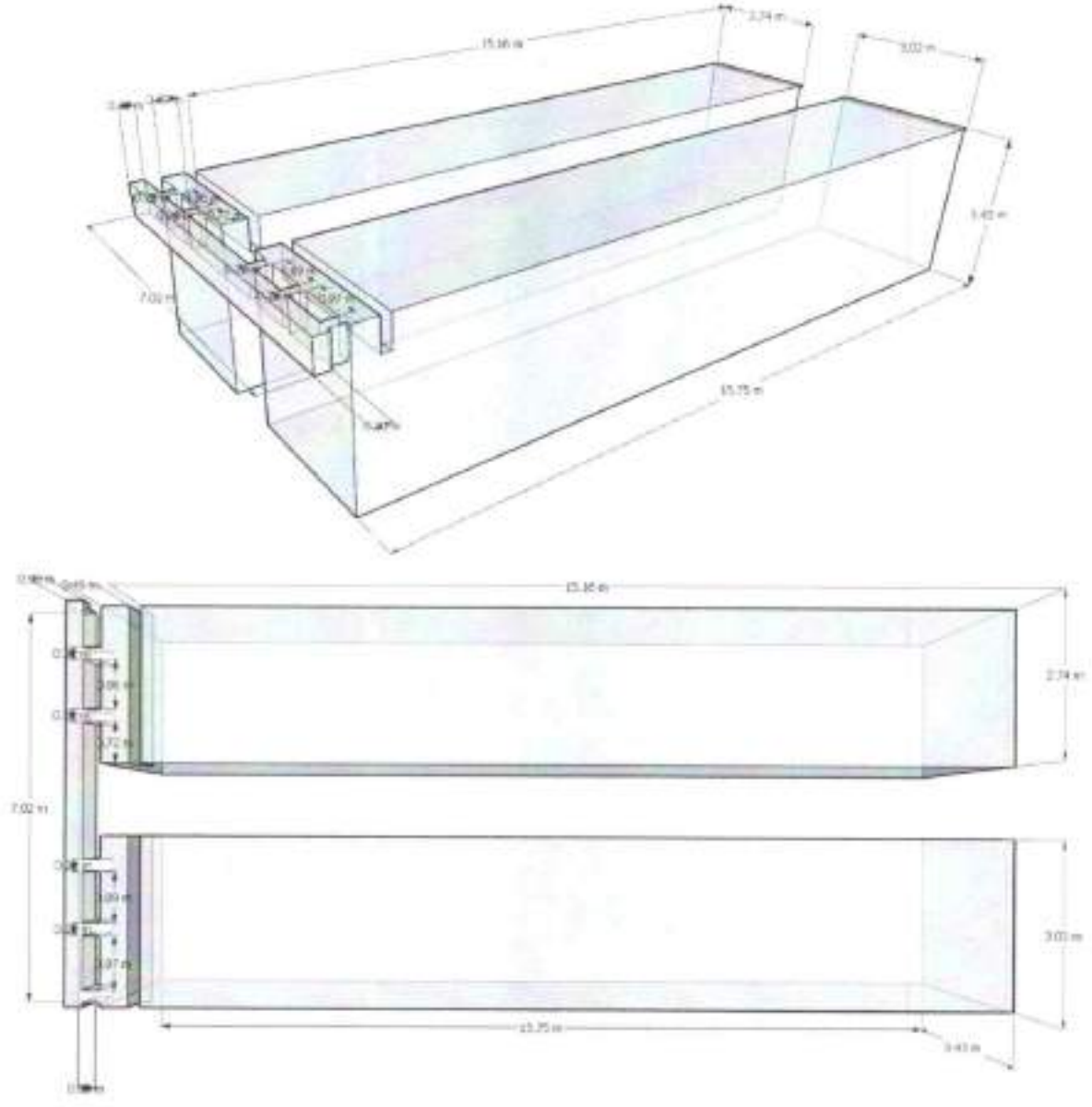
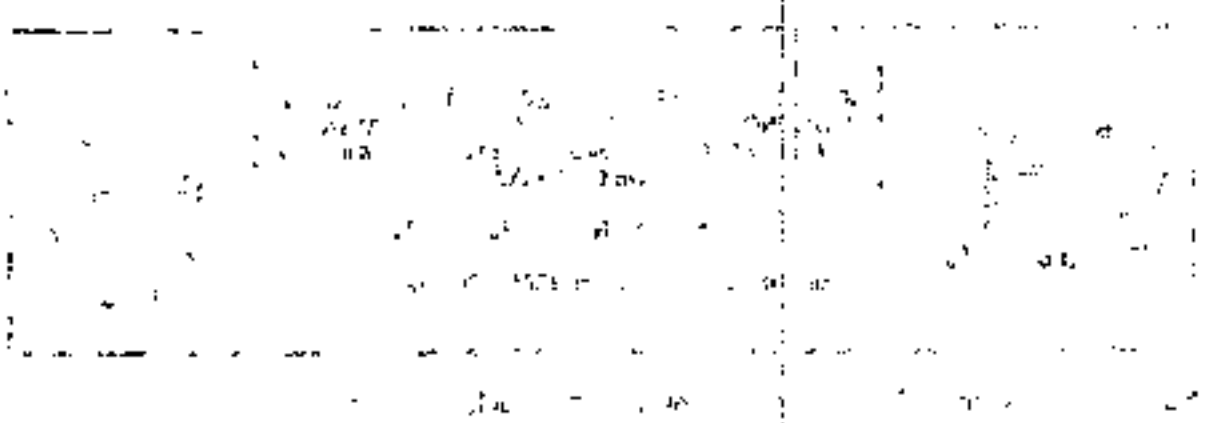


Figura 30- Modelo de sedimentador realizado a partir de los datos recolectados en campo con tecnología LIDAR + GNSS DIFERENCIAL.



Para definir la condición de contorno de entrada en el modelo se obligan las dimensiones del mismo con una calculo en flujo uniforme para el caudal de diseño (QMD2050=31.7LPS).

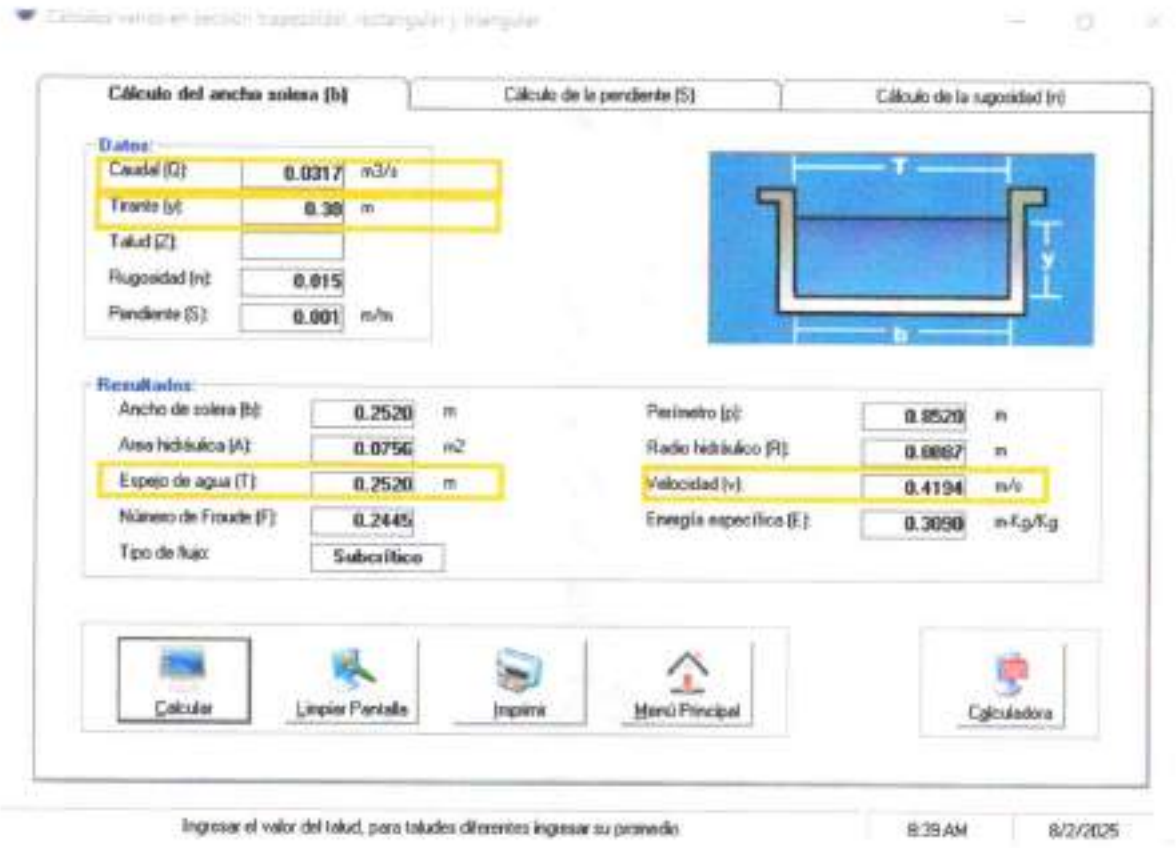
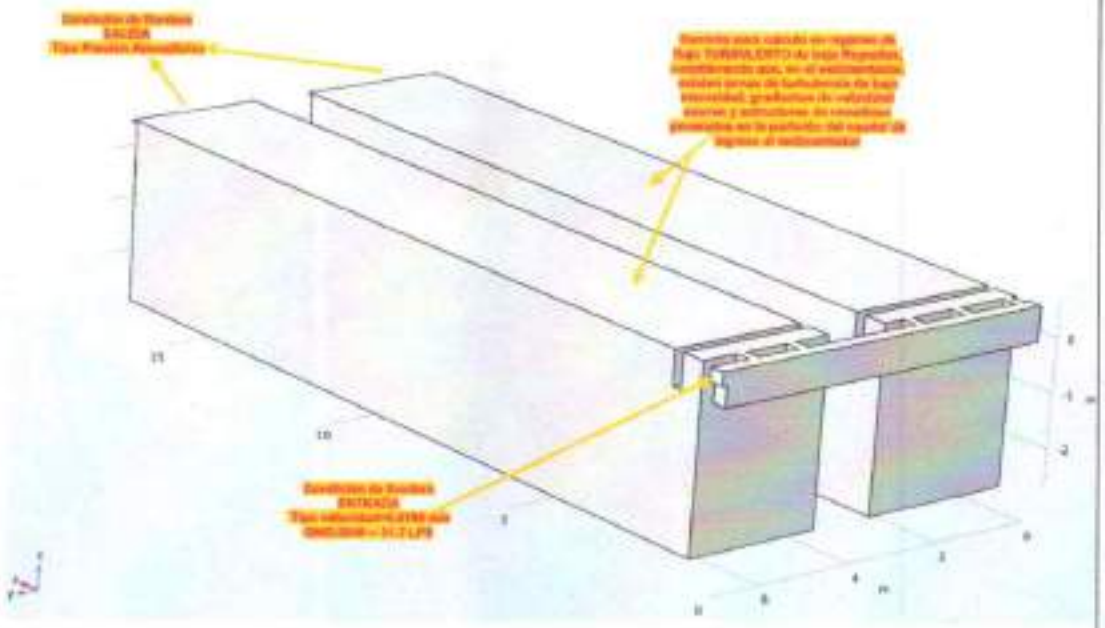
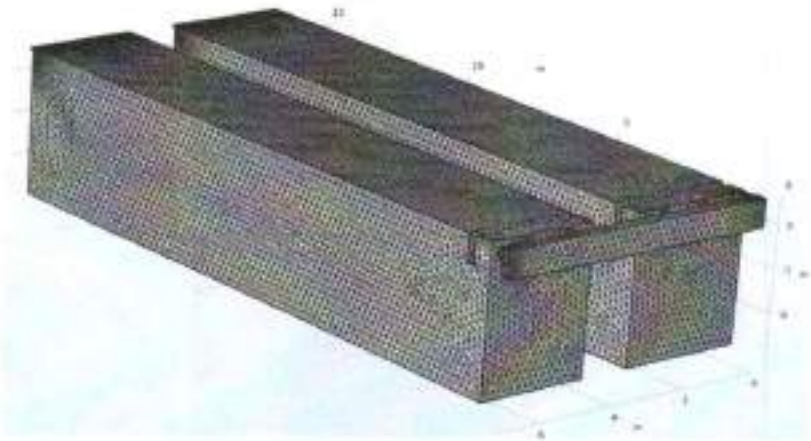
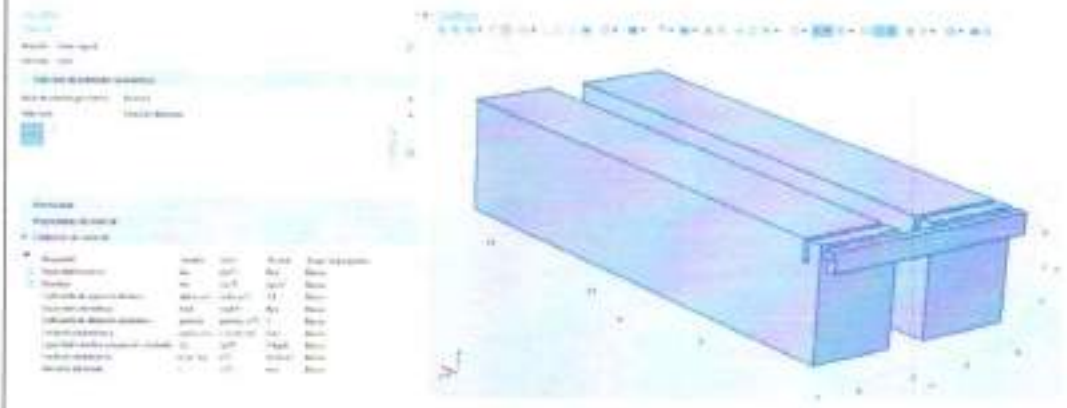


Figura 31- Calculo en flujo uniforme para la condición de contorno caudal de entrada al sedimentador de la PTAP considerando un caudal de 31.7 LPS.

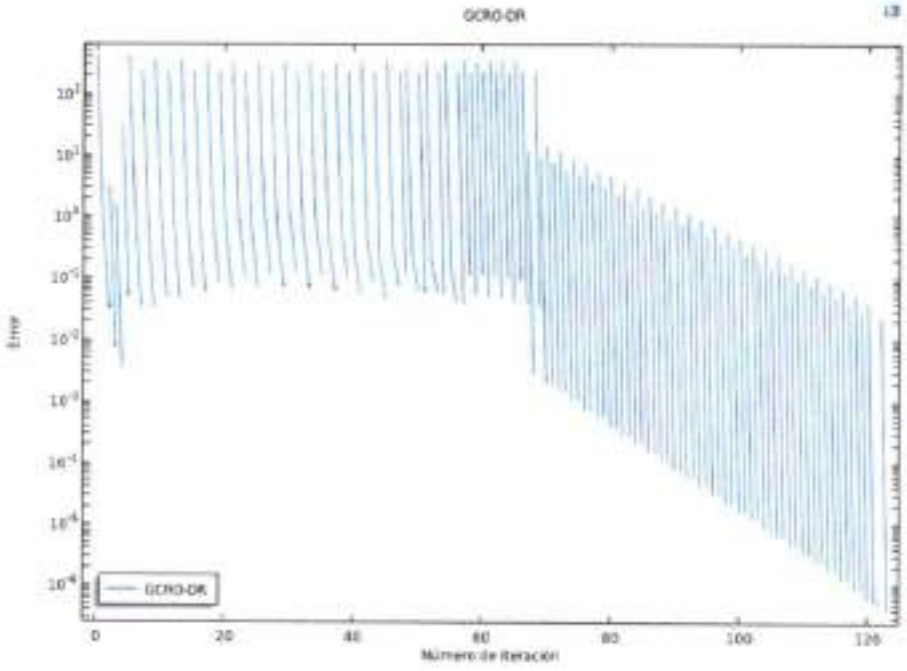
- Definición Y Resultados Del Modelo Numérico:

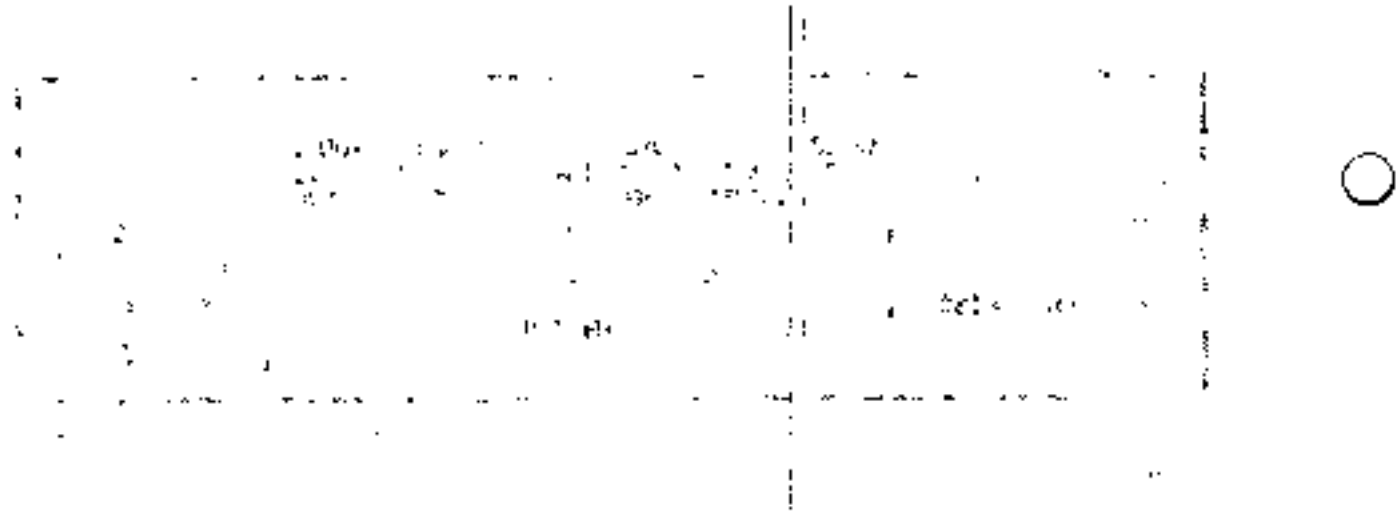
Esquema del modelo:	
Tamaño De Malla:	Malla consiste en 915677 elementos Calidad mínima: 0.1859, calidad media: 0.6625. 

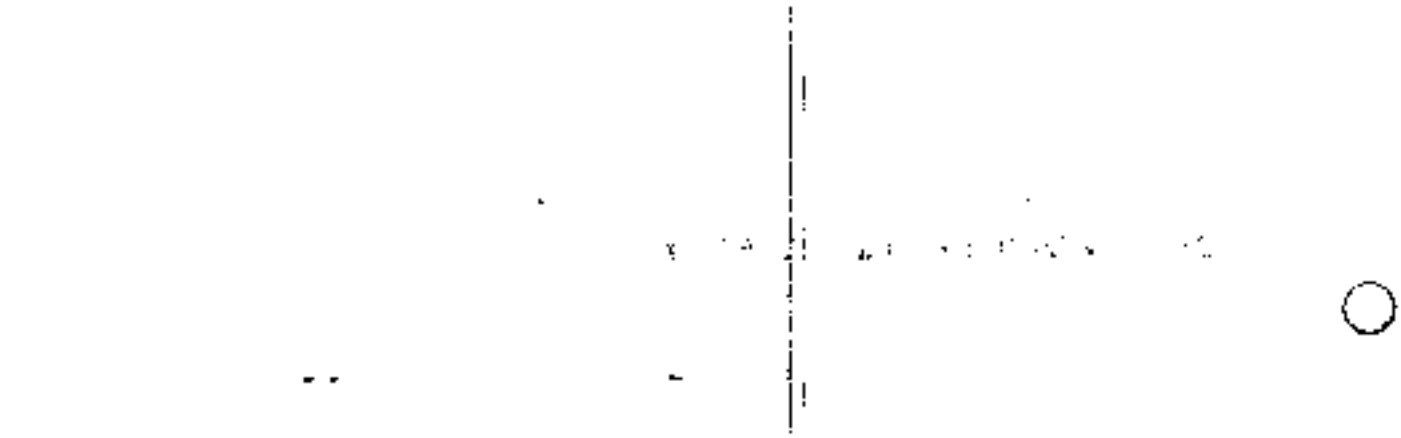
Material :

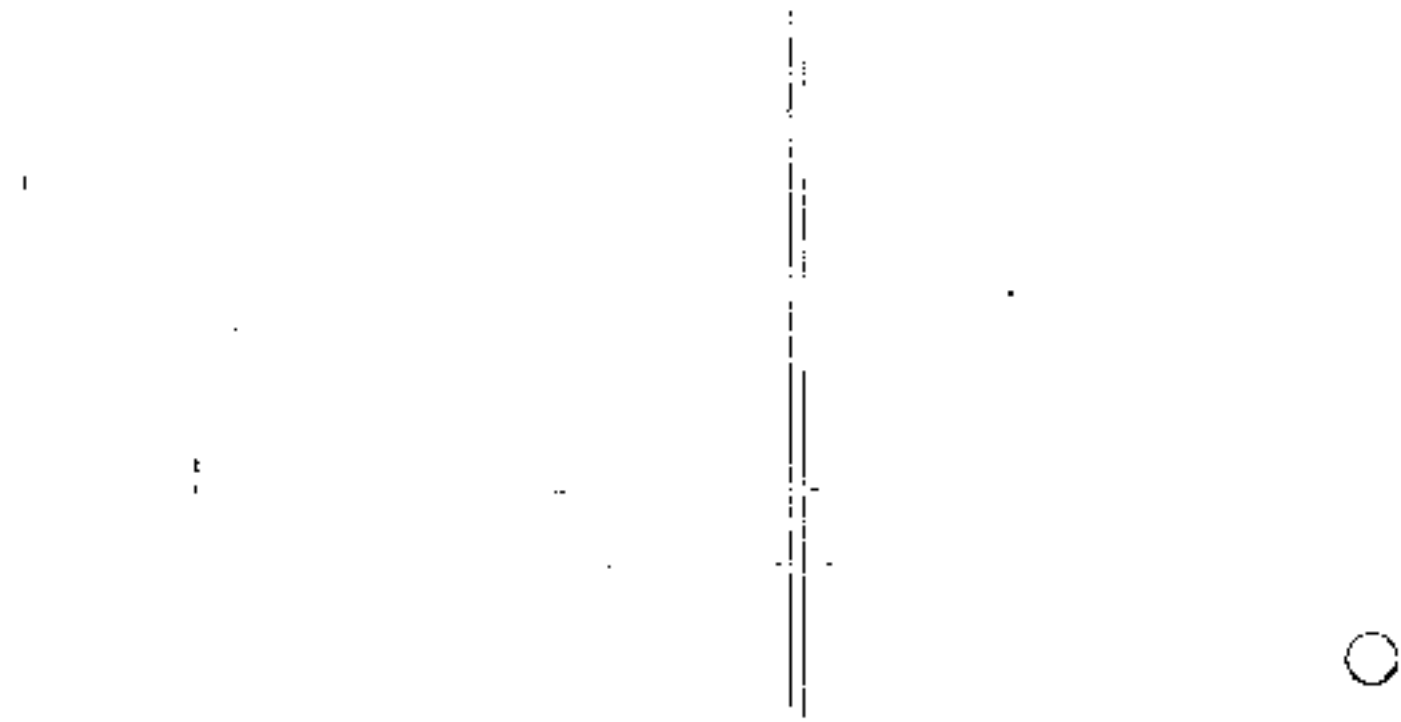


ESTABILIDAD EN EL MODELO NUMERICO:









CONVERGENCIA DEL MODELO NUMERICO:

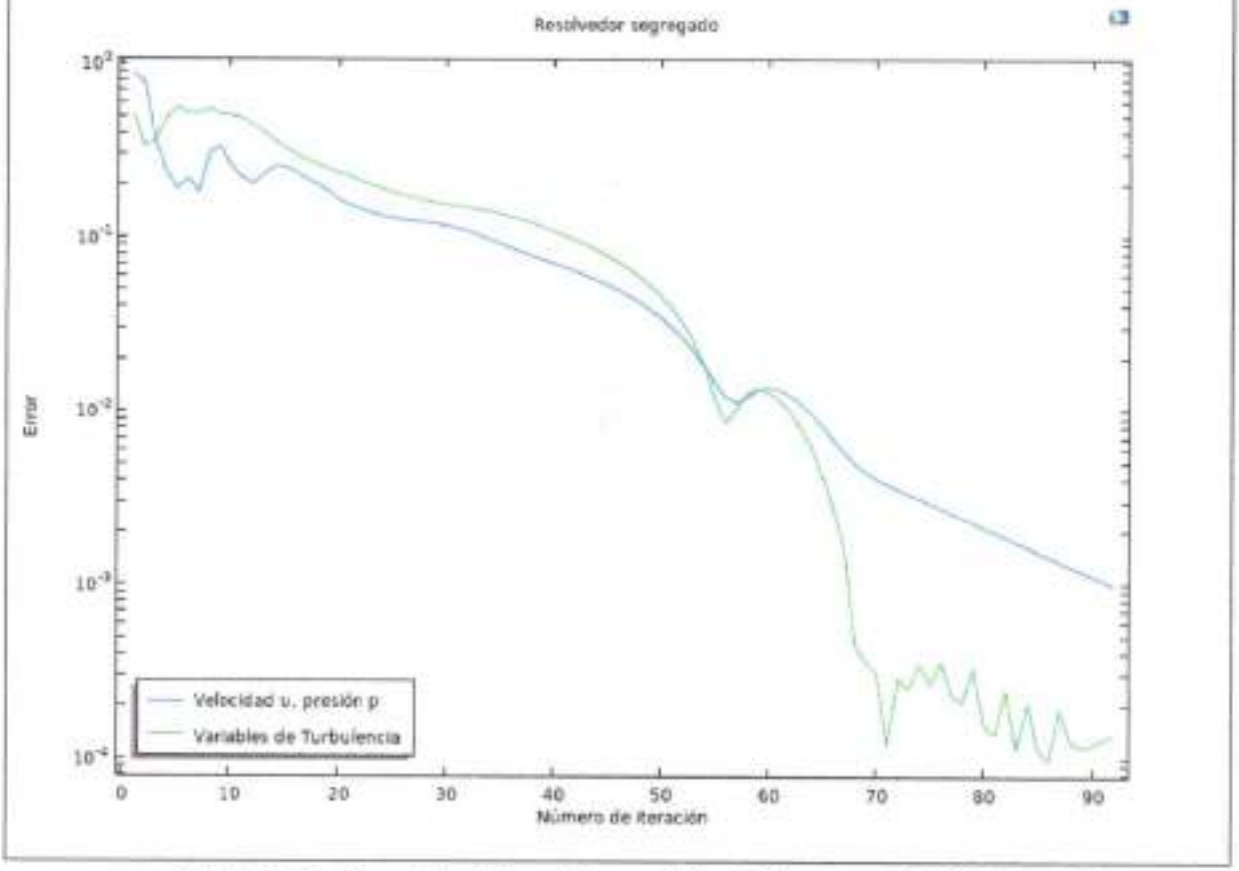


Tabla 15- Configuración del modelo numérico, Sedimentador PTAP-Cocorná

Se muestran a continuación los resultados del modelo numérico.



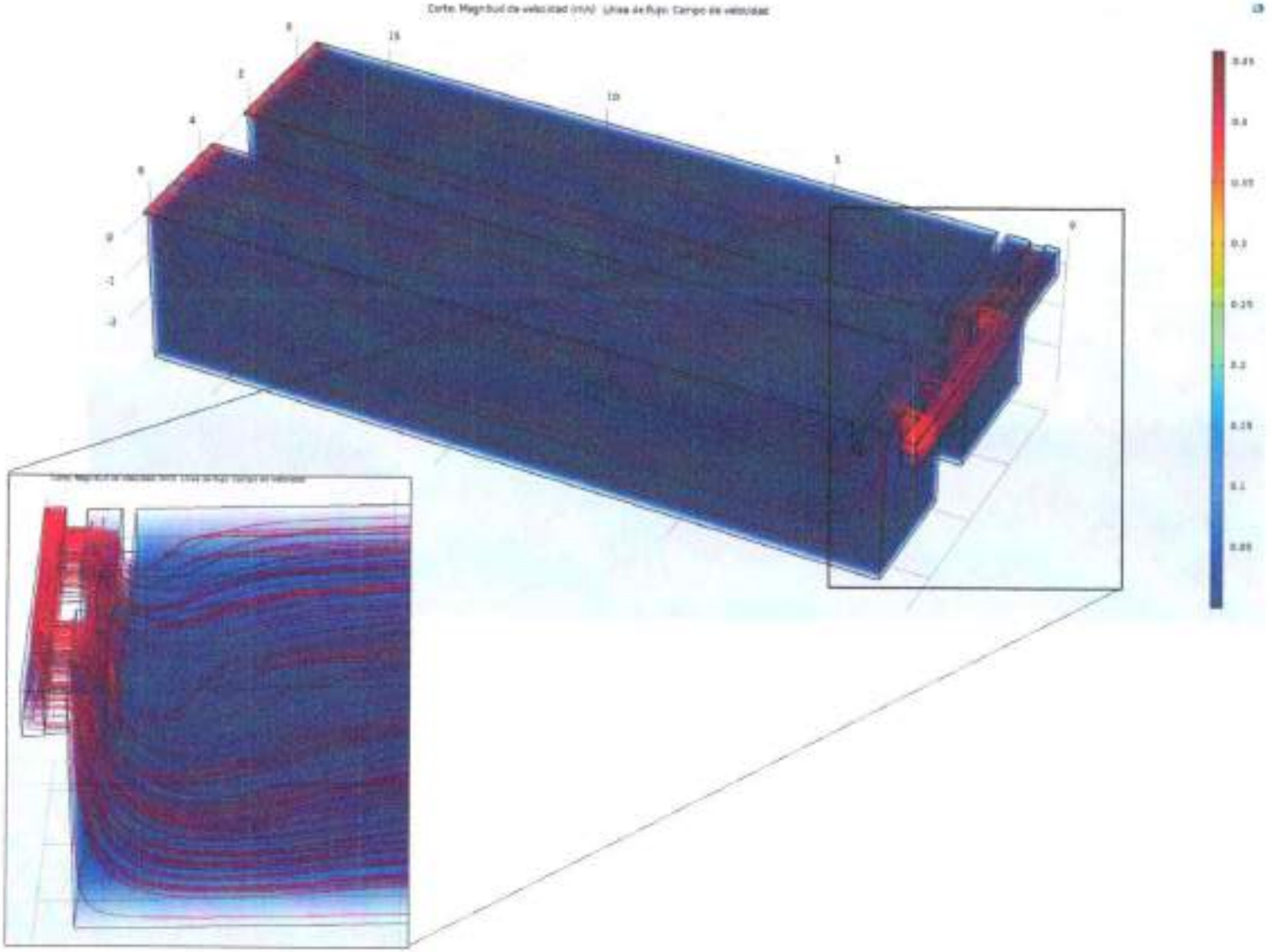


Figura 33- Magnitud Velocidad y líneas de corriente en modelo hidráulico de Sedimentador PTAP-COCORNA

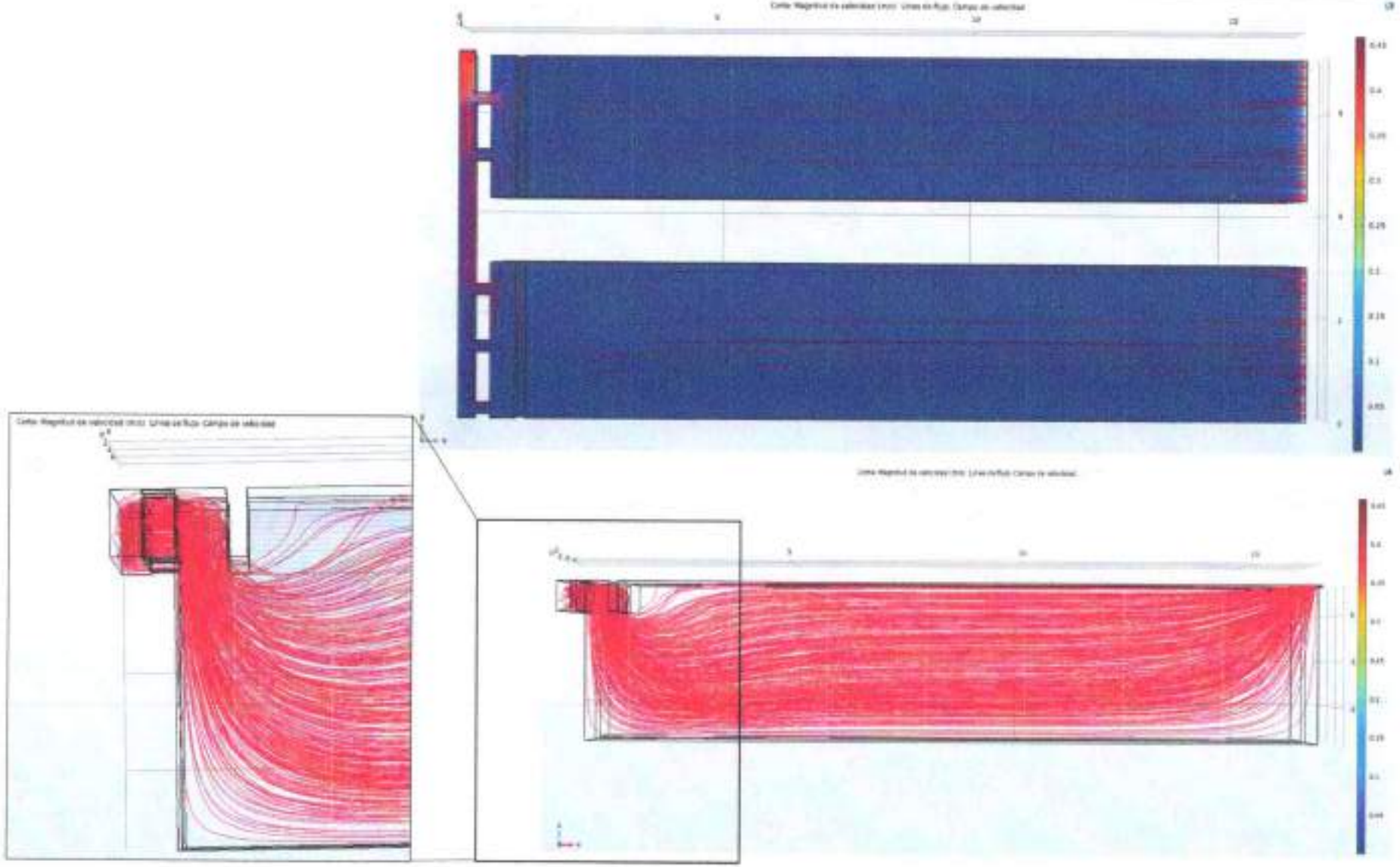


Figura 33- Magnitud Velocidad y líneas de corriente en modelo hidráulico de Sedimentador PTAP-COCORNÁ

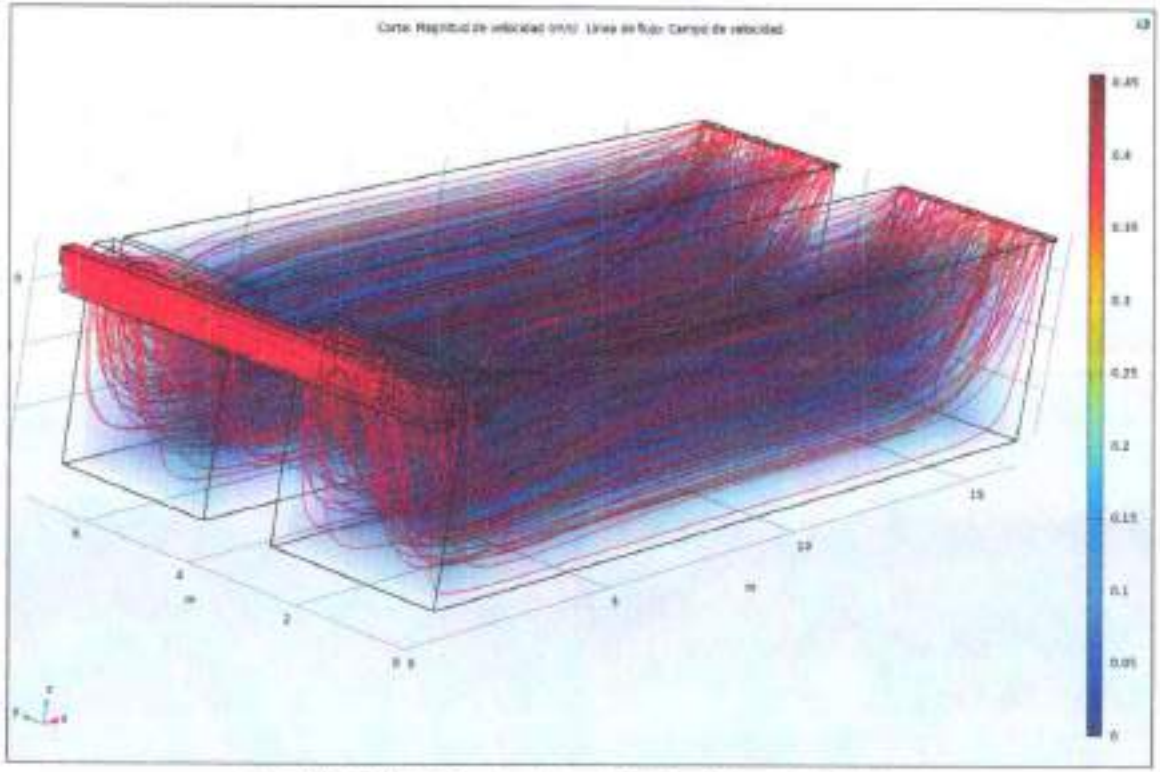


Figura 34- Magnitud Velocidad y lineas de corriente en modelo hidráulico de Sedimentador PTAP-COCORNA



A partir de los resultados obtenidos se pueden estimar los gradientes y tiempos de retención hidráulica, en función de valorar el cumplimiento normativo aplicables a sedimentadores RESOLUCION 0330-2017 ART 113.

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

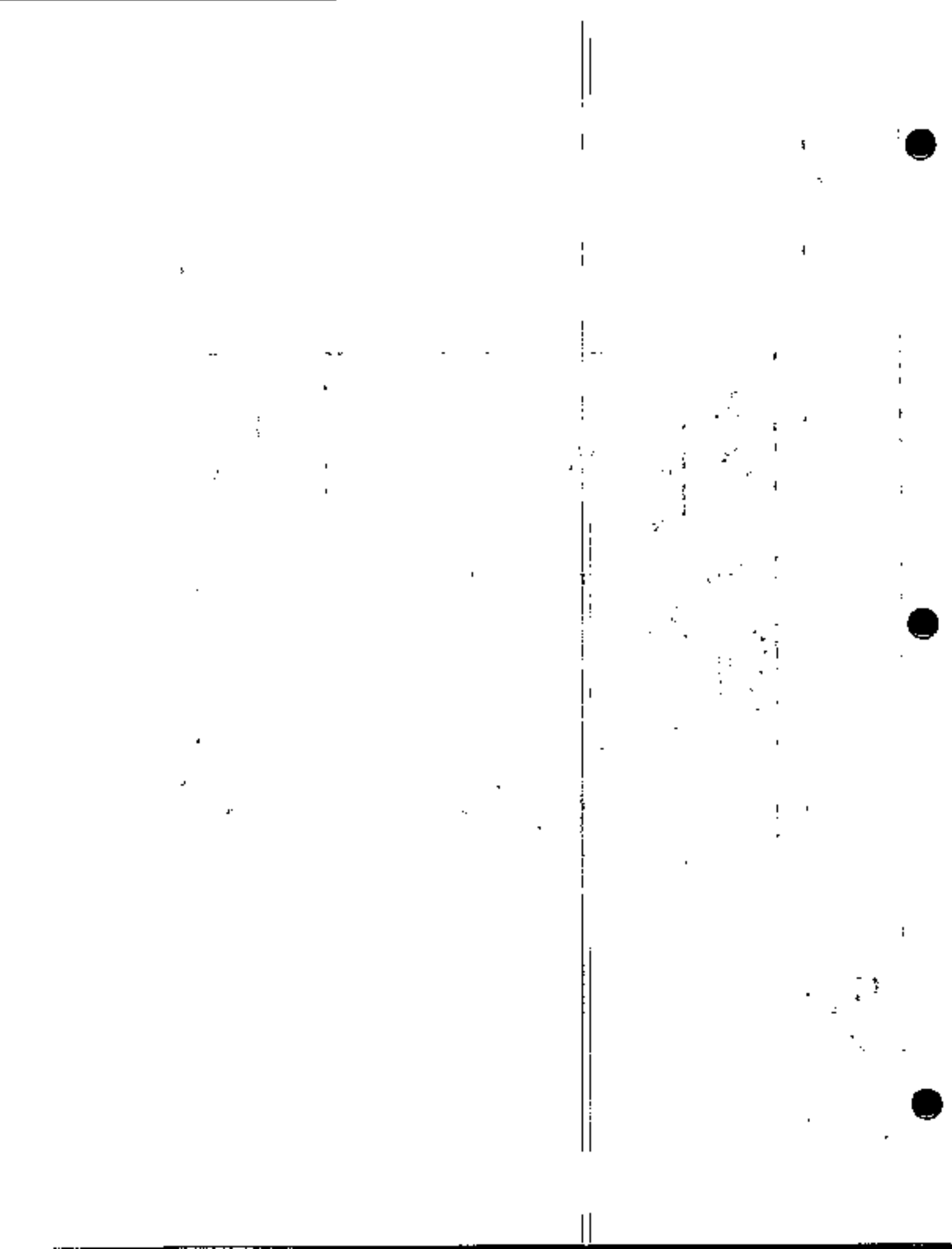
DIAGNOSTICO SEDIMENTADOR

SEDIMENTADOR (MODULO DE SEDIMENTACIÓN LONGITUDINAL)

Datos de entrada	Unidad	Valor	Expresión Matemática	Observaciones
Caudal (Q)	m3/s	0.0317	-	Caudal de diseño.
Número de módulos proyectados(N)	número	3	-	-
Caudal por módulo (q)	m3/s	0.0106		-
Temperatura promedio del agua (Tpromedio)	° C	18.00	-	-
Viscosidad Cinemática del agua (ν)	m2/s	0.0000010	-	Referencia 4, apéndice C, tabla C1.
Longitud de la unidad	m	15.0		Tomado en campo
Ancho de la unidad	m	3.0		Tomado en campo
Altura vertical del módulo de sedimentación sedimentación (Hsed)	m	3.43	-	Tomado en campo
Altura entre modulos de sedimentación y canaleta recolectora	m	0.00		Tomado en campo
Altura total efectiva del sedimentador	m	3.43		
Angulo de inclinación de la placa (θ)	grados sexagesimales	0.00	-	-
Seno (θ)	radianes	0.000	-	-
Coseno (θ)	radianes	1.000	-	-
Dimensión del conducto hexagonal (e)	m	0.051	-	-
Longitud relativa (L)	m/m	67		15 ≤ z ≤ 20 : NO CUMPLE Referencia 3, p.208. Conductos hexagonales.
Cálculos y Resultados Sedimentador				
Área superficial de la unidad (As)	m^2	47.07		-
Velocidad del agua a través de la unidad (Vo)	m/s	0.00033		-
Velocidad del agua a través de la unidad (Vo)	m3m2-d	28.5	-	110 Vo ≥ 30. CUMPLE. Referencia: La resolución 0330 en la Tabla 6 recomienda una carga superficial comprendida entre 10 y 30 m3/m2-d para sedimentadores horizontales.
Velocidad de sedimentación crítica (Vsc)	cm/s	2.8		* Vsc : No cumple Velocidad de sedimentación. Res. 0330 de 2017 art 113 tabla 6.
Tiempo de retención hidraulica (Teh)	H	2.73		2 ≤ TRH ≤ 4. cumple Tiempo de retencion hidraulico. Res. 0330 de 2017 art 113 tabla 6.

Referencia 1: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS.
Referencia 3: Acevedo, J.M. & Netto, G. (1975). Manual de Hidráulica. México: Editorial Harla.
Referencia 3: Pérez, J.A. (2002). Manual de Potabilización del Agua. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
Referencia 4: Streeter, V. Wylie, E. & Bedford, K. (2000). Mecánica de Fluidos. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
Nota 1: El sedimentador está construido en PRFV.

Tabla 16-Cálculo de los parámetros hidráulicos en la zona de sedimentación, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31,7LPS), en función de la normativa aplicable en la materia RES0330-2017 ART 113 TABLA 6.



La filtración en la planta de tratamiento de agua potable PTAP, en el municipio de Cocorná, se realiza mediante 4 filtros en concreto reforzado, con material filtrante dispuesto por capas de antracita-gravilla y piedra, cada una con espesores entre 30 y 40 cm. Cabe resaltar que en la actualidad se le ha realizado mantenimiento a esta zona de la planta cambiando dos válvulas de vástago ascendente en los filtros 1 y 3.



Figura 35- Reconocimiento de diagnóstico de filtros de la PTAP actual.

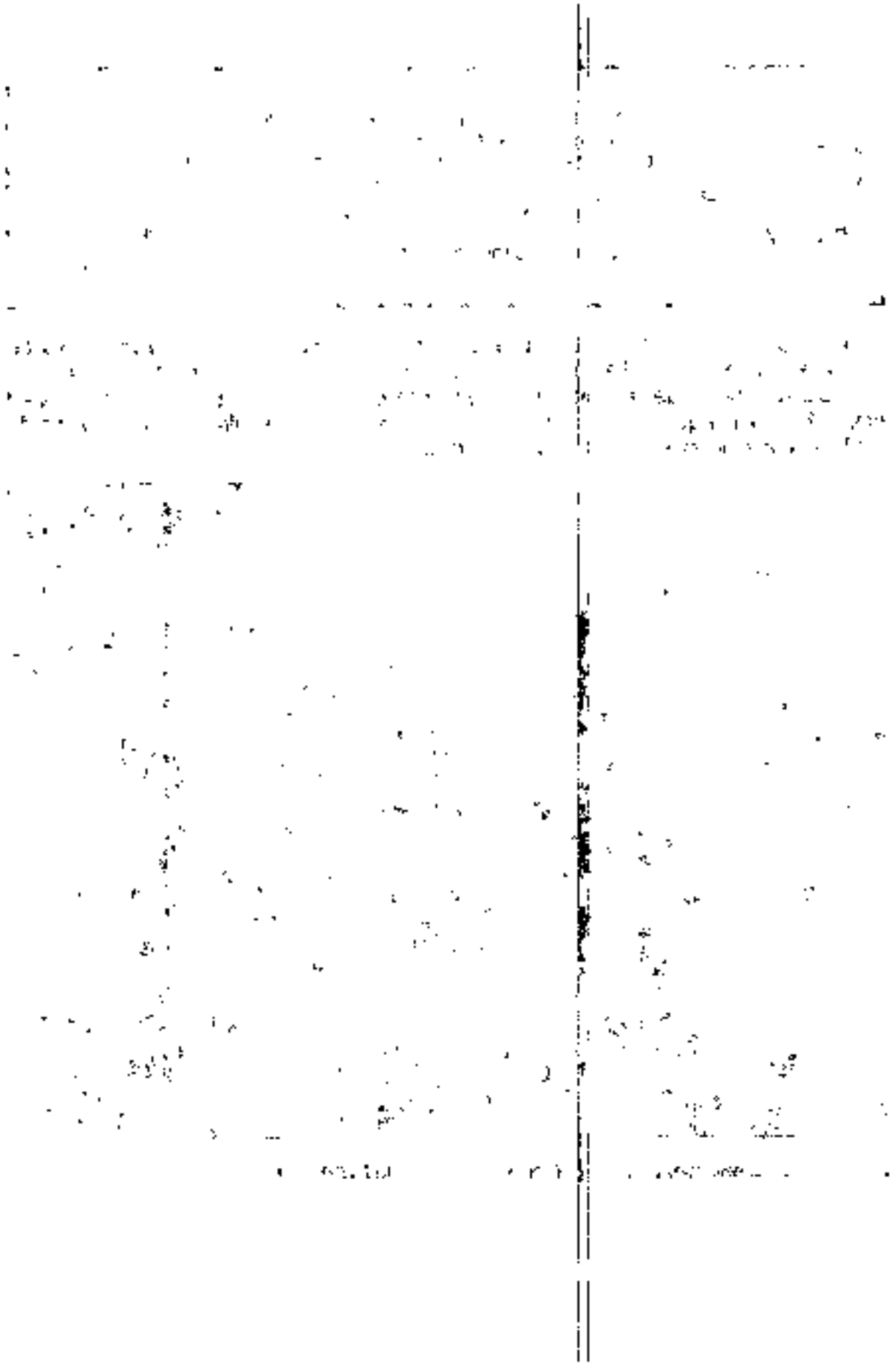




Figura 36- cambios de válvulas de vástago ascendente recientemente realizados.

A continuación, se muestran los resultados del escaneo LIDAR, para la zona de la filtración de la planta de tratamiento de agua potable actual.

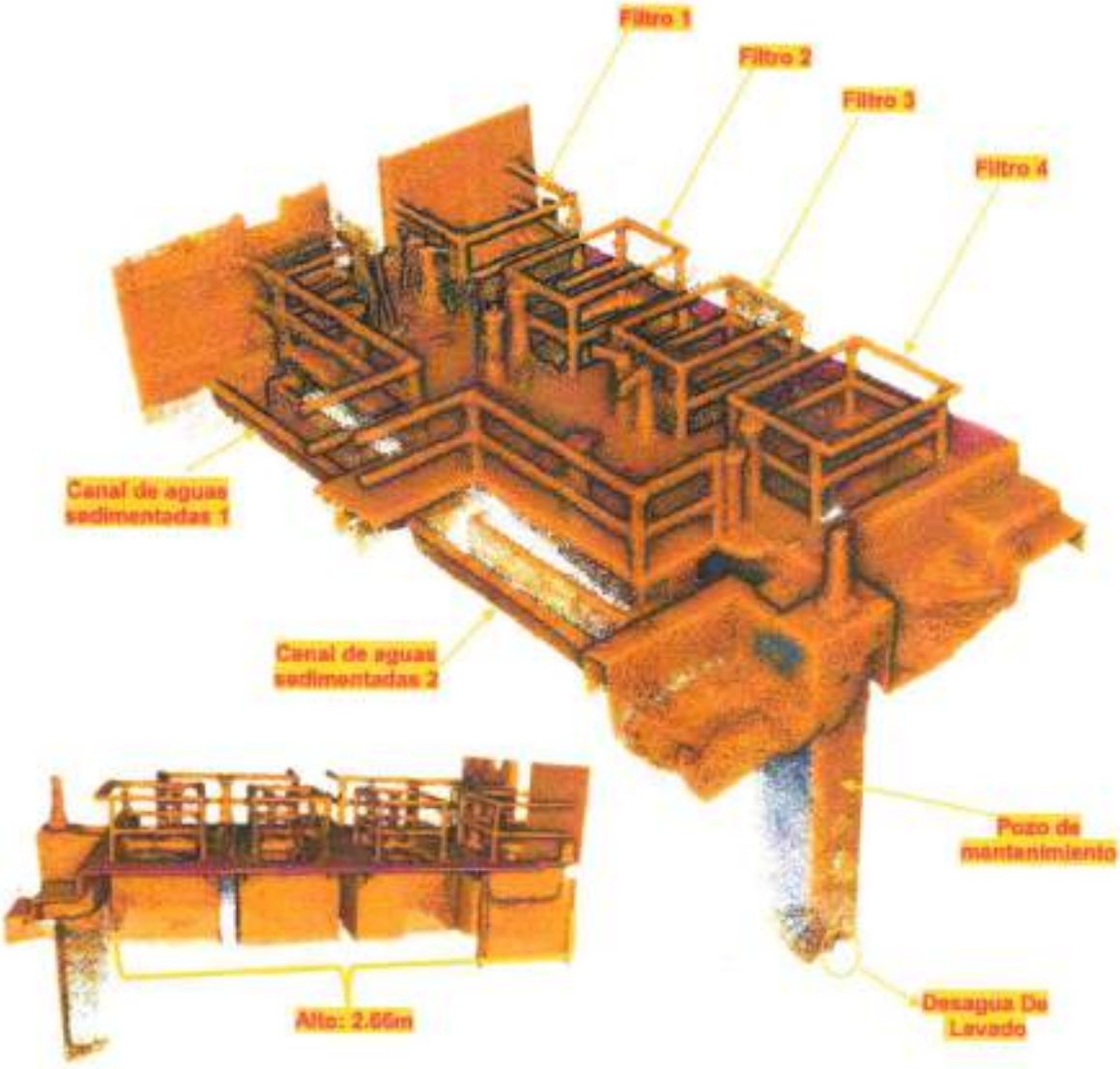


Figura 37- Definición de zonas funcionales de la zona de filtración de la PTAP-COCORNA.



Figura 38- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 1.



Figura 39- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 2.



Figura 40- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 3



Figura 41- Corte en altura, para medición de ancho y largo de filtro 4

Para realizar la evaluación de los filtros, se tiene como base lo que establece la resolución 0330-2017 articulo 114, tabla 10, para filtración convencional de lecho mixto de arena y antracita, se muestra a continuación los resultados del diagnóstico hidráulico para cada módulo.

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

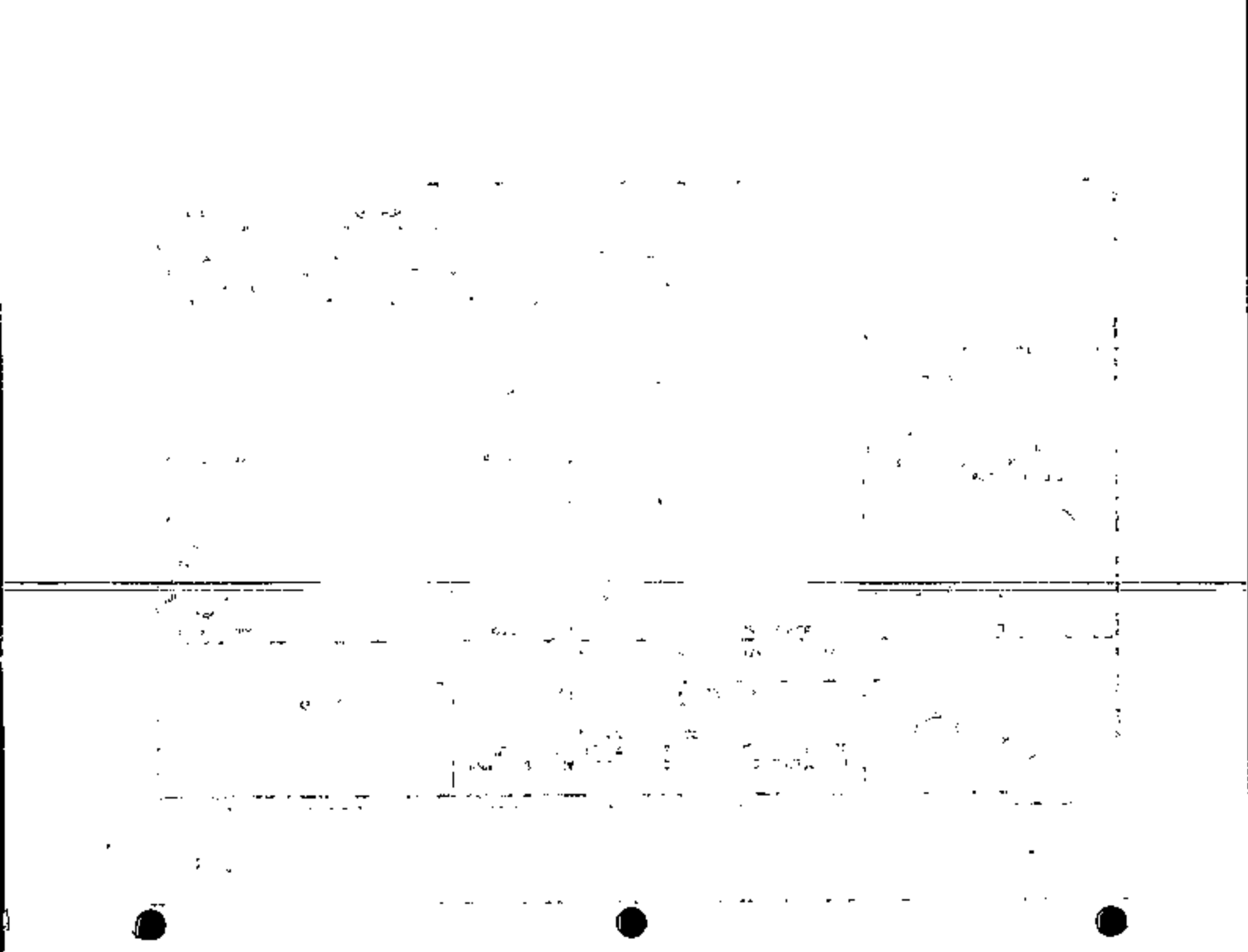
DIAGNÓSTICO FILTRACIÓN (1)

FILTRO CONVENCIONAL AUTOLAVANTE, DE FLUJO DESCENDENTE Y LECHO MIXTO DE ARENA Y ANTRACITA

Datos de entrada	Unidad	Valor	Expresión Matemática	Observaciones
Numero de filtros	Unidad	4.00		
Caudal de diseño (Q)	l/s	31.70	-	Valor caudal proyectado 2050
Caudal de diseño (Q)	l/s	7.93		Caudal proyectado / Numero de unidades
Ancho del filtro	m	**1.91**	-	Valor asumido.
Altura del filtro	m	1.47	-	Valor asumido.
Area Seccional	m2	2.81		Ancho x Alto
Tasa de filtración (Tf)	m3/m2/día	243.8722086	-	Capacidad real instalada 160≤ Tf ≤ 350, OK. El RAS Resolución 0330 recomienda una tasa de filtración máxima de 350 m3/m2-día para lechos de antracita sobre arena y profundidad estándar.
Profundidad del Medio				
Arena	m	30		15-30 cm Tabla 10 Artículo 114 Resolución 0330 (ok cumple)
Grava	m	30		
Antracita	m	40		40-60 cm Table 10 Artículo 114 Resolución 0330 (ok cumple)

Referencia 1: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS.
Referencia 2: Fair, G.M, & Hatch, L.P. (1933). Fundamental factors governing the streamline flow of water through sand. Jour. AWWA.
Referencia 3: Pérez, J.A. (2002). Manual de Potabilización del Agua. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
Referencia 4: Streeter, V, Wylie, E, & Bedford, K. (2000). Mecánica de Fluidos. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
Referencia 5: Romero, J.A. (2000). Potabilización del Agua. Colombia: Alfaomega.
Referencia 6: Arboleda, J. (2000). Teoría y Practica de la Purificación del Agua. Colombia: McGraw-Hill.
Referencia 7: Azevedo, J.M, & Netto, G. (1975). Manual de Hidráulica. México: Editorial Harla.

Tabla 17-Diagnóstico de la unidad de filtración 1, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31,7LPS)



CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

DIAGNÓSTICO FILTRACIÓN (2)

FILTRO CONVENCIONAL AUTOLAVANTE, DE FLUJO DESCENDENTE Y LECHO MIXTO DE ARENA Y ANTRACITA

Datos de entrada	Unidad	Valor	Expresión Matemática	Observaciones
Numero de filtros	Unidad	4.00		
Caudal de diseño (Q)	l/s	31.70	-	Valor caudal proyectado 2050
Caudal de diseño (Q)	l/s	7.93		Caudal proyectado / Numero de unidades
Ancho del filtro	m	1.91	-	Valor asumido.
Altura del filtro	m	1.46	-	Valor asumido.
Area Seccional	m2	2.81		Ancho x Alto
Tasa de filtración (Tf)	m3/m2/dia	242.2244234	-	Capacidad real instalada.180≤ Tf ≤ 350, OK. El RAS Resolución 0330 recomienda una tasa de filtración máxima de 350 m3/m2-dia para lechos de antracita sobre arena y profundidad estándar.
Profundidad del Medio				
Arena	m	30		15-30 cm Tabla 10 Articulo 114 Resolución 0330 (ok cumple)
Grava	m	30		
Antracita	m	40		40-60 cm Tabla 10 Articulo 114 Resolución 0330 (ok cumple)

Referencia 1: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS.
Referencia 2: Fair, G.M, & Hatch, L.P. (1933). Fundamental factors governing the streamline flow of water through sand. Jour, AWWA.
Referencia 3: Pérez, J.A. (2002). Manual de Potabilización del Agua. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
Referencia 4: Streeter, V, Wylie, E, & Bedford, K. (2000). Mecánica de Fluidos. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
Referencia 5: Romero, J.A. (2000). Potabilización del Agua. Colombia: Alfaomega.
Referencia 6: Arboleda, J. (2000). Teoría y Practica de la Purificación del Agua. Colombia: McGraw-Hill.
Referencia 7: Azevedo, J.M. & Natto, G. (1975). Manual de Hidráulica. México: Editorial Harla.

Tabla 19-Diagnóstico de la unidad de Filtración 2, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7L/S)

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

DIAGNÓSTICO FILTRACIÓN (3)

FILTRO CONVENCIONAL AUTOLAVANTE, DE FLUJO DESCENDENTE Y LECHO MIXTO DE ARENA Y ANTRACITA

Datos de entrada	Unidad	Valor	Expresión Matemática	Observaciones
Numero de filtros	Unidad	4.00		
Caudal de diseño (Q)	l/s	31.70	-	Valor caudal proyectado 2050
Caudal de diseño (Q)	l/s	7.93		Caudal proyectado / Numero de unidades
Ancho del filtro	m	1.87	-	Valor asumido.
Altura del filtro	m	1.53	-	Valor asumido.
Area Seccional	m2	2.86		Ancho x Alto
Tasa de filtración (Tf)	m3/m2/dia	239.3205411	-	Capacidad real instalada.180≤ Tf ≤ 350, OK. El RAS Resolución 0330 recomienda una tasa de filtración máxima de 350 m3/m2-dia para lechos de antracita sobre arena y profundidad estándar.
Profundidad del Medio				
Arena	m	30		15-30 cm Tabla 10 Artículo 114 Resolución 0330 (ok cumple)
Grava	m	30		
Antracita	m	40		40-60 cm Tabla 10 Artículo 114 Resolución 0330 (ok cumple)

Referencia 1: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS.
Referencia 2: Fair, G.M, & Hatch, L.P. (1933). Fundamental factors governing the streamline flow of water through sand. Jour. AWWA.
Referencia 3: Pérez, J.A. (2002). Manual de Potabilización del Agua. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
Referencia 4: Streeter, V, Wylie, E, & Bedford, K. (2000). Mecánica de Fluidos. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
Referencia 5: Romero, J.A. (2000). Potabilización del Agua. Colombia: Alfaomega.
Referencia 6: Arboleda, J. (2000). Teoría y Practica de la Purificación del Agua. Colombia: McGraw-Hill,
Referencia 7: Azevedo, J.M, & Netto, G. (1975). Manual de Hidráulica. México: Editorial Harla.

Tabla 19-Diagnóstico de la unidad de filtración 3, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7LPS)

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ

DIAGNÓSTICO FILTRACIÓN (4)

FILTRO CONVENCIONAL AUTOLAVANTE, DE FLUJO DESCENDENTE Y LECHO MIXTO DE ARENA Y ANTRACITA

Datos de entrada	Unidad	Valor	Expresión Matemática	Observaciones
Numero de filtros	Unidad	4.00		
Caudal de diseño (Q)	l/s	31.70	-	Valor caudal proyectado 2050
Caudal de diseño (Q)	l/s	7.93		Caudal proyectado / Numero de unidades
Ancho del filtro	m	1.82	-	Valor asumido.
Altura del filtro	m	1.53	-	Valor asumido.
Area Seccional	m2	2.78		Ancho x Alto
Tasa de filtración (Tf)	m3/m2/dia	245.9952812	-	Capacidad real instalada.180≤ Tf ≤ 350, OK. El RAS Resolución 0330 recomienda una tasa de filtración máxima de 350 m3/m2-dia para lechos de antracita sobre arena y profundidad estándar.
Profundidad del Medio				
Arena	m	30		15-30 cm Tabla 10 Artículo 114 Resolución 0330 (ok cumple)
Grava	m	30		
Antracita	m	40		40-60 cm Tabla 10 Artículo 114 Resolución 0330 (ok cumple)

Referencia 1: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS.
Referencia 2: Fair, G.M. & Hatch, L.P. (1933). Fundamental factors governing the streamline flow of water through sand. Jour. AWWA.
Referencia 3: Pérez, J.A. (2002). Manual de Potabilización del Agua. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
Referencia 4: Streeter, V. Wylie, E. & Bedford, K. (2000). Mecánica de Fluidos. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
Referencia 5: Romero, J.A. (2000). Potabilización del Agua. Colombia: Alfaomega.
Referencia 6: Arboleda, J. (2000). Teoría y Practica de la Purificación del Agua. Colombia: McGraw-Hill.
Referencia 7: Azevedo, J.M, & Netto, G. (1975). Manual de Hidráulica. México: Editorial Harla.

Tabla 26-Diagnóstico de la unidad de filtración 4, considerando el caudal operativo de la planta en el año 2050 (31.7LPS)

La desinfección se realiza con hipoclorito de sodio al 19%, el cual se suministra por goteo a una tasa de 38 a 40 ml/s, en un canal de salida de agua filtradas que se conecta a la zona de tanques de almacenamiento.



Figura 42- Aplicación de hipoclorito de sodio por goteo, en canal de salida de aguas filtradas en dirección a la zona de almacenamiento

En la actualidad el municipio de Cocorná cuenta con dos tanques de almacenamiento en concreto reforzado con una antigüedad superior a los 40 años, con capacidad de 250m3 y 180m3 respetivamente.





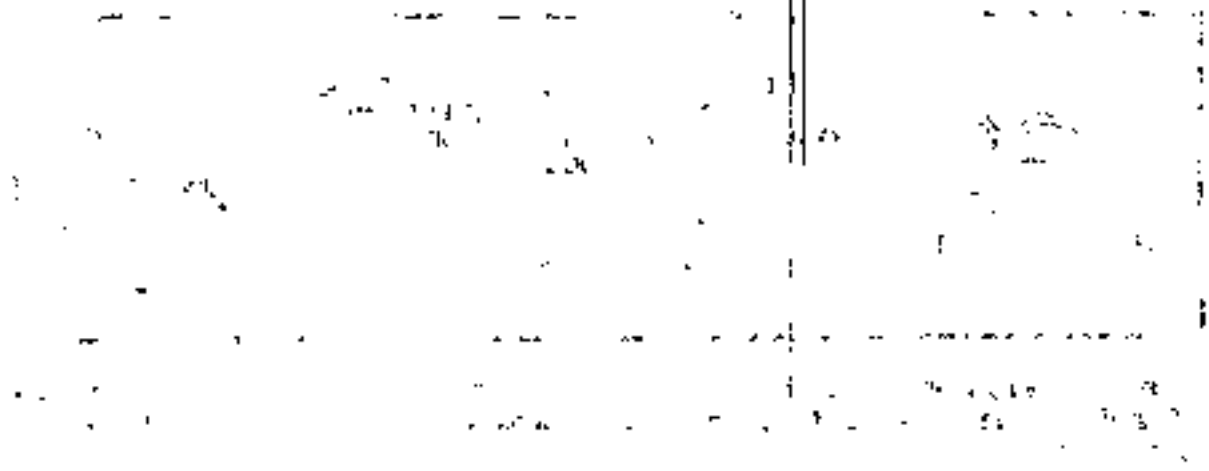


Figura 43- Medición de profundidad para tanques de 150m3 y 250m3 respectivamente.





Figura 44- presencia de fuga en empalme tanque 250m3 hacia red de distribución.

En cuanto a la capacidad de los tanques para suplir la demanda proyectada hasta el 2050, se logra evidencia un déficit en el 2025 de 190.7m3 y en el 2050 de 483.9m3.

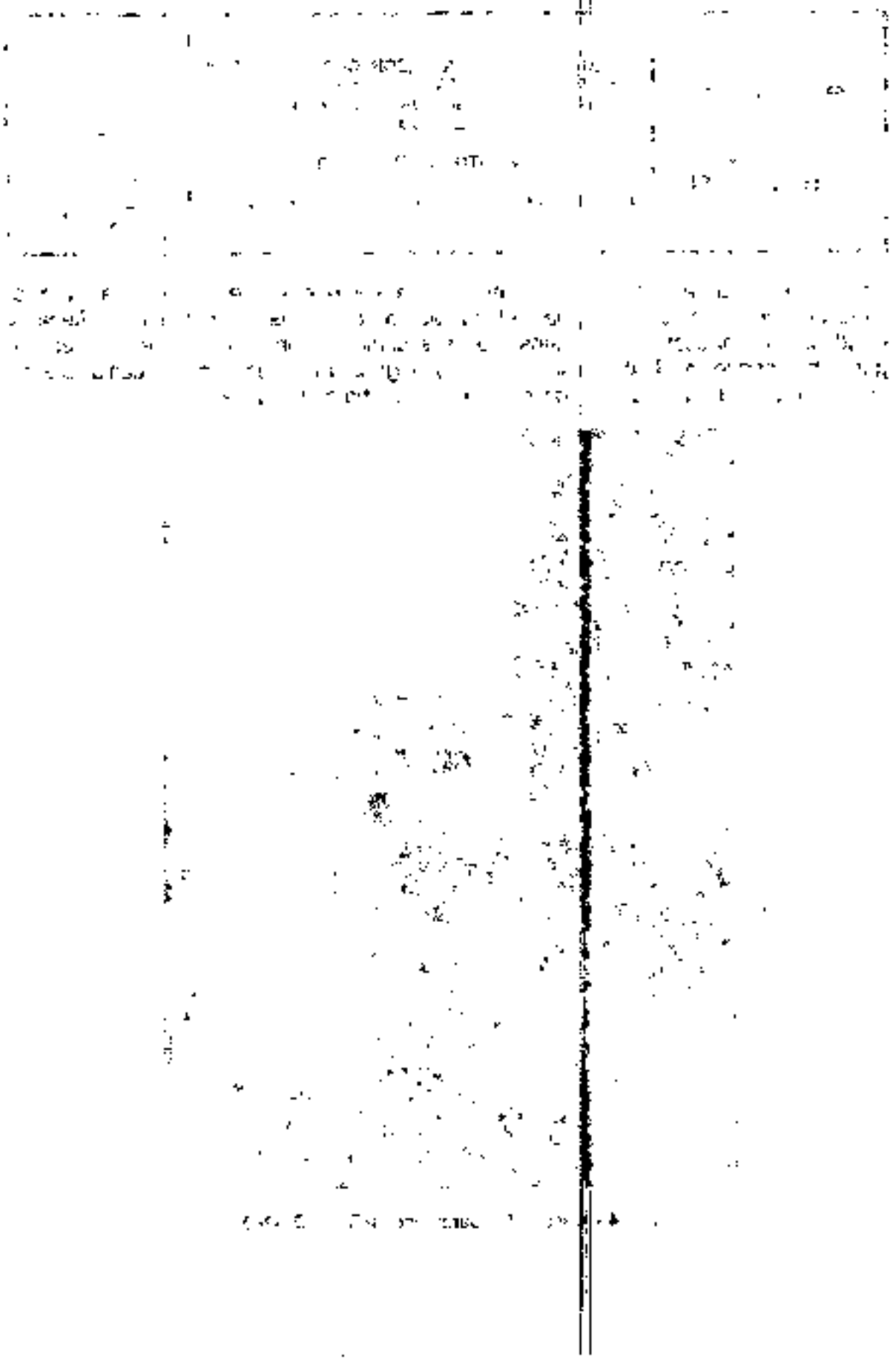
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
Año	Poblacion De Diseño (Hab)	% Perdidas	DOTACION NETA (L/Hab.Dia)	DOTACION BRUTA (L/Hab.Dia)	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)	ANALISIS DEL ALMACENAMIENTO (m3) Actual= 430	DEFICIT DE ALMACENAMIENTO
	Habitantes					1.3	1.6		M³
				$[5]=\frac{[4]}{1-[3]}$	$[6]=\frac{[2]*[5]}{86400}$	[7]=[6]* k1	[8]=[7]*K2	$[9]=\frac{[7]*[86400/3]}{1000}$	[10]= [9]-Actual
2018	7,421	25%	130.00	173.33	14.89	19.4	31.0	557.5	127.5
2019	7,536	25%	130.00	173.33	15.12	19.7	31.5	566.2	136.2
2020	7,654	25%	130.00	173.33	15.36	20.0	31.9	574.9	144.9
2021	7,773	25%	130.00	173.33	15.59	20.3	32.4	583.8	153.8
2022	7,893	25%	130.00	173.33	15.83	20.6	32.9	592.8	162.8
2023	8,015	25%	130.00	173.33	16.08	20.9	33.4	602.0	172.0
2024	8,138	25%	130.00	173.33	16.33	21.2	34.0	611.3	181.3
2025	8,264	25%	130.00	173.33	16.58	21.6	34.6	620.7	190.7
2026	8,392	25%	130.00	173.33	16.84	21.9	35.0	630.4	200.4
2027	8,522	25%	130.00	173.33	17.10	22.2	35.6	640.1	210.1
2028	8,654	25%	130.00	173.33	17.36	22.6	36.1	650.0	220.0
2029	8,788	25%	130.00	173.33	17.63	22.9	36.7	660.1	230.1
2030	8,924	25%	130.00	173.33	17.90	23.3	37.2	670.3	240.3
2031	9,063	25%	130.00	173.33	18.18	23.6	37.8	680.7	250.7
2032	9,204	25%	130.00	173.33	18.46	24.0	38.4	691.3	261.3
2033	9,346	25%	130.00	173.33	18.75	24.4	39.0	702.0	272.0
2034	9,492	25%	130.00	173.33	19.04	24.8	39.6	712.9	282.9
2035	9,639	25%	130.00	173.33	19.34	25.1	40.2	724.0	294.0
2036	9,789	25%	130.00	173.33	19.64	25.5	40.8	735.3	305.3
2037	9,941	25%	130.00	173.33	19.94	25.9	41.5	746.7	316.7
2038	10,096	25%	130.00	173.33	20.25	26.3	42.1	758.3	328.3
2039	10,253	25%	130.00	173.33	20.57	26.7	42.8	770.1	340.1
2040	10,413	25%	130.00	173.33	20.89	27.2	43.5	782.2	352.2
2041	10,576	25%	130.00	173.33	21.22	27.6	44.1	794.4	364.4
2042	10,741	25%	130.00	173.33	21.55	28.0	44.8	806.8	376.8
2043	10,909	25%	130.00	173.33	21.89	28.5	45.5	819.4	389.4
2044	11,080	25%	130.00	173.33	22.23	28.9	46.2	832.2	402.2
2045	11,254	25%	130.00	173.33	22.58	29.3	47.0	845.3	415.3
2046	11,430	25%	130.00	173.33	22.93	29.8	47.7	858.5	428.5
2047	11,609	25%	130.00	173.33	23.29	30.3	48.4	872.0	442.0
2048	11,792	25%	130.00	173.33	23.66	30.8	49.2	885.7	455.7
2049	11,978	25%	130.00	173.33	24.03	31.2	50.0	899.7	469.7
2050	12,167	25%	130.00	173.33	24.41	31.7	50.8	913.9	483.9

Tabla 21- Calculo del déficit de almacenamiento considerado las perdidas, dotaciones normativas y almacenamiento en un horizonte de diseño de 25 años (2025-2050).

La planta de tratamiento cuenta con caseta de operaciones adecuada para el almacenamiento de químicos y para el laboratorio. Sin embargo, dada su antigüedad y la adecuación artesanal de algunos procesos como el clorado mediante bombeo por goteo, humedades evidentes en las paredes y en general patologías asociadas a su edad de construcción mayor de 40 años, se requiere de una nueva caseta.



Figura 45- Caseta de operaciones PTAP-COCORNA.



Cabe resaltar que en la actualidad la PTAP, no cuenta con una estructura espesadora de lodos, el tratamiento de los mismos se realiza mediante la disposición en los lechos de secado.



Figura 46- Lechos de secado PTAP-COCORNÁ



Figura 47- Medición mediante escaneo LIDAR + GNSS DE PRECISION, para la zona de lechos de secado.

Tabla 22. Resumen del estado actual de la PTAP

ESTRUCTURA	DIAGNOSTICO	OBRAS REQUERIDAS
Canal de Entrada	No cumple con elementos de control de caudal de ingreso ni elementos que generen las condiciones hidráulicas para garantizar una mejor mezcla del coagulante en la zona. Se evidencia en igual sentido un notable desgaste del concreto en sus paredes.	Requiere construcción de una unidad nueva, considerando elementos con un mayor control del caudal de ingreso en la planta de tratamiento.
Estructura de aforo	No cumple parámetros hidráulicos	Requiere obras de optimización
Floculador	No cumple parámetros hidráulicos Mal estado físico y funcionamiento en flujo ahogado con zonas muertas de flujo y poca capacidad para la generación de flocs.	Requiere adecuaciones físicas para mejorar su funcionamiento hidráulico, entre ellos redistribución de placas y optimización de la estructura.
Sedimentador	Cumple parámetros hidráulicos en cuanto al tiempo de retención hidráulico.	Requiere evaluación estructural para determinar si es viable la adecuación de la estructura o en definitiva se requiere una unidad nueva.
Filtración	Cumple parámetros hidráulicos	Requiere evaluación estructural para determinar si es viable la adecuación de la estructura o en definitiva se requiere una unidad nueva.
Desinfección	No existe tanque de contacto	Se requiere la construcción de un tanque de contacto nuevo previo al almacenamiento.
Almacenamiento	Requiere labores de mantenimiento preventivo para el control de fugas, cabe resaltar que realizando la proyección de la población se evidencia un déficit de almacenamiento	Construcción de unidades auxiliares de almacenamiento para garantizar el suministro de acuerdo a los consumos proyectados 2025-2050.

ESTRUCTURA	DIAGNOSTICO	OBRAS REQUERIDAS
Manejo de lodos	Se requiere una unidad para espesar los lodos, en cuanto a los lechos de secado la unidad actual no es funcional, dado que carece elementos como traslucides de las tejas entre otros para garantizar una adecuada deshidratación de los mismos	Construcción de una unidad nueva y funcional para espesar los lodos. Construcción de una nueva unidad de lechos de secado considerando la facilidad de accesibilidad al mismo para lograr una disposición final segura.

Fuente: Informe de diagnóstico, GICCA 2025.

3.1.5 Calidad de Agua

El acceso a agua potable segura y de calidad es un pilar fundamental para la salud pública, el desarrollo económico y el bienestar de las comunidades. Sin embargo, garantizar que el agua distribuida a través de las redes de acueducto cumpla con los estándares requeridos exige un proceso riguroso de evaluación y monitoreo constante. Este capítulo presenta un diagnóstico integral de la calidad del agua en la red de acueducto, analizando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos que determinan su aptitud para el consumo humano.

A través de muestreos sistemáticos, análisis de laboratorio y comparación con normativas nacionales e internacionales, se identifican potenciales riesgos y puntos críticos en el sistema de distribución. Además, se exploran las causas de posibles contaminaciones, como fallas en los procesos de tratamiento, infiltraciones en la red o deterioro de la infraestructura. Los resultados obtenidos no solo permiten evaluar el estado actual del servicio, sino también proponer medidas correctivas y preventivas para asegurar la entrega de un recurso hídrico que proteja la salud de los usuarios y preserve la sostenibilidad ambiental.

Este diagnóstico constituye una herramienta, considerando la naturaleza del proyecto en el cual se plantea la construcción de una planta de tratamiento de agua potable para el municipio de Cocorná Antioquia.

A continuación, se muestra el consolidado tabulado del último año de muestro, para un posterior análisis de situaciones de caso que se pueden llegar a presentar en la PTAP, para corregir cada escenario de muestreo.

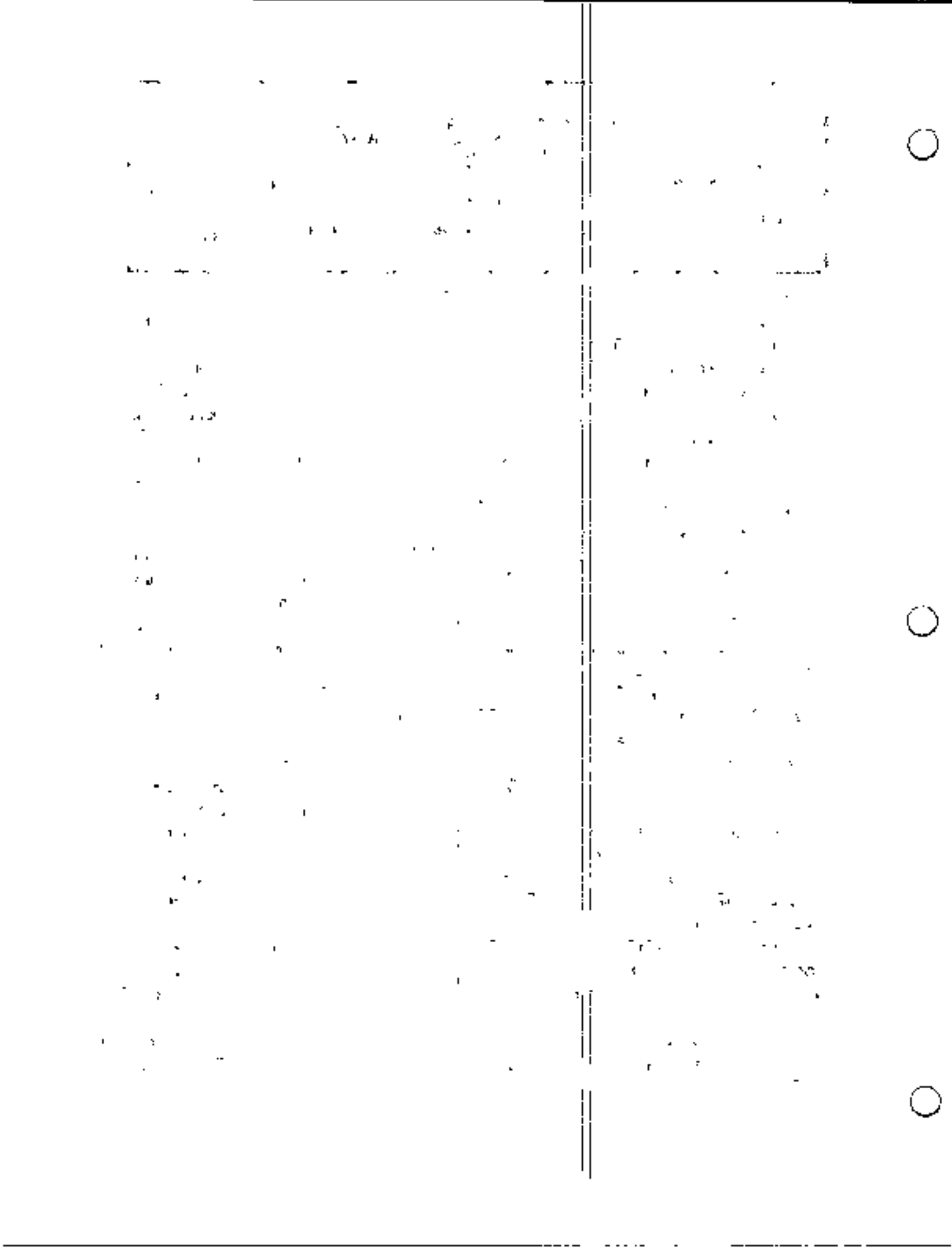
Tabla 23. Consolidado del último año de muestreo, fuente: empresa de servicios públicos de Cocorná.

FECHA	PARAMETRO	CONCENTRACION	VALOR DE REFERENCIA	TIPO DE AGUA	LUGAR MUESTREO
4/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003
4/9/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.6	2	TRATADA	P003
4/9/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003
4/9/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003
4/23/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P001-COLEGIO
4/23/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.1	2	TRATADA	P001-COLEGIO
4/23/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	1	0	TRATADA	P001-COLEGIO
4/23/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
7/4/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	0.56	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	FLORUROS	<0.50	1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
10/4/2025	CARBONO ORGANICO TOTAL	<1		TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
11/4/2025	ALUMINIO TOTAL	0.173		TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/04/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P003-MONTECARLO
21/04/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P003-MONTECARLO
21/04/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
21/04/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	0.64	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/04/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P004-CEFERINOS
28/04/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P004-CEFERINOS
7/4/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	PH	7.2	6.5-9	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.31	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
7/4/2025	CLORO LIBRE	1	0.3-2.0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
22/04/2025	PH	5.98	6.5-9	TRATADA	P003-MONTECARLO
22/04/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
22/04/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.44	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
22/04/2025	CLORO LIBRE	2.1	0.3-2.0	TRATADA	P003-MONTECARLO

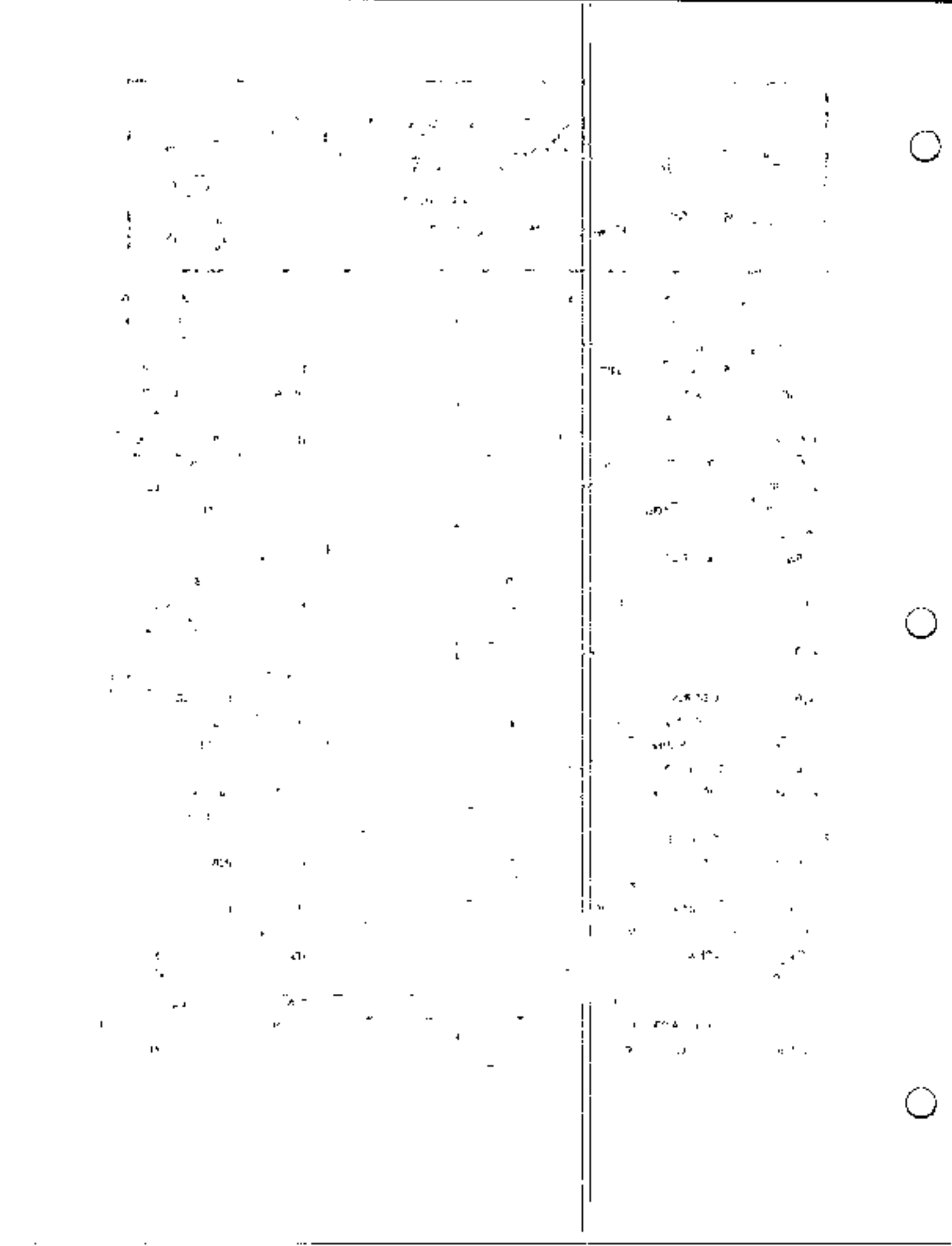
29/04/2025	PH	7.41	6.5-9	TRATADA	P004-CEFERINOS
29/04/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
29/04/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.69	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
29/04/2025	CLORO LIBRE	1	0.3-2.0	TRATADA	P004-CEFERINOS
22/08/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
22/08/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
20/08/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	6	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
20/08/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	1	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
14/08/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P001-COLEGIO
14/08/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.5	2	TRATADA	P001-COLEGIO
12/8/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	1	0	TRATADA	P001-COLEGIO
12/8/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
28/06/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/06/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.56	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/06/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/06/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
3/12/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
3/12/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.2	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
2/12/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	17	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
2/12/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
10/12/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P001-COLEGIO
10/12/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.45	2	TRATADA	P001-COLEGIO
9/12/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
9/12/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
12/12/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	7	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
12/12/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
11/12/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
11/12/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
16/07/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	11	15	TRATADA	P001-COLEGIO
16/07/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.1	2	TRATADA	P001-COLEGIO
24/07/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
24/07/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.65	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
22/07/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO

22/07/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
31/07/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
31/07/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.4	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
29/07/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
29/07/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
26/06/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P003-MONTECARLO
26/06/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P003-MONTECARLO
17/06/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
17/06/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
19/06/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
19/06/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.4	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
18/06/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
18/06/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
16/06/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P001-COLEGIO
16/06/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P001-COLEGIO
4/6/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
4/6/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/5/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/5/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	PH	7.4	6.5-9	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	1.38	0.3-2.0	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	5	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	CLORO LIBRE	0.6	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	PH	7.34	6.5-9	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	1.77	0.3-2.0	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	10	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	CLORO LIBRE	1.2	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
17/06/2025	PH	6.78	6.5-9	TRATADA	P004-CEFERINOS
17/06/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	1.18	0.3-2.0	TRATADA	P004-CEFERINOS

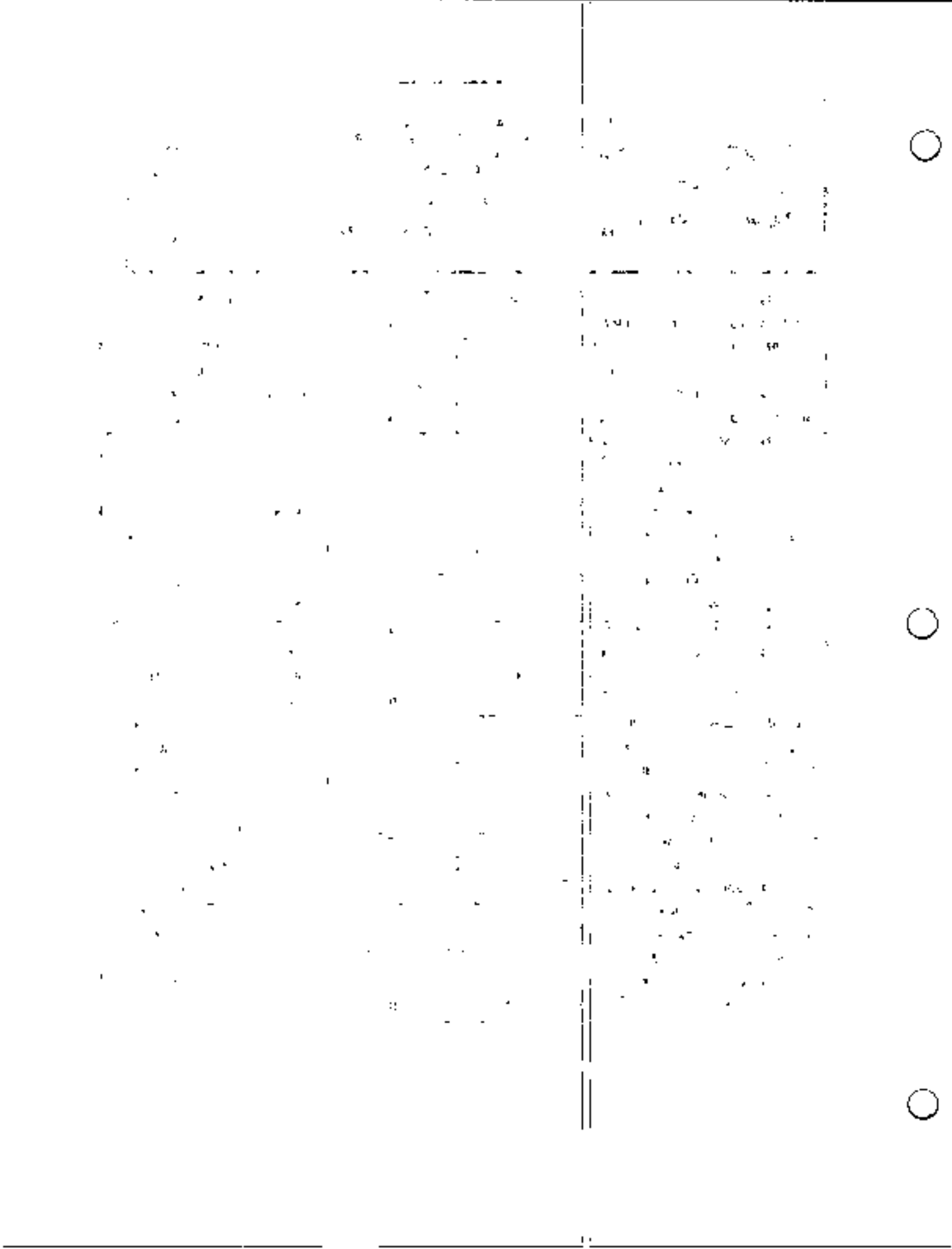
17/06/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	25	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
17/06/2025	CLORO LIBRE	3.6	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
17/06/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
17/06/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
19/03/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
19/03/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
19/03/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	<5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
19/03/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	2.1	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
14/03/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P001-COLEGIO
13/03/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.8	2	TRATADA	P001-COLEGIO
12/3/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
12/3/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.23	2	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	PH	7	6.5-9	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	CLORO LIBRE	1	0.3-2	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	Ausencia	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	Ausencia	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	HIERRO TOTAL (mg Fe/L)		0.3	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	Aluminio TOTAL (mg Al3+/L)		0.2	TRATADA	P001-COLEGIO
10/3/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	0.33	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
10/3/2025	PH	7	6.5-9	TRATADA	P003-MONTECARLO
10/3/2025	CLORO LIBRE	0.8	0.3-2	TRATADA	P003-MONTECARLO
10/3/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	Ausencia	TRATADA	P003-MONTECARLO
10/3/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	Ausencia	TRATADA	P003-MONTECARLO
10/3/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
10/3/2025	HIERRO TOTAL (mg Fe/L)	0	0.3	TRATADA	P003-MONTECARLO
10/3/2025	Aluminio TOTAL (mg Al3+/L)	0	0.2	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P001-COLEGIO
28/05/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.29	2	TRATADA	P001-COLEGIO
28/05/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
28/05/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
28/05/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	3	2	TRATADA	P003-MONTECARLO



14/05/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
14/05/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
6/5/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P001-COLEGIO
6/5/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P001-COLEGIO
13/05/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	7.5	15	TRATADA	P001-COLEGIO
13/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.9	2	TRATADA	P001-COLEGIO
15/05/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
15/05/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
23/05/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P003-MONTECARLO
23/05/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	<1	<1	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2025	PH	7.03	6.9-9	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2025	CLRO RESDUAL (mg/L Cl-)	2.1	0.3-2	TRATADA	P003-MONTECARLO
29/05/2025	CLORO APARENTE (U.P.C)	9	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
29/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.2	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
20/05/2025	PH	7.07	6.9-9	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
20/05/2025	CLRO RESDUAL (mg/L Cl-)	1.61	0.3-2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/05/2025	CLORO APARENTE (U.P.C)	11	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.4	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
20/05/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
20/05/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
19/05/2025	PH	7.23	6.9-9	TRATADA	P004-CEFERINOS
19/05/2025	CLRO RESDUAL (mg/L Cl-)	2.49	0.3-2	TRATADA	P004-CEFERINOS
20/05/2025	CLORO APARENTE (U.P.C)	16	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
20/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	2.3	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
20/05/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
20/05/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
14/11/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P001-COLEGIO
14/11/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.95	2	TRATADA	P001-COLEGIO
13/11/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
13/11/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
20/11/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO



20/11/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.2	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
18/11/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
18/11/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
26/11/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	<5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
26/11/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.85	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
25/11/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	37	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
25/11/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
9/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
9/10/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
7/10/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
7/10/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P004-CEFERINOS
23/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
23/10/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/10/2025	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/10/2025	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
30/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
30/10/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/10/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/10/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
11/9/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P001-COLEGIO
11/9/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.3	2	TRATADA	P001-COLEGIO
9/9/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
9/9/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P001-COLEGIO
18/09/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	7	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
18/09/2024	TURBIDEZ T)	1.5	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
16/09/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
16/09/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
25/09/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
25/09/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
23/09/2024	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO
23/09/2024	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)	0	0	TRATADA	P003-MONTECARLO



3.1.5.1 Resultados Generales

Considerando lo parámetros de calidad de aguas, consolidados en la tabla 23, a continuación, se realiza un análisis de caso, considerando escenarios críticos de funcionamiento para las variables monitoreadas, planteando medidas operativas en la Planta de tratamiento de agua potable actual.

- **Turbiedad (Límite: ≤ 2 UNT)**

Situación actual:
La mayoría de muestras cumplen, pero hay valores altos en **P004-CEFERINOS (25 UNT, 17/06/2025)** y **P003-MONTECARLO (3 UNT, 28/05/2024)**.
Sugiere presencia de sólidos suspendidos o fallas en la coagulación-floculación.

Medidas recomendadas para la PTAP:
-Optimizar dosificación de coagulantes.
-Incluir filtración multimedia (arena-antracita) para retener partículas finas.
-Instalar turbidímetros en línea para control automático.

- **Color Aparente (Límite: ≤ 15 UPC)**

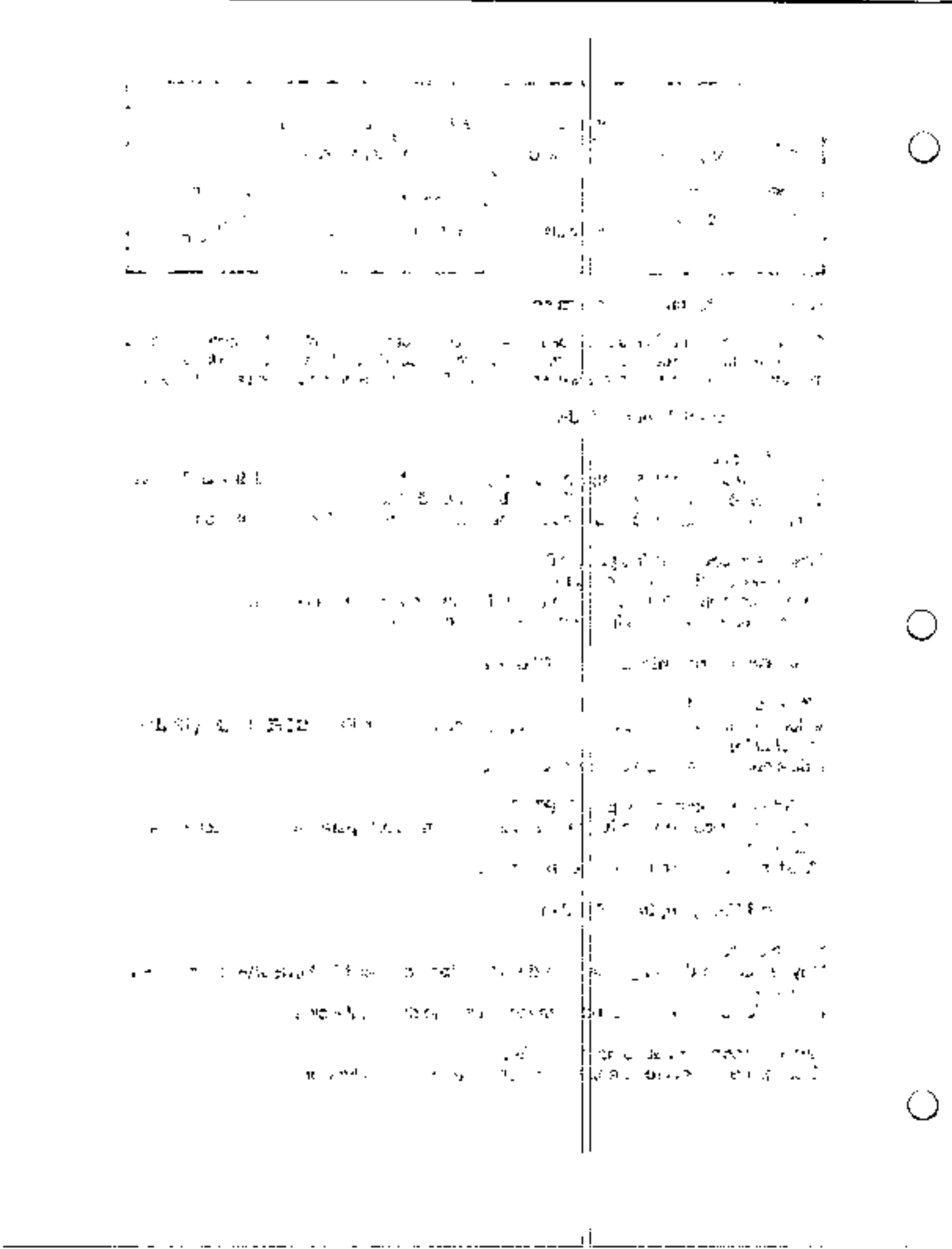
Situación actual:
Valores generalmente dentro del rango, pero con picos en **P004-CEFERINOS (16 UPC, 20/05/2025)**.
Indica posible presencia de materia orgánica.

Medidas recomendadas para la PTAP:
-Implementar **carbón activado** (en polvo o granular) para adsorber compuestos orgánicos.
-Ajustar oxidación con precloración u ozono.

- **pH (Rango óptimo: 6.5–9.0)**

Situación actual:
Mayoría dentro del rango, pero se detectó **acidez en P003-MONTECARLO (pH 5.98, 22/04/2025)**.
Riesgo de corrosión en tuberías y menor eficiencia de desinfección.

Medidas recomendadas para la PTAP:
-Sistema de **corrección de pH** (cal o soda cáustica) post-filtración.



-Monitoreo continuo con sensores de pH para ajuste automático.

- **Cloro Residual (Rango óptimo: 0.3–2.0 mg/L)**

Situación actual:
Variabilidad: desde **<0.3 mg/L** (riesgo microbiológico) hasta **3.6 mg/L** (sabor/olor).
Inconsistencias en dosificación o puntos muertos en la red.

Medidas recomendadas para la PTAP:
Sistema de cloración automatizado con bombas dosificadoras.
-Estaciones de re-cloración en puntos estratégicos de la red.

- **Indicadores Microbiológicos (Coliformes/E. coli: Límite = 0 UFC/100mL)**

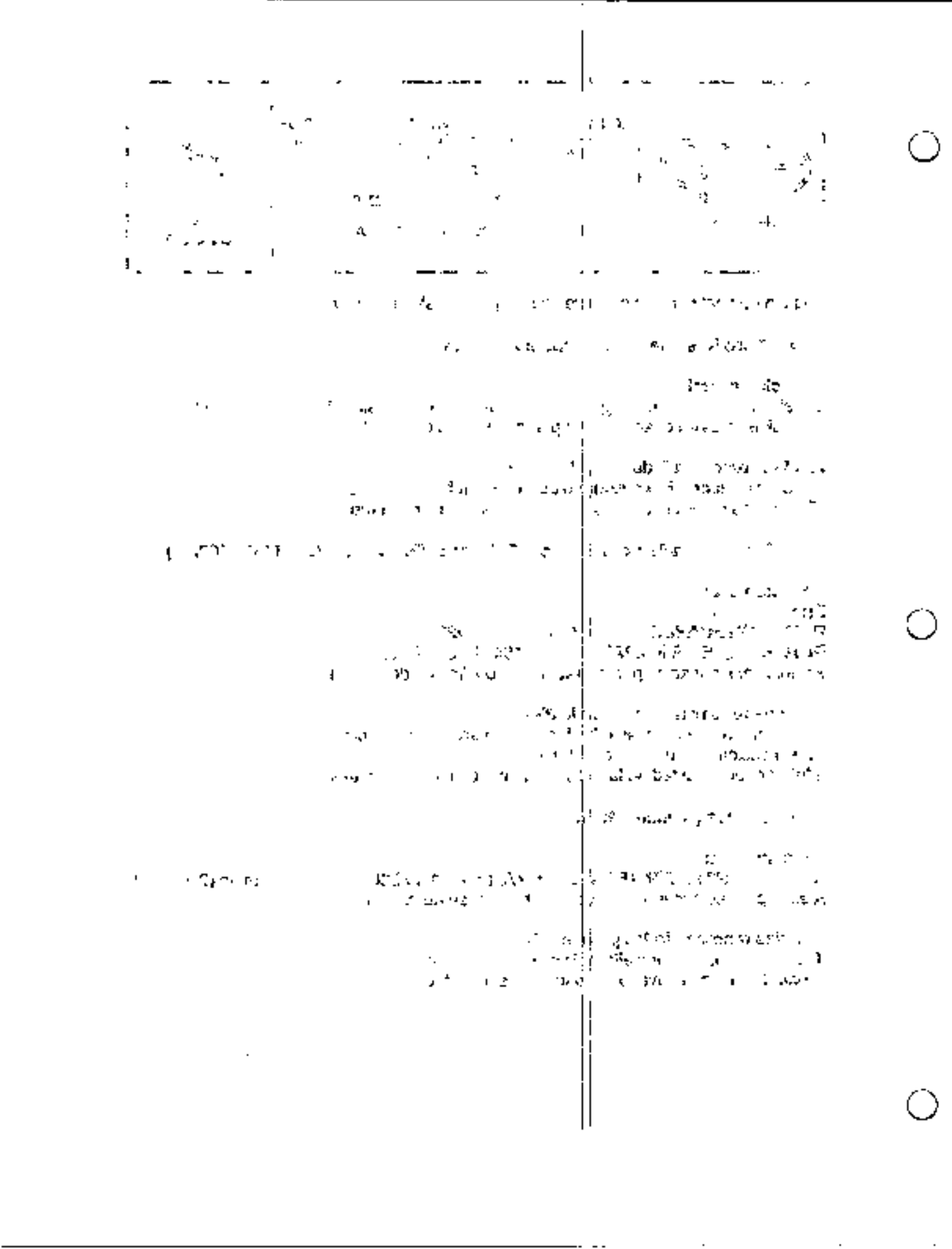
Situación actual:
Puntos críticos:
P003-MONTECARLO (37 UFC/100mL, 25/11/2024).
P002-PARQUE PRINCIPAL (17 UFC/100mL, 02/12/2024).
Posible contaminación por roturas de red o fallas en desinfección.

Medidas recomendadas para la PTAP:
-Filtración por membranas (ultrafiltración) para eliminar bacterias.
-Desinfección secundaria con UV u ozono.
-Mejorar hermeticidad de la red y programa de limpieza de tanques.

- **Metales (Aluminio/Hierro)**

Situación actual:
Aluminio en **P003-MONTECARLO (0.173 mg/L, 11/04/2025)** cerca del límite (0.2 mg/L).
Riesgo por uso excesivo de coagulantes a base de aluminio.

Medidas recomendadas para la PTAP:
-Cambiar a coagulantes alternativos (ej. cloruro férrico).
-Control estricto de lavado de lodos en sedimentadores.



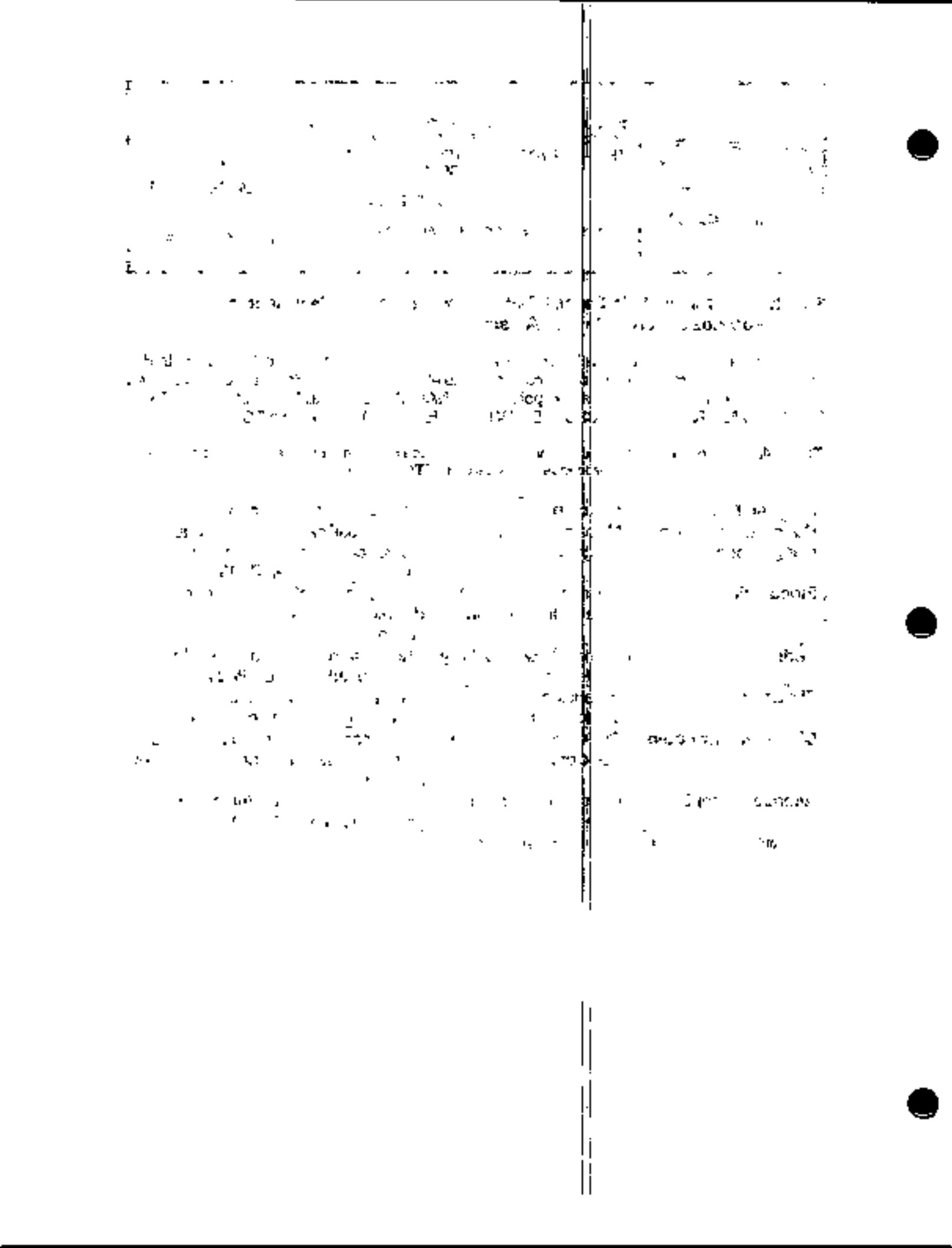
3.1.5.2 Consolidado Causa Efecto de los parámetros de calidad en los procesos unitarios de la PTAP actual.

Se consolida a continuación la relación causa efecto de los parámetros de calidad encontrados para los puntos de muestreo en la red, considerando el esquema actual de procesos unitarios en la planta de tratamiento de agua potable (CANAL DE ENTRADA + FLOCULADOR + SEDIMENTADOR + FILTRO + CLORADO POR GOTEO + ALMACENAMIENTO.

Tabla 24. Relación causa efecto de las variables de calidad de agua monitoreadas en la red vs los procesos unitarios de la PTAP actual.

Proceso Unitario	Función	Problemáticas Detectadas
Canal de entrada + Coagulación	Mezcla rápida de coagulante	- Dosificación inconstante (evidenciado por turbiedad variable y aluminio residual en P003).
Floculación	Formación de flóculos para sedimentación.	- Tiempos de retención inadecuados (flóculos frágiles, alta turbiedad en salida).
Sedimentación	Remoción de flóculos y partículas.	- Acumulación de lodos (contribuye a picos de turbiedad en P004).
Filtración	Retención de partículas finas.	- Colmatación frecuente (requiere lavados manuales intensivos).
Cloración por goteo	Desinfección con hipoclorito.	- Dosificación no automatizada (cloro residual fuera de rango en múltiples puntos).
Almacenamiento	Distribución del agua tratada.	- Biofilm en tanques (detectado por coliformes en P001 y P003).

P001-COLEGIO— P002-PARQUE PRINCIPAL— P003-MONTECARLO– P004-CEFERINOS



3.1.5.3 Plan de mantenimiento técnico para la Ptap actual:

Considerando que un plan de mantenimiento es un documento técnico operativo que establece los procedimientos sistemáticos para preservar la funcionalidad, eficiencia y confiabilidad de los procesos unitarios de tratamiento de agua, mediante actividades programadas de inspección, limpieza, calibración y reparación de componentes del sistema, se describe a continuación un plan de mantenimiento considerando los escenarios de muestreo de la tabla 23 vs los procesos unitarios de la PTAP actual.

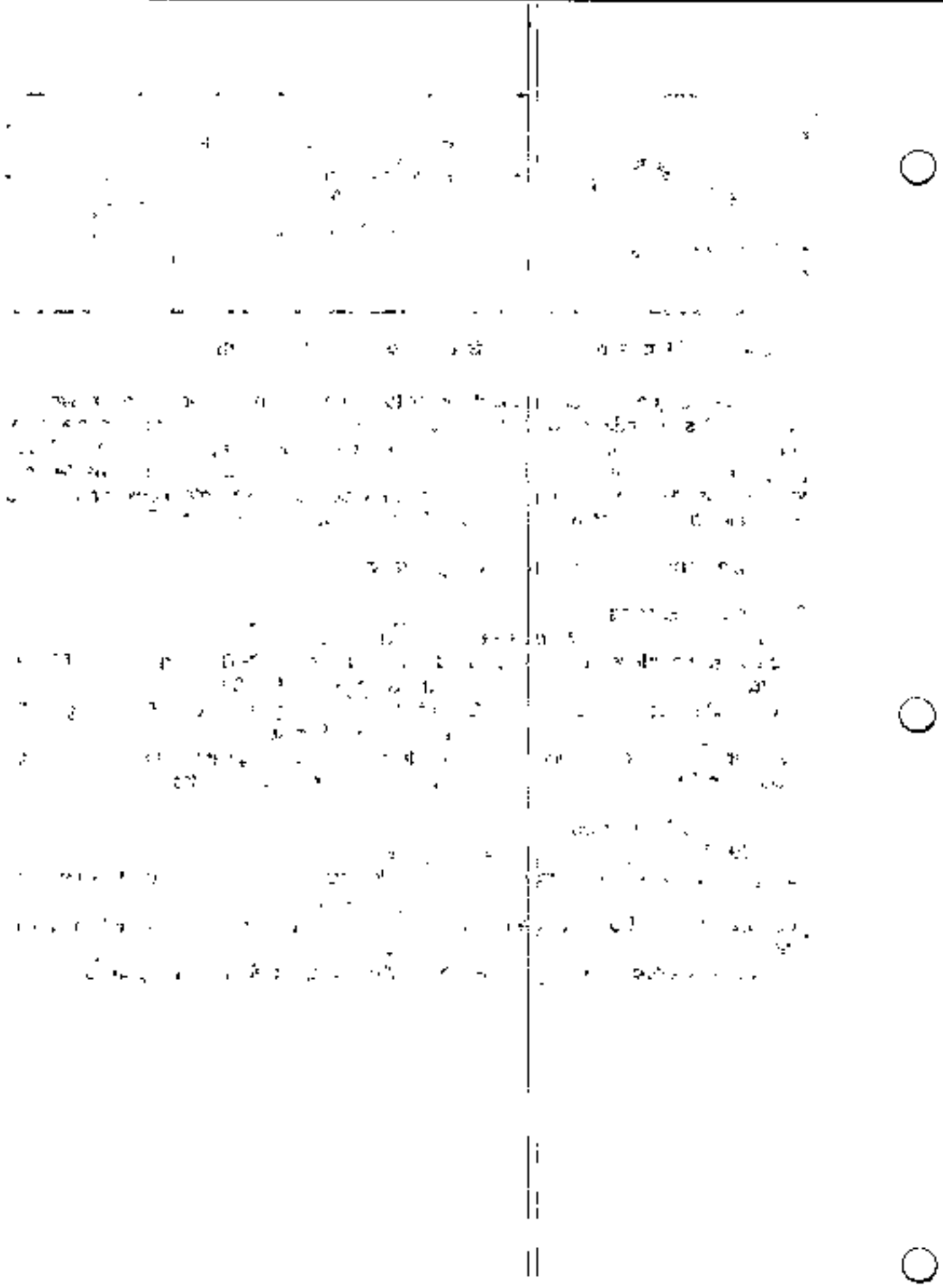
- **Mantenimiento Preventivo Programado**

Operaciones Diarias

Actividad	Frecuencia	Procedimiento
Medición de cloro residual	Cada 4 horas	Uso de colorímetro DPD en salida de PTAP y puntos clave (P001-P004).
Lavado de filtros	Cada 12 horas	Retrolavado con agua + aire a 15 L/s·m² por 10 min (evitar colmatación).
Registro de dosificación	Diario	Verificar flujo de coagulante (ajustar a 20–40 mg/L según turbiedad de entrada).

Operaciones Semanales

Actividad	Día	Procedimiento
Limpieza de sedimentadores	Lunes	Remoción de lodos y verificación de deflectores.
Calibración de bombas de cloro	Miércoles	Ajuste según caudal (ej. 1.0 mg/L para 26 L/s).
Muestreo microbiológico	Viernes	Análisis de coliformes en 4 puntos de red.



- **Mantenimiento Correctivo (Activación por Alerta)**

Protocolo para Turbiedad >5 UNT

1. **Acción inmediata (Día 0)**:
   - Aumentar dosificación de coagulante en un **20%**.
   - Lavado de filtros por **15 min** con caudal de 20 L/s·m².

2. **Día 1**:
   - Muestreo de verificación. Si persiste, revisar sedimentadores por cortocircuitos.

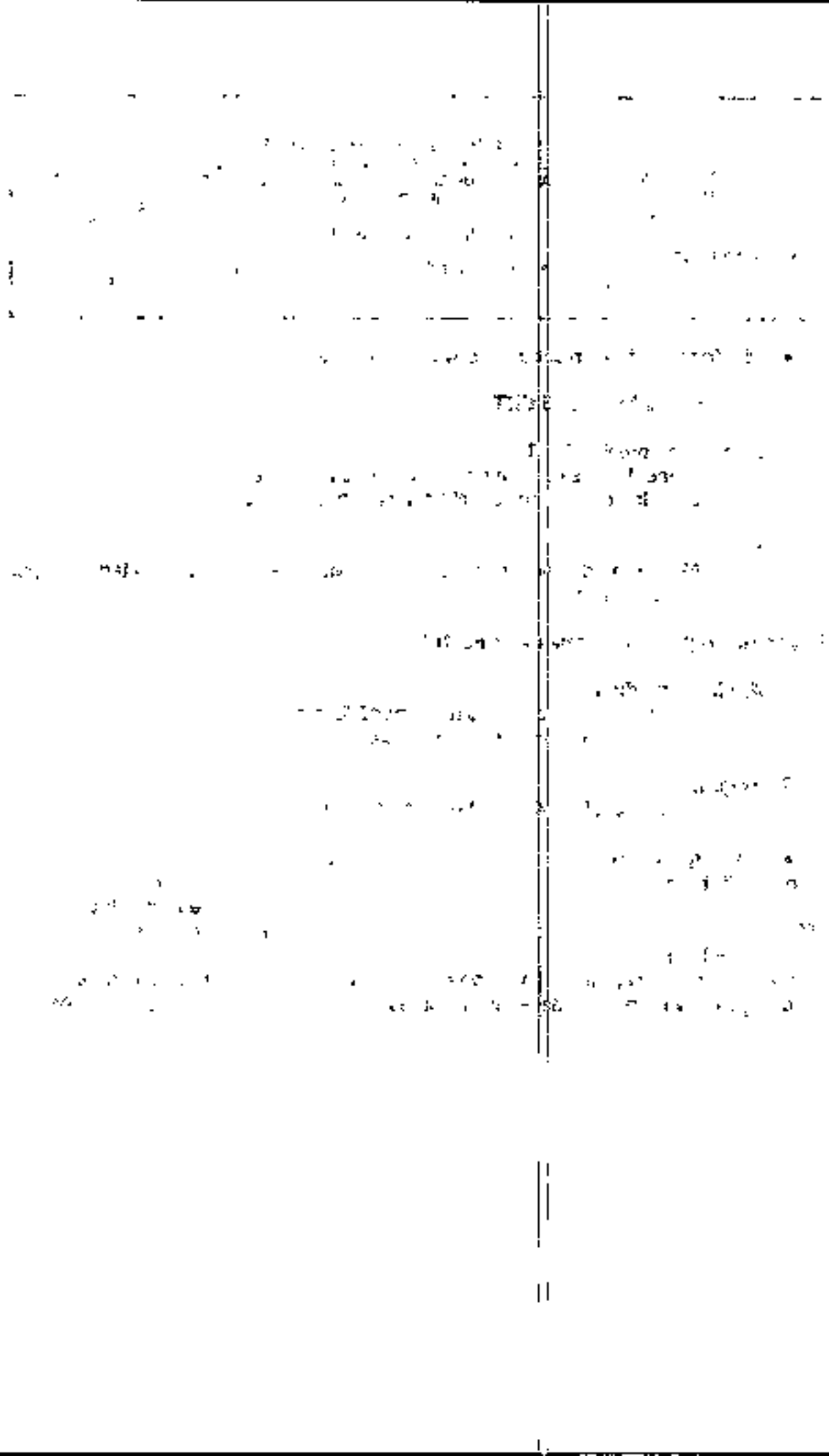
B. Protocolo para Coliformes >0 UFC/100mL

1. **Acción inmediata**:
   - Choque de cloración (**3.0 mg/L por 2 horas**).
   - Inspección de tanques (limpieza con hipoclorito al 5%).

2. **Seguimiento**:
   - Muestreo a las **24 h y 72 h** post-intervención.

- **Cronograma Anual de Mantenimiento Mayor**

Mes	Actividad	Técnico Responsable
Marzo	Limpieza profunda de tanques de almacenamiento (P001-P004)	Contratista externo
Junio	Revisión y ajuste de floculadores (paletas)	Ingeniero de planta
Dic.	Renovación anual de lechos filtrantes	Operadores PTAP



4 ANALISIS DE ALTERNATIVAS:

En cuanto a las alternativas de diseño, tomando como base el diagnóstico de la infraestructura existente y las características del proyecto de planta de tratamiento de agua potable PTAP, se presentan a continuación el análisis teniendo como base criterios técnicos, aceptación de las tecnologías por parte de la comunidad, flexibilidad del diseño y construcción, método constructivo, costos y necesidad con el fin de definir en una matriz, la opción más conveniente y/o optimo, para las características del proyecto.

Las opciones planteadas se abordan según los parámetros exigidos por la resolución 0330 de 2017, 0799 de 2021 y 0844 de 2018, teniendo en cuenta el horizonte de diseño, las proyecciones de caudal, población y las características propias de área de influencia. Garantizando la solución en términos de eficiencia y continuidad en la prestación del servicio para la población.

4.1 Criterios de Selección En La Alternativa:

Los criterios de evaluación empleados para el análisis de alternativas, parten de una proyección de población desarrollado en la presente consultoría tomando como base de consulta información oficial.

Tabla 25. Parámetros de evaluación.

Datos Básicos Para PTAP zona urbana del municipio de Cocorná		
	Indicador Actual	Indicador Futuro
Población		
Ano	2025	2050
Población Total	8264	12167
Dotación		
Dotación Neta (L/Hab*d)	130	130
Perdidas	0.25	0.25
Dotación Bruta (L/Hab*d)	173.33	173.33
Coeficiente de consumo Diario K1	1.3	1.3
Coeficiente de consumo Horario K2	1.6	1.6
Demanda		
Caudal Medio Diario (L/s)	16.58	24.41
Caudal Máximo Diario QMD (L/s)	21.6	31.7
Caudal Máximo Horario QMH (L/s)	34.5	50.8

Para valorar las alternativas que se plantean, se determinan los parámetros establecidos en la Tabla 26. Criterios de selección de alternativas

Tabla 26. Criterios de selección de alternativas

Aspecto	Descripción	Puntaje máximo
Aspectos económicos	La evaluación económica es un factor determinante en la escogencia de la alternativa más adecuada, puesto que, se incluyen los costos del tiempo del trabajo del personal especializado, mano de obra, materiales, maquinarias y equipos necesarios, además de la gestión de predios y servidumbres y demás actividades derivadas para su correcto funcionamiento. Se calificará con el máximo puntaje a la alternativa de costos más bajos y con el mínimo puntaje a la alternativa de costos más altos.	20
Aspectos técnicos, operativos y administrativos	La sostenibilidad técnica y operativa de la obra, hace posible que ésta perdure en el tiempo, y sirva como beneficio para las comunidades actuales y las futuras, involucrando aspectos sociales, económicos y ambientales. Por esta razón, en este ítem se toman en cuenta los costos de operación y mantenimiento de la obra, transporte de material y residuos generados durante su ejecución, duración de las actividades y afectaciones a la comunidad y a infraestructuras existentes.	30
Aspecto Otros estudios	Con el fin de realizar una evaluación global de los impactos ocasionados por el proyecto en el área de influencia, se toman en cuenta los estudios geotécnicos, estructurales, forestales, hidrológico e hidráulicos, además de los planes de manejo de tránsito.	10
Impacto y riesgo ambiental	La evaluación ambiental es un instrumento de planificación que permite garantizar la participación de la ciudadanía, mitigar los posibles impactos negativos y potenciar los positivos para la sostenibilidad del proyecto, además de la conservación y preservación de los recursos naturales. Esta evaluación definirá la viabilidad de las alternativas propuestas con respecto a los impactos que puedan generar cada una de las actividades contempladas para el desarrollo de las obras y las requeridas para las posibles contingencias presentadas. Teniendo en cuenta: la protección de las fuentes hídricas y la optimización de recursos y minimización de contaminantes.	20



Aspecto	Descripción	Puntaje máximo
Impacto social	Como primera prioridad de cualquier entidad territorial que promueva el desarrollo social, será llevar a cabo inversiones que estén a favor de aumentar el bienestar y la salud pública de los habitantes, también de la protección y preservación del medio ambiente que lo rodea y de la reducción en la medida de lo posible de los impactos negativos generados sobre estos. En este orden de ideas, se toman en cuenta factores como, la afectación en cuanto a sus dinámicas poblacionales (tiempos de desplazamientos, accidentes, daños y perjuicios, etc.) durante la ejecución y operación de la obra a desarrollar.	20
		100

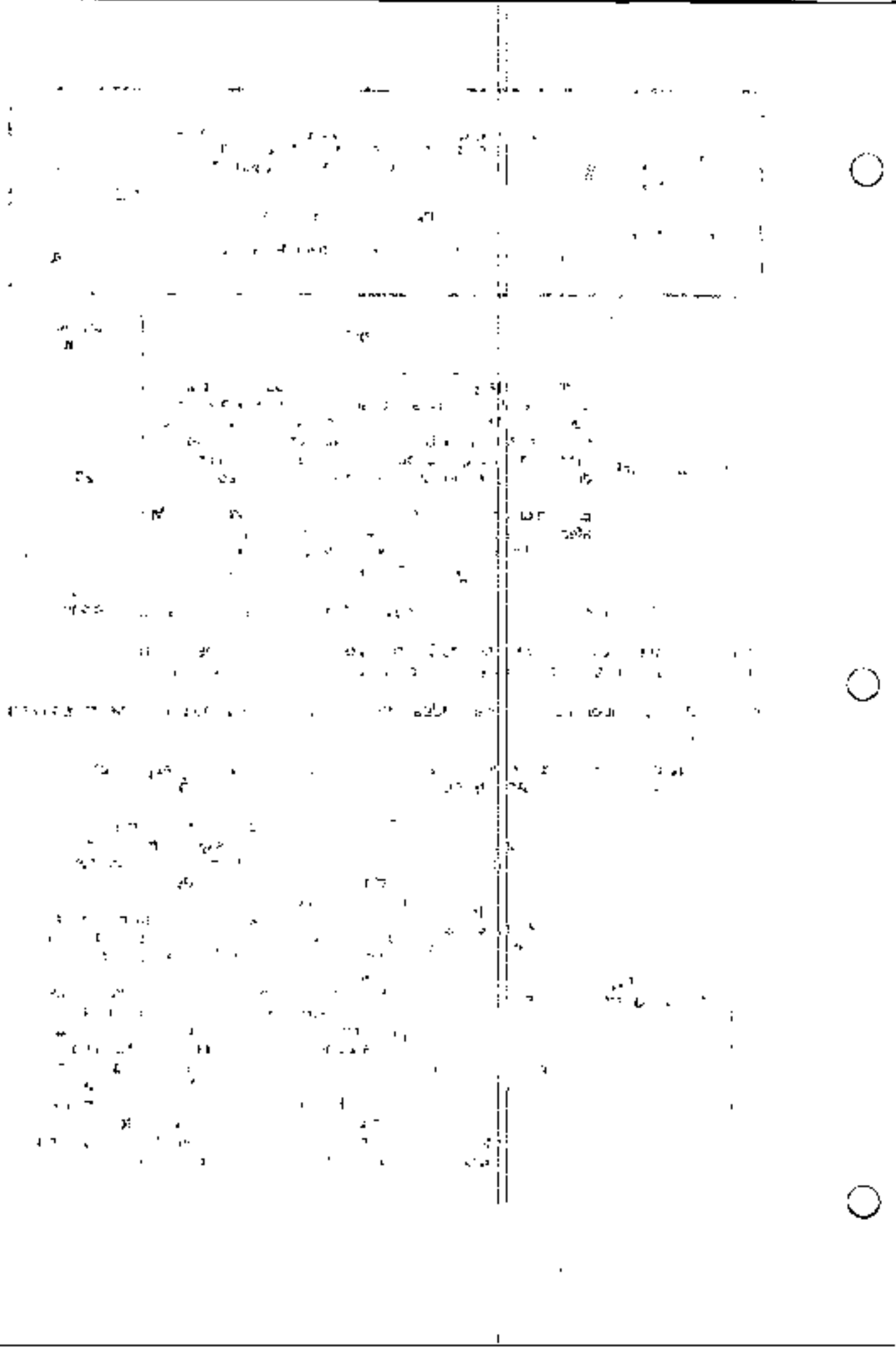
Fuente: Reglamento técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.

La metodología empleada para la selección de la mejor alternativo constituye un análisis a nivel económico, predial, ambiental, social, técnico y de operación y mantenimiento.

En la tabla 27, se identifican las actividades que son causantes del impacto ambiental en cada fase del proyecto.

Tabla 27. Actividades que causan impacto ambiental en cada fase del proyecto

FASES	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
FASE DE CONSTRUCCIÓN	Acarreo y Transporte de Materiales	Esta actividad hace referencia al transporte y acarreo de los materiales que se requerirán para la correcta ejecución de las obras propuestas.
	Descapote y Remoción de la Capa Orgánica	Esta actividad consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en el área intervenida por la obra. Se deberá remover el rastrojo, maleza, pastos, raíces, rocas, de modo que el terreno queda limpio y su superficie adecuada para las obras.
	Excavaciones	Esta actividad hace referencia a las excavaciones requeridas para la instalación de la estructura.
	Retiro de Material Sobrante	El material sobrante proveniente de las excavaciones deberá retirarse del sitio fuera de las áreas de trabajo, esta consultoría asumirá las responsabilidades por la disposición final del material en los botaderos debidamente aprobados por la autoridad competente.
	Estabilización del Suelo	Consiste en realizar todas aquellas actividades que mejoren la resistencia del suelo con el fin de



FASES	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		aumentar la cohesión y/o la fricción de la mezcla suelo-producto estabilizante o del suelo modificado.
	Construcción de Estructuras	Esta actividad hace referencia a todas las obras requeridas propuestas por parte de la consultoría, para el correcto diseño del sistema de captación.
	Desvío de la fuente	Se debe realizar un correcto desvío temporal de la fuente durante el tiempo de construcción de la obra, posterior al permiso de ocupación de cauce.
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación del Sistema de Captación	Hace referencia a todas aquellas actividades para el correcto funcionamiento y operación del sistema de Captación
	Limpieza y Mantenimiento del Sisterna de Captación	Esta actividad consiste en la limpieza y mantenimiento de las estructuras propuestas para el sistema de Captación, con el fin de que este no sufra colapsos, colmataciones, o algún otro tipo de problema que impida su correcto funcionamiento.

Cabe resaltar que el presente análisis de alternativas centra su contenido a la zona de PTAP para un caudal de 31.7l/s y un almacenamiento de 913.9m3, planteado por etapas para lograr una mayor funcionalidad de los tanques actuales y suplir progresivamente el déficit de 483.9m3, proyectado para el año 2050.

4.1.1 Alternativas de solución con respecto al material de construcción del tanque de almacenamiento

Alternativa 1: Instalación de un nuevo tanque de almacenamiento en PRFV

Esta alternativa consiste en la instalación del almacenamiento en Fibra de Vidrio, para ello es necesario tener en cuenta que se requieren 483.9m^3 de almacenamiento y la fabricación de los tanques en PRFV, son recomendables por la resistencia que tienen, ya para tanques mayores a 300 m^3 sería recomendable la fibra fusionada al carbón que son más resistentes.

En el caso solo se considera la instalación de dos tanques PRFV, con capacidad de 242m3. A continuación, se hará una comparación en los costos directos del tanque sin la obra civil con respecto a las dos tecnologías mencionadas.

Tabla 28. Precios de referencia Tanques de Almacenamiento por unidad.

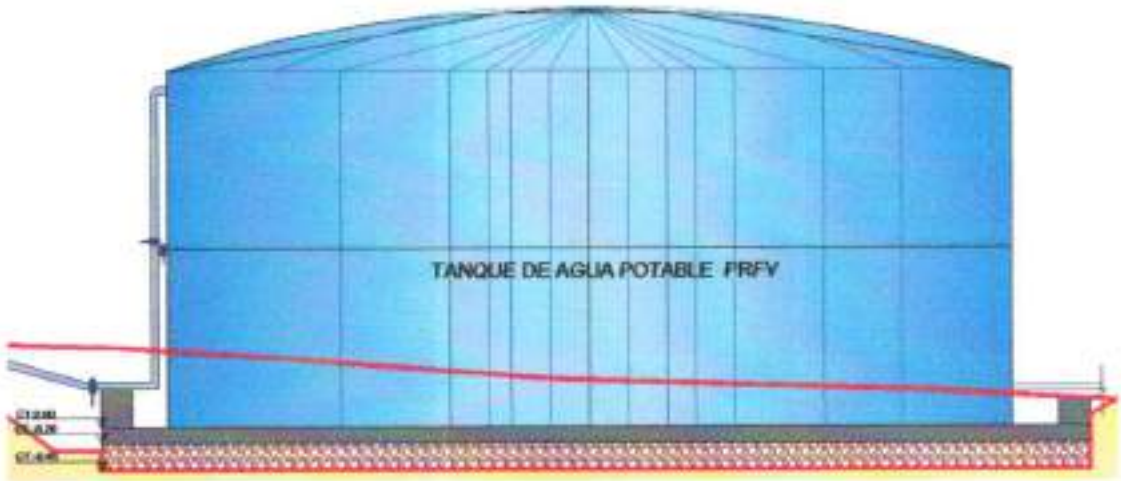
Tanque de almacenamiento de concreto reforzado de 242 m^3	Tanque de almacenamiento de agua en Fibra de Vidrio PRFV de 242 m^3	Tanque de almacenamiento reforzado en fibra al carbón de 242 m^3
$324.660.000	$337.500.000	$621.513.000

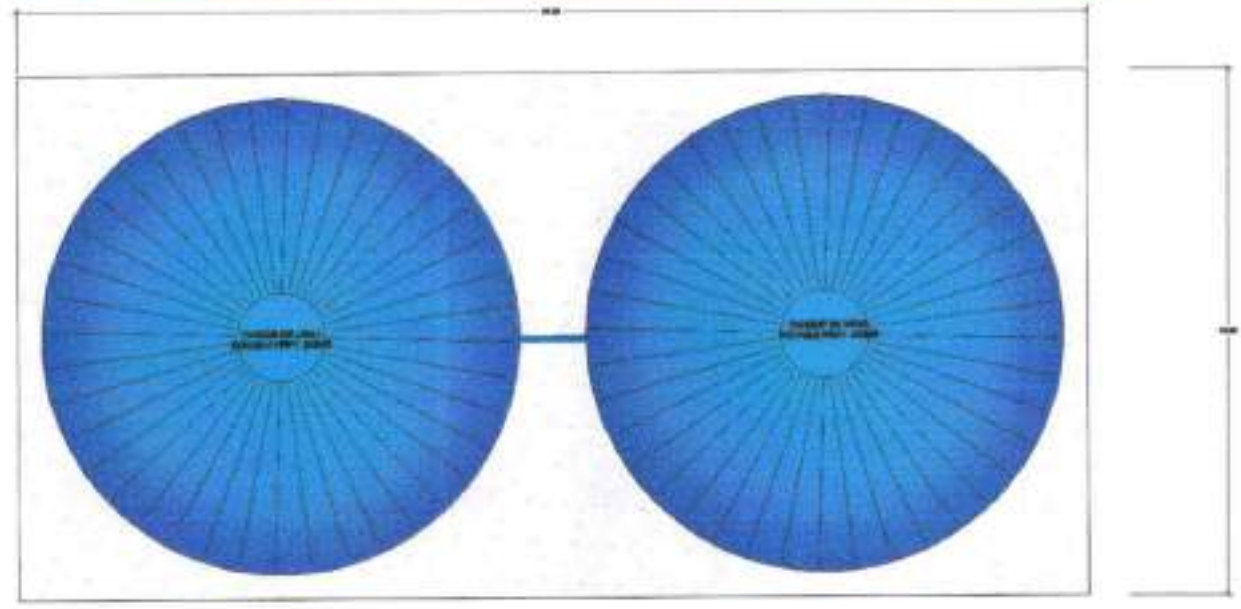
NOTA: Los valores anteriores pueden variar según el proveedor en el momento de la compra, adicional es solo el valor del tanque sin tener en cuenta la obra civil.

Con base en la Tabla 26, lo más recomendable por economía, calidad y tiempos de instalación se recomienda la instalación del tanque en PRFV.

Tabla 29. Ventajas y desventajas de la instalación del tanque en PRFV.

Ventajas	Desventajas
-Su instalación se realiza in-situ y se realiza en menor tiempo que la construcción de uno en concreto. -Tiene un periodo de vida útil mayor que en concreto, inclusive puede llegar a durar en buenas condiciones por más de 30 años. -Su mantenimiento es muy fácil, pues la superficie es muy fácil de lavar. -Es una estructura mucho menos pesada que el concreto, especialmente si se tiene en cuenta que va a ser un tanque elevado. -Es menos costosa que los tanques fusionados al carbón o en concreto reforzado.	-Tienen una resistencia o capacidad de almacenamiento para volúmenes más pequeños que en concreto. -Lo más recomendable es instalarlos sobre losa, los tanques enterrados en PRFV son mucho más costosos por los refuerzos que requieren. -Su geometría debe ser circular, no se acomoda fácilmente a los espacios disponibles.





Dimensiones:

Diametro (m)	Área (m2)	Altura (m)	Volumen (m3)
8	50,2656	4,82	242,2803162

Figura 45- Referencia esquemática del tanque de almacenamiento en poliéster reforzado en fibra de vidrio requerido para la PTAP del municipio de Cocorná, capacidad 240m3 X 2

-Verificación Hidráulica:
QDiseño: 31,7 l/s → 0,0317m3/s
eturbería_entrada: 0,20m →8pulg
eturbería_salida: 0,20m →8pulg
Área Seccional de tubería = 0,25*3,1416*e^2 = 0,25*3,1416*0,20^2= 0,031416m2
velocidad entrada a tanque = Q/A = 0,0317m3/s/0,031416m2= 1,00m/s
tiempo de llenado a tanque = Vol./QDiseño = 240m3/0,0317m3/s = 7534s → 2,24horas
velocidad de vaciado x tanque= $\sqrt{2 * g * X} = \sqrt{2 * 9,81 * 4,82} = 9,72m/2$.

-Diseño estructural:

Para el diseño estructural del tanque será aplicable lo especificado en la NTC 2989 (PLASTICOS DE RESISTENCIA QUIMICA FABRICADOS CON RESINA TERMOESTABLE REFORZADA CON HILOS ENROLLADOS DE FIBRA DE VIDRIO).

Alternativa 2: Instalación de un nuevo tanque de almacenamiento en Concreto Reforzado

En este caso se plantea la instalación de un nuevo tanque en concreto reforzado para 484 m^3.

Tabla 30. Ventajas y desventajas de la instalación de los tanques en concreto.

Ventajas	Desventajas
- Se puede fabricar con geometría cuadrada o rectangular y acomodarse a los espacios disponibles. - Tiene mayor resistencia para grandes volúmenes de agua que la PRFV. - Su costo es inferior que el tanque en fibra fusionada al acero.	- Requiere mantenimiento periódico a las superficies para evitar grietas y fisuras. - Su tiempo de vida útil depende mucho del mantenimiento y es menor que el de PRFV. -Su costo es mayor que el tanque en PRFV.

Dimensiones:

Ancho (m)	Alto (m)	Largo (m)	Volumen (m3)
10	4.82	10.05	484.41

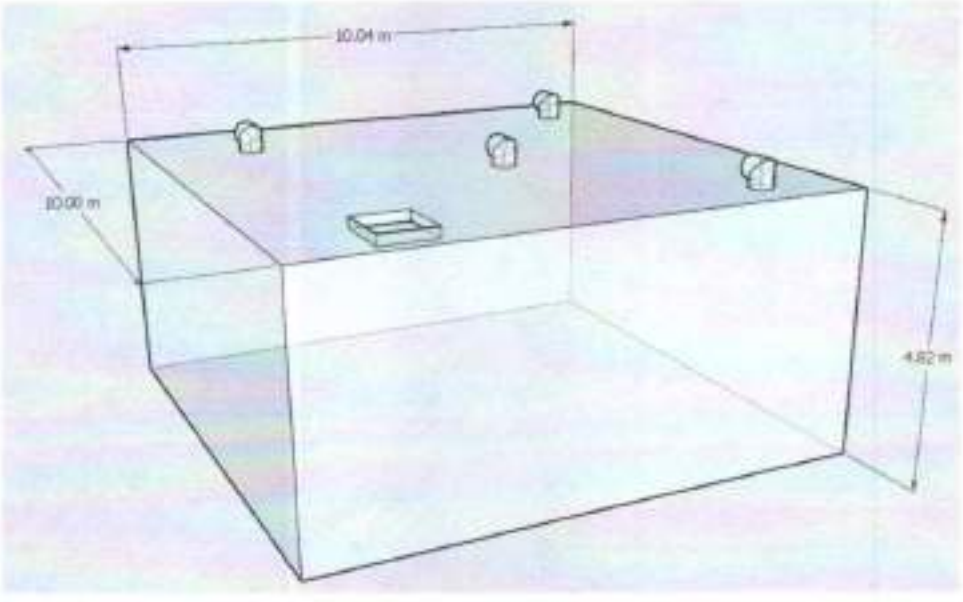


Figura 49- Dimensionamiento de tanque de almacenamiento en concreto reforzado



Selección de la alternativa más conveniente para el material de construcción del tanque de Almacenamiento

A continuación, se presenta la matriz de evaluación de las dos alternativas propuestas para el material de construcción del tanque de almacenamiento, evaluadas bajo los criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales, con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada.

Tabla 13. Resumen resultados Matriz de análisis de alternativas el material de construcción del tanque de almacenamiento

ASPECTO	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
	Construcción del tanque de almacenamiento en PRFV 2 tanques de 242m3		Construcción del tanque de almacenamiento en Concreto 1 tanque de 484m3	
	Peso del Criterio	Valor Ponderado	Peso del Criterio	Valor Ponderado
Costos Económicos	20	16,5	20	5,8
Aspectos Técnicos Operativos y Administrativos	30	25,0	30	17,5
Impacto Otros Estudios	10	10,0	10	7,0
Impacto Ambiental	20	19,5	20	14,8
Impacto Social	20	18,0	20	16,0
Calificación Total	**100**	**89,0**	**100**	**61,0**

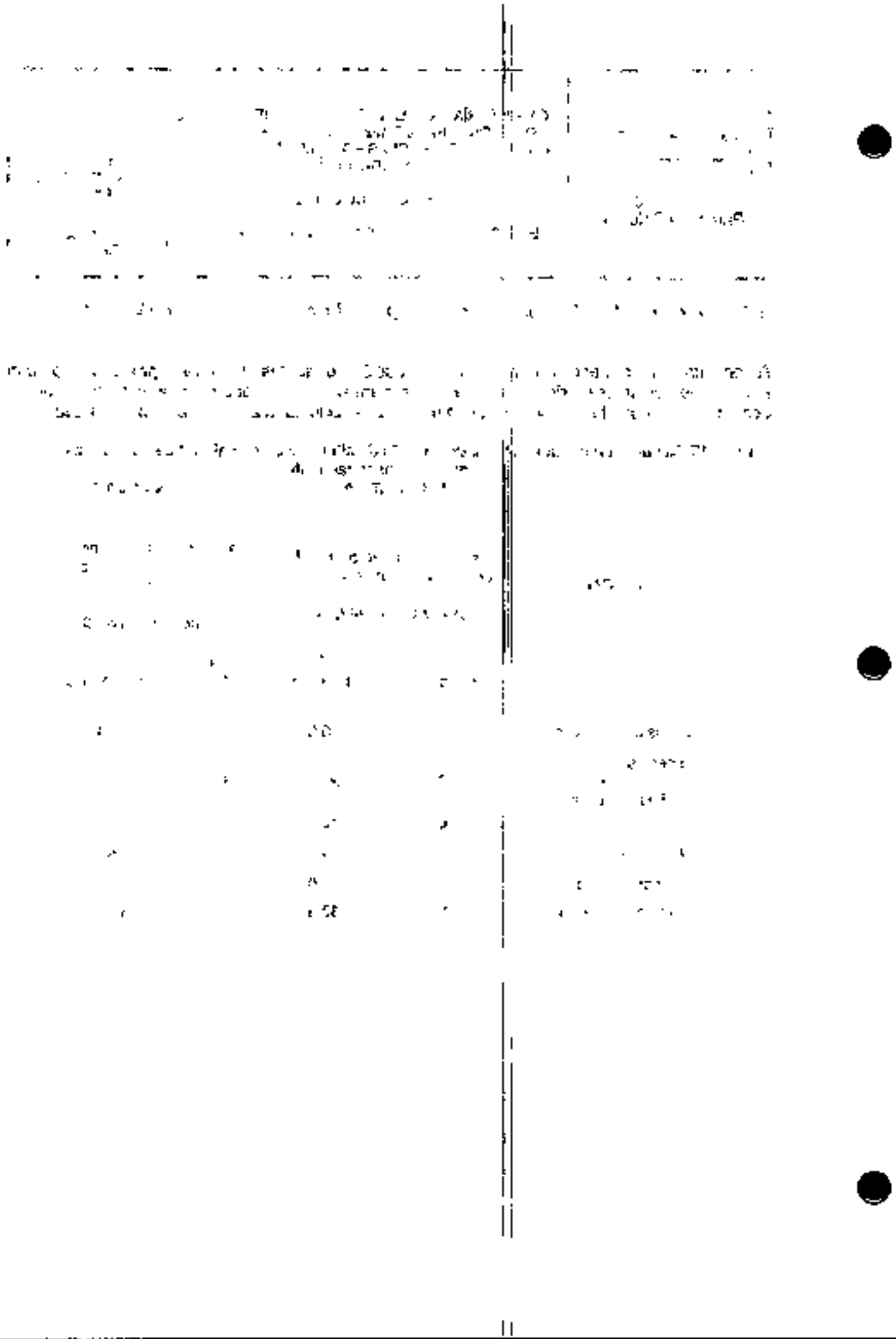
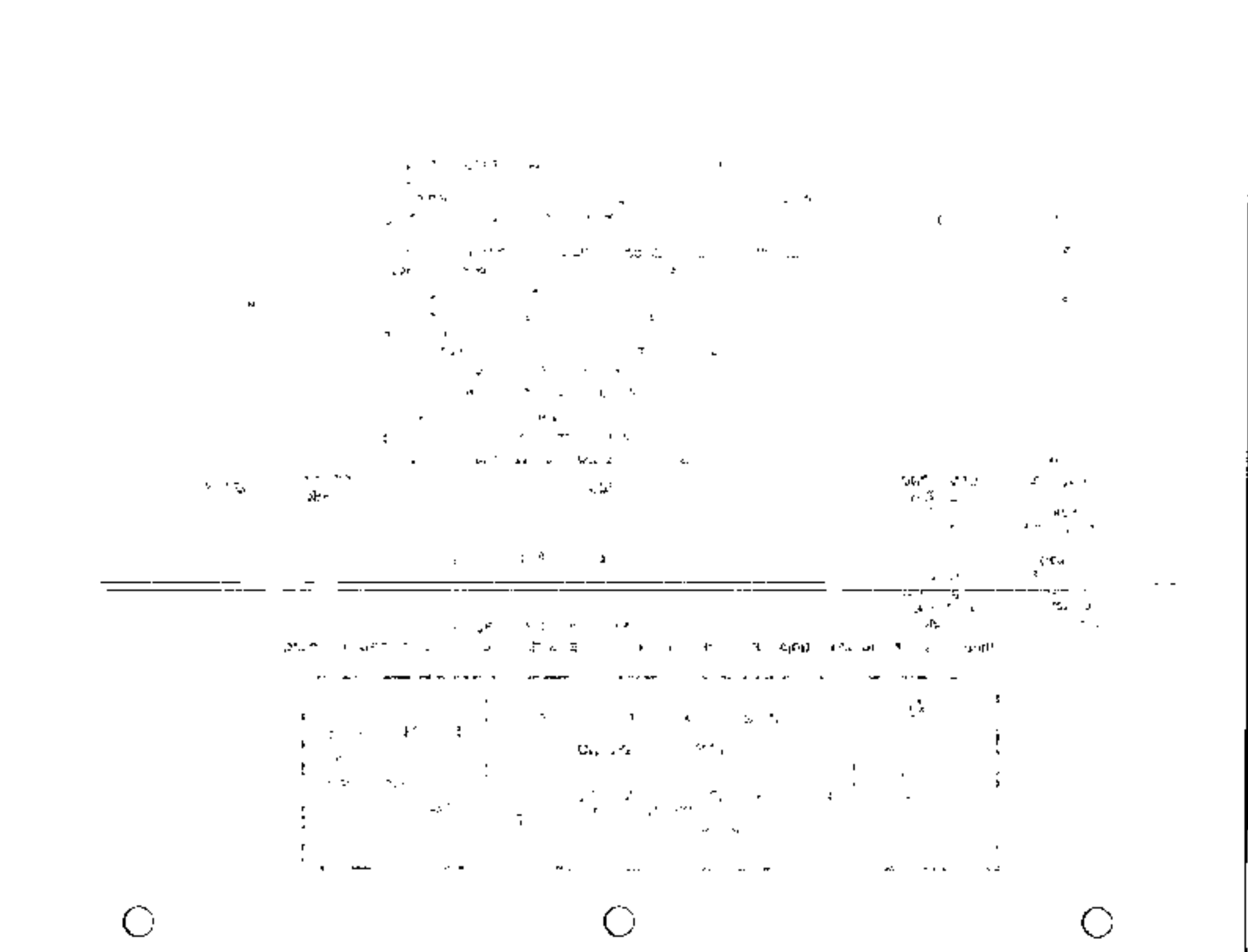
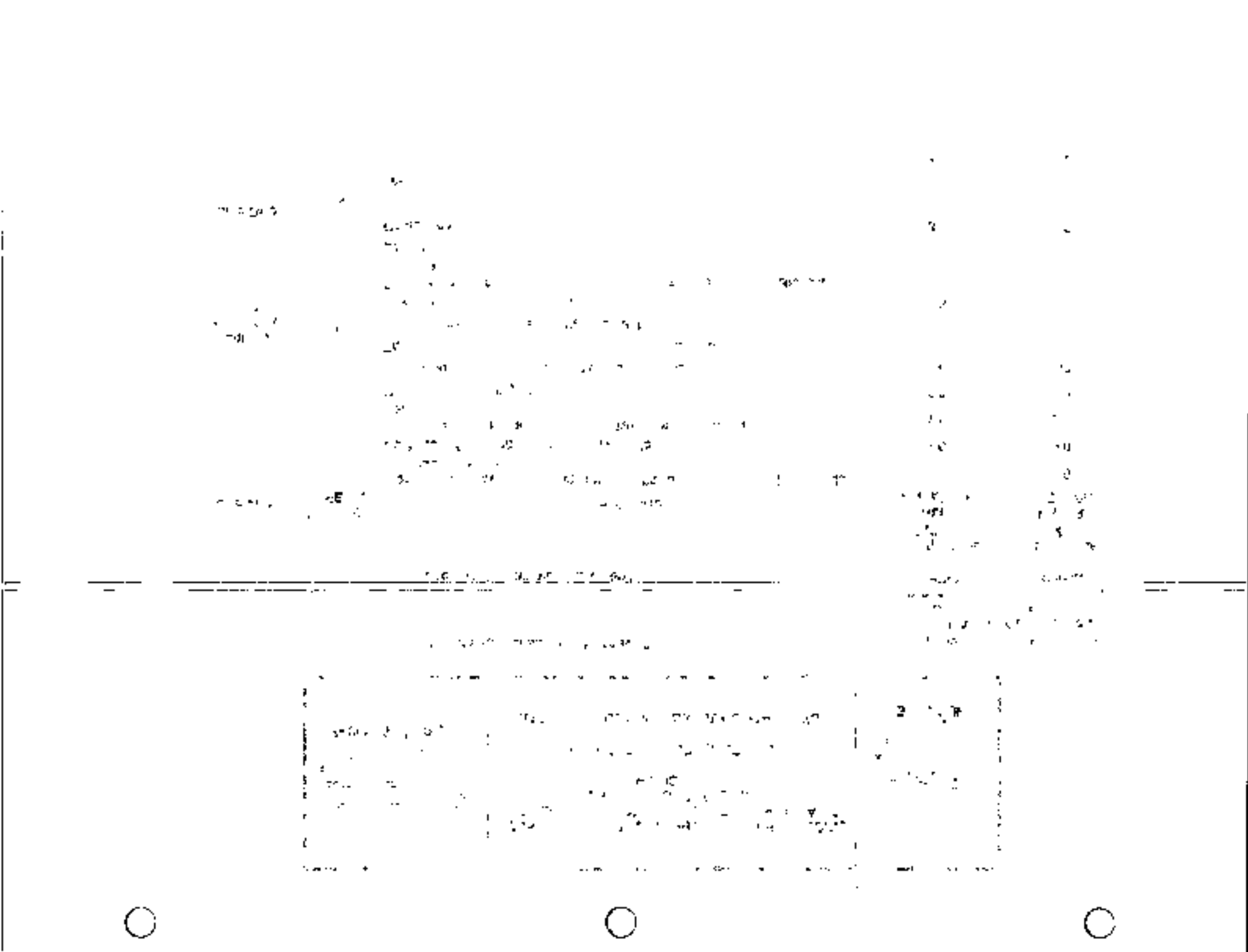


Tabla 31. Matriz de selección de alternativas para el material de construcción del tanque de almacenamiento.

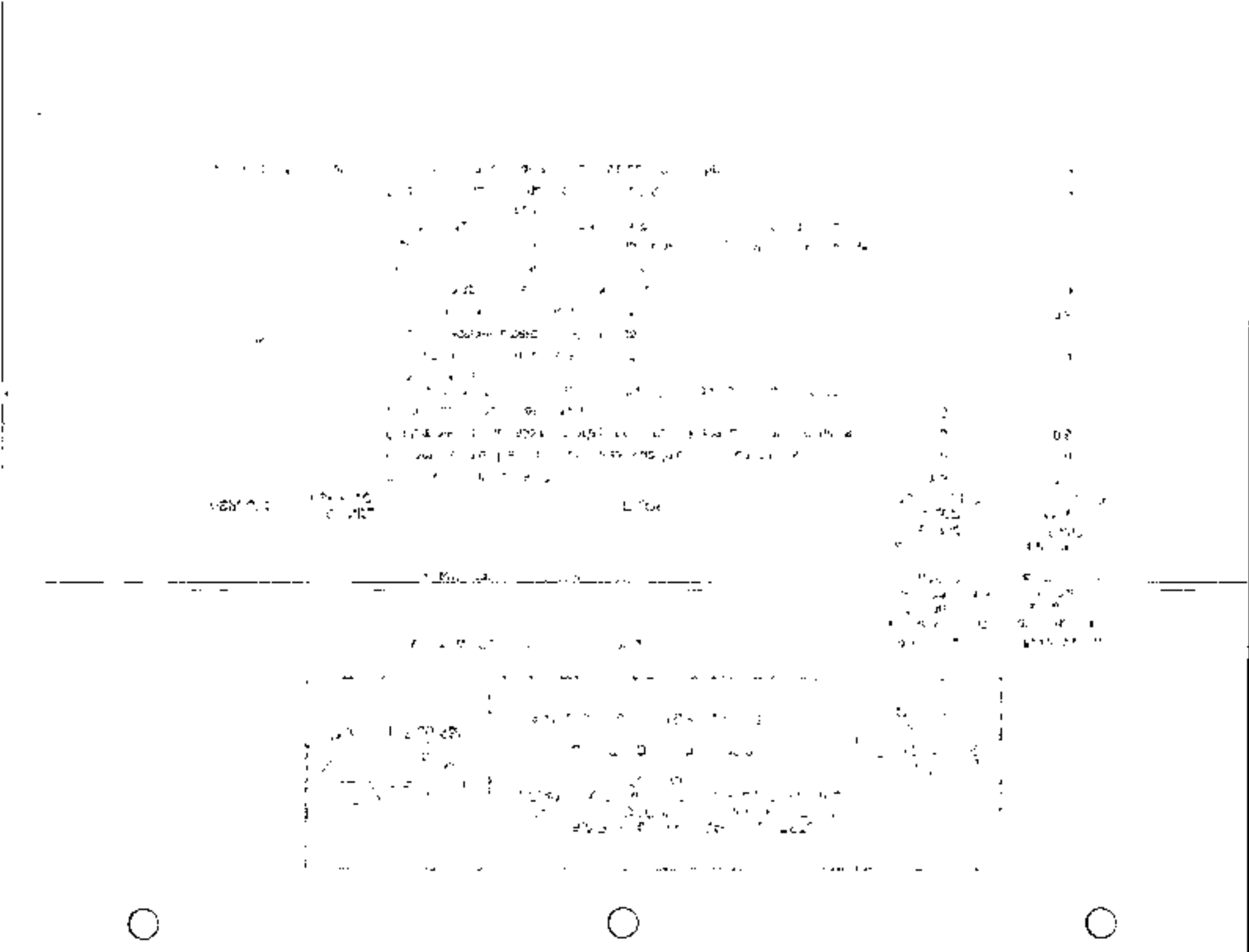
Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodología: Puntaje Máximo 89,0			Construcción del tanque de almacenamiento en PRFV 2 tanques de 242m3	Construcción del tanque de almacenamiento en Concreto 1 tanque de 484m3
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
Aspectos Económicos	20	Costos del tiempo de trabajo del personal de la obra.	1,5	0,0
		Costos del tiempo de trabajo del personal Especializado.	1,5	0,8
		Costos de obra civil adicional	-	-
		Costos por metro cuadrado de la tecnología seleccionada	1,5	0,0
		Costos de las pólizas de garantía de la obra.	1,0	0,5
		Inversión en las cantidades de obra de excavación, lleno y transporte de material de lleno y excavación	0,8	0,0
		Costos directos por Instalación de Campamento	1,0	0,5
		Costos adicionales por disponibilidad de equipos	1,0	0,5
		Costos en adquisición de accesorios y materiales de obra	1,0	0,0
		Costos en adquisición de materiales de señalización del frente de obra y vehículos	1,5	1,5
		Costos derivados a ensayos de calidad	1,0	0,5
		Costos derivados por retrasos en daño de equipos o problemas de maquinaria específica	1,0	0,5
		Costos derivados por retrasos por ausencia de personal clave	0,8	0,0



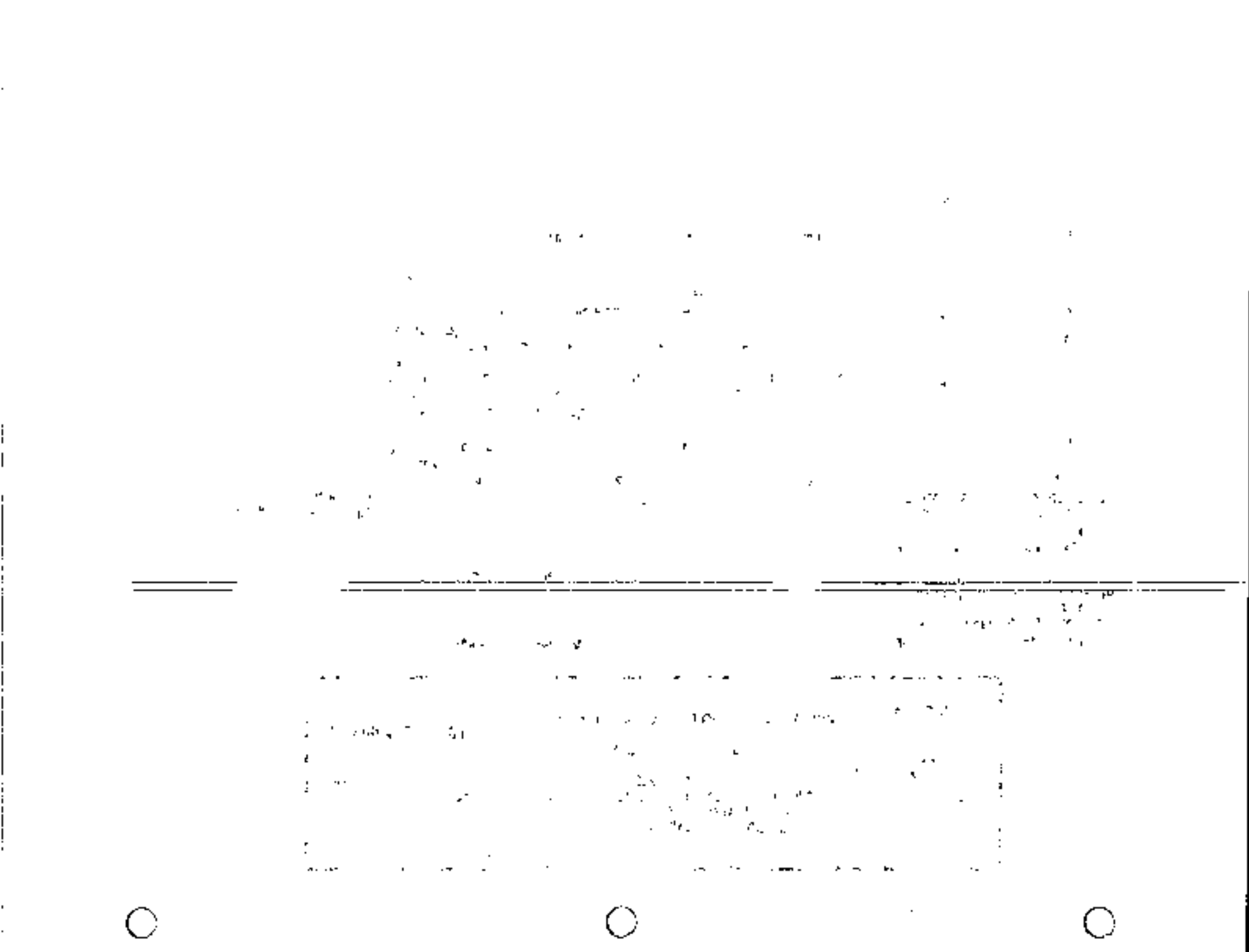
Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodología: Puntaje Máximo 89,0			Construcción del tanque de almacenamiento en PRFV 2 tanques de 242m3	Construcción del tanque de almacenamiento en Concreto 1 tanque de 484m3
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
		Afectación en el desarrollo de la obra por falta de experiencia en el manejo del método constructivo	1,0	0,5
		Costo por adquisición de equipos y materiales	1,0	0,0
		Afectación del tiempo total de obra por limitaciones en maquinaria o disponibilidad de la tecnología	1,0	0,5
Aspectos Técnicos Operativos y Administrativos	30	Costos de operación y mantenimiento	5,0	0,0
		Afectación a la comunidad por el horario de ejecución.	5,0	2,5
		Transporte interno de material de construcción a la obra	2,5	2,5
		Tiempos de ejecución y cronograma de trabajo	5,0	2,5
		Afectaciones por grandes excavaciones o espacios confinados	2,5	5,0
		Riesgo de afectación de otros servicios tales como energía, gas, acueducto y telefonía	5,0	5,0
Impacto Otros Estudios	10	Estructural	3,0	1,5
		Geotécnico	3,0	1,5
		Hidrológico e hidráulico	2,0	2,0
		Forestal	1,0	1,0
		PMT	1,0	1,0



Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodologia: Puntaje Máximo 89,0			Construcción del tanque de almacenamiento en PRFV 2 tanques de 242m3	Construcción del tanque de almacenamiento en Concreto 1 tanque de 484m3
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
Impacto Ambiental	20	Afectación de individuos arbóreos.	1,5	1,5
		Contaminación de las aguas subterráneas por la descarga de material.	1,5	0,8
		Contaminación ambiental generada por el ruido de la maquinaria y los equipos.	1,5	0,8
		Generación de materiales sobrantes	2,0	1,0
		Afectación de la tasa retributiva generada por la contaminación de las aguas durante la obra.	1,5	1,5
		Explotación de canteras para el material de relleno.	1,5	0,8
		Riesgo de accidente para los trabajadores	1,5	0,8
		Afectación de la obra y costos por incidencia climática	1,5	0,8
		Riesgo a un accidente en grandes excavaciones	1,5	1,5
		Adquisición de los dispositivos de seguridad	1,0	1,0
		Afectación de las vías alternas que no están diseñadas para alto tráfico vehicular.	2,5	2,5
		Afectación de vías y andenes por expansión del terreno en la inserción de la tubería en tecnología con zanja	0,0	0,0
		Afectación a cauces de quebradas o coberturas	2,0	2,0
Impacto Social	20	Afectación en la continuidad del servicio durante las obras de construcción	2,0	1,0



Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodologia: Puntaje Máximo 89,0			Construcción del tanque de almacenamiento en PRFV 2 tanques de 242m3	Construcción del tanque de almacenamiento en Concreto 1 tanque de 484m3
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
		Afectación en la continuidad del servicio durante las labores de operación y mantenimiento.	2,0	1,0
		Riesgo de afectación en la prestación del servicio por daños o estabilidad de las obras.	2,0	1,0
		Ausencia en generación de empleo en la zona de influencia del proyecto	1,0	2,0
		Tiempo generado por los desplazamientos alternos y costos adicionales de combustible en los que debe incurrir la comunidad por la afectación de las vias durante la obra.	2,0	2,0
		Afectación a la comunidad, en la producción de contaminantes ambientales que generan enfermedades de tipo respiratorio.	2,0	1,0
		Nivel de riesgo de accidentes durante el ingreso del material	1,0	2,0
		Afectación a comunidad Institucional (Colegios, restaurantes infantiles, jardines infantiles)	2,0	2,0
		Afectación a comunidad Oficial (Hospitales, centros de salud)	2,0	2,0
		Riesgo de pérdidas económicas comerciales e industriales por afectación a otros servicios.	2,0	2,0
SUMA	**100**		**89,0**	**61,0**

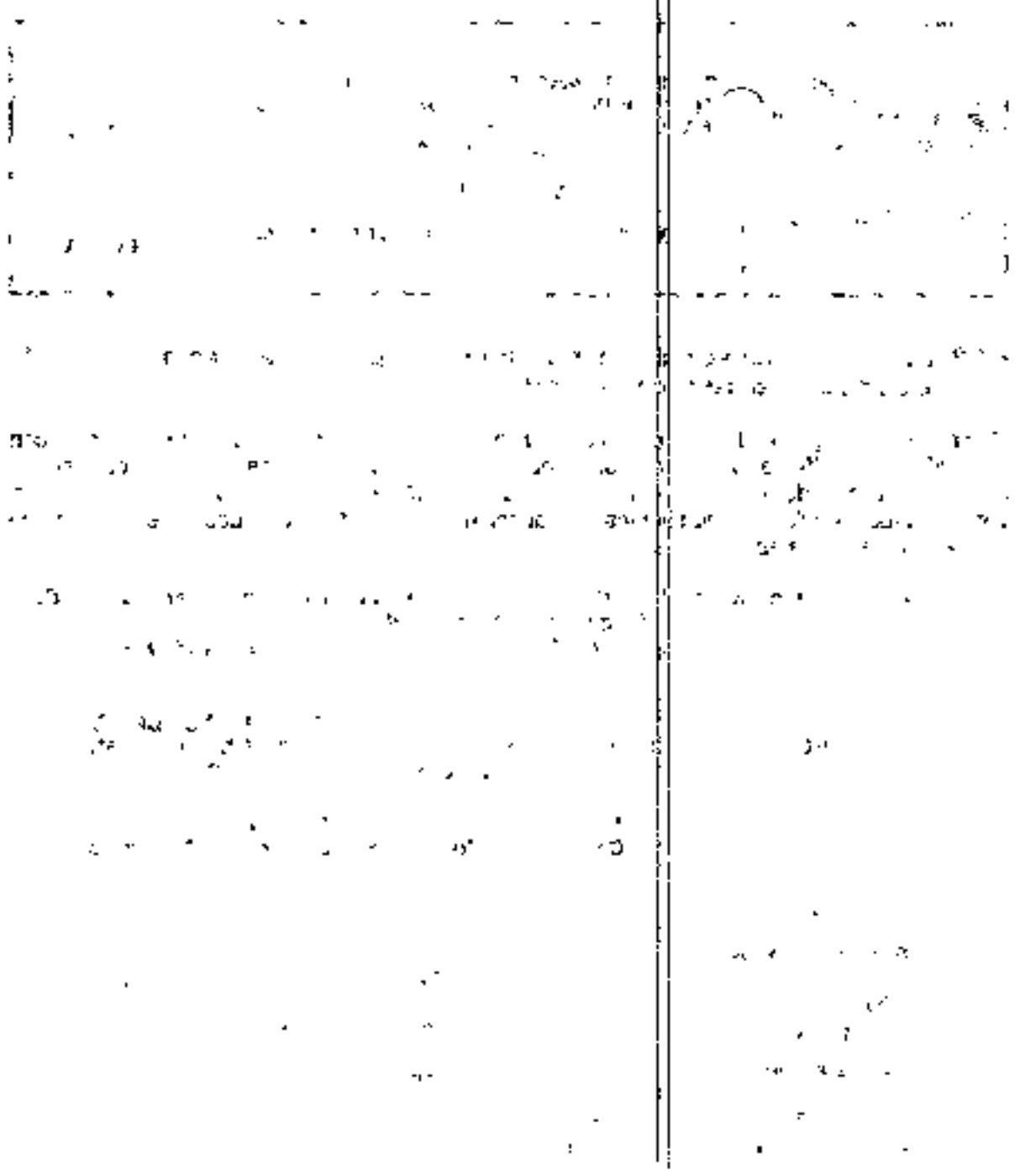


4.1.2 Alternativas de solución con respecto al material de construcción de la planta de tratamiento de agua potable:

Con respecto a la planta de tratamiento de agua potable, es claro que se requiere una planta con capacidad de 31.7l/s, se comparan a continuación dos tipos de alternativas, la primera consistente en la construcción de una PTAP convencional en concreto, la segunda una PTAP prefabricada considerando módulos independientes de tratamiento en PRFV, a continuación, se realiza una matriz comparando ambas alternativas.

Tabla 14. Resumen resultados Matriz de análisis de alternativas el material de construcción del tanque de almacenamiento

ASPECTO	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
	CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO		CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S MODULAR EN PRFV	
	Peso del Criterio	Valor Ponderado	Peso del Criterio	Valor Ponderado
Costos Económicos	20	16,5	20	5,8
Aspectos Técnicos Operativos y Administrativos	30	25,0	30	17,5
Impacto Otros Estudios	10	10,0	10	7,0
Impacto Ambiental	20	19,5	20	14,8
Impacto Social	20	18,0	20	16,0
Calificación Total	**100**	**89,0**	**100**	**61,0**



ALTERNATIVA 2

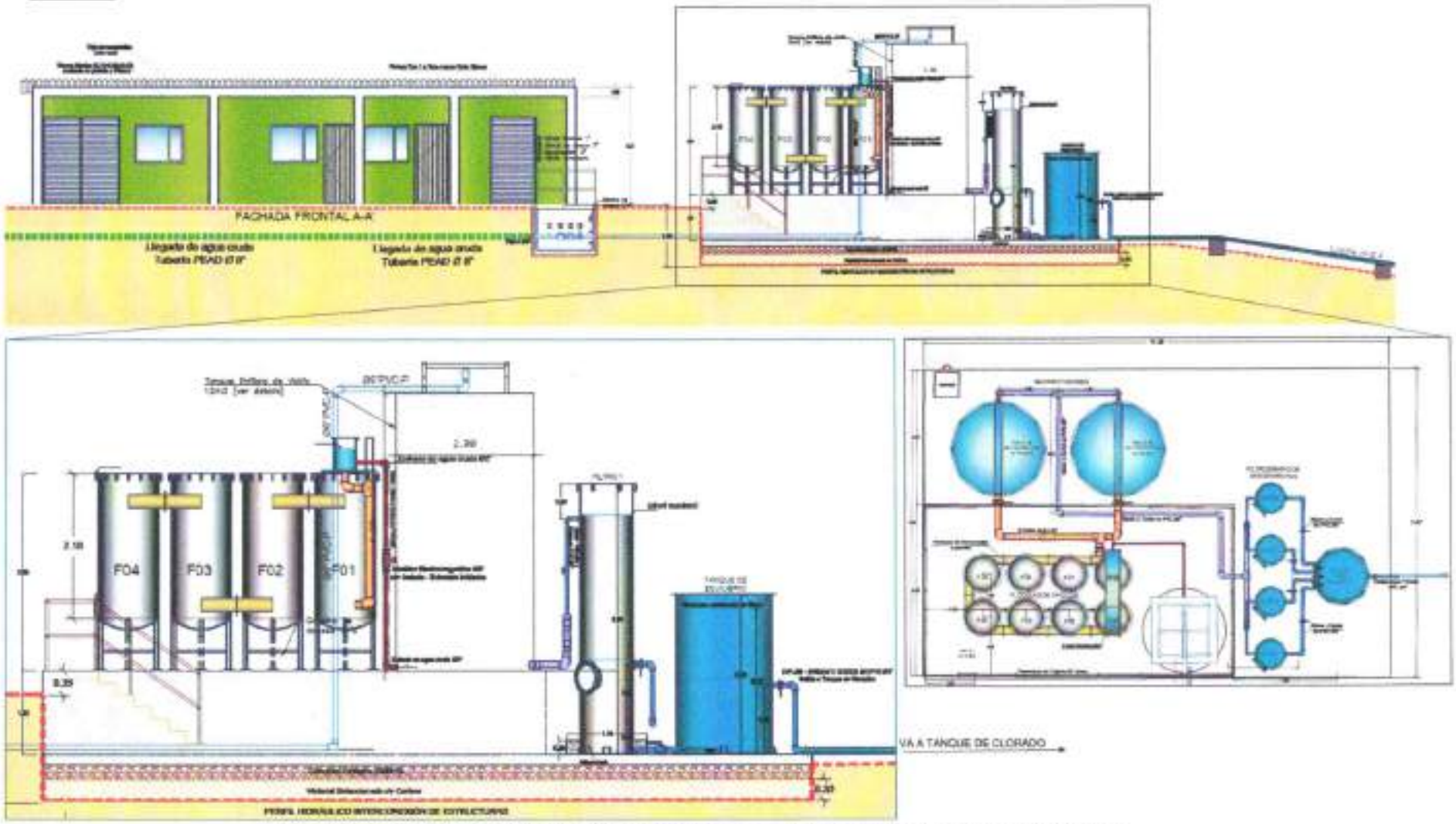


Figura 59- Diseño esquemático de alternativa de PTAP PREFABRICADA, con módulos independientes en PRFV (FLOCULADOR SEDIMENTADOR + FILTRO + TANQUE DE EQUILIBRIO)

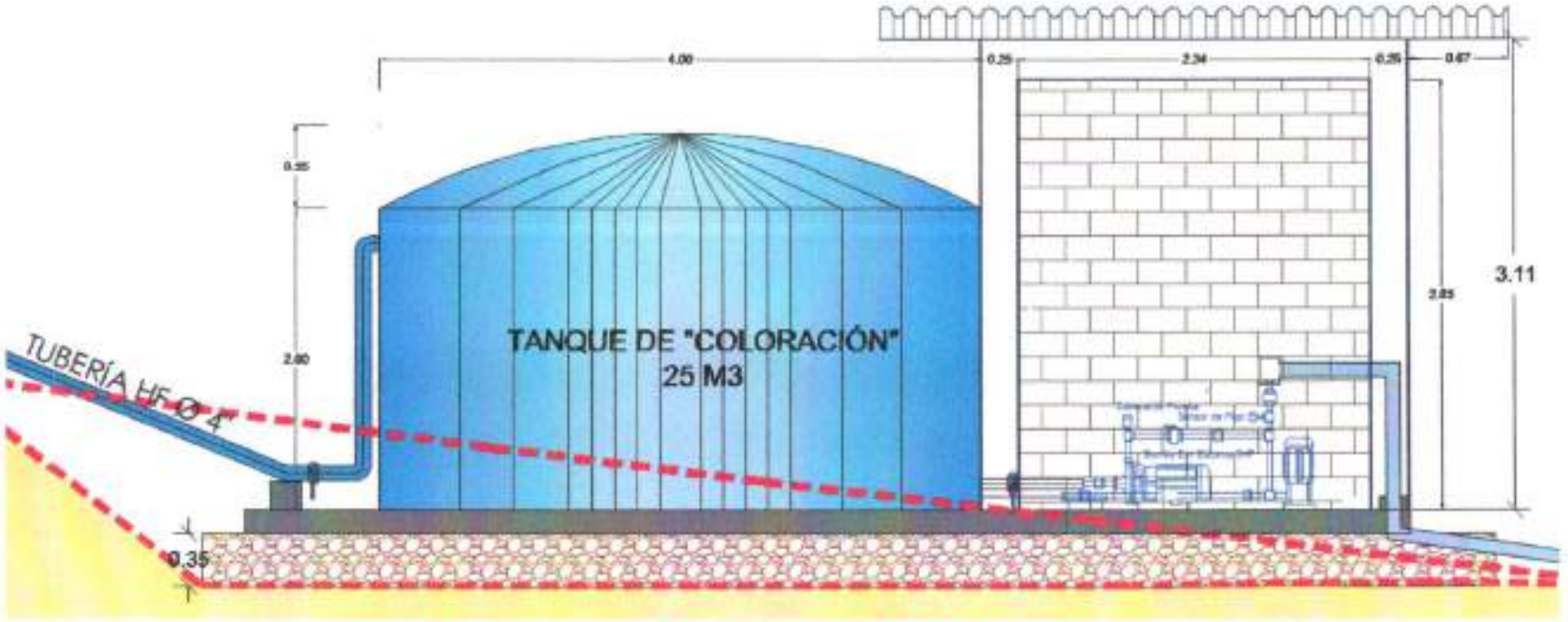


Figura 51- Diseño esquemático de alternativa de PTAP PREFABRICADA, con módulos independientes en PRFV (TANQUE DE CLORACION)

ALTERNATIVA 1

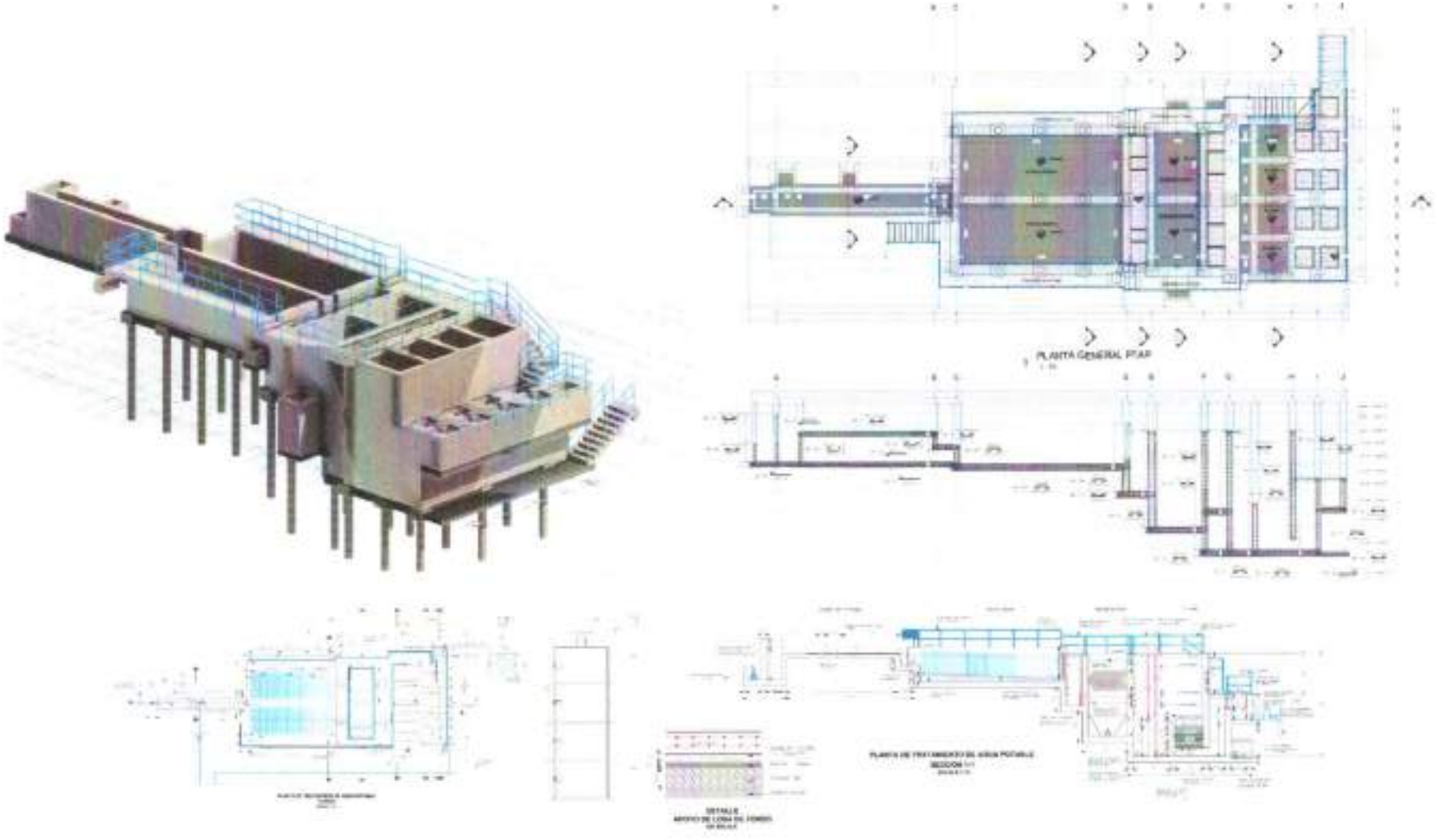


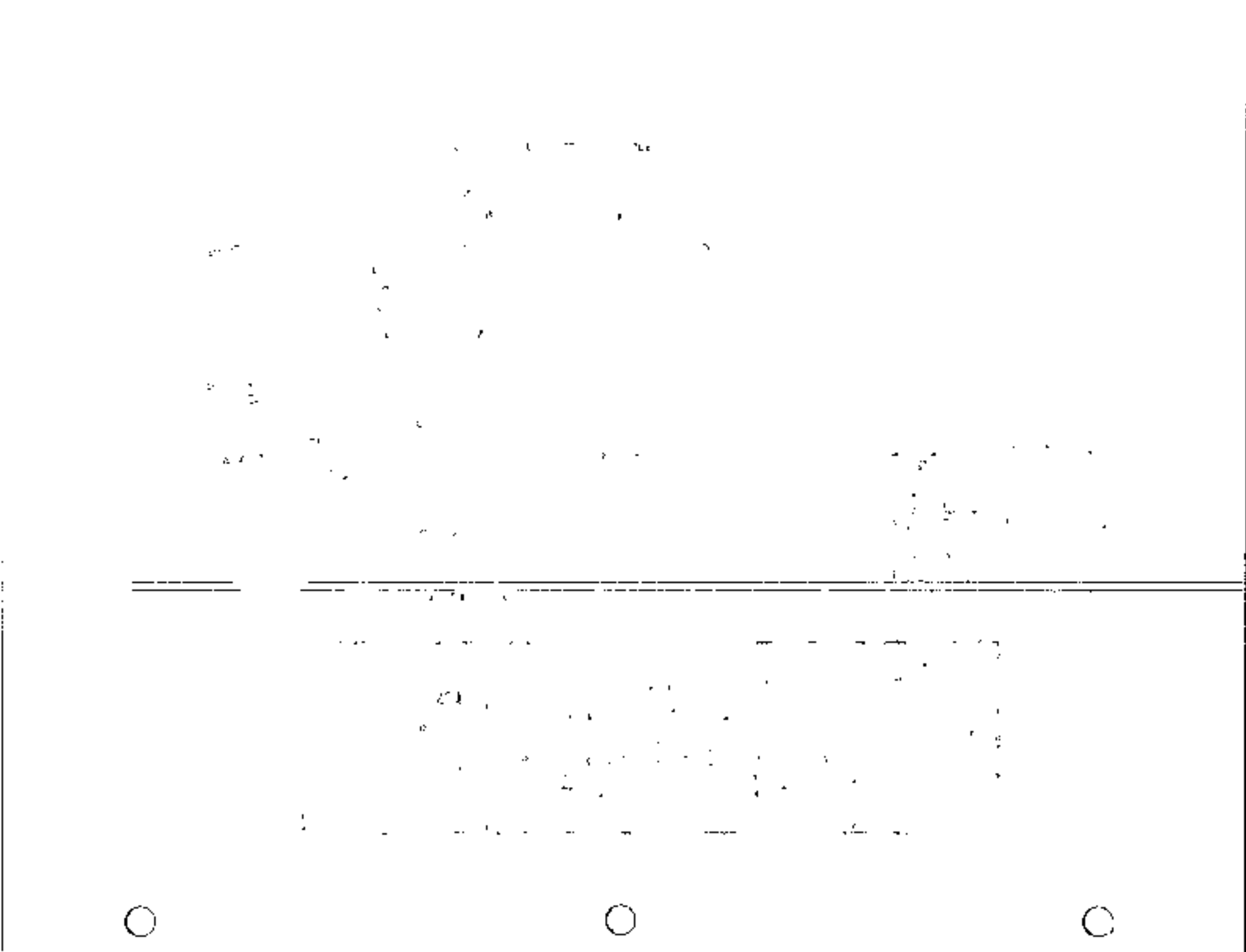
Figura 53- Diseño esquemático de alternativa de PTAP En CONCRETO, MODULOS CUAGULACION + FLOCULACION + SEDIMENTADOR + FILTRO + CLORADO

Tabla 32. Matriz de selección de alternativas para el material de construcción del tanque de almacenamiento.

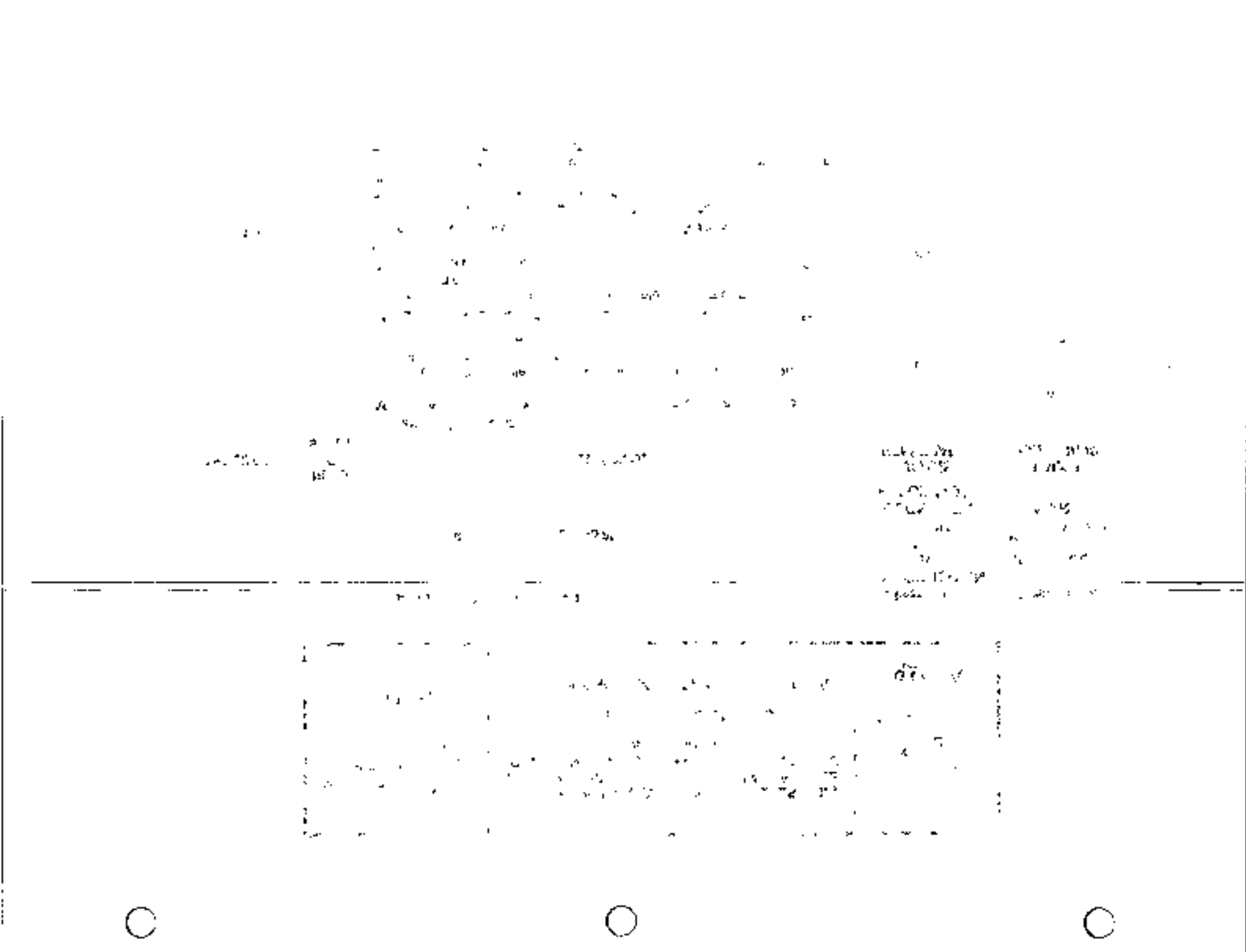
Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodología: Puntaje Máximo 89,0			CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO	CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S MODULAR EN PRFV
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
Aspectos Económicos	20	Costos del tiempo de trabajo del personal de la obra.	1,5	0,0
		Costos del tiempo de trabajo del personal Especializado.	1,5	0,8
		Costos de obra civil adicional	-	-
		Costos por metro cuadrado de la tecnología seleccionada	1,5	0,0
		Costos de las pólizas de garantía de la obra.	1,0	0,5
		Inversión en las cantidades de obra de excavación, lleno y transporte de material de lleno y excavación	0,8	0,0
		Costos directos por Instalación de Campamento	1,0	0,5
		Costos adicionales por disponibilidad de equipos	1,0	0,5
		Costos en adquisición de accesorios y materiales de obra	1,0	0,0
		Costos en adquisición de materiales de señalización del frente de obra y vehículos	1,5	1,5
		Costos derivados a ensayos de calidad	1,0	0,5

Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodología: Puntaje Máximo 89,0			CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO	CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S MODULAR EN PRFV
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
		Costos derivados por retrasos en daño de equipos o problemas de maquinaria específica	1,0	0,5
		Costos derivados por retrasos por ausencia de personal clave	0,8	0,0
		Afectación en el desarrollo de la obra por falta de experiencia en el manejo del método constructivo	1,0	0,5
		Costo por adquisición de equipos y materiales	1,0	0,0
		Afectación del tiempo total de obra por limitaciones en maquinaria o disponibilidad de la tecnología	1,0	0,5
Aspectos Técnicos Operativos y Administrativos	30	Costos de operación y mantenimiento	5,0	0,0
		Afectación a la comunidad por el horario de ejecución.	5,0	2,5
		Transporte interno de material de construcción a la obra	2,5	2,5
		Tiempos de ejecución y cronograma de trabajo	5,0	2,5
		Afectaciones por grandes excavaciones o espacios confinados	2,5	5,0
		Riesgo de afectación de otros servicios tales como energía, gas, acueducto y telefonía	5,0	5,0
	10	Estructural	3,0	1,5

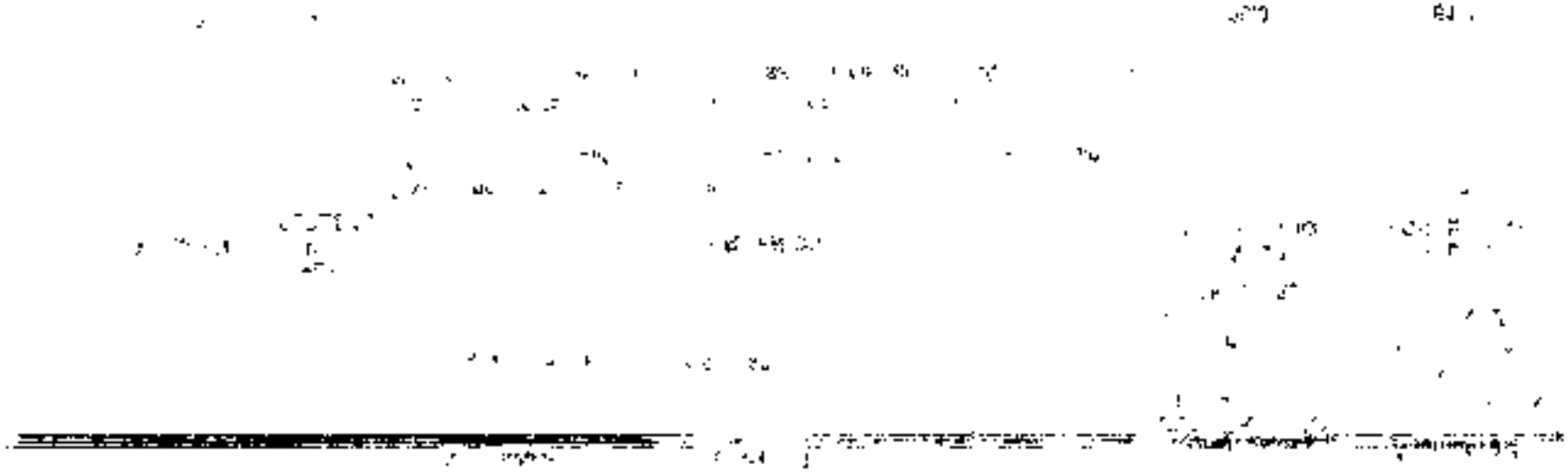
Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodología: Puntaje Máximo 89,0			CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO	CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S MODULAR EN PRFV
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
Impacto Otros Estudios		Geotécnico	3,0	1,5
		Hidrológico e hidráulico	2,0	2,0
		Forestal	1,0	1,0
		PMT	1,0	1,0
Impacto Ambiental	20	Afectación de individuos arbóreos.	1,5	1,5
		Contaminación de las aguas subterráneas por la descarga de material.	1,5	0,8
		Contaminación ambiental generada por el ruido de la maquinaria y los equipos.	1,5	0,8
		Generación de materiales sobrantes	2,0	1,0
		Afectación de la tasa retributiva generada por la contaminación de las aguas durante la obra.	1,5	1,5
		Explotación de canteras para el material de relleno.	1,5	0,8
		Riesgo de accidente para los trabajadores	1,5	0,8
		Afectación de la obra y costos por incidencia climática	1,5	0,8
		Riesgo a un accidente en grandes excavaciones	1,5	1,5



Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodología: Puntaje Máximo 89,0			CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO	CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S MODULAR EN PRFV
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
		Adquisición de los dispositivos de seguridad	1,0	1,0
		Afectación de las vías alternas que no están diseñadas para alto tráfico vehicular.	2,5	2,5
		Afectación de vías y andenes por expansión del terreno en la inserción de la tubería en tecnología con zanja	0,0	0,0
		Afectación a cauces de quebradas o coberturas	2,0	2,0
Impacto Social	20	Afectación en la continuidad del servicio durante las obras de construcción	2,0	1,0
		Afectación en la continuidad del servicio durante las labores de operación y mantenimiento.	2,0	1,0
		Riesgo de afectación en la prestación del servicio por daños o estabilidad de las obras.	2,0	1,0
		Ausencia en generación de empleo en la zona de influencia del proyecto	1,0	2,0
		Tiempo generado por los desplazamientos alternos y costos adicionales de combustible en los que debe incurrir la comunidad por la afectación de las vías durante la obra.	2,0	2,0
		Afectación a la comunidad, en la producción de contaminantes ambientales que generan enfermedades de tipo respiratorio.	2,0	1,0



Alternativa Seleccionada: Alternativa 1			Alternativa 1	Alternativa 2
Metodología: Puntaje Máximo 89,0			CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO	CONSTRUCCION DE PTAP 31.7 L/S MODULAR EN PRFV
ASPECTO	**PESO DEL ASPECTO**	**CRITERIOS**	**VALOR PONDERADO**	**VALOR PONDERADO**
		Nivel de riesgo de accidentes durante el ingreso del material	1,0	2,0
		Afectación a comunidad Institucional (Colegios, restaurantes infantiles, jardines infantiles)	2,0	2,0
		Afectación a comunidad Oficial (Hospitales, centros de salud)	2,0	2,0
		Riesgo de pérdidas económicas comerciales e industriales por afectación a otros servicios.	2,0	2,0
SUMA	**100**		**89,0**	**61,0**



4.0 CONCLUSIONES

Considerando las características del proyecto, se determinan las siguientes conclusiones.

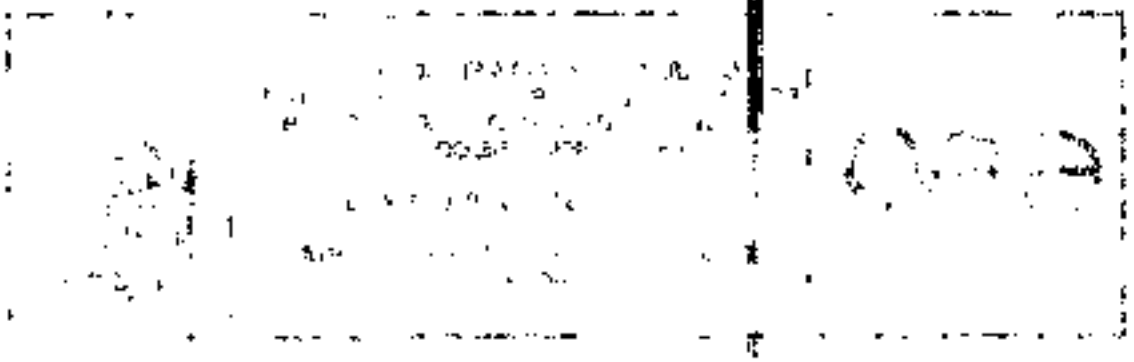
- A partir de los resultados de calidad de agua, evaluados en el presente diagnóstico, se deberá reforzar en la PTAP el tratamiento físico químico con unidades funcionales para los componentes de coagulación – floculación -sedimentación – filtración - desinfección y control de materia organiza mediante la implementación de carbón activado u oxidación avanzada.

- Es valido implementar para la PTAP, monitoreo en línea con sensores de turbiedad, PH y cloro residual para tener una operación con control en tiempo real de los parámetros.

- Es totalmente viable la construcción de una nueva planta de tratamiento de agua potable, considerando las deficiencias hidráulicas en los procesos de floculación, desinfección y manejo de lodos, en cuanto a los resultados del componente patológico se válida la premisa de una planta nueva, considerando la edad de las estructuras y que la resistencia global de la planta actual disminuirá progresivamente con el aumento de la edad del concreto, considerando además el nuevo horizonte de operación 2025-2050.

- En cuanto al almacenamiento se requiere en una primera etapa la construcción de 2 tanques de almacenamiento en PRFV con capacidad de 242m3 cada uno, los cueles funcionaran con la capacidad instalada actual, hasta su desmonte progresivo en la etapa 2, para el tanque de 250m3 y etapa 3, para el tanque de 180m3, se recomienda que por facilidad constructiva y modularidad del almacenamiento para ambos tanques sea reemplazada su materialidad a PRFV.

- Cabe resaltar que el presente proyecto consiste en la construcción de una PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TOTALMENTE NUEVA DE 31.7 LPS + 2 UNIDADES DE ALMACENAMIENTO EN PRFV DE 242M3 CADA UNA, por lo que la estructura de captación, desarenador, aducción y demás no se verán intervenidas en el presente alcance, siendo estas últimas totalmente funcionales.



	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ CONTRATO No. CD 030 DE 2025 ITEM 3.0-DIAGNOSTICO HIDRAULICO PTAP ACTUAL.	GICCA CONSULTING

Anexo. Documentos consultor e Interventor

MEDELLIN, 31 DE JULIO DE 2025

REFERENCIA: MEMORIAL RESPONSABILIDAD
CD 030-2025
Señores:
EMPRESA AUTONAMA DE GUATAPE

Yo, YEISON MOSQUERA VALENCIA, identificado como aparece al pie de mi firma y matrícula profesional No. 050202-287268 ANT del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías, certifico que he realizado EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA PTAP ACTUAL Y CONDICIONES PROYECTADAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ EN EL MARCO DEL CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CD 030-2025, basado en las normas vigentes y buenas prácticas. Por lo tanto, asumo la responsabilidad de cualquier eventualidad, bajo las condiciones anteriormente expuestas.

Atentamente,

YEISON MOSQUERA VALENCIA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS



MATRICULA PROFESIONAL


REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA

MATRÍCULA PROFESIONAL No.

05202-287268 ANT

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 21/10/2014

YEISON AUSBERTO

MOSQUERA VALENCIA

C.C. 1035423706

POLITECNICO COLOMBIANO

JAIME ISAZA CADAVID

PRESIDENTE CONSEJO

DIPLOMAS ESPECIALISTA


LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA

YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA

ESPECIALISTA EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

VALIDO DISEÑO PLANTA



EAP	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ CONTRATO No. CD 030 DE 2025 ITEM 3.0-DIAGNOSTICO HIDRAULICO PTAP ACTUAL.	GICCA CONSULTING

Universidad de Medellín
Ciencia y Libertad

La Universidad de Medellín es persona jurídica reconocida mediante Resolución número 103 de 17 de julio de 1950 del Ministerio de Justicia

EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
Y CON AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

OTORGA EL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS

A

YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA

C.C. 1.035.423.706

POR HABER CUMPLIDO LOS REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS

Expedido en Medellín el 02 de septiembre de 2022

El Rector,

FEDERICO RESTREPO POSADA

El Secretario General,

JAVIER BOTERO MARTÍNEZ

28105

VALIDO DISEÑO PLANTA COCORNA

	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ CONTRATO No. CD 030 DE 2025 ITEM 3.0-DIAGNOSTICO HIDRAULICO PTAP ACTUAL.	

MEDELLIN, 31 DE JULIO DE 2025

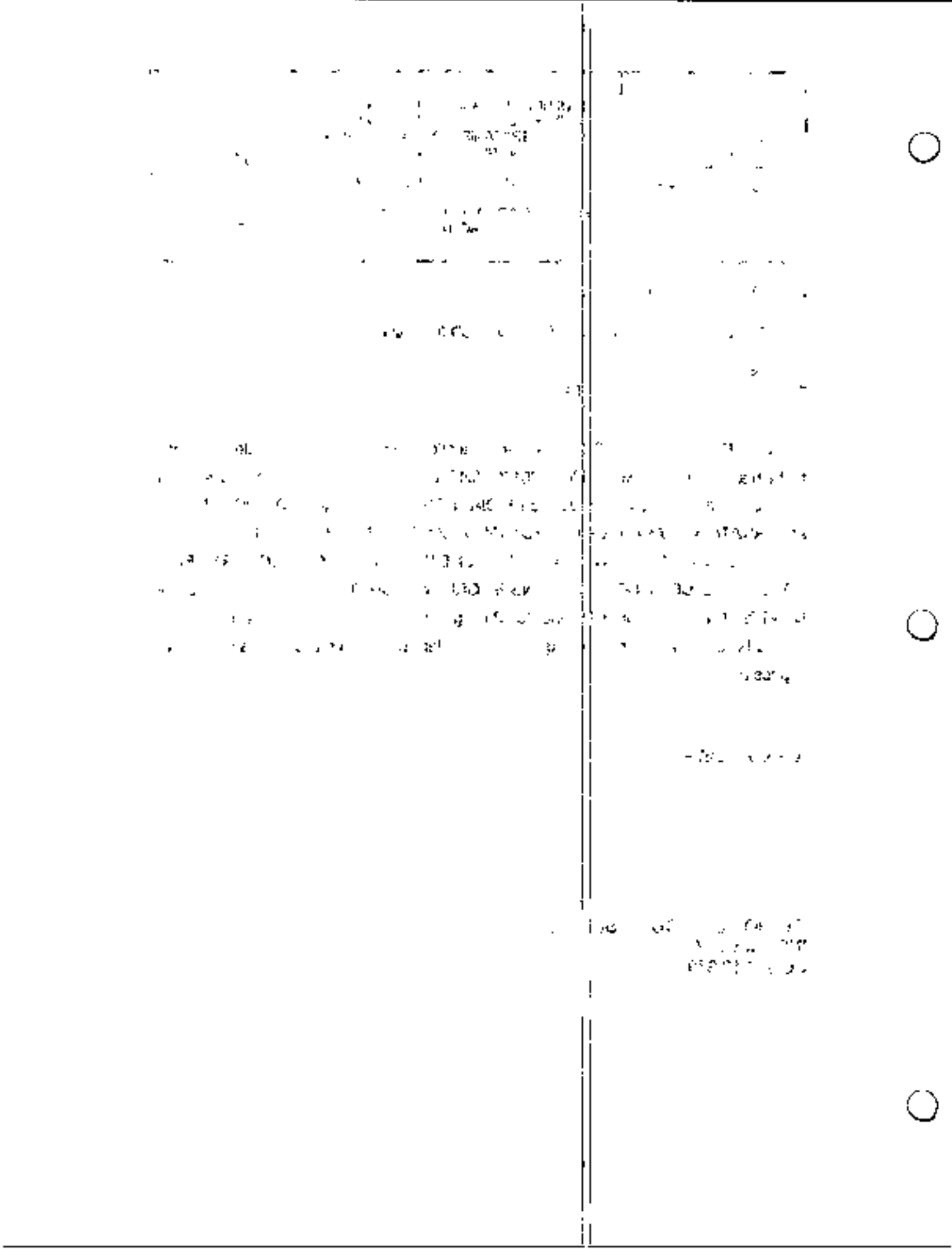
REFERENCIA: MEMORIAL RESPONSABILIDAD CD 030-2025

Señores:
EMPRESA AUTONAMA DE GUATAPE

Yo, OVIDIO HURTADO MOSQUERA, identificado como aparece al pie de mi firma y matrícula profesional No. 05202-260189 ANT del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías, certifico que he revisado EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA PTAP ACTUAL Y CONDICIONES PROYECTADAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ EN EL MARCO DEL CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CD 030-2025, en el marco del CONTRATO DE CONSULTORIA CD 030-2025 (REVISION INTERNA GICCA). Por lo tanto, asumo la responsabilidad de cualquier eventualidad, bajo las condiciones anteriormente expuestas.

ATENTAMENTE

Ovidio Hurtado M.
OVIDIO HURTADO MOSQUERA
INGENIERO CIVIL
CC 11'810.879

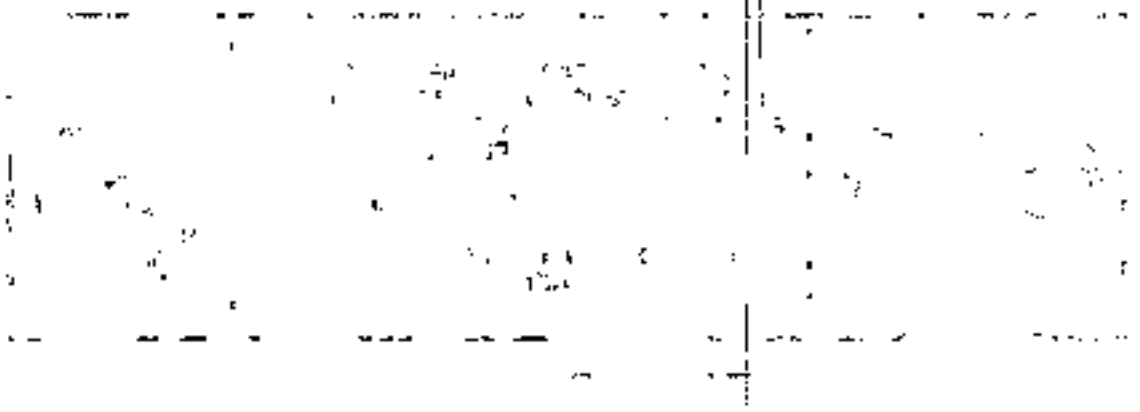




OVIDIO HURTADO MOSQUERA

TECNÓLOGO EN CONSTRUCCIONES CIVILES

VALIDO DISEÑO PLANTA COCORNA





POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

Ovidio Hurtado Mosquera

Ingeniero Civil

VERSIÓN DISEÑO PLANTA COCORNA



REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

MATRÍCULA PROFESIONAL No.
05202-260199 ANT
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 03/10/2013
OVIDIO
HURTADO MOSQUERA
C.C. 11910879
POLITECNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

PRESIDENTE DEL CONSEJO





Universidad de Medellín
Ciencia y Libertad

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS

A

OVIDIO HURTADO MOSQUERA

Expedido en Medellín el 05 de septiembre de 2022

El Rector,

FEDERICO RESTREPO POSADA

El Secretario General,

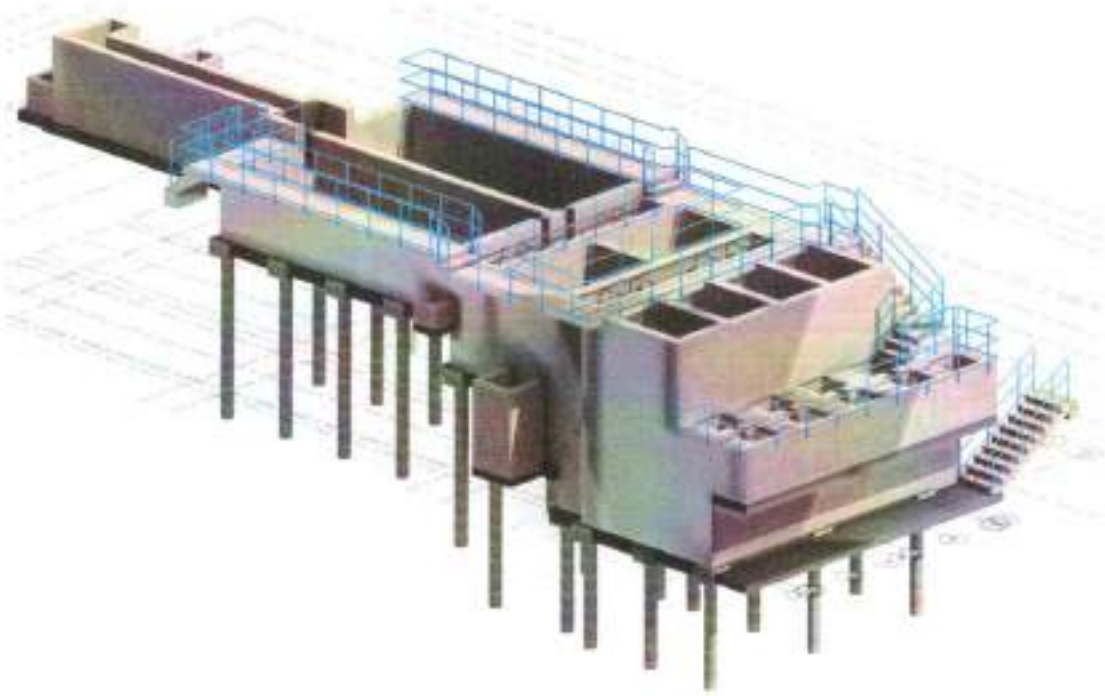
JAVIER BOTERO MARTÍNEZ

28304

VALIDO DISEÑO PLANTA COCORNA

DISENO HIDRAULICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

(PTAP: 31.7 LPS)



INFORME DE CONSULTORIA

AGOSTO DE 2025

VERSION 1



*PROYECTO / CONTRATO:			ESTUDIO Y DISEÑOS PTAP MUNICIPIO DE COCORNA					
TITULO DEL DOCUMENTO :			DISENO HIDRAULICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE					
CODIGO :			15082025					
REVISIÓN Y APROBACIÓN	VERSIÓN :		01-DISENADOR	02-REVISOR	03	04	05	06
	ELABORÓ:	NOMBRE:	YEISON MOSQUERA VALENCIA INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS ESPECIALISTA EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES OPTANTE A TITULO: MAGISTER EN INGENIERIA	**JOHN FREDY GIL CASTAÑO** INGENIERO SANITARIO				
		FIRMA:						
	REVISÓ:	NOMBRE:						
		FIRMA:						
		FECHA :						

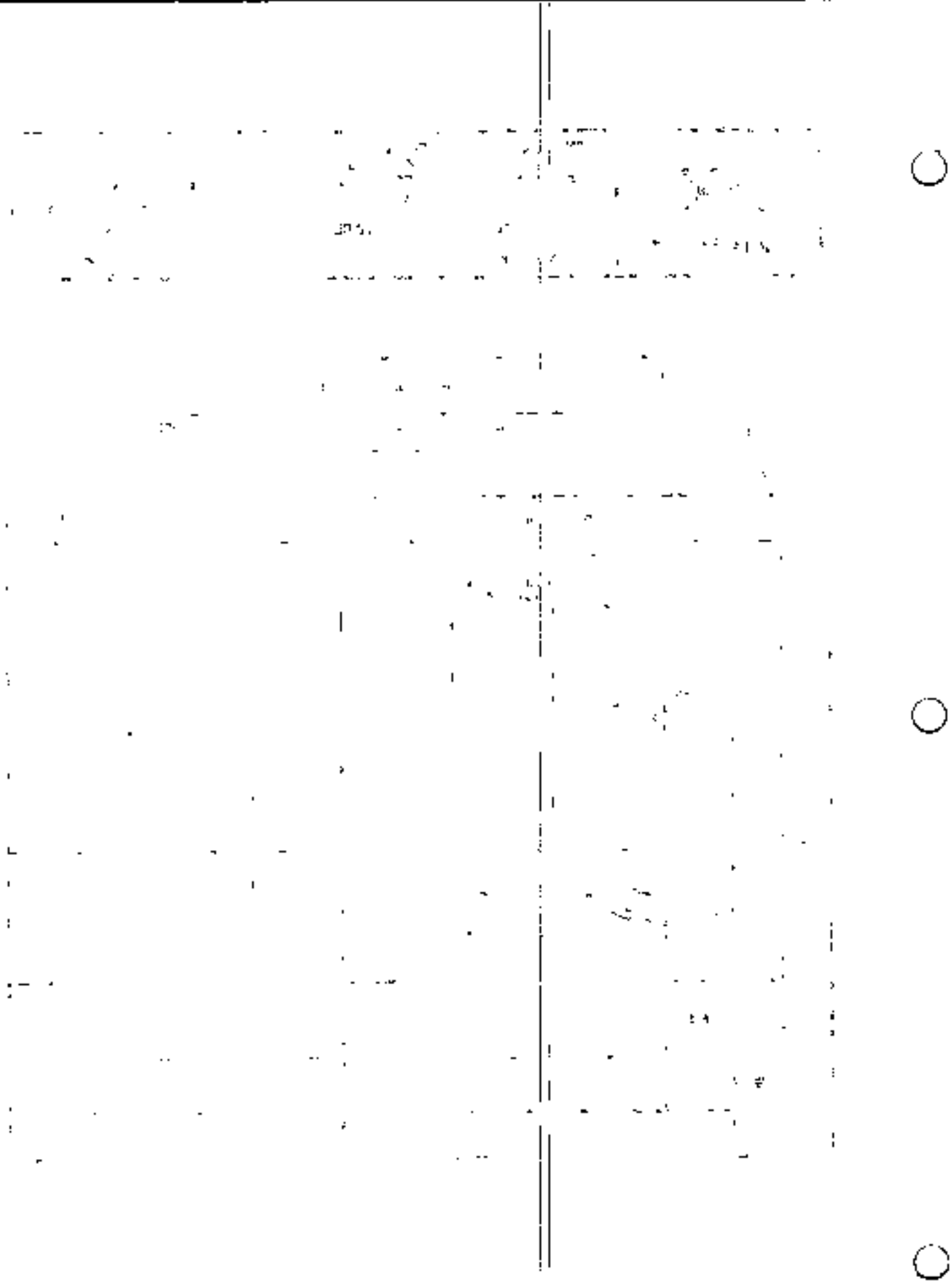


TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 9

1.0 PARAMETROS DE DISEÑO: 9

1.1 CANAL DE ENTRADA Y MEZCLA RAPIDA: 12

1.1.1 DIMENSIONAMIENTO MANUAL: 12

1.1.2 DESARROLLO DE UN MODELO NUMÉRICO: 24

1.1.3 MODELO CFD-CANAL DE ENTRADA: 30

1.2 SISTEMA DE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN: 53

1.2.1-SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE: 53

1.2.2-SISTEMA DE FLOCULACIÓN: 55

1.2.2.1-MODELO CFD-FLOCULADOR: 73

1.3.3-SISTEMA DE SEDIMENTACIÓN: 83

1.3.3.1- MODELO CFD-SEDIMENTADOR: 99

1.3.4-SISTEMA DE FILTRACION: 125

1.3.5-DISEÑO DE ESPESADOR DE LODOS: 142

1.3.6-DISEÑO DE ESPESADOR LECHOS DE SECADO: 147

1.3.6-SISTEMA DE DESINFECCION: 149

1.3.6.1 MODELO CFD-CLORADOR: 155

1.3.7-TANQUE DE ALMACENAMIENTO: 175

2.0-RECOMENDACIONES GENEREALES: 178

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS 10

TABLA 2. VALORES ADMITIDOS SEGÚN LA RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 DE 22 JUNIO DE 2007. 10

TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DEL AGUA SEGURA. 11

TABLA 4- DEFINICIÓN DEL MODELO DE TURBULENCIA DE TIPO RAS, A IMPLEMENTAR EN OPENFOAM. 39

TABLA 5- VARIABLES DE ENTRADA CONTROLABLES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL SEDIMENTADOR DE ALTA TASA. 84

TABLA 6-CALCULO DEL SEDIMENTADOR PARA LA PTAP MUNICIPIO DE COCORNÁ 87

TABLA 7- CÁLCULO DEL MÚLTIPLE DISTRIBUIDOR EN CONEXIÓN FLOCULADOR-SEDIMENTADOR 90

TABLA 8- CÁLCULO DEL MÚLTIPLE EXTRACTOR DEL SEDIMENTADOR 91

TABLA 9- DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA RECOLECTORA DE LODOS 92

TABLA 10- CALCULO DEL VOLUMEN DE LOS ESCENARIO 1 94

TABLA 11- CALCULO DEL VOLUMEN DE LOS ESCENARIO 2 95

TABLA 12- CALCULO DEL VOLUMEN DE LOS ESCENARIO 3 96

TABLA 13- CALCULO DEL VOLUMEN DE LOS ESCENARIO 4 97

TABLA 14- CALCULO DEL VOLUMEN DE LOS ESCENARIO 5 98
TABLA 15- DEFINICIÓN DEL MODELO DE TURBULENCIA DE TIPO RAS, A IMPLEMENTAR EN OPENFOAM. 110
TABLA 16- VALORES TÍPICOS DE K1 137
TABLA 17- MUESTREO CALIDAD DE AGUAS DE AGUAS MUNICIPIO DE COCORNÁ (TURBIDEZ). 143
TABLA 18- MUESTREO CALIDAD DE AGUAS DE AGUAS MUNICIPIO DE COCORNÁ (COLOR APARENTE). 145
TABLA 19- CALCULO DEL VOLUMEN DEL ESPESADOR DE LODOS 146
TABLA 20- CALCULO DE LOS LECHOS DE SECADO 148
TABLA 21- REFERENCIA NORMATIVA PARA CALIBRACIÓN DE DOSIS DE CLORO DURANTE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE. 152
TABLA 22- REFERENCIA NORMATIVA PARA CALIBRACIÓN DE DOSIS DE CLORO DURANTE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE. 153
TABLA 23- DEFINICIÓN DEL MODELO DE TURBULENCIA DE TIPO RAS, A IMPLEMENTAR EN OPENFOAM. 164
TABLA 24- CALCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO, CONSIDERANDO UN BALANCE ENTRE LO DISPONIBLE Y PROYECTADO EN EL HORIZONTE DE DISEÑO 2025-2050. 175

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-ESQUEMA DE VARIABLES DE ENTRADA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MEZCLA RÁPIDA EN CANAL DE ENTRADA. 24
FIGURA 2-LOCALIZACIÓN EN PTAP, DE CANALETA PHARSHAL, ZONA DE CANAL DE ENTRADA + COAGULACIÓN. 25
FIGURA 3-REFERENCIA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PARA LA MODELACIÓN NUMÉRICA DEL CANAL DE ENTRADA. 30
FIGURA 4-DIMENSIONAMIENTO DE CANAL DE ENTRADA + MEZCLA RÁPIDA 31
FIGURA 5- MODELO 3D DEL CANAL DE ENTRADA + CANALETA PARSHALL 32
FIGURA 6- MODELO GEOMÉTRICO IMPORTADO EN SALOME COMO UN SÓLIDO CON GRUPOS ASOCIADOS A LAS CONDICIONES DE CONTORNO DEL MODELO. 33
FIGURA 7- DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO EN EL MODELO COMO GRUPOS DEL SÓLIDO, SOFTWARE SALOME V9.14. 34
FIGURA 8- DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO EN EL MODELO COMO GRUPOS DEL SÓLIDO, SOFTWARE SALOME V9.14. 35
FIGURA 9-CONFIGURACIÓN DEL NÚMERO DE COURANT EN OPEN FOAM-CONTROLDICT 37
FIGURA 10-DEFINICIÓN MULTIFÁSICA DEL MODELO PARA EL FLUJO AGUA + AIRE. 38
FIGURA 11-DEFINICIÓN DEL MODELO DE TURBULENCIA EN EL PROGRAMA OPEN FOAM. 40
FIGURA 12-CONFIGURACIÓN DE LA GRAVEDAD EN EL MODELO MULTIFÁSICO, PROGRAMA OPEN FOAM 41
FIGURA 13- CONFIGURACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO EN EL MODELO NUMÉRICO 42
FIGURA 14- CONFIGURACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE DISEÑO EN EL MODELO NUMÉRICO 43
FIGURA 15- CONFIGURACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL MODELO 44
FIGURA 16- RESULTADOS DEL MODELO PARA CADA PASO DE ESCRITURA EN LA SIMULACIÓN. 45
FIGURA 17- RESULTADOS FINALES DE LA MODELACIÓN NUMÉRICA 46
FIGURA 18- RESULTADOS FINALES T=0.2S----T=7.0S 47
FIGURA 19- RESULTADOS FINALES T=23.0S----T=49.2S 48
FIGURA 20- RESULTADOS FINALES T=70S----T=120S 49
FIGURA 21-REFERENCIA FLOCULADOR A IMPLEMENTAR EN PTAP COCORNÁ (PERFIL) 59
FIGURA 22-REFERENCIA FLOCULADOR A IMPLEMENTAR EN PTAP COCORNÁ (PLANTA) 60
FIGURA 23- INGRESO DE PARÁMETROS PARA LA ETAPA DE VALIDACIÓN DEL PROGRAMA FLOCULADOR.PY 68



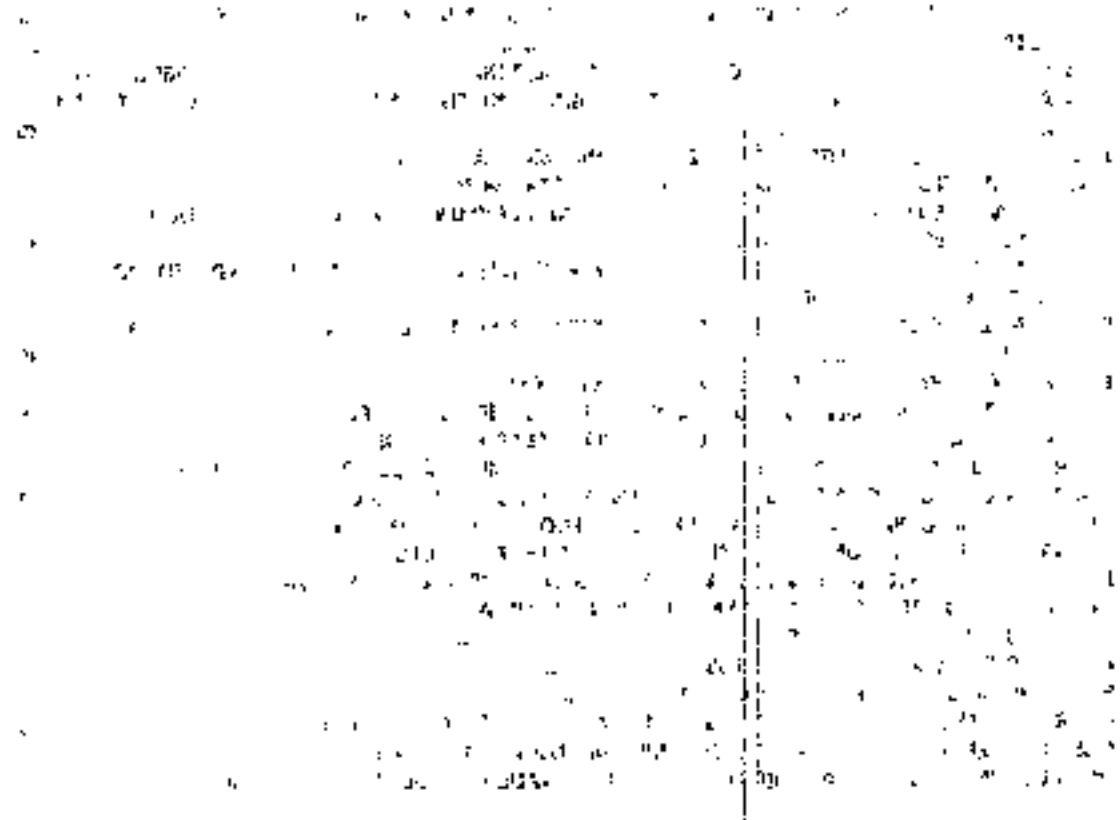


FIGURA 24- RESULTADOS EN ETAPA DE VALIDACIÓN DEL PROGRAMA FLOCULADOR.PY 69
FIGURA 25- MODIFICACIÓN DE VARIABLES DE ENTRADA PARA FLOCULADOR HIDRÁULICO 70
FIGURA 26- RESULTADOS DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN EN LA ITERACIÓN #44. 71
FIGURA 27-REFERENCIA FLOCULADOR A IMPLEMENTAR EN PTAP COCORNÁ (PERFIL) 71
FIGURA 28-REFERENCIA FLOCULADOR A IMPLEMENTAR EN PTAP COCORNÁ (PLANTA) 72
FIGURA 29-MODELO GEOMÉTRICO DEL FLOCULADOR, REALIZADO EN SALOME V 9.14, PARA EVALUACIÓN CFD DEL DISEÑO EMPÍRICO DEL FLOCULADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE COCORNÁ. 73
FIGURA 30-REFERENCIA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PARA LA MODELACIÓN NUMÉRICA DEL FLOCULADOR. 74
FIGURA 31-GEOMETRÍA DEL RECORRIDO DEL AGUA, PARA MODELACIÓN NUMÉRICA EN IBER V3.3.1 75
FIGURA 32-DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO EN EL MODELO HIDRÁULICO IBER V3.3.1 76
FIGURA 33: CONDICIÓN DE CONTORNO DE TIPO SALIDA, EN EMPALME FLOCULADOR-TANQUE DE AGUAS FLOCULADAS IBER V3.3.1 76
FIGURA 34-DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES INICIAL EN EL MODELO HIDRÁULICO IBER V3.3.1 77
FIGURA 35-DEFINICIÓN DE LA RUGOSIDAD EN EL MODELO HIDRÁULICO IBER V3.3.1 77
FIGURA 36-MALLADO NUMÉRICO DEL MODELO HIDRÁULICO IBER V3.3.1 78
FIGURA 37-FINAL DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA PARA EL FLUJO ESTABLE T=2500S IBER V3.3.1 79
FIGURA 38-RESULTADO DE LA MAGNITUD PROFUNDIDAD (M) AL INTERIOR DEL FLOCULADOR, PARA EL FLUJO ESTABLE T=2500S IBER V3.3.1 80
FIGURA 39-RESULTADO DE LA MAGNITUD VELOCIDAD EN DIRECCIÓN X (M/S) AL INTERIOR DEL FLOCULADOR, PARA EL FLUJO ESTABLE T=2500S IBER V3.3.1 80
FIGURA 40-RESULTADO DE LA MAGNITUD VELOCIDAD EN DIRECCIÓN Y (M/S) AL INTERIOR DEL FLOCULADOR, PARA EL FLUJO ESTABLE T=2500S IBER V3.3.1 81
FIGURA 41-RESULTADO DEL MODELO CFD, AL INTERIOR DEL FLOCULADOR T=2500S 82
FIGURA 42- PLANTEAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA DIMENSIÓN L(M) Y B(M) 85
FIGURA 43- PLANTEAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ALTURA DEL SEDIMENTADOR. 86
FIGURA 44- DETALLE DE TUBERÍA DE DESCARGA DE LODOS 88
FIGURA 45- VISTA EN PLANTA PARA EL CAUDAL DE INGRESO AL SEDIMENTADOR, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE MÚLTIPLES DE DISTRIBUCIÓN 89
FIGURA 46- DETALLE DE TOLVA DE LODOS. 92
FIGURA 47-REFERENCIA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PARA LA MODELACIÓN NUMÉRICA DEL SEDIMENTADOR. 99
FIGURA 48-MODELO GEOMÉTRICO DE UN SEDIMENTADOR, COMO CONDICIÓN PREVIA PARA MODELACIÓN NUMÉRICA. 100
FIGURA 49- DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO INLET, OUTLET, ATMOSPHERE, EN EL MODELO COMO GRUPOS DEL SÓLIDO, SOFTWARE SALOME V9.14. 102
FIGURA 50- DEFINICIÓN DE LA CONDICIÓN DE CONTORNO WALL, EN EL MODELO COMO GRUPOS DEL SÓLIDO, SOFTWARE SALOME V9.14. 103
FIGURA 51- MALLADO TETRAÉDRICO DEL MODELO, 14 MILLONES DE VOLÚMENES VS ARMAX=7.23 104
FIGURA 52- MALLADO TETRAÉDRICO DEL MODELO, 249.937 VOLÚMENES VS ARMAX=33.0 104
FIGURA 53- CORTE CENTRAL DEL MODELO PARA VERIFICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN DE LA MALLA INTERNA, VOLÚMENES TETRAÉDRICOS, VOL= 249.937 VOLÚMENES VS ARMAX=33.0 105
FIGURA 54- CORTE CENTRAL DEL MODELO PARA VERIFICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN DE LA MALLA INTERNA (SUPERIOR), VOLÚMENES HEXAÉDRICOS, VOL= 256.000 VOLÚMENES VS ARMAX=4.47 106
FIGURA 55-CONFIGURACIÓN DEL NÚMERO DE COURANT EN OPEN FOAM-CONTROLDICT 108

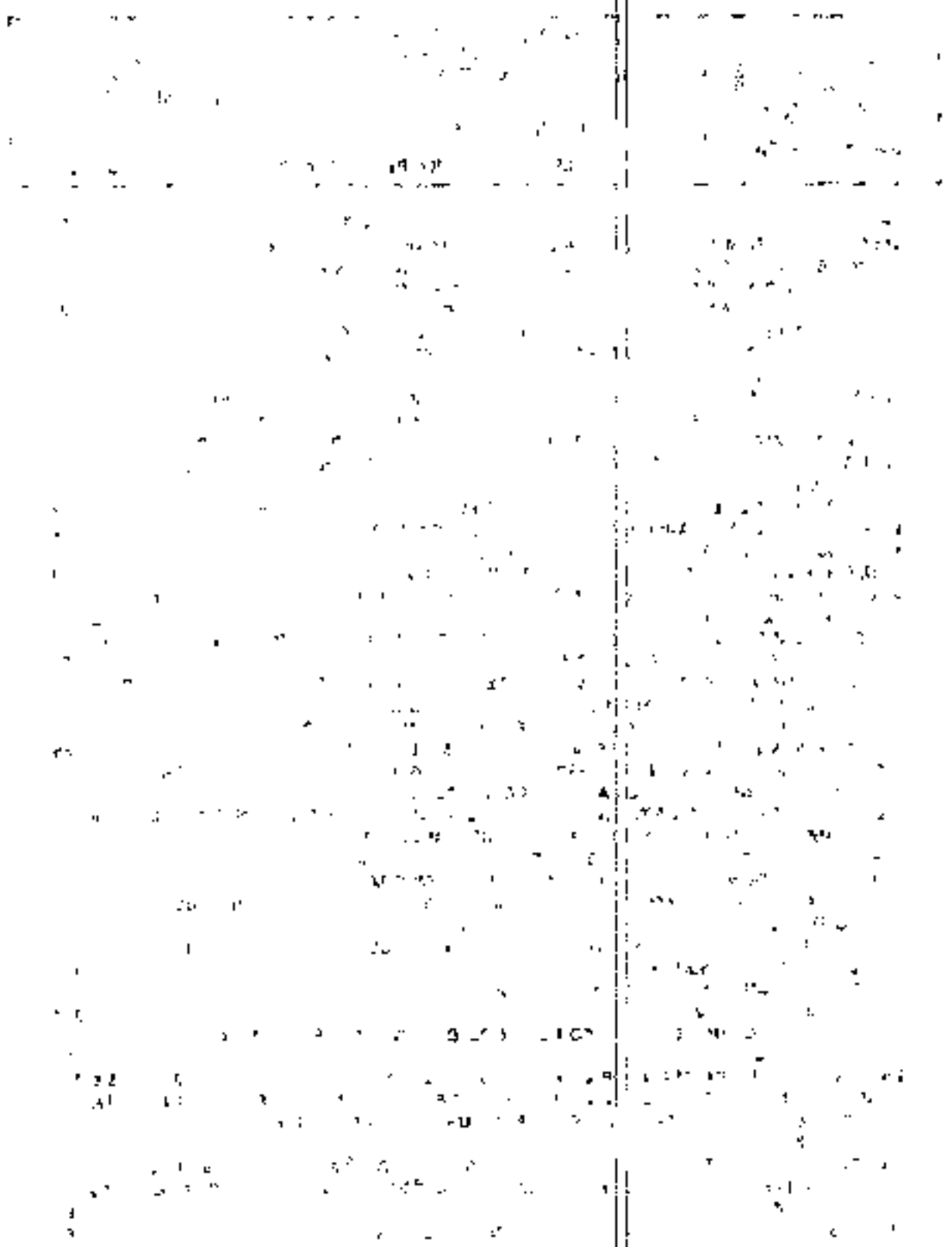


FIGURA 56-DEFINICIÓN MULTIFÁSICA DEL MODELO PARA EL FLUJO AGUA + AIRE 109
FIGURA 57-DEFINICIÓN DEL MODELO DE TURBULENCIA EN EL PROGRAMA OPEN FOAM. 111
FIGURA 58-CONFIGURACIÓN DE LA GRAVEDAD EN EL MODELO MULTIFÁSICO, PROGRAMA OPEN FOAM 112
FIGURA 59- CONFIGURACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO EN EL MODELO NUMÉRICO 113
FIGURA 60- CONFIGURACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE DISEÑO EN EL MODELO NUMÉRICO 114
FIGURA 61- CONFIGURACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL MODELO 115
FIGURA 62- RESULTADOS DEL MODELO PARA CADA PASO DE ESCRITURA EN LA SIMULACIÓN 116
FIGURA 63- RESULTADOS FINAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA SEDIMENTADOR T=3.2S 117
FIGURA 64- RESULTADOS FINAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA SEDIMENTADOR T=68.8S 118
FIGURA 65- RESULTADOS FINAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA SEDIMENTADOR T=200S 119
FIGURA 66- RESULTADOS FINAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA SEDIMENTADOR T=350S 120
FIGURA 67- RESULTADOS FINAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA SEDIMENTADOR T=550S 121
FIGURA 68- RESULTADOS FINAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA SEDIMENTADOR T=700S 122
FIGURA 69- RESULTADOS FINAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA SEDIMENTADOR T=1000S 123
FIGURA 70-RESULTADOS DE LA VELOCIDAD EN SUS 3 COMPONENTES PARA DISTINTAS ZONAS DEL SEDIMENTADOR, CORTE EN LA ZONA DEL CENTRAL, T=1000S 124
FIGURA 71-PREDIMENSIONAMIENTO DE FILTRO PTAP-COCORNA. 126
FIGURA 72-VARIACIÓN DE LA TURBIDEZ (UNT), PARA DISTINTOS PUNTOS DE MUESTREO DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ. 143
FIGURA 73-VARIACIÓN DEL COLOR APARENTE (UPC), PARA DISTINTOS PUNTOS DE MUESTREO DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ. 145
FIGURA 74-ESQUEMATIZACIÓN DE LA ZONA DE CLORADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO. 151
FIGURA 75-REFERENCIA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PARA LA MODELACIÓN NUMÉRICA DEL CLORADOR. 155
FIGURA 76-MODELO GEOMÉTRICO DE CLORADOR, COMO CONDICIÓN PREVIA PARA MODELACIÓN NUMÉRICA. 156
FIGURA 77- DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO INLET, OUTLET, ATMOSPHERE, EN EL MODELO COMO GRUPOS DEL SÓLIDO, SOFTWARE SALOME V9.14 157
FIGURA 78- DEFINICIÓN DE LA CONDICIÓN DE CONTORNO WALL, EN EL MODELO COMO GRUPOS DEL SÓLIDO, SOFTWARE SALOME V9.14. 158
FIGURA 79- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA MALLA TETRAÉDRICA DEL MODELO, ARMAX=14.3 159
FIGURA 80- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA MALLA TETRAÉDRICA DEL MODELO, ARMAX=11.9 160
FIGURA 81-CONFIGURACIÓN DEL NÚMERO DE COURANT EN OPEN FOAM-CONTROLDICT 162
FIGURA 82-DEFINICIÓN MULTIFÁSICA DEL MODELO PARA EL FLUJO AGUA + AIRE 163
FIGURA 83-DEFINICIÓN DEL MODELO DE TURBULENCIA EN EL PROGRAMA OPEN FOAM. 165
FIGURA 84-CONFIGURACIÓN DE LA GRAVEDAD EN EL MODELO MULTIFÁSICO, PROGRAMA OPEN FOAM 166
FIGURA 85- CONFIGURACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO EN EL MODELO NUMÉRICO 167
FIGURA 86- CONFIGURACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE DISEÑO EN EL MODELO NUMÉRICO 168
FIGURA 87- CONFIGURACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL MODELO 169
FIGURA 88- RESULTADOS DEL MODELO PARA CADA PASO DE ESCRITURA EN LA SIMULACIÓN 170
FIGURA 89- RESULTADOS DEL MODELO PARA CADA PASO DE ESCRITURA EN LA SIMULACIÓN SUPERIOR (6S), INFERIOR (20S). 171
FIGURA 90- RESULTADOS DEL MODELO PARA CADA PASO DE ESCRITURA EN LA SIMULACIÓN SUPERIOR (50S), INFERIOR (150S). 172
FIGURA 91- RESULTADOS DEL MODELO PARA CADA PASO DE ESCRITURA EN LA SIMULACIÓN SUPERIOR (200S), INFERIOR (300S). 173
FIGURA 92- PERFIL DE VELOCIDAD (SECCIÓN Y-Z), TANQUE DE CONTACTO CON CLORO 174

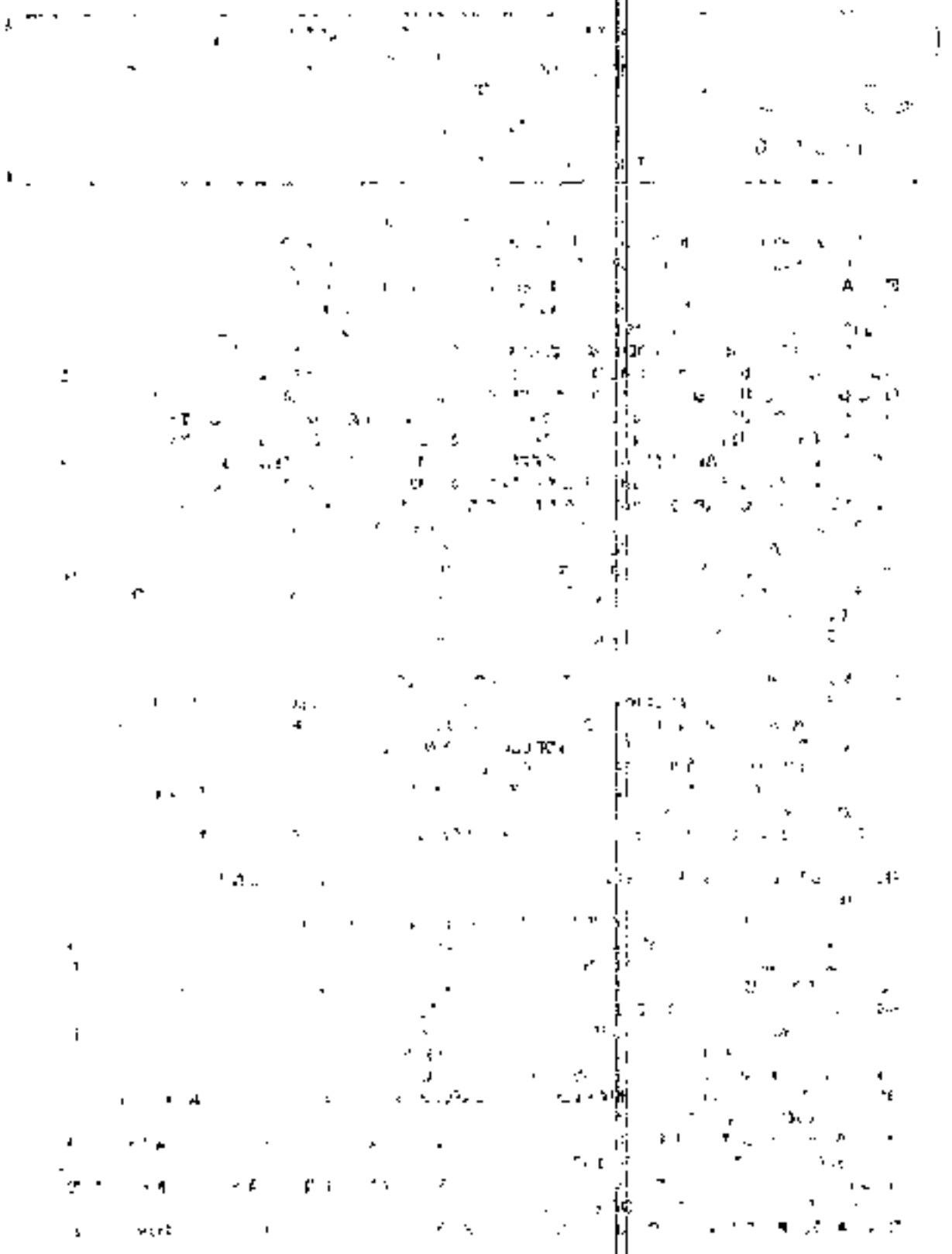
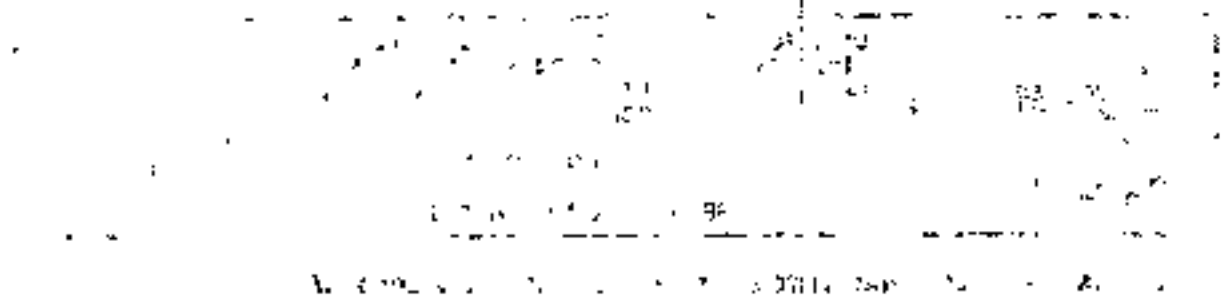


FIGURA 93- DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE EN PRFV, PTAP-COCORNÁ..... 176



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

NO SE ENCUENTRAN ELEMENTOS DE TABLA DE ILUSTRACIONES.



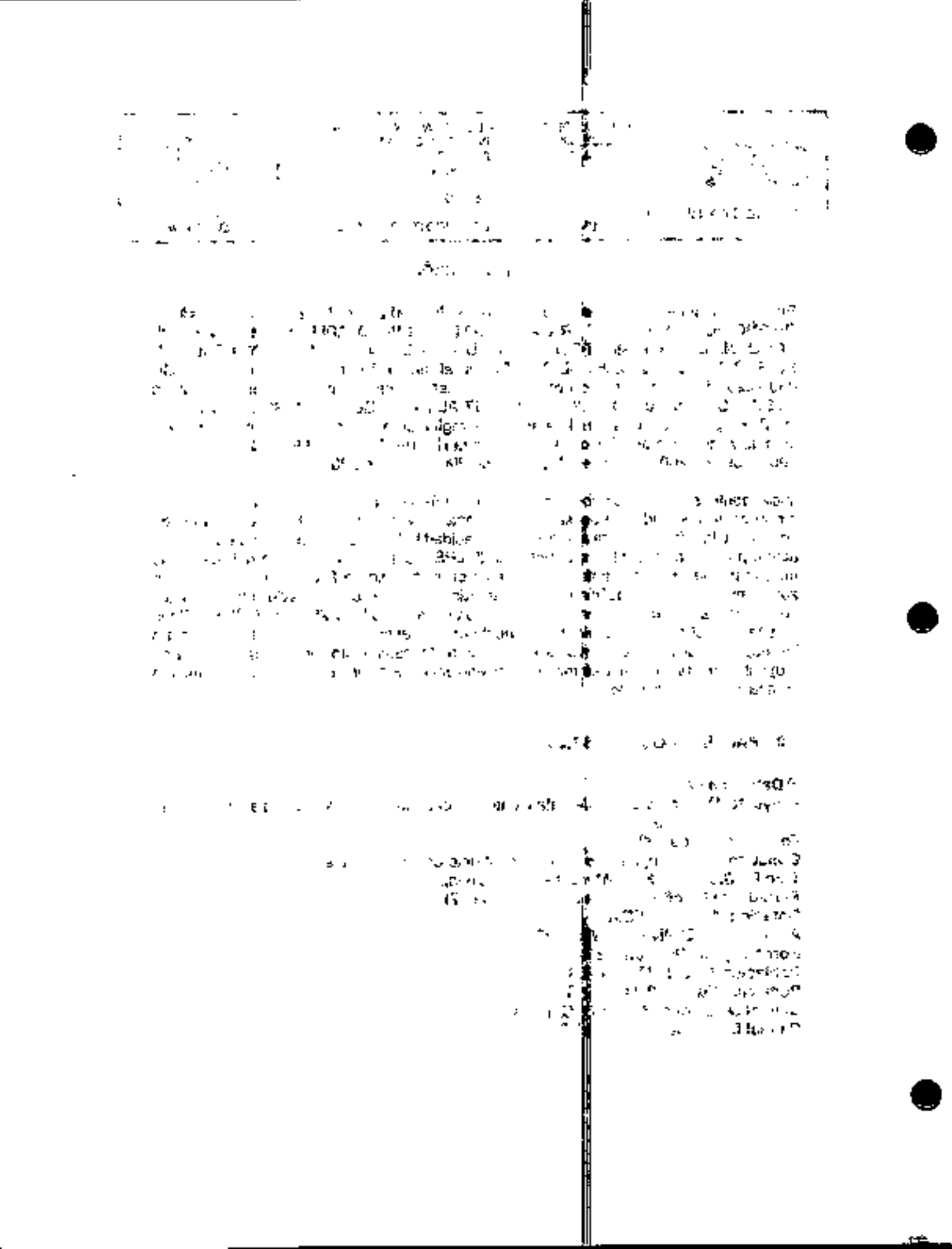
INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan EL DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, PARA UN CAUDAL PROYECTADO EN EL HORIZONTE 2025-2050 DE 31.7LPS, en el marco del contrato de consultoría CD 030-2025. Se toman en cuenta las consideraciones normativas den la materia RESOLUCIÓN 0330 DEL 8 JUNIO DE 2017 AL IGUAL QUE LA RESOLUCION-0799-DE-2021, por medio de la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

Inicialmente, se realizó un componente de diagnóstico y análisis de alternativas, el cual arrojo como resultado la necesitad de proyectar una nueva considerando los años de servicio de la infraestructura actual y la incapacidad hidráulica de la planta de tratamiento actual para tratar caudales superiores a 26 LPS, canal de entrada con deficiencia de mezcla rápida del coagulante, ahogamiento en el módulo de floculación, presencia de zonas muertas de flujo, deficiencia en el clorado, deficiencia de lechos de secado y déficit de almacenamiento considerando un horizonte proyectado a 25 años (2050). Cabe resaltar que el dimensionamiento propuesto en el presente componente se adecuará a los espacios actuales disponibles en la planta de tratamiento, por lo que, si bien se proyecta una planta de tratamiento convencional, se proyecta un dimensionamiento compacto de tipo modular.

1.0 PARAMETROS DE DISEÑO:

→Datos generales:
Proyecto: Diseño de planta de tratamiento de agua potable y almacenamiento municipio de Cocorná Antioquia
Fecha: agosto de 2025
Consultor: Grupo Ingenieros Civiles Constructores y Arquitectos S.A.S
Tipo De Sistema: Nuevo-Modular-Convencional.
Periodo De Diseño: 25 años (art 40 0330-2017)
Dotación: 130 L/HAB*Dia
Altura Sobre El Nivel Del Mar: 1350msnm
Porcentaje De Perdidas: 25%
Población Actual (2025): 8264
Población Futura (2050): 12167
Caudal De Diseño: 31.7 LPS (QMD: 2050)
Caudal De Diseño/2: 15.85 LPS



- **Calidad De Agua A Tratar:**

El agua para consumo que se distribuye a la población debe cumplir con los requisitos de calidad microbiológicos y fisicoquímicos exigidos en la Resolución Número 2115 de 22 junio de 2007, expedido por el Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, al igual que la resolución 0799 de 2021 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. A continuación, se presentan los valores admitidos según la Resolución mencionada.

Las normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del agua potable establecidas en esta resolución, rigen para todo el territorio Nacional y deben cumplirse en cualquier punto de la red de distribución de un sistema de suministro de agua potable.

Tabla 1. Características Microbiológicas

TÉCNICAS UTILIZADAS	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm 3	0 UFC/100 cm ^{3}
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm^3	< de 1 microorganismo en 100 cm ^{3}
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm ^{3}	0 microorganismo en 100 cm ^{3}
Presencia – Ausencia	Ausencia en 100 cm ^{3}	Ausencia en 100 cm ^{3}

Tabla 2. Valores Admitidos Según la Resolución Número 2115 de 22 junio de 2007.

ELEMENTOS, COMPUESTOS QUÍMICOS Y MEZCLAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS DIFERENTES A LOS PLAGUICIDAS Y OTRAS SUSTANCIAS	EXPRESADOS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01



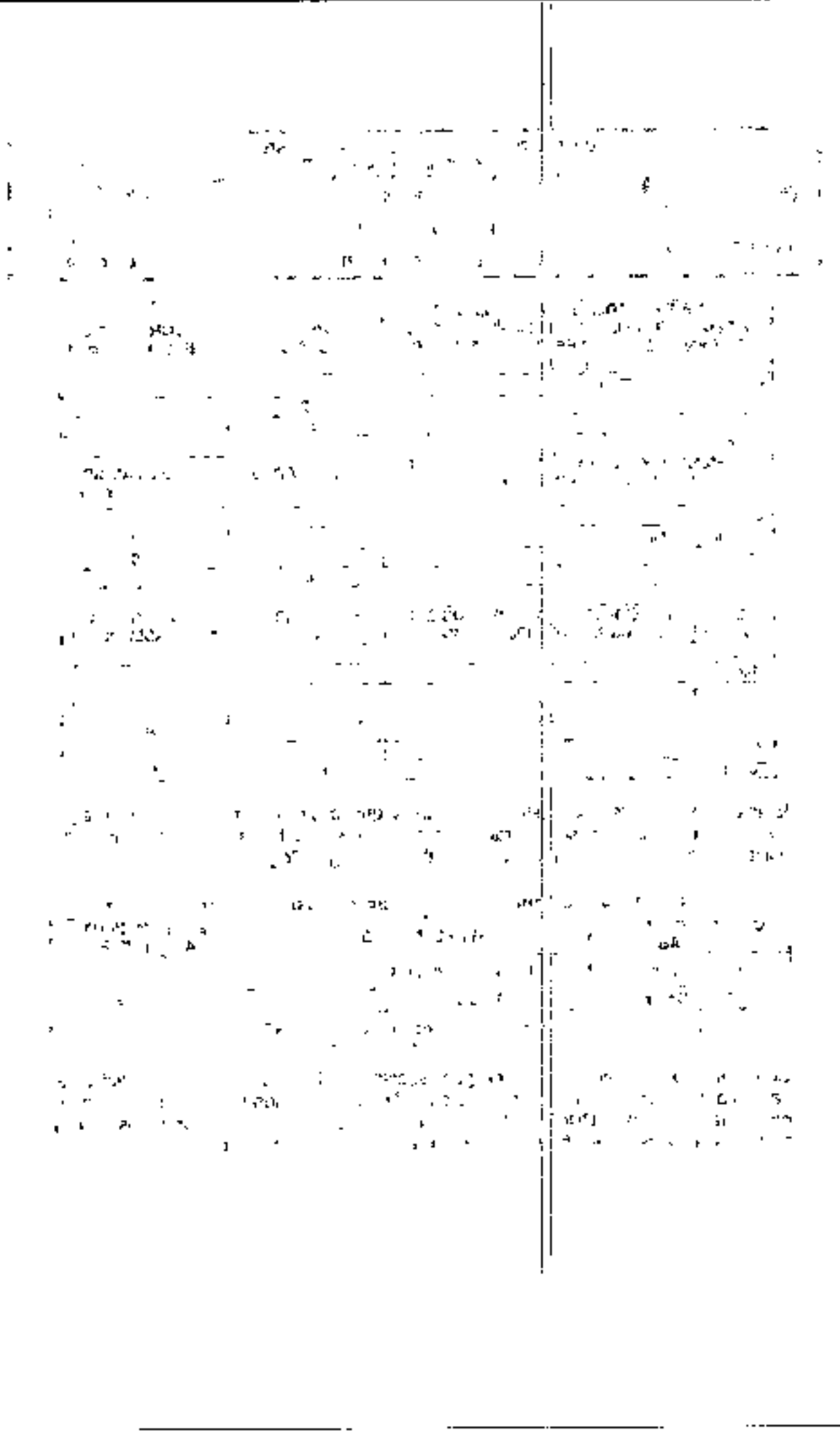
ELEMENTOS, COMPUESTOS QUÍMICOS Y MEZCLAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS QUE TIENEN IMPLICACIONES SOBRE LA SALUD HUMANA	EXPRESADOS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO_2	0,1
Nitratos	NO_3	10
Fluoruros	F	1,0
ELEMENTOS Y COMPUESTOS QUÍMICOS QUE TIENEN IMPLICACIONES DE TIPO ECONÓMICO	**EXPRESADAS COMO**	**VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)**
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	$CaCO_3$	200
Cloruros	Cl	250
Aluminio	Al^{3+}	0,2
Dureza Total	$CaCO_3$	300
ELEMENTOS Y COMPUESTOS QUÍMICOS QUE TIENEN IMPLICACIONES DE TIPO ECONÓMICO	**EXPRESADAS COMO**	**VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)**
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO_4^{2}	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO_4^{3}	0,5

En la eventualidad de un desastre o emergencia, que afecte el normal suministro del agua potable a la población, se tendrán en cuenta las siguientes normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del Agua Segura.

Tabla 3. Criterios de Calidad Organolépticas y Físicas del Agua Segura.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable ó no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Considerando las características del agua descritas en el capítulo 3.1.5 Calidad del agua, del tomo de diagnóstico de la presente consultoría, y considerando que a partir de los considerando el "ARTÍCULO 109- resolución 0799-2021". Se seleccionan los tipos y procesos unitarios de potabilización. Como se describe a continuación:



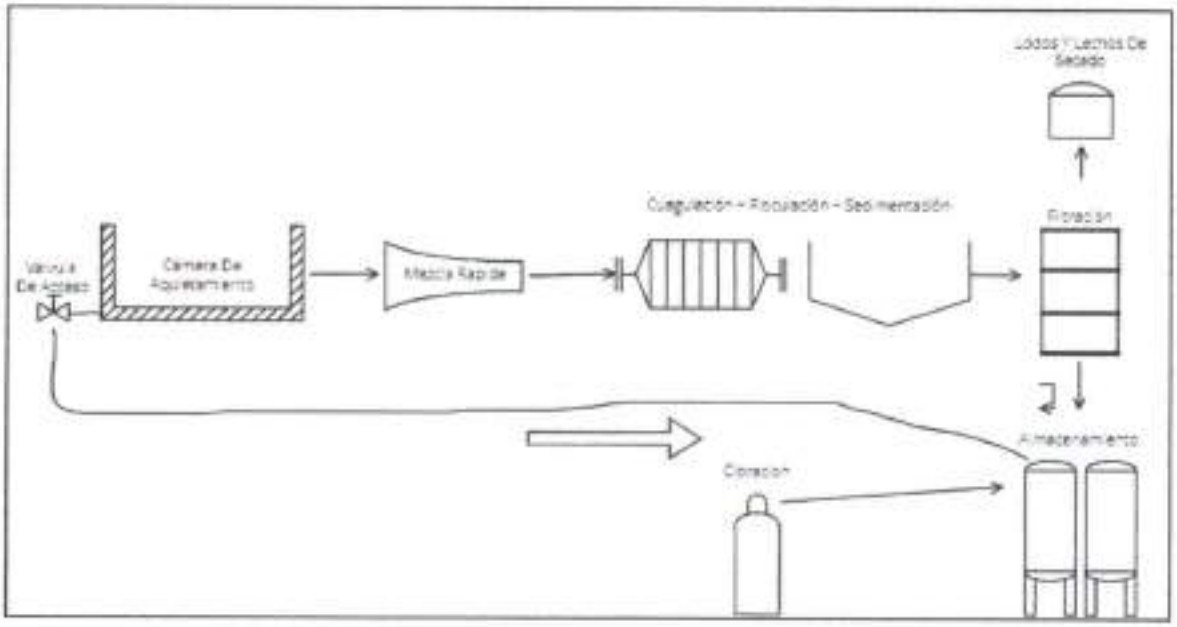


FIGURA 1-Mapa de procesos unitarios, PTAP COCORNA Q=31.7 LPS

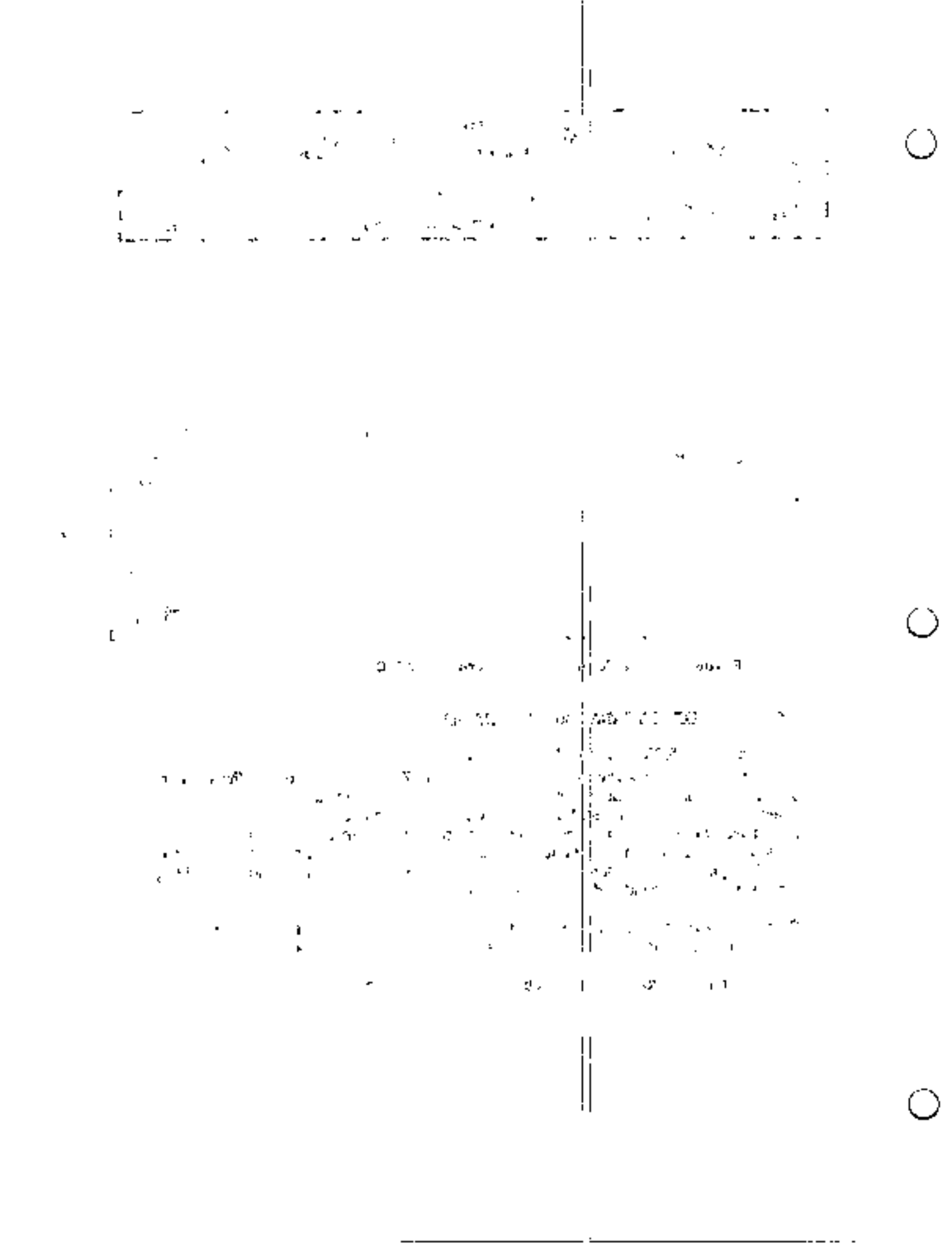
1.1 CANAL DE ENTRADA Y MEZCLA RAPIDA:

1.1.1 DIMENSIONAMIENTO MANUAL:

Se adoptó una canaleta Parshall con garganta de 3" (76.2 mm) como dispositivo de aforo y mezcla rápida para garantizar un gradiente de mezcla mínimo de 1000 s^{-1}. Con la selección de este sistema se buscan dos objetivos, en primer lugar, tener una mezcla rápida hidráulica con el mínimo de pérdidas de carga y en segundo lugar tener un dispositivo de aforo con relativa buena precisión y con la misma pérdida de carga de la mezcla rápida. De esta manera se tiene un dispositivo hidráulico para mezcla rápida y aforo sin generar pérdidas de carga adicionales.

Para la mezcla rápida se aprovecha el resalto hidráulico que se forma en la garganta de la canaleta, es allí donde se debe aplicar el coagulante justo aguas arriba del resalto.

Algunas consideraciones a tener presente son las siguientes:



-Perdida de energia relativamente baja (3-4 Veces al inferior que en crestas pronunciadas).

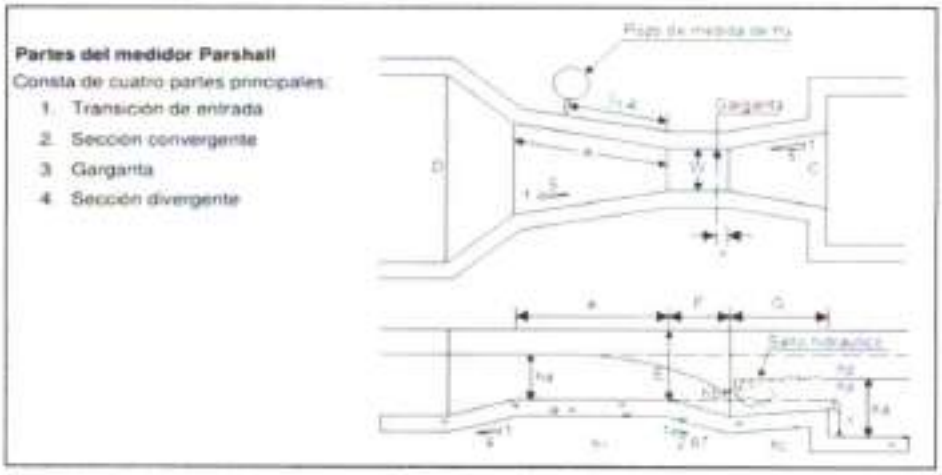
-Poca sensibilidad a la distribución de velocidades en canal de acercamiento.
-Medición de caudal incluso en condiciones de inundado.

-La velocidad dentro de la canaleta es suficientemente alta para prevenir la disposición de sedimentos o la acumulación de escombros.

-Mínimos requisitos de mantenimiento.

-Amplio rango de caudales.

-Larga Vida útil.



Para el diseño de la Canaleta Parshall los tamaños y las proporciones, ya se encuentran definidas en la literatura. Este se debe muchos experimentos en los que se colocaron diferentes tamaños de aforadores y se midió el gasto y la profundidad (a la que también puede llamársele elevación, nivel, tirante o carga) se observó que todos los aforadores tienen un comportamiento similar en la relación tirante contra gasto, para condiciones de descarga libre, es decir, todos se pueden representar matemáticamente con la siguiente ecuación (Pedroza Gonzáles, 2016).

$$Q = C \times Ha^{n}$$

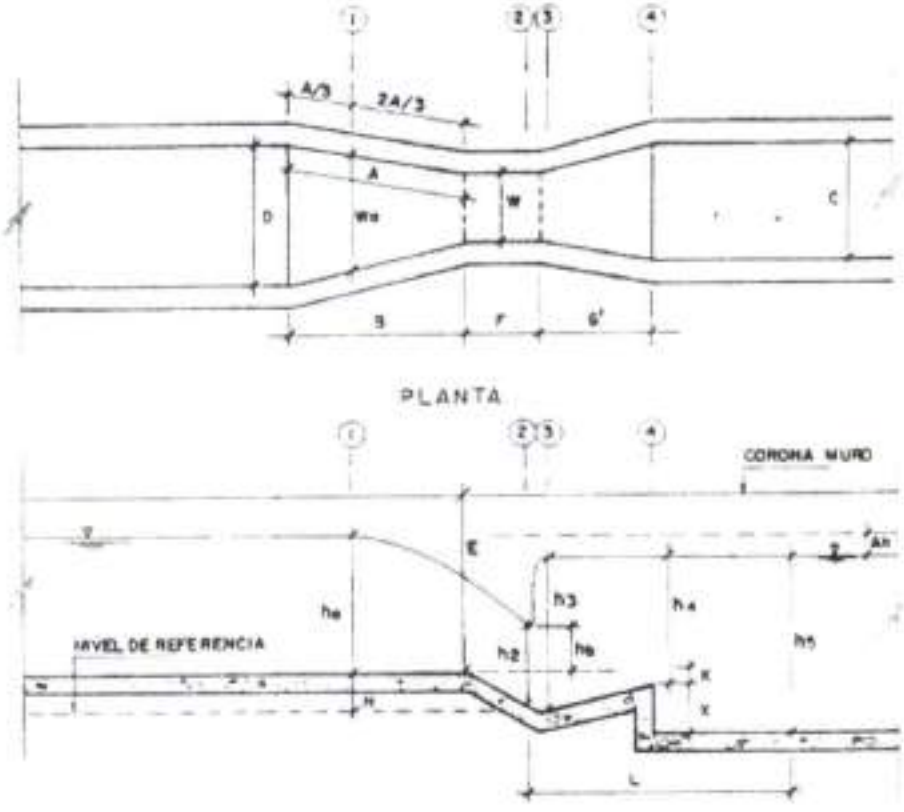


Donde: (Q): es el gasto o el caudal, para condiciones de descarga libre. (Ha): Altura laminar de agua en una ubicación determinada del aforador.

Nomenclatura Canaleta Parshall. (C) y (n): Son valores diferentes para cada tamaño de aforador. En función del tamaño del aforador las unidades de la ecuación pueden ser en L/s o m^3/s para el gasto y en mm o m Altura laminar Ha.

Se diseña canaleta para que trabaje con descarga libre, se emplea un ancho de garganta menor que 0.30m y grado de sumergencia menor que 0.60m.

Otro elemento a tener presente es que como mezclador rápido el gradiente de velocidad deberá estar en el rango entre 1000s-1 y 2000s-1.



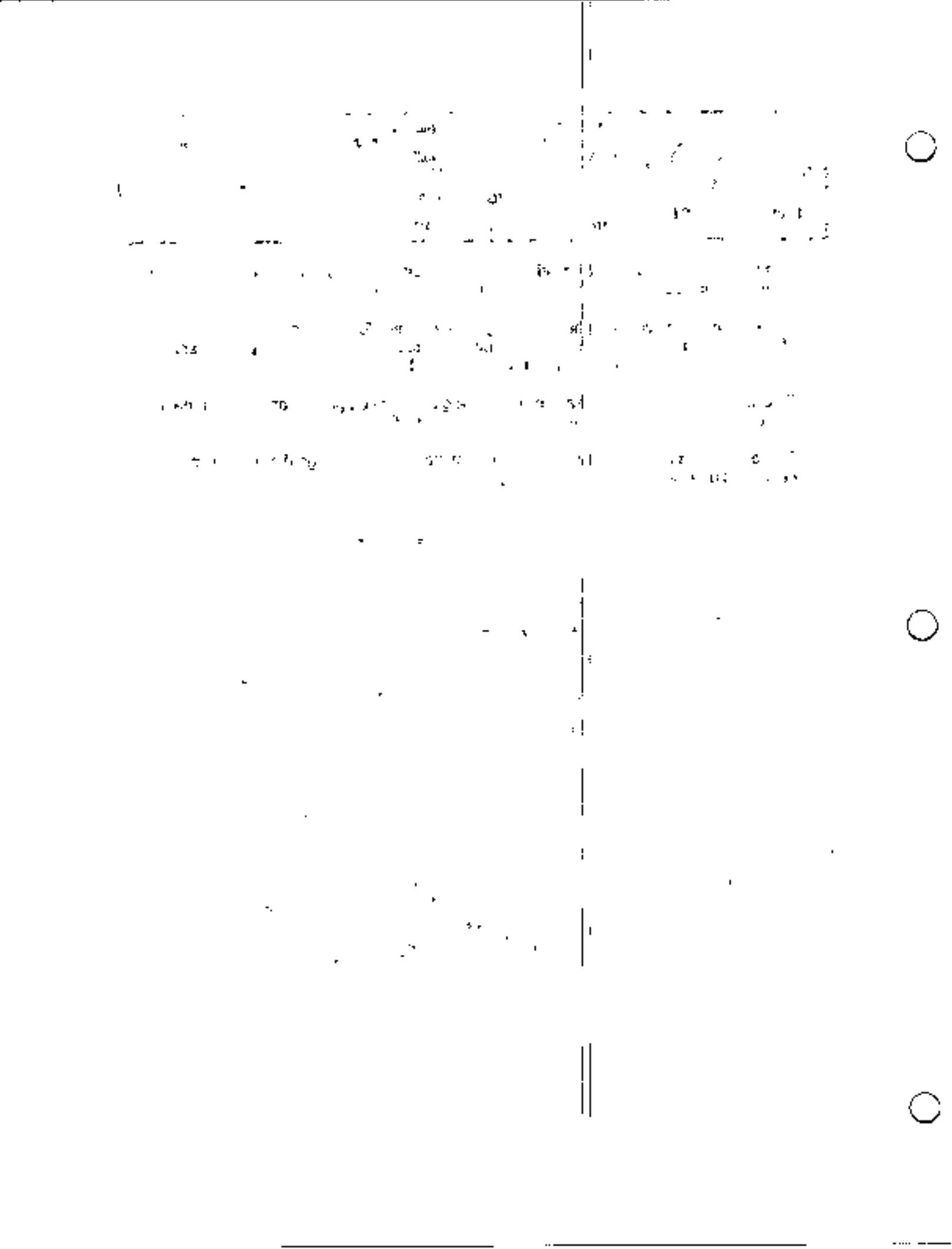


Ilustración 1-Referencia Canaleta Parshall, Fuente: Manual De Potabilización del agua, posgrado en aprovechamiento de recursos hídricos, universidad nacional, Jorge Pérez Parra.

La metodología basa su sustento en el cálculo de la energía entre secciones y en la suposición de que las perdidas por fricción dentro de la canaleta son despreciables.

- Sección 1-1

Aplicando Bernoulli:

$$E1 = \frac{Va^2}{2 * g} + ha + N$$

→Definición del ancho de la garganta: W=0.08m D=0.26m

→Ancho aguas arriba de garganta:

$$Wa = \frac{2}{3} * (D - W) + W = \frac{2}{3} * (0.26 - 0.08) + 0.08 = 0.20m$$

→Cálculo De ha

Q=QMD=31.7l/s→**1.1195ft3/s**

L/s a ft³/s convertir

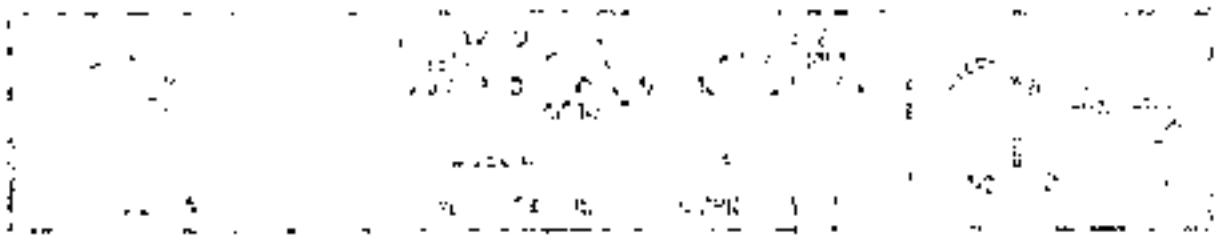
Convertir litros por segundo a pies cúbicos/segundo

Litros por segundo (l/s)

31.7

Pies cúbicos/segundo (ft³/s)

1.119474944



W=0.08m →0.2624ft

Longitud

0.08	=	0.2624672
Metro		Pie

Fórmula para obtener un resultado aproximado, multiplica el valor de longitud por 3.281

$$Q = 4 * W * ha^{1.522*W^{0.026}}$$

Donde,
W=ancho de garganta (ft)
ha= altura de la lámina de agua en la entrada de la canaleta (ft)
Q= caudal (ft3/s)

$$1.1195 = 4 * 0.2624 * ha^{1.522*0.2624^{0.026}}$$

iteración para caudal (Q ft3/s) en función de ha(ft→m)

ha=1.044ft→0.318m

$$Va=Q/(Wa*ha)= 0.0317/(0.20*0.318)$$

Va= 0.498m/s

→cálculo de la energía en la sección 1-1:

Nota: se define un valor para la altura N=0.06m (constructivo)

$$E1 = \frac{Va^2}{2 * g} + ha + N = \frac{0.498^2}{2 * 9.81} + 0.318 + 0.06 = 0.391m$$



- Sección 2-2 inmediatamente antes del resalto

→Aplicando Bernoulli

$$E2 = \frac{V2^2}{2 * g} + h2$$

Si se considera que E1=E2 y por continuidad Q1=Q2=V2*A2, Pero A2=W*h2

$$V2 = \frac{Q}{W * h2}$$

$$0.0.391 = \frac{0.0317^2}{0.08^2 * h2^2 * 2 * 9.81} + h2$$

Iterando para h2 se tiene que es posible encontrar 3 valores de h2

h2_1=-0.1246m
h2_2=0.2111m
h2_3=0.3042m

se descarga el resultado negativo y se evalúa hb en función de las 2 raíces de la ecuación encontrada.

Hb_1= h2_2 -N = 0.3042m-0.06m=0.2441m

Hb_1= h2_3 -N = 0.2111m – 0.06m = 0.151m

→Cálculo De Sumergencia:
Se tiene como criterio que la sumergencia deberá ser inferior al 60% S<0.60 para que la canaleta parshall trabaje a descarga libre y sirva como aforador, a continuación, se evalúa para ambas raíces.

S1=hb_1/ha= 0.2441/ 0.318 = 76.76% (NO CUMPLE CRITERIO DE SUMERGENCIA)

S2=hb_2/ha= 0.151/ 0.318 = 47.48% (CUMPLE CRITERIO DE SUMERGENCIA)

Nota: si bien una de las sumergencias calculadas no cumple el criterio de sumergencia, es un valor cercano a 0.6 y se garantiza que el valor de la profundidad aguas arriba de la

caleta canaleta es superior al valor de la profundidad aguas abajo, provocando la canaleta un control hidráulico ideal para la mezcla.

- Sección 3-3

→Cálculo De La Relación De Alturas

$$\frac{h3}{h2} = 0.5 * (1 + 8 * F^2)^{0.5} - 1$$

→Cálculo De La Velocidad y froude en 2:

$$V2 = \frac{Q}{W * h2}$$

$$V2_1 = \frac{0.0317}{0.08*0.2111} = 1.87 \text{m/s}$$

$$V2_2 = \frac{0.0317}{0.08*0.3042} = 1.30 \text{ m/s}$$

$$f_1^2 = \frac{v2_1^2}{h2 * g} = \frac{1.87^2}{0.2111 * 9.81} = 1.68$$

F_1=1.68

$$f_2^2 = \frac{v2_2^2}{h2*g} = \frac{1.30^2}{0.3042*9.81} = 0.566$$

F_2=0.566

CARACTERISTICAS DEL RESALTO HIDRAULICO:

Rango de Fr_1	Tipo de Resalto	Características Principales
$Fr_1 < 1$	Imposible	El flujo es subcrítico, por lo que no se forma el resalto.
1 - 1.7	Ondulante	Ondas estacionarias en la superficie; mínima disipación de energía.
1.7 - 2.5	Débil	Leve aumento de profundidad; baja disipación de energía.
2.5 - 4.5	**Oscilante (Inestable)**	**Flujo turbulento con oscilaciones regulares; disipación moderada de energía, pero inestable.**
4.5 - 9.0	Estable	Resalto constante y bien balanceado; alta disipación de energía (40%-75%).
> 9.0	Fuerte	Resalto violento y turbulento; muy alta disipación de energía (hasta 85%).

Para la condición de flujo F_1, se presenta un resalto hidráulico de tipo ondulante, que se caracteriza por tener ondas estacionarias en su superficie con mínima disipación de energía.

Para la condición de flujo F_2, no se presenta resalto hidráulico dado que el flujo es subcrítico.

Nota: para el dimensionamiento de la canaleta posteriormente se evalúa mediante un modelo CFD hidráulico que profundidad prevalece en las características del flujo para el canal de entrada de la PTAP, definiendo en detalle las características de la mezcla rápida.

Para encontrar h3 se reemplaza en la ecuación.

$$h3 = (0.5 * (1 + 8 * F_2^2)^{0.5} - 1) * h2$$

h3_1=

$$h3_1 = (0.5 * (1 + 8 * 1.68^2)^{0.5} - 1) * 0.2111$$

h3_1=0.4069m

h3_2

$$h3_1 = (0.5 * (1 + 8 * 0.566^2)^{0.5} - 1) * 0.3042$$

h3_2=0.1349m

cálculo de la velocidad en 3

$$V3_1 = \frac{Q}{W * h3_1}$$

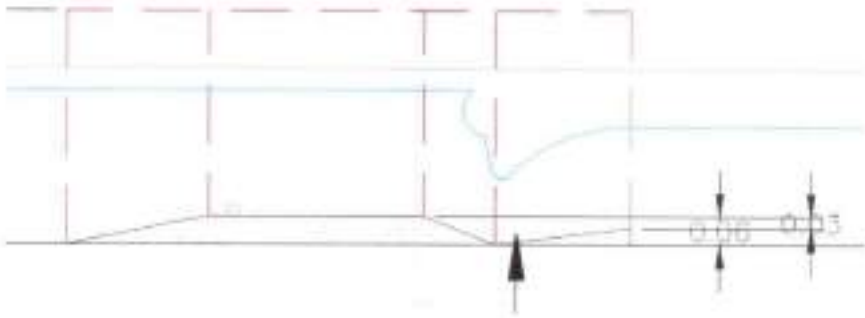
$$V3_1 = \frac{0.0317}{0.08 * 0.4069} = 0.97\ m/s$$

$$V3_2 = \frac{Q}{W * h3_2}$$

$$V3_2 = \frac{0.0317}{0.08 * 0.1349} = 2.94\ m/s$$

- Sección 4-4

h4= h3-N-K

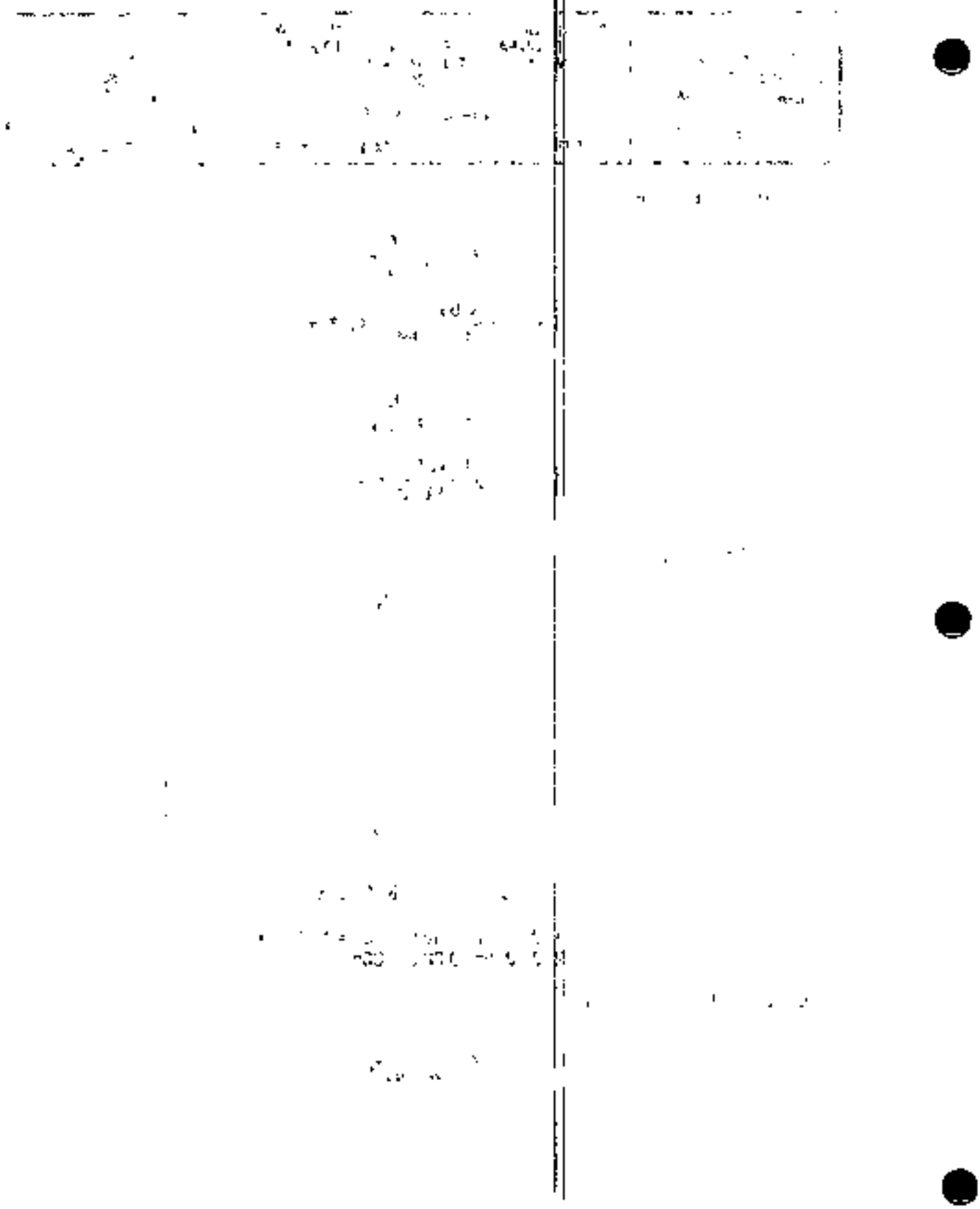


N=0.06m ------ K=0.03m

h4_1=0.4069m-0.06m-0.03m=0.3169m
h4_2=0.1349m-0.06m-0.03m=0.0449m

cálculo de la velocidad en 4

$$V4 = \frac{Q}{W * h4_1}$$



$$V4_1 = \frac{0.0317}{0.08 * 0.3169} = 1.25\ m/s$$

$$V3_2 = \frac{Q}{W * h4_2}$$

$$V4_2 = \frac{0.0317}{0.08 * 0.0449} = 8.82\ m/s$$

Cálculo de la energia en 4

$$E4 = \frac{V4^2}{2 * g} + h4 + (N - K)$$

$$E4_1 = \frac{1.25^2}{2 * 9.81} + 0.3169 + (0.06 - 0.03)$$

E4_1=0.4265m

$$E4_2 = \frac{8.82^2}{2 * 9.81} + 0.0449 + (0.06 - 0.03)$$

E4_2=4.03m

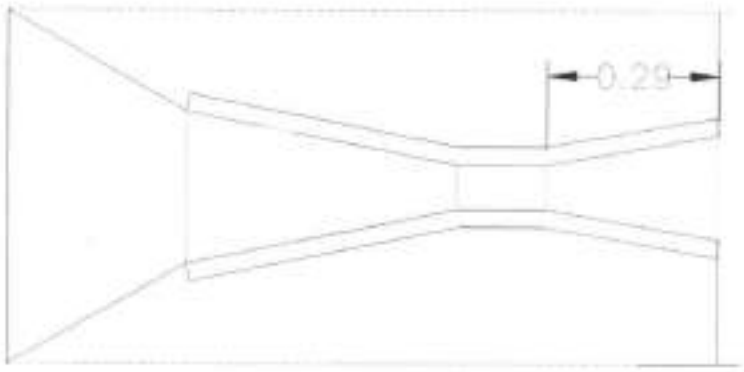
- Cálculo del GRADIENTE HIDRAULICO:

$$G = \left(\frac{\boldsymbol{\varphi} * \boldsymbol{\Delta h}}{\boldsymbol{\mu} * \boldsymbol{\tau d}}\right)^{\mathbf{0.50}}$$

$$\boldsymbol{\tau d} = \frac{\boldsymbol{G'}}{Vm} = \frac{G'}{(v3 + v4) * 0.5}$$

G' (Distancia entre la sección de análisis 3 y 4 de la canaleta PHARSHALL)→ G'=0.29m





$$\tau d_1 = \frac{G'}{Vm} = \frac{0.29}{(0.97+1.25)*0.5} = 0.26s$$

$$\tau d_2 = \frac{G'}{Vm} = \frac{0.29}{(2.95+8.82)*0.5} = 0.0492s$$

Haciendo energía entre la sección 1 y la sección 4 se pueden estimar las perdidas asociadas a las mismas.

E1=E4+ $\boldsymbol{\Delta h}$

$$\Delta h_1 = E1 - E4_1 = 0.391 - 0.4265 = -0.0355m$$

$$\Delta h_2 = E1 - E4_1 = 0.391 - 4.03 = -3.64m$$

$$G_1 = \left(\frac{\varphi * \Delta h_1}{\mu * \tau d_1}\right)^{0.50}$$

$$G_1 = \left(\frac{998.98 * 0.0355}{0.000114 * 0.26}\right)^{0.50}$$

G1=1093 s^-1 (CUMPLE ARTICULO 111 RESOLUCION 0330-2017 RANGO PARA CUAGULACION HIDRAULICA ENTRE 1000-2000 S^-1)



$$G_2 = \left(\frac{\varphi * \Delta h_2}{\mu * \tau d_2}\right)^{0.50}$$

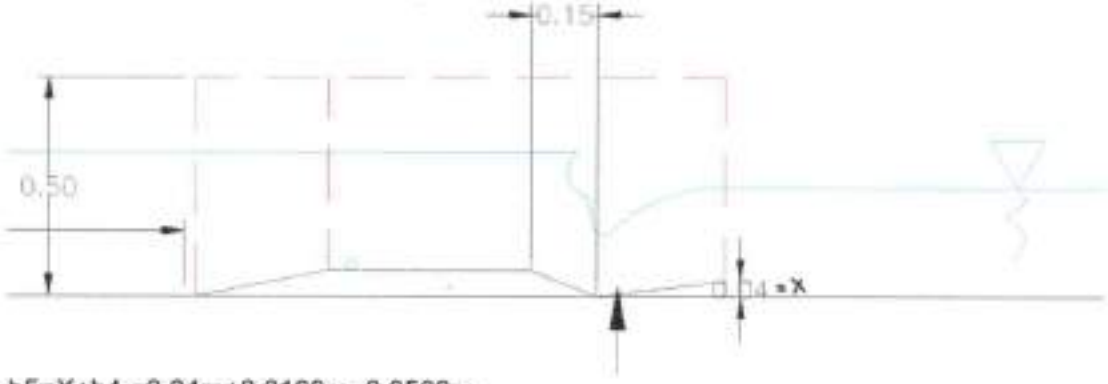
$$G_2 = \left(\frac{998.98 * 3.64}{0.000114 * 0.0492}\right)^{0.50}$$

G2=25.462 s^-1

Nota: hidráulicamente no se presentan las condiciones para que el flujo tenga las características asociadas a este gradiente por lo que se descarta dicho resultado.

- Cálculo de h5

Se calcula h5, considerando que el valor de X=0.04m



h5=X+h4 =0.04m+0.3169m=0.3569m

- Longitud de desarrollo del resalto hidráulico

  L=5*(h3-h2)

  L=5*(0.4069m-0.2111m) =0.979m

Para estabilizar el resalto hidráulico, se colocará una persiana a una distancia de 1.0m del punto donde termina la garganta de la canaleta.



1.1.2 Desarrollo de un modelo numérico:

Para verificar los cálculos hidráulicos, se desarrolla un modelo numérico de la mezcla ràpida en el canal de entrada implementado una canaleta parshall para las condiciones máximas operativas Q=31.7 LPS, con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos con los cálculos manuales expresados en el presente documento. Cabe resaltar la implementación en el código de from scipy.optimize import fsolve, declarada en el código con la cual se obtienen los valores ha y h2.

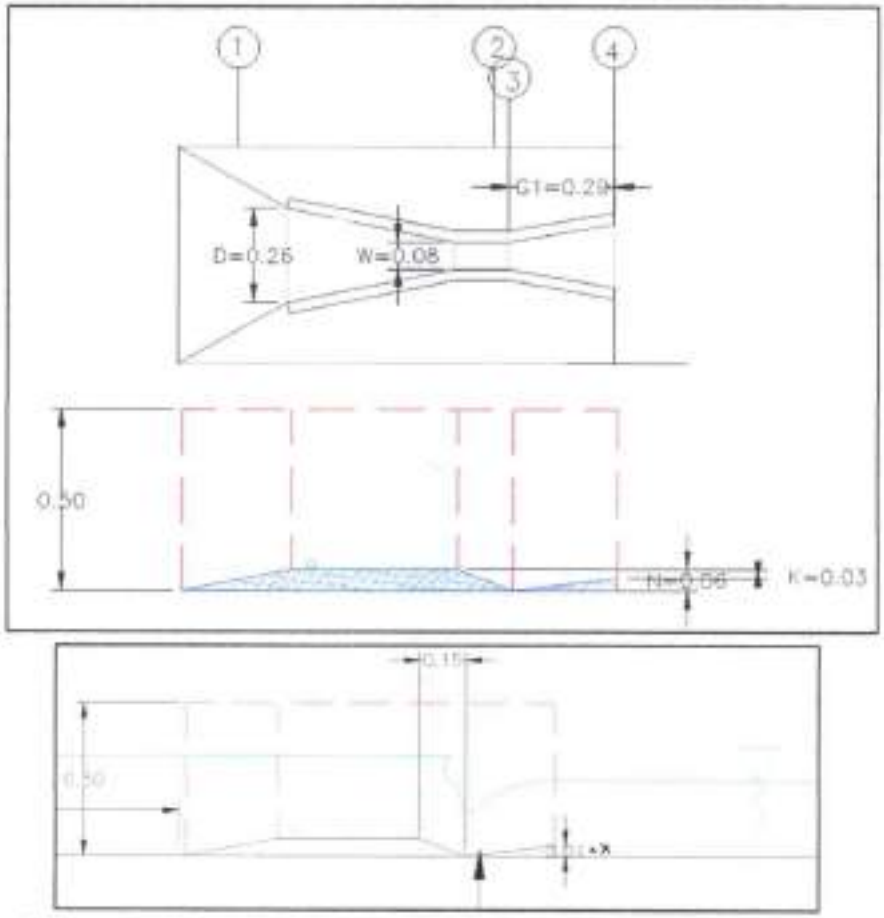
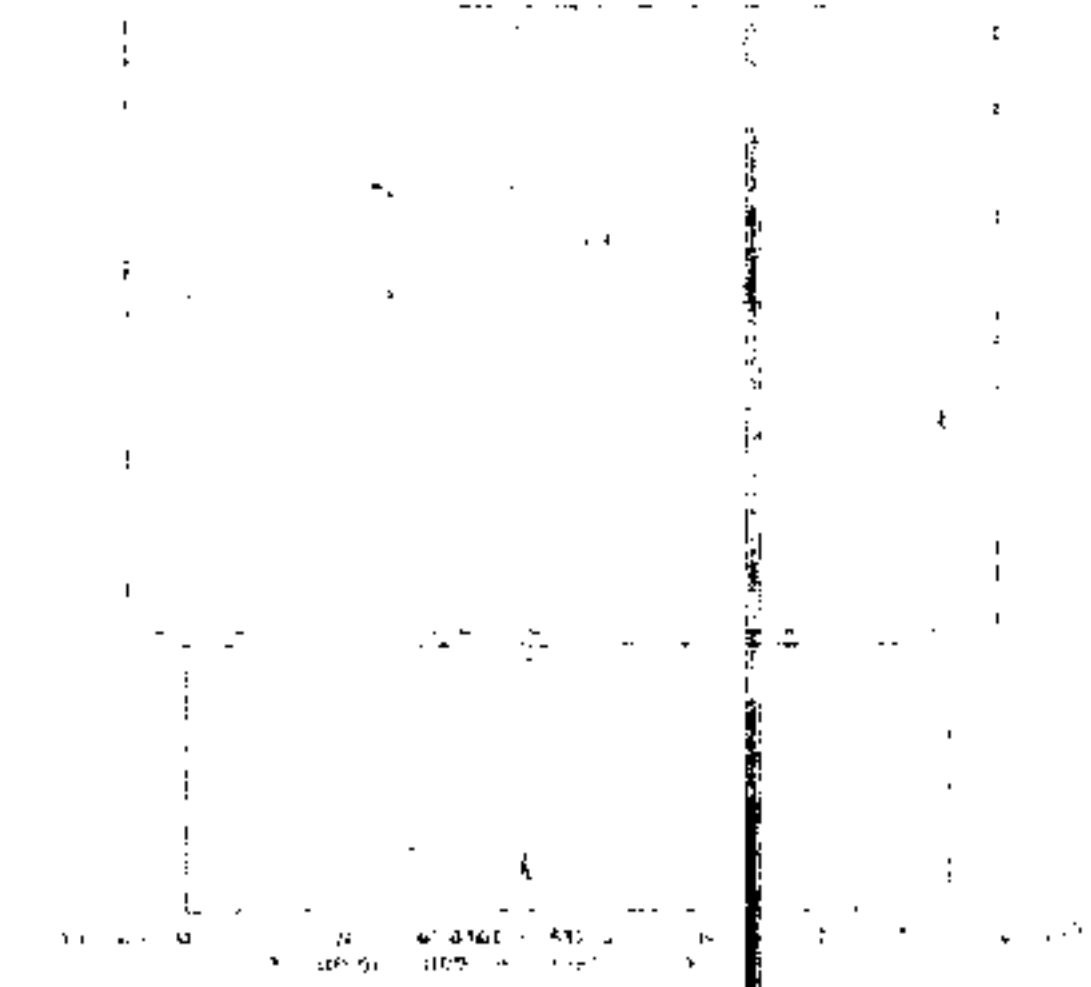


Figura 1-Esquema de variables de entrada para la ejecución del programa de mezcla rápida en canal de entrada.





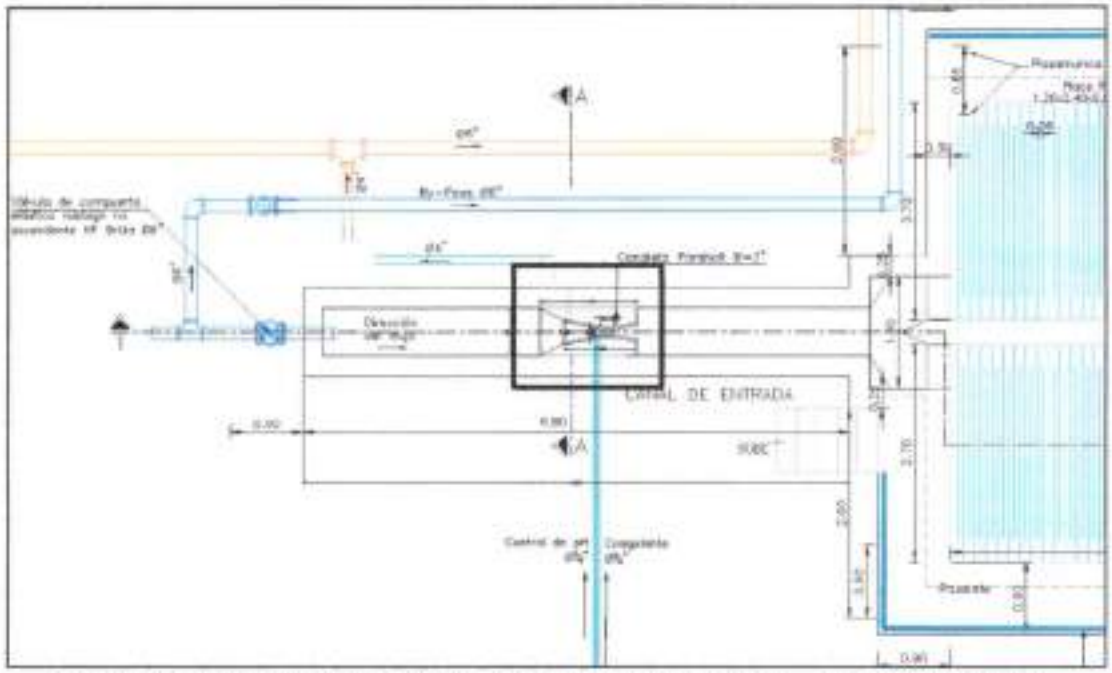
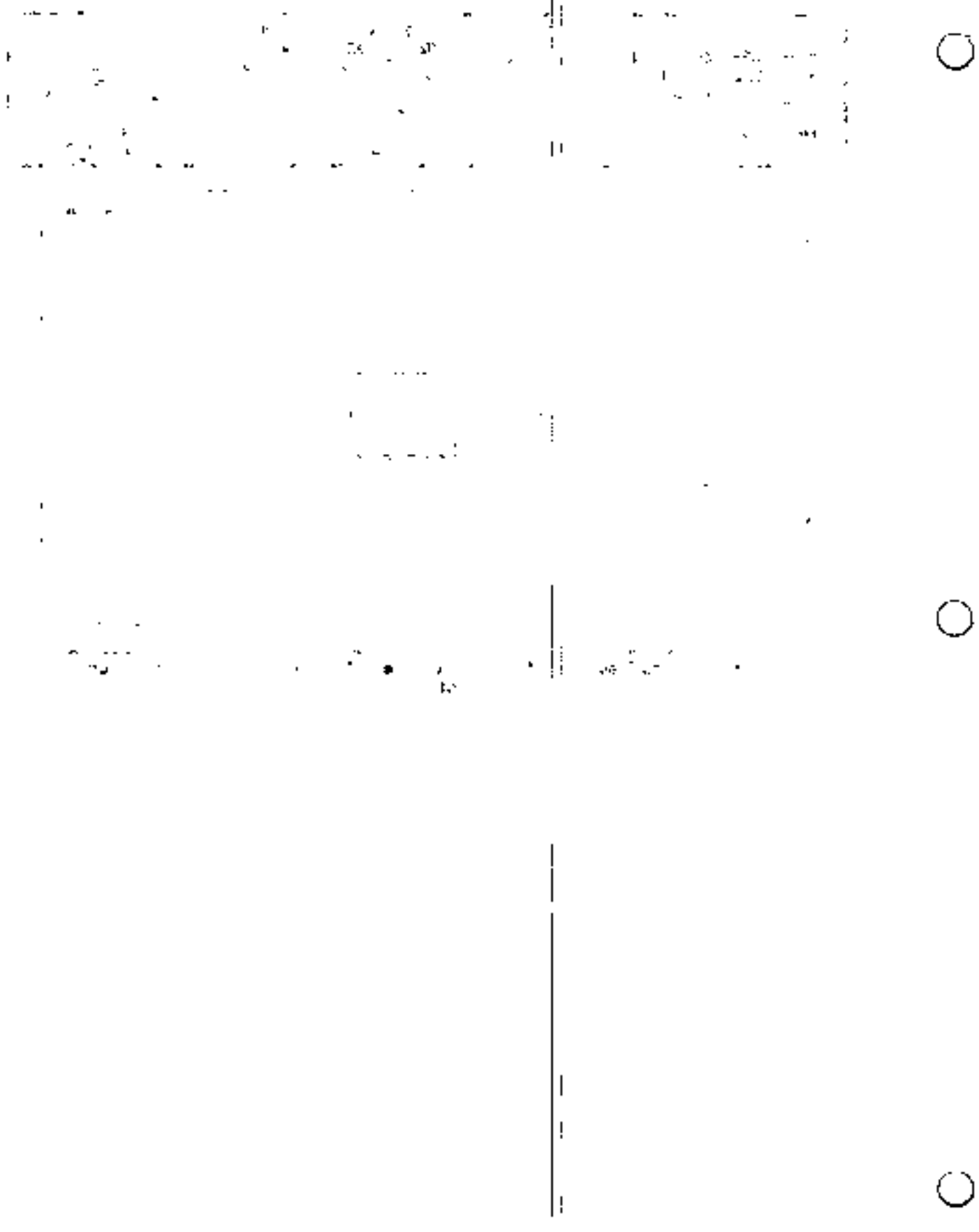


Figura 2-Localización en PTAP, de canaleta PHARSHAL, zona de canal de entrada + coagulación.





```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Tue Aug 19 11:54:44 2025
CONTRATO DE CONSULTORIA CD-030-2025
@author: ING CIVIL YEISON MOSQUERA VALENCIA
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS
DISENO DE MEZCLA RAPIDA EN PTAP Q:31.7LPS-COCORNA ANTIOQUIA
"""

import os
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.optimize import fsolve

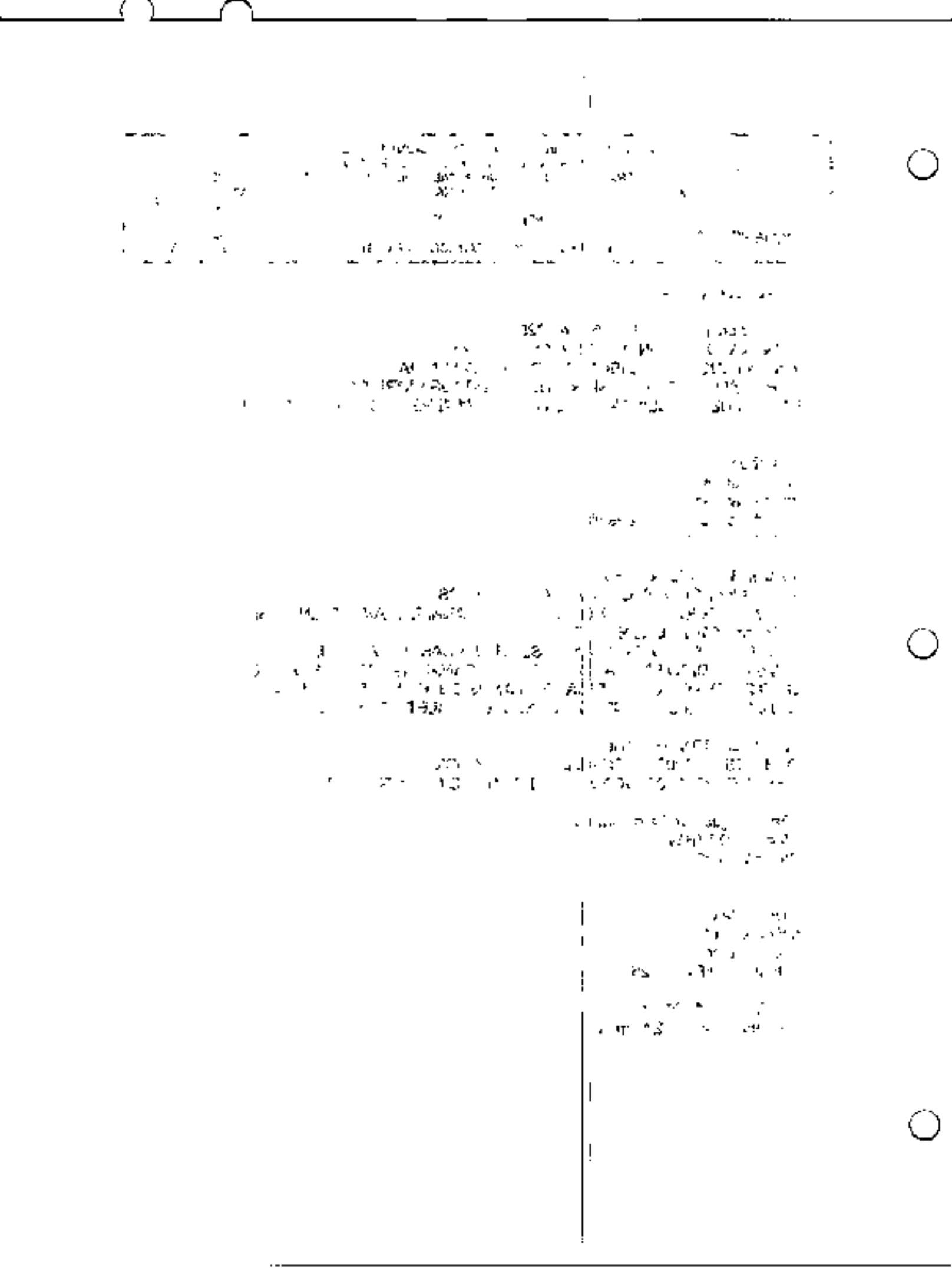
#VARIABLES DE INGRESO
W=0.08 # ANCHO DE GARGANTA EN METROS
D=0.26 #MEDIDA EN PLANOS SEGUN LA CANALETA ANCHO EN LA SECCION 1
QLPS=31.7 #CAUDAL EL LPS
N_m=0.06 #MEDIDA EN PLANOS SEGUN LA CANALETA EN EL ESCALON
K=0.03 #MEDIDO EN PLANOS SEGUN LA CANALETA EN EL ESCALON
G1=0.29 #DISTANCIA MEDIDA EN PLANOS ENTRE LA SECCION 3-4
X=0.04 #ESCALON DONDE TERMINA LA CANALETA EN SECCION 4-4

#CONVERSION DE CAUDAL
Qm3s= QLPS/1000 #CAUDAL EN METRO CUBICO
QFT3S=QLPS/28.317 #CAUDAL EN PIES CUBICO POR SEGUNDO

#Ancho aguas arriba de garganta
Wa=2/3*(D-W)+W
WFT= W*3.281


# Definir la ecuación ha
def equation(ha):
    # Calcular W^0.026
    term1 = WFT**0.026

    # Calcular 1.522 * term1
    exponent = 1.522 * term1
```



```
    # Calcular 4 * W
    coefficient = 4 * WFT

    # Ecuación completa
    return coefficient * (ha**exponent) - QFT3S

# Resolver la ecuación
# Usamos fsolve para encontrar la raíz
initial_guess = 1.0  # Valor inicial aproximado
ha_solution = fsolve(equation, initial_guess)[0]

Ha_m=0.3048*ha_solution #CALCULO DE Ha EN METROS


Va=Qm3s/(Wa*Ha_m) #CALCULO DE LA VELOCIDAD EN a

E1=(Va**2)/(2*9.81)+Ha_m+N_m #CALCULO DE LA ENERGIA EN 1-1


#Definir ecuacion para h2

def equation(h2):
    """
    Define la ecuación: E1=E2 = (Q^2)/(W^2 * h2^2 * 2 * 9.81) + h2
    """
    numerador = Qm3s**2
    denominador = (W**2) * (h2**2) * 2 * 9.81
    return numerador/denominador + h2 - E1

def solve_hydraulic_equation():
    """
    Resuelve la ecuación hidráulica para encontrar h2
    """
    # Encontrar la raíz usando fsolve
    initial_guess = 0.1  # Valor inicial razonable
    h2_solution = fsolve(equation, initial_guess)[0]

    return h2_solution

# Resolver la ecuación
h2_result = solve_hydraulic_equation()
```



```
h2= h2_result


hb=h2-N_m #CALCULO DE hb

S= hb/Ha_m

V2=Qm3s/(W*h2)

F2= (V2**2)/(h2*9.81)

a=(1+8*F2**2)**0.5

a2= a-1

h3=0.5*a2*h2
v3=Qm3s/(W*h3)

h4=h3-N_m-K
v4=Qm3s/(W*h4)

E4=(v4**2)/(2*9.81)+h4+(N_m-K)

Td= G1/((v3+v4)*0.5)
dh=abs(E1-E4)

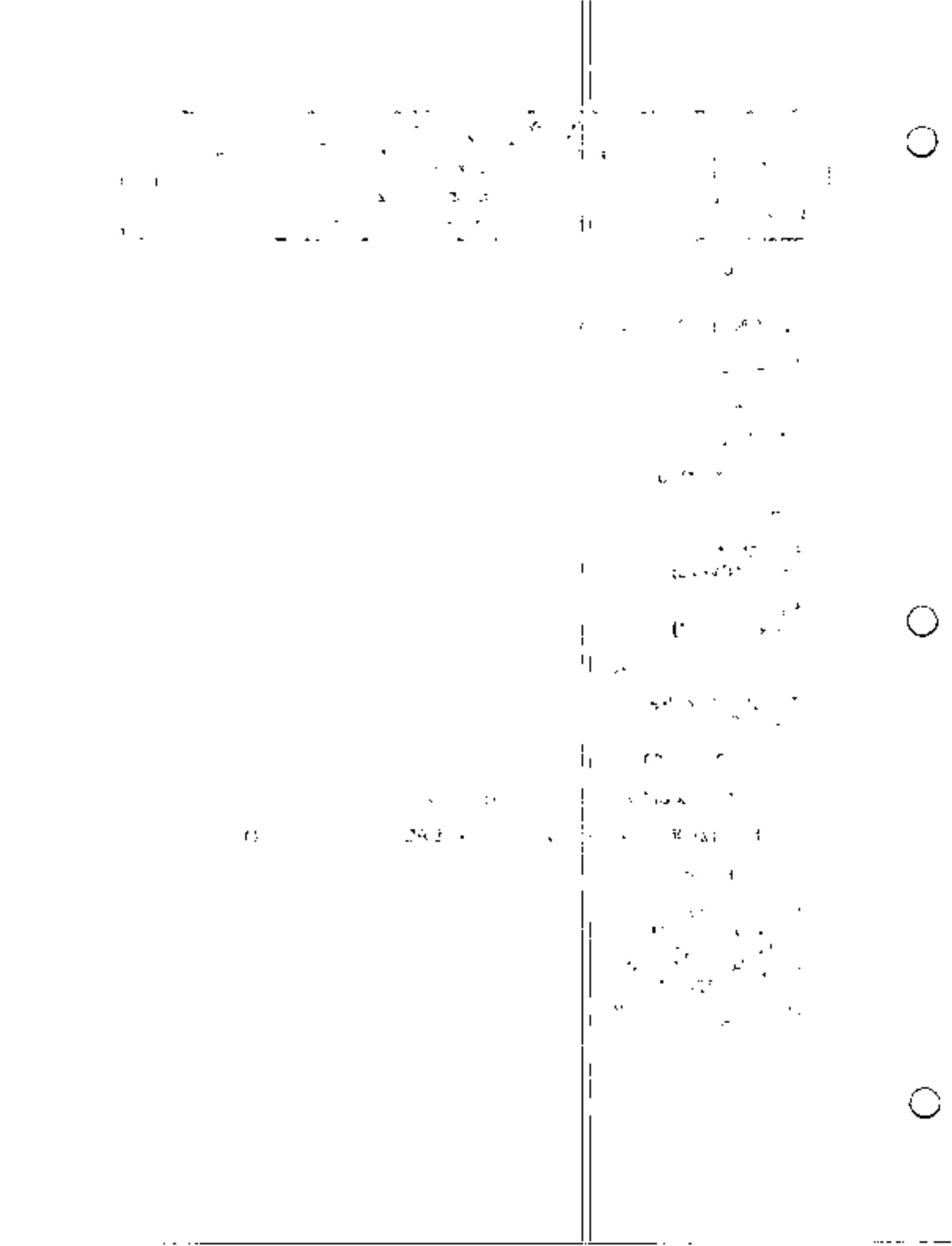
G=((998.98*dh)/(0.000114*Td))**(0.50)

h5= X+h4 #CALCULO DE LA ALTURA h5 posterior a la canaleta

L=5*(h3-h2) #LONGITUD DE DESARROLLO DEL RESALTO HIDRAULICO

#RESULTADOS

print(f"Wa = {Wa:.3f}m")
print(f"ha = {ha_solution:.6f}ft")
print(f"Ha_m = {Ha_m:.3f}m")
print(f"Va = {Va:.3f}m/s")
print(f"E1 = {E1:.3f}m")
print(f"h2 = {h2_result:.6f} m")
print(f"hb = {hb:.3f}m")
```



```
print(f"S = {S:.3f}")
print(f"V2 = {V2:.3f}m/s")
print(f"F2 = {F2:.3f}")
print(f"h3 = {h3:.3f}m")
print(f"v3 = {v3:.3f}m/s")
print(f"h4 = {h4:.3f}m")
print(f"v4 = {v4:.3f}m/s")
print(f"E4 = {E4:.3f}m")
print(f"Td = {Td:.3f}s")
print(f"dh = {dh:.3f}m")
print(f"G = {G:.3f}S^-1")
print(f"h5 = {h5:.3f}m")
print(f"L = {L:.3f}m")
```

***RESULTADOS**

```
In [5]: runfile('C:/Users/Yelson/Documents/COCORNA_PTAP/programacion/PARSHALL.py',
wdir='C:/Users/Yelson/Documents/COCORNA_PTAP/programacion')
Wa = 0.200m
ha = 1.044599ft
He_m = 0.318m
Ve = 0.498m/s
E1 = 0.391m
h2 = 0.210616 m
hb = 0.151m
S = 0.473
V2 = 1.881m/s
F2 = 1.713
h3 = 0.416m
v3 = 0.953m/s
h4 = 0.326m
v4 = 1.217m/s
E4 = 0.431m
Td = 0.267s
dh = 0.040m
G = 1146.9005^-1
h5 = 0.366m
L = 1.026m
```

1.1.3 Modelo CFD-canal de entrada:

Se entiende como CFD (Dinámica de fluidos computacional), la rama de la mecánica de fluidos que se encarga de representar el comportamiento del fluido mediante métodos numéricos para resolver las ecuaciones que representan el movimiento del fluido en un computador.

Dadas las características del proyecto, es importante tener certeza en la tipología del flujo para las condiciones operativas máximas de la planta de tratamiento de agua potable, por lo que implementa un modelo CFD del canal de entrada incluyendo la canaleta Parshall y el acceso a la zona de floculación.

En la zona de mezcla rápida es de vital importancia la formación del resalto hidráulico en la garganta de la canaleta, se espera con el modelo predecir las alturas (m), velocidad (m/s) del flujo antes de la canaleta, resalto hidráulico en la garganta y alturas (m), velocidad (m/s) posterior a la canaleta parshall.

Para efectos de garantizar la revisión de resultados, se implementa el software OPEN FOAM, el cual es un software avanzado CFD de libre distribución y de amplio uso a nivel mundial, en el diseño de estructuras hidráulicas como presas, canales, rápidas, transiciones, sifones, vertederos aliviaderos entre otros.

La estructura del modelo para el canal de entrada se esquematiza a continuación.

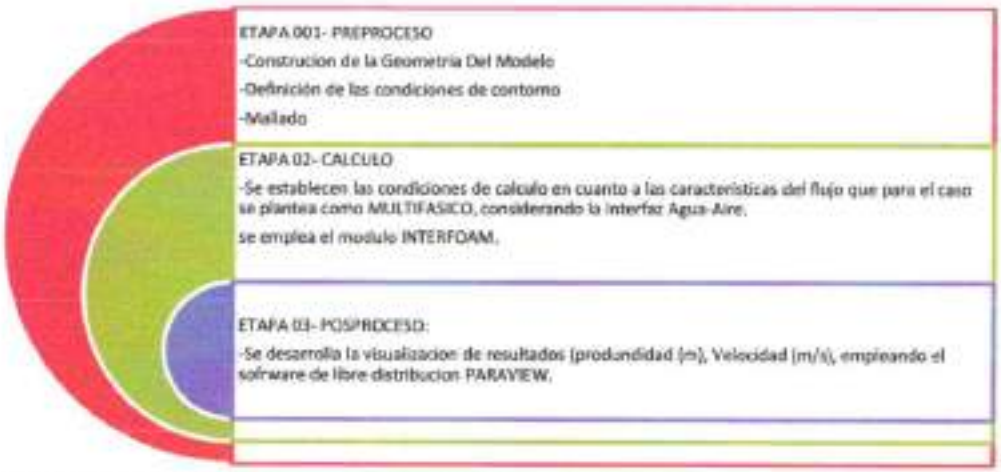


Figura 3-Referencia de las etapas del proceso para la modelación numérica del canal de entrada.

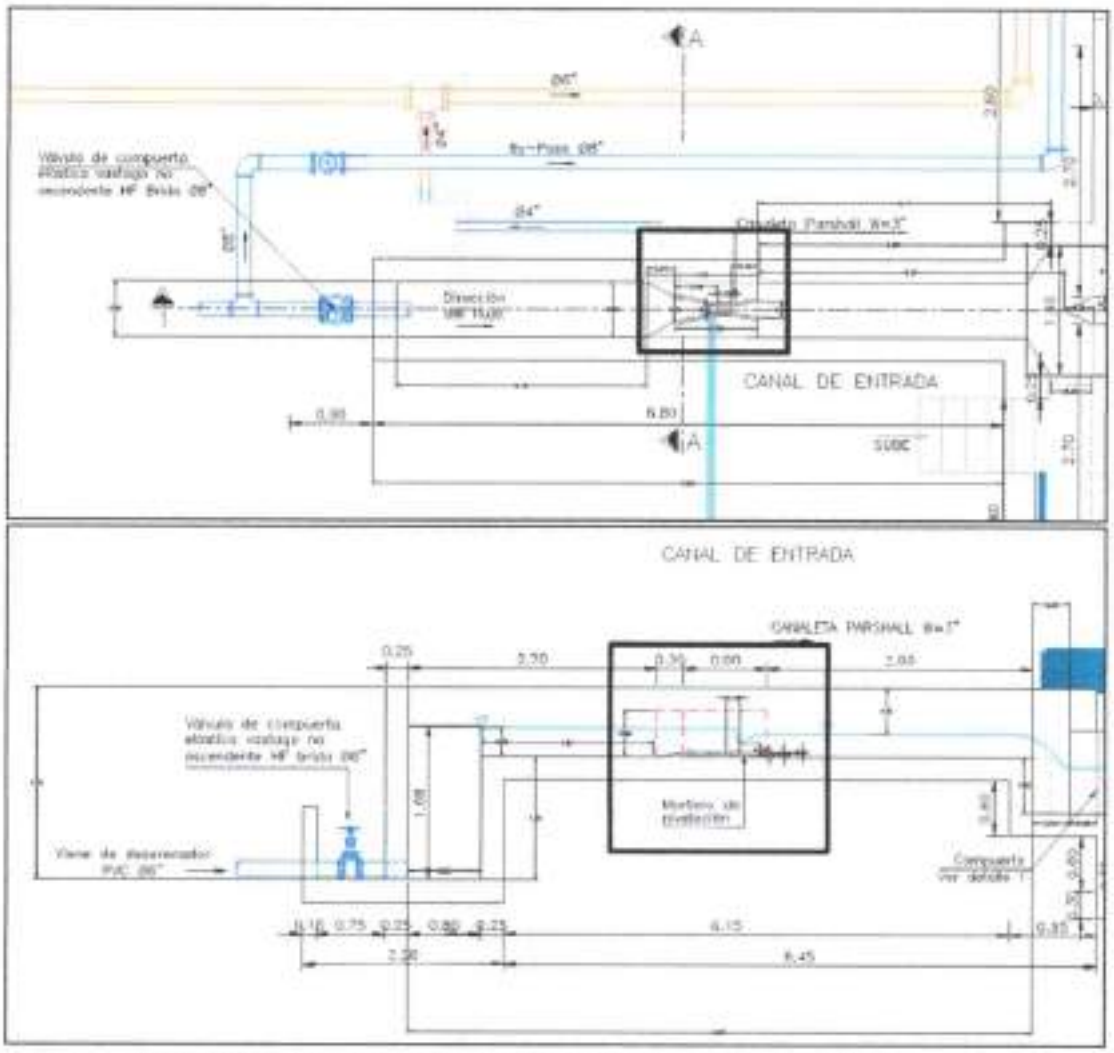


Figura 4-Dimensionamiento de canal de entrada + mezcla rápida

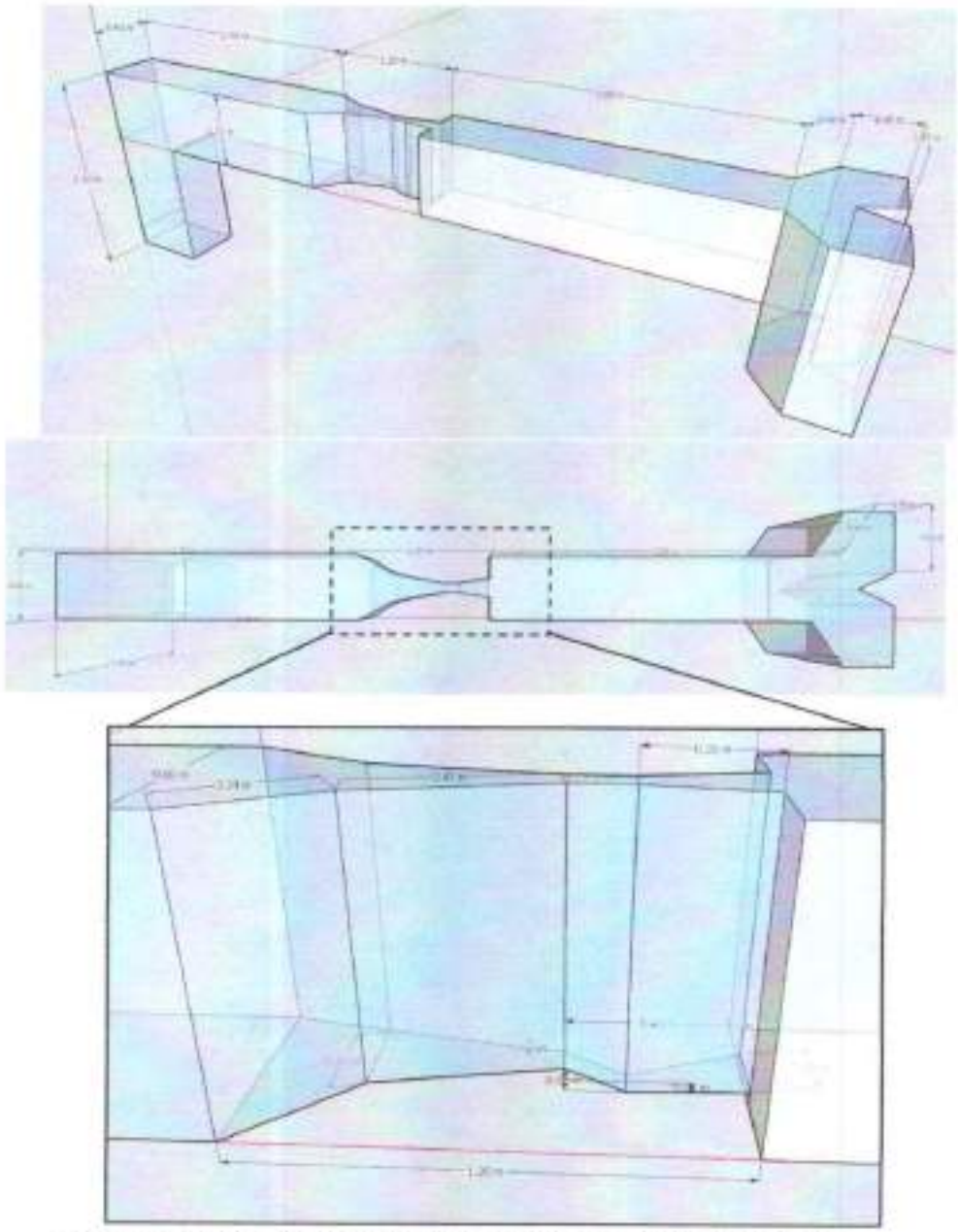


Figura 5- Modelo 3D del canal de entrada + canaleta parshall.

- Preproceso:

Una vez se tiene el modelo geométrico de la zona a estudiar, se implementa el software de libre distribución salome v 9.14, para la construcción de un sólido teniendo como grupos asociados al mismo las condiciones de contorno inlet, outlet, atmosphere y walls, considerando en todo momento el aspecto ratio de la malla el cual se establece como una buena práctica de mallado <10, para alcanzar la convergencia y estabilidad del modelo numérico.

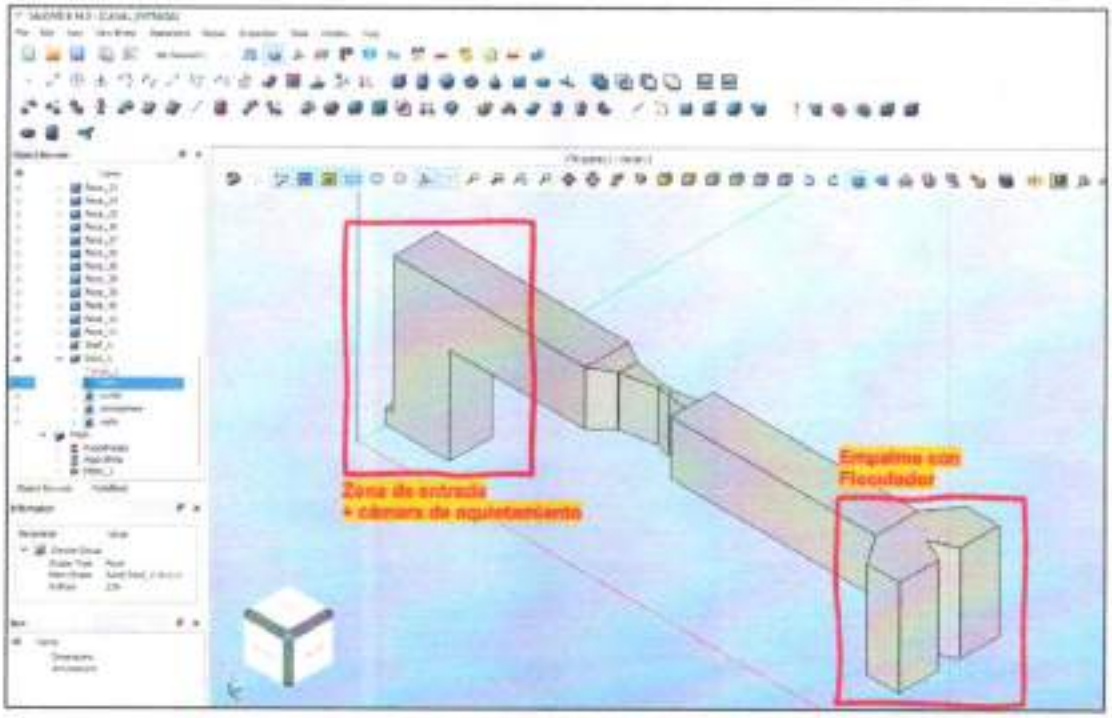


Figura 6- Modelo geométrico importado en salome como un sólido con grupos asociados a las condiciones de contorno del modelo.

-grupo inlet: se especifica en el modelo numérico una condición de contorno de tipo inlet, la cual corresponde al QMD que la planta de tratamiento va a tratar en el horizonte de diseño 2025-2050 (31.7LPS).

-grupo outlet: para garantizar la continuidad en todo el modelo, se establece una condición de contorno de salida en el empalme canal de entrada floculador (Presión=0)

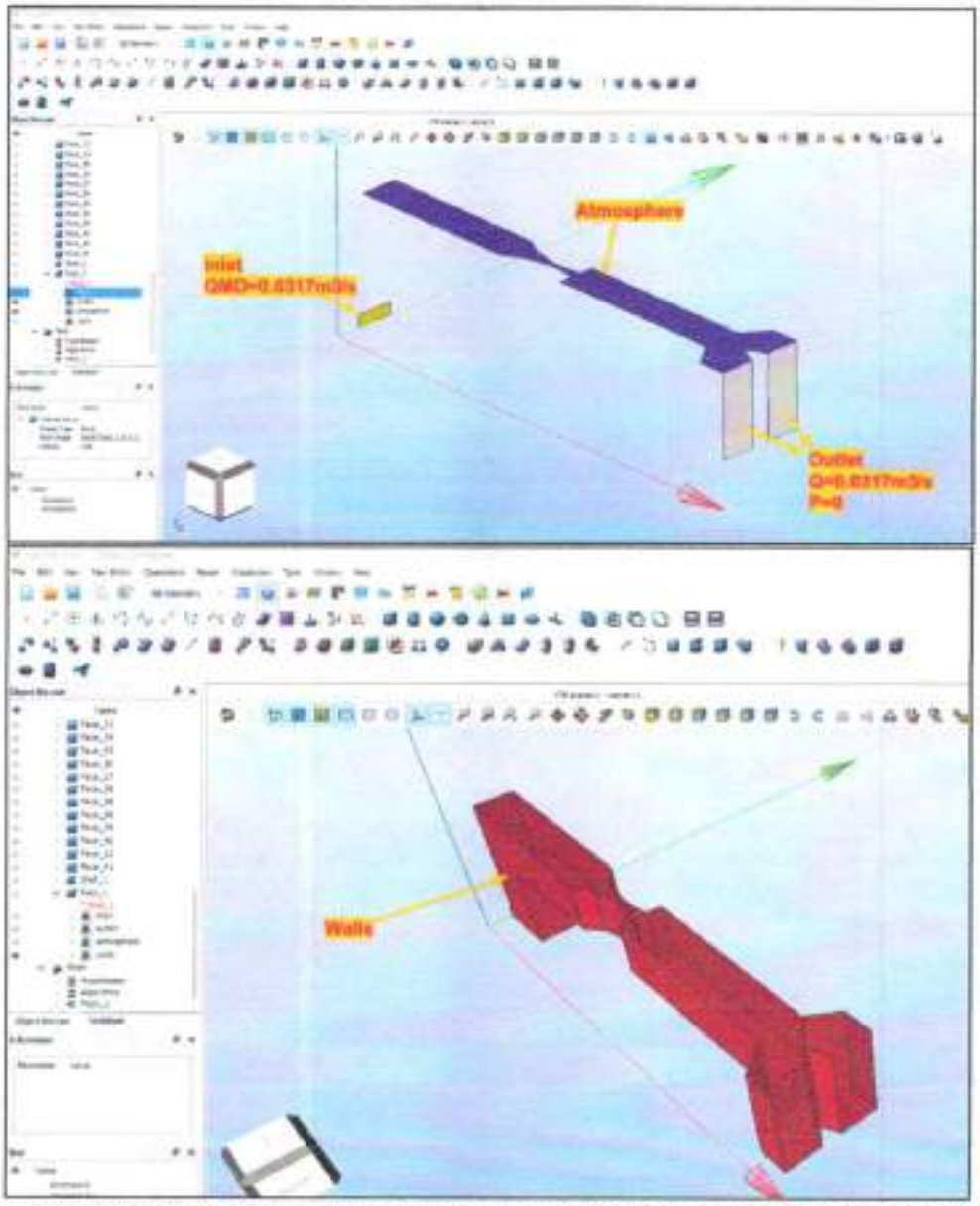


Figura 7- Definición de las condiciones de contorno en el modelo como grupos del sólido, software SALOME V9.14.

Una vez definida las condiciones de contorno se procede al mallado del volumen de control, considerando elementos de tipo tetraédricos con tamaños máximos de 0.05m y mínimos de 0.01 con refinamiento fino y un aspect ratio menor a 10, se implementa el algoritmo NETGEN 3D, generando 195.671 volúmenes.

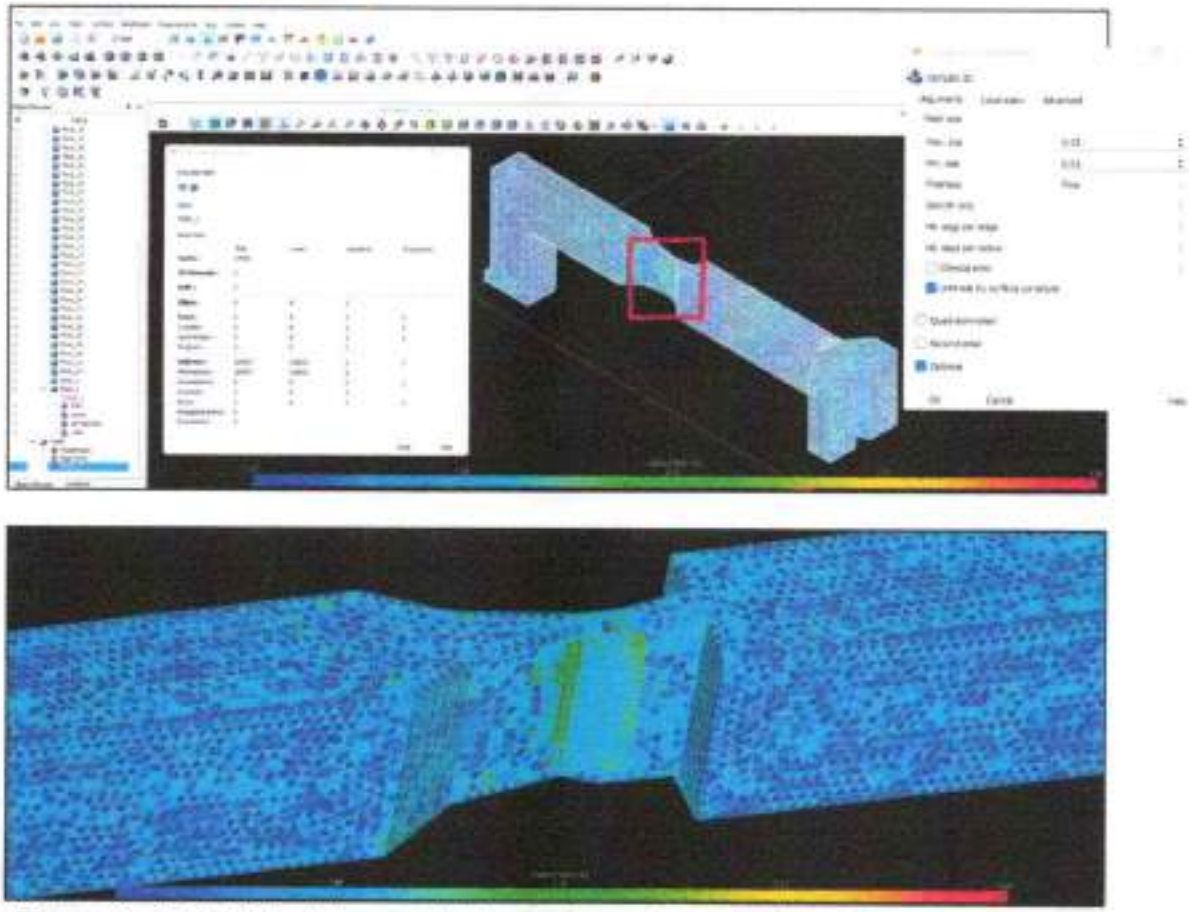
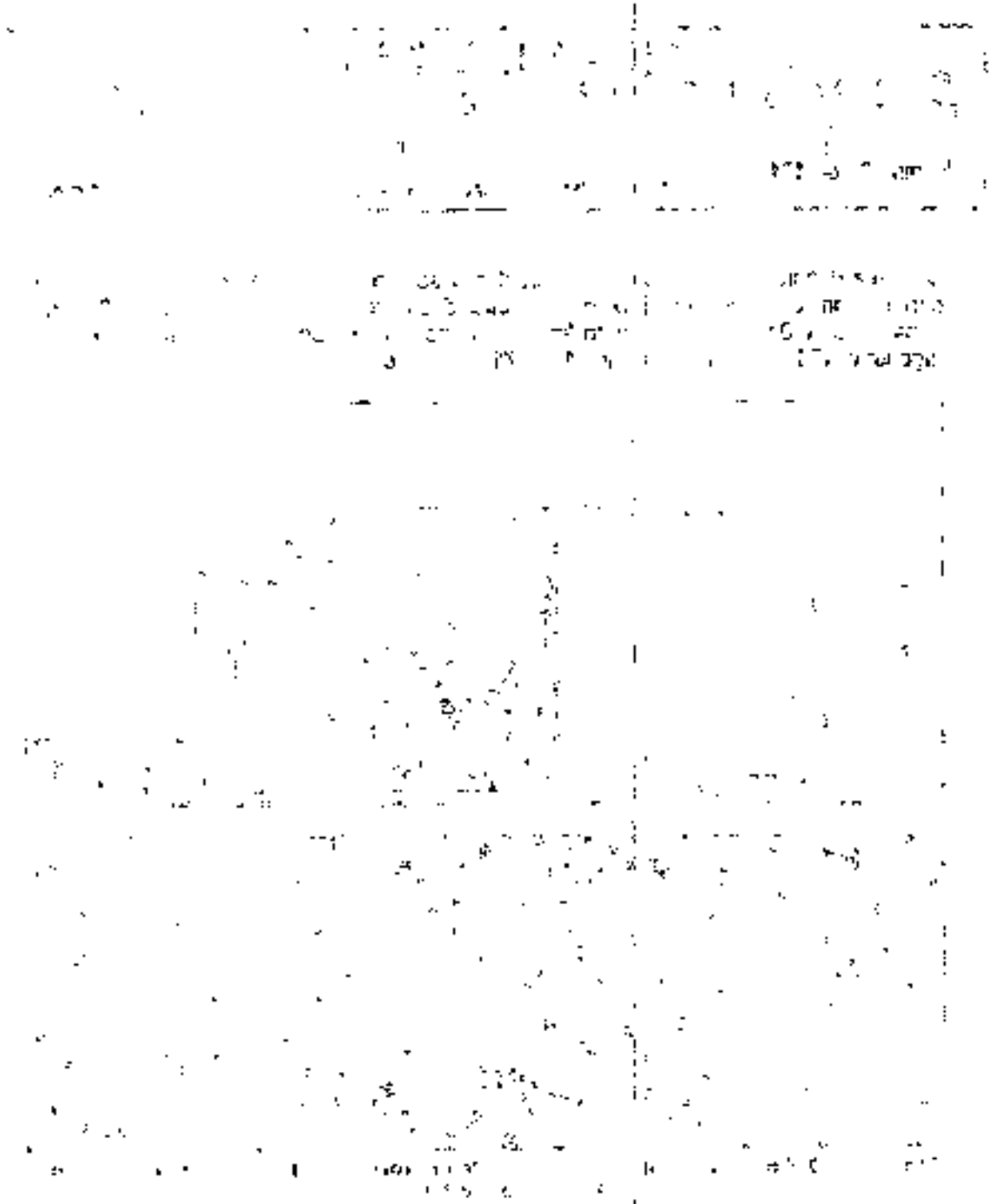


Figura 8- Definición de las condiciones de contorno en el modelo como grupos del sólido, software SALOME V9.14.



- Cálculo: como se especificó anteriormente se define como software CFD OPEN FOAM, en su modulo interFoam, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

-Número de Courant:

Siendo un numero adimensional que indica la convergencia de una simulación, este número está representado entre el cociente de la velocidad física de la propagación (U) y la velocidad numérica ($\Delta x/\Delta t$).

$$C = \frac{U_x \cdot \Delta t}{\Delta X} + \frac{U_y \cdot \Delta t}{\Delta Y} + \frac{U_z \cdot \Delta t}{\Delta Z}$$

Donde,

C - Número de Courant

U - Velocidad

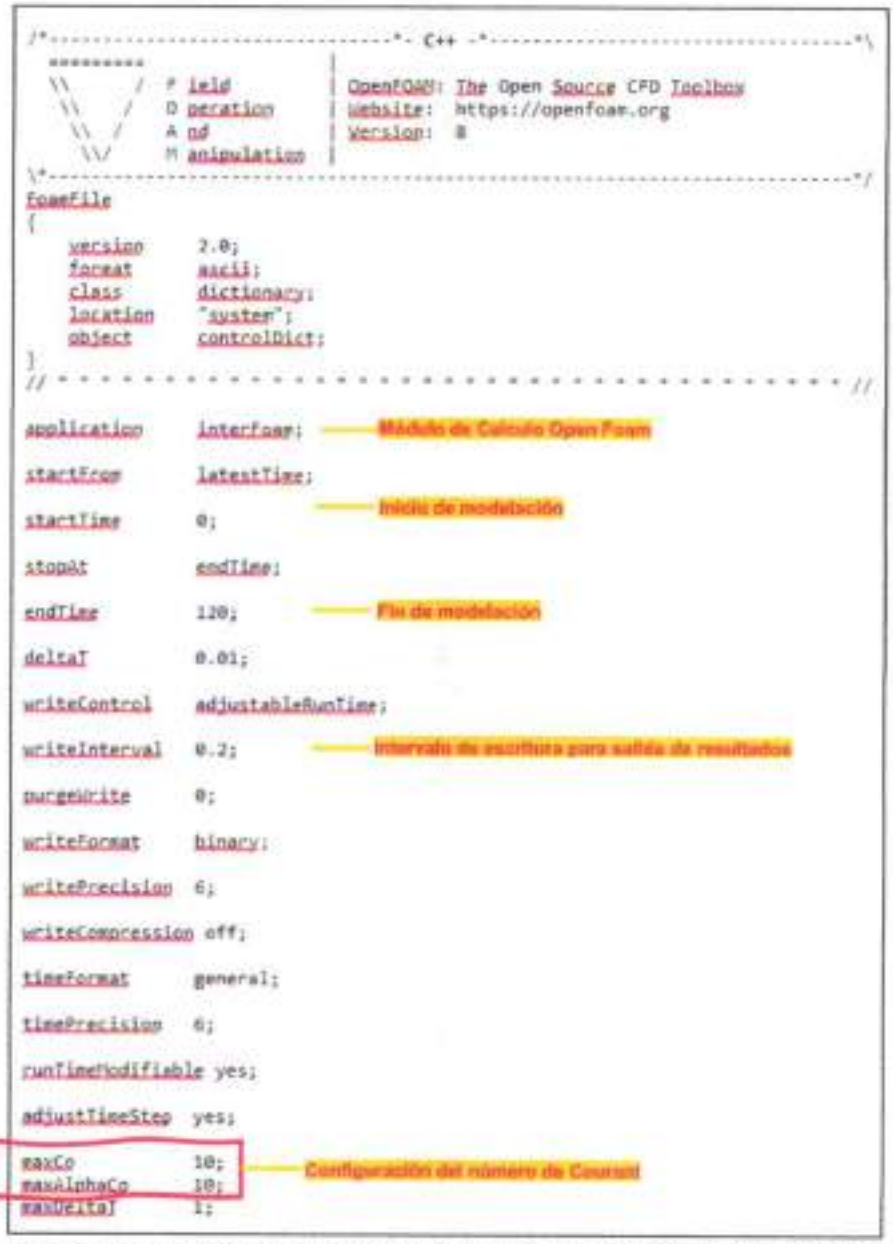
Δt - delta de tiempo (timestep)

ΔX - Tamaño de elemento de malla en el eje X

ΔY - Tamaño de elemento de malla en el eje Y

ΔZ - Tamaño de elemento de malla en el eje Z

El valor del número de Courant es variable dependiendo del tipo de simulación, por ejemplo, para casos de una sola dimensión es común definir un C<=1, para dos dimensiones C (5-10), para tres dimensiones C <=20. Para el caso de la presente consultoría se establece un valor de 10, considerando que previamente se han obtenido en el canal de entrada profundidades (m) y velocidades (m/s) a través del método manual y programación numérica.



```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  8
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "system";
    object      controlDict;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

application     interFoam;      ——— Módulo de Calculo Open Foam

startFrom       latestTime;

startTime       0;              ——— Inicio de modelación

stopAt          endTime;

endTime         120;            ——— Fin de modelación

deltaT          0.01;

writeControl    adjustableRunTime;

writeInterval   0.2;            ——— Intervalo de escritura para salida de resultados

purgeWrite      0;

writeFormat     binary;

writePrecision  6;

writeCompression off;

timeFormat      general;

timePrecision   6;

runTimeModifiable yes;

adjustTimeStep  yes;

maxCo           10;             ——— Configuración del número de Courant
maxAlphaCo      10;
maxDeltaT       1;
```

Figura 9-Configuración del número de Courant en OPEN FOAM-controlDict

-Características del modelo multifásico:

Como se explicó con anterioridad en el canal de entrada se presenta una interacción de flujo multifásico entre los fluidos Aire y Agua, a continuación, se muestra la definición de los mismos en el modelo numérico.

transportProperties

Archivo Editar Ver

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  8
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      transportProperties;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

phases (water air);

water
{
    transportModel  Newtonian;
    nu              1e-06;
    rho             1000;
}

air
{
    transportModel  Newtonian;
    nu              1.48e-05;
    rho             1;
}

sigma           0.07;


// ************************************************************************* //
```

Figura 10-Definición multifásica del modelo para el flujo agua + aire.

-Definición del modelo de turbulencia:

Para las características del flujo presente en el canal de entrada, es necesario configurar un modelo de turbulencia, para el caso se establece una condición RAS (Reynold promediado) de tipo K-omega sst. A continuación, se describen las características de los distintos tipos de modelo de turbulencia RAS.

Modelo	Ecuaciones	Precisión cerca de paredes	Estabilidad Computacional	Aplicaciones Típicas	Ventajas	Limitaciones	Requerimientos Computacionales
k-ε Estándar	2 ecuaciones	Baja (requiere funciones de pared)	Alta	Flujos externos, geometrías complejas, industria general.	Robustez, bajo costo computacional, amplia validación industrial	Pobre rendimiento en gradientes de presión adversos, separación de flujo y curvaturas fuertes	Bajos
k-ε RNG	2 ecuaciones	Moderada	Moderada-Alta	Flujos con rotación, estratificación, jets.	Mejora el k-ε estándar para flujos con altas deformaciones y rotación	Similar al k-ε estándar en limitaciones básicas	Moderados
k-ε Realizable	2 ecuaciones	Moderada	Moderada	Flujos con altos gradientes de velocidad, jets, mezcla.	Cumple condiciones matemáticas de tensión de Reynolds, mejor para flujos complejos	Limitado en capas límite adversas	Moderados
k-ω Estándar	2 ecuaciones	Alta (modelo bajo Re)	Moderada	Aerodinámica externa, flujos con separación, baja Re.	Precisión en capa límite, buen rendimiento en gradientes de presión adversos y flujos separados	Sensible a condiciones de entrada libre, sobreestima energía cinética turbulenta en algunos casos	Moderados
k-ω SST	2 ecuaciones	Muy Alta (híbrido k-ω/k-ε)	Moderada-Alta	Aerodinámica (alas, turbomaquinaria), flujos con separación.	Combina ventajas de k-ω cerca de pared y k-ε en flujo libre; preciso para gradientes de presión adversos	Computacionalmente más costoso que k-ε estándar; requiere mayor resolución de malla cerca de pared.	Moderados-Altos
Spalart-Allmaras (SA)	1 ecuación	Alta (modelo bajo Re)	Muy Alta	Aerodinámica (aviación, turbinas, eólica), flujos attached.	Muy estable, bajo coste computacional, buen rendimiento en capa límite	Pobre rendimiento en flujos con separación fuerte, cortante libre o turbulencia decayendo	Bajos
RSM (Reynolds Stress)	7 ecuaciones	Variable (depende de cierre)	Baja-Moderada	Flujos altamente anisotrópicos (swirl, combustión, ciclones).	Modela anisotropía de turbulencia directamente; preciso para flujos complejos 3D y rotativos	Muy alto coste computacional, difícil convergencia, requiere calibración experta	Muy Altos

Tabla 4- Definición del modelo de turbulencia de tipo RAS, a implementar en OPENFOAM.

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  8
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      momentumTransport;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

simulationType  RAS;

RAS
{
    model           kOmegaSST;

    turbulence      on;

    printCoeffs     on;
}


// ************************************************************************* //
```

Figura 11-Definición del modelo de turbulencia en el programa OPEN FOAM.

-Definición de la gravedad:

La gravedad en el modelo numérico depende de la dirección de los ejes del modelo geométrico, para el caso del canal de entrada + parshall, se establece en dirección negativa en el eje -Z




```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  8
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       uniformDimensionedVectorField;
    location    "constant";
    object      g;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [0 1 -2 0 0 0 0];
value           (0 0 -9.81);   Gravedad en eje z-

// ************************************************************************* //
```

Figura 12-configuración de la gravedad en el modelo multifásico, programa OPEN FOAM

-Caudal De Diseño:

El caudal de diseño se define como 1QMD=31.7 LPS→0.0317m3/s, se muestra a continuación como se configura en OPEN FOAM como un VolumetricFlowRate.

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  8
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       volVectorField;
    object      U;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [0 1 -1 0 0 0 0];

internalField   uniform (1 0 0);

boundaryField
{
    inlet
    {
        type            flowRateInletVelocity;
        volumetricFlowRate constant 0.0317;
    }

    walls
    {
        type            fixedValue;
        value           uniform (0 0 0);
    }

    atmosphere
    {
        type            pressureInletOutletVelocity;
        value           uniform (0 0 0);
    }

    outlet
    {
        type            inletOutlet;
        inletValue      uniform (0 0 0);
        value           $internalField;
    }
}


// ************************************************************************* //
```

QMD=31.7LPS

Figura 13- Configuración del caudal de diseño en el modelo numérico

-Rugosidad:
La rugosidad en el modelo, se establece a partir de la rugosidad relativa del material, para el concreto se establece como Ks=0.003, con una uniformidad Cs=50%.

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  8
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       volScalarField;
    location    "0";
    object      nut;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [0 2 -1 0 0 0 0];

internalField   uniform 0;

boundaryField
{
    walls
    {
        type            nutkRoughWallFunction;
        Ks              uniform 0.003;   Rugosidad relativa del concreto y
        Cs              uniform 0.5;     uniformidad de la superficie
        value           $internalField;
    }


    ".*"
    {
        type            calculated;
        value           uniform 0;
    }
}


// ************************************************************************* //
```

Figura 14- Configuración de la rugosidad de diseño en el modelo numérico

-Condición inicial:

La condición inicial en el modelo se establece a través de Alpha water, con la presunción de que en un estado inicial todo el dominio computacional estará vacio y se ira llenando en el transcurso del tiempo se simulación.

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  8
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       volScalarField;
    object      alpha.water;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [0 0 0 0 0 0 0];

internalField   uniform 0;        Condición inicial del modelo 0=0% lleno (vacio)
                                  1=100% lleno

boundaryField
{
    inlet
    {
        type            fixedValue;     Ingreso del 100% del caudal en la condición de
        value           uniform 1;      contorno inlet.
    }

    walls
    {
        type            zeroGradient;
    }

    outlet
    {
        type            zeroGradient;
        value           uniform 0;
    }

    atmosphere
    {
        type            inletOutlet;
        inletValue      uniform 0;
        value           uniform 0;
    }
}

// ************************************************************************* //
```

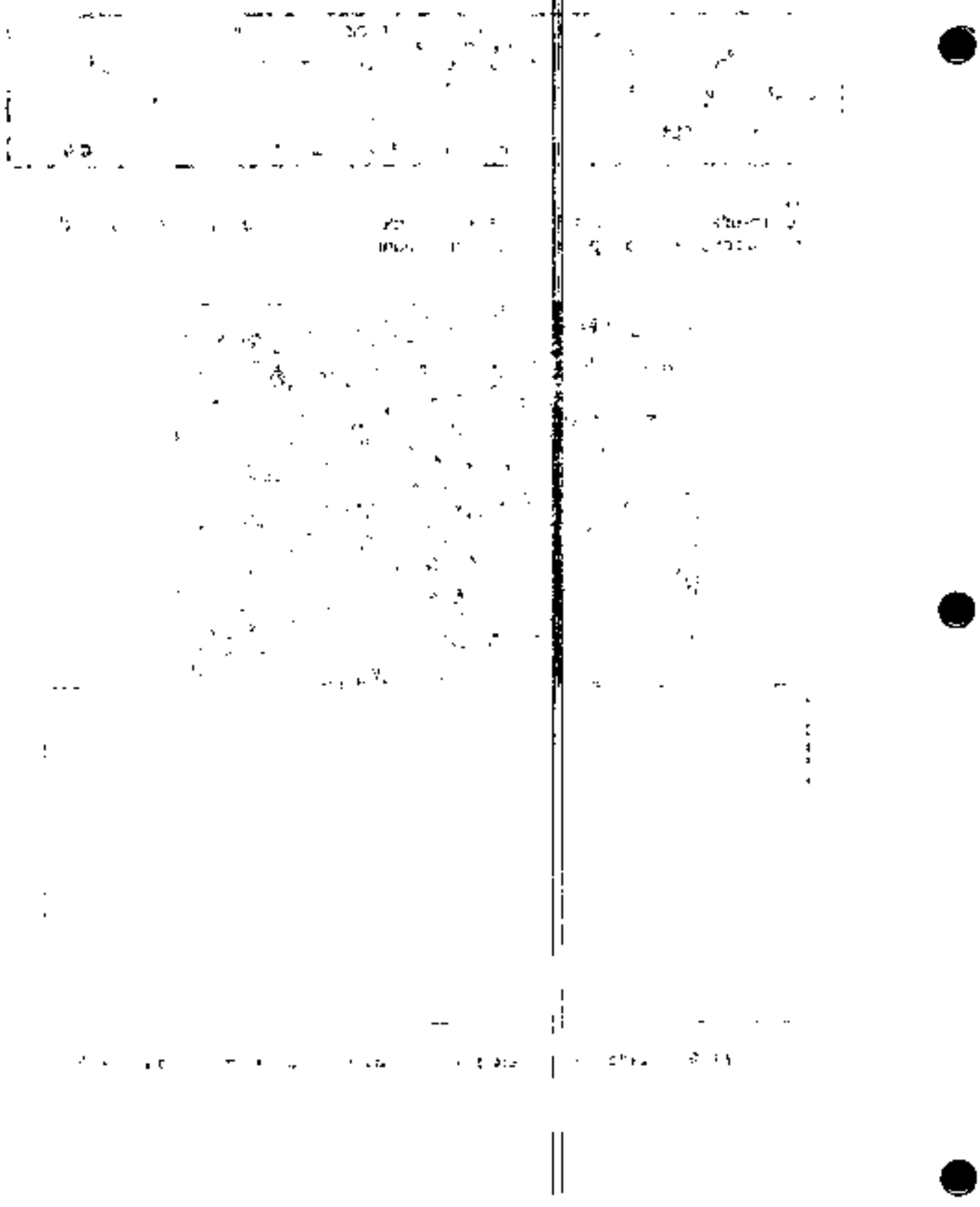
Figura 15- configuración de las condiciones iniciales del modelo

-Resultados:

Los resultados de la etapa de cálculo del modelo numérico, se expresan en función del tiempo considerando el paso de escritura configurado en el modelo.



Figura 16- Resultados del modelo para cada paso de escritura en la simulación.



- Post-Proceso: para la visualización de los resultados, se emplea el software de libre distribución PARAVIEW V5.2.6, configurando un ISOVOLUMEN, derivado de los resultados.

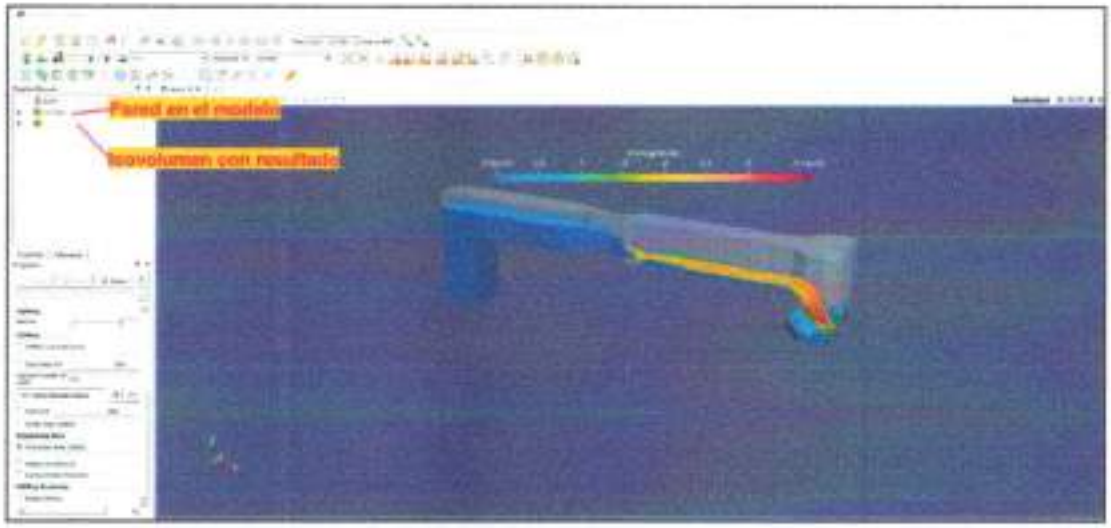
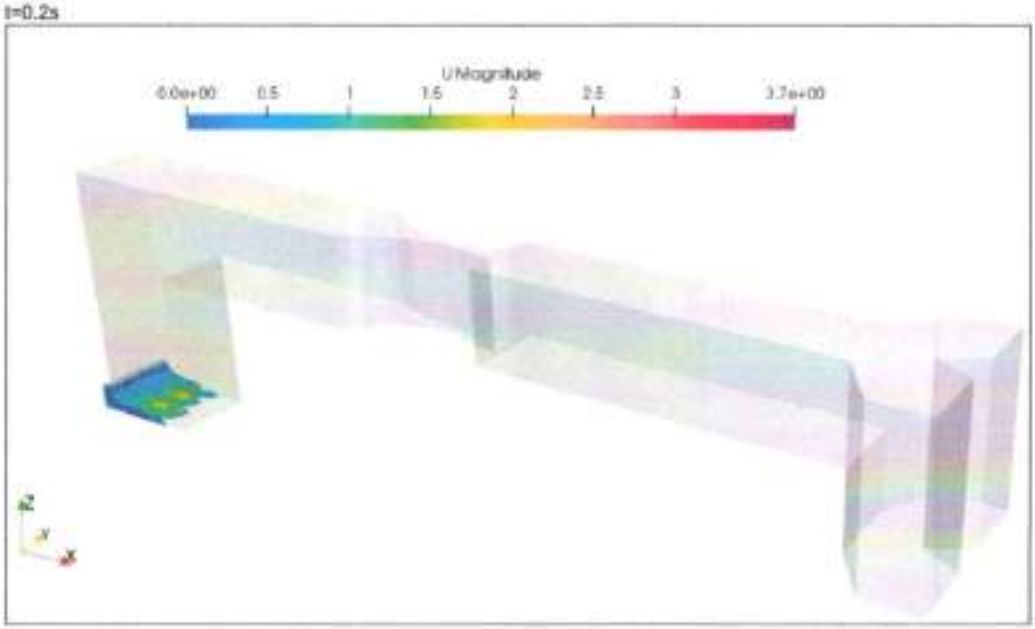


Figura 17- Resultados finales de la modelación numérica

t=0.2s



t=7.0s

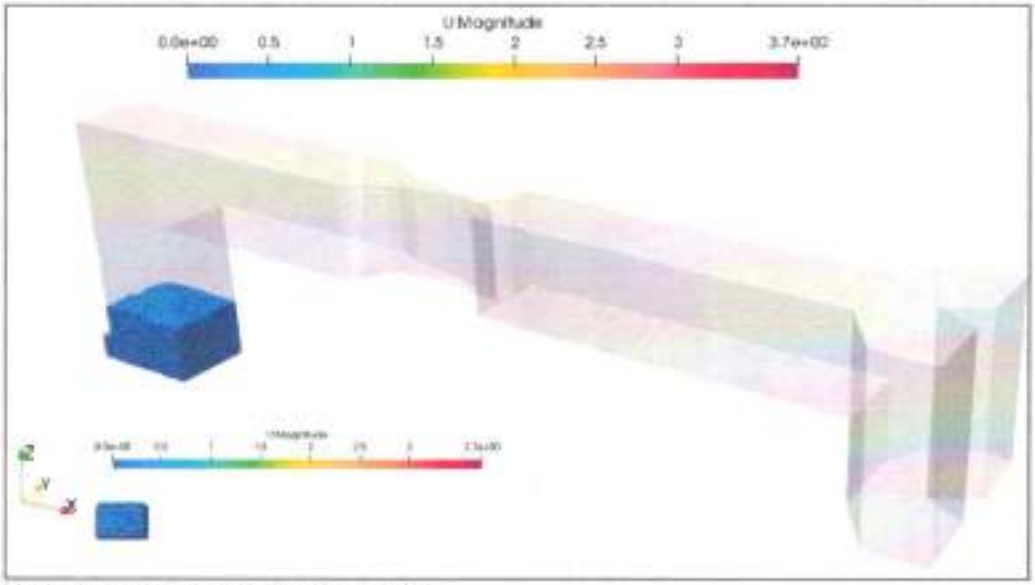
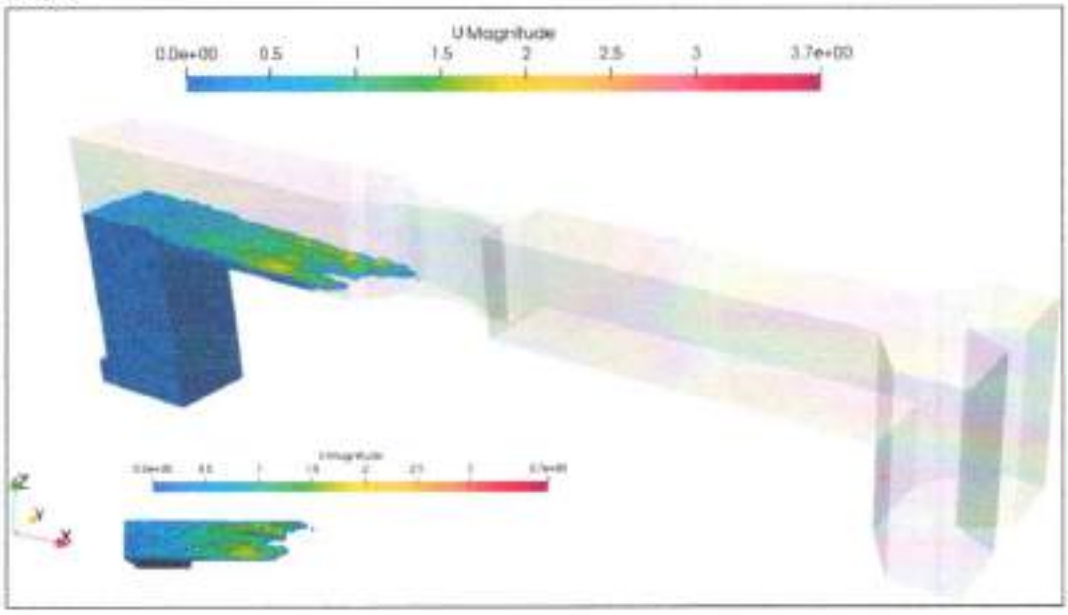


Figura 18- Resultados finales t=0.2s-----t=7.0s

t=23.0s



t=49.2s

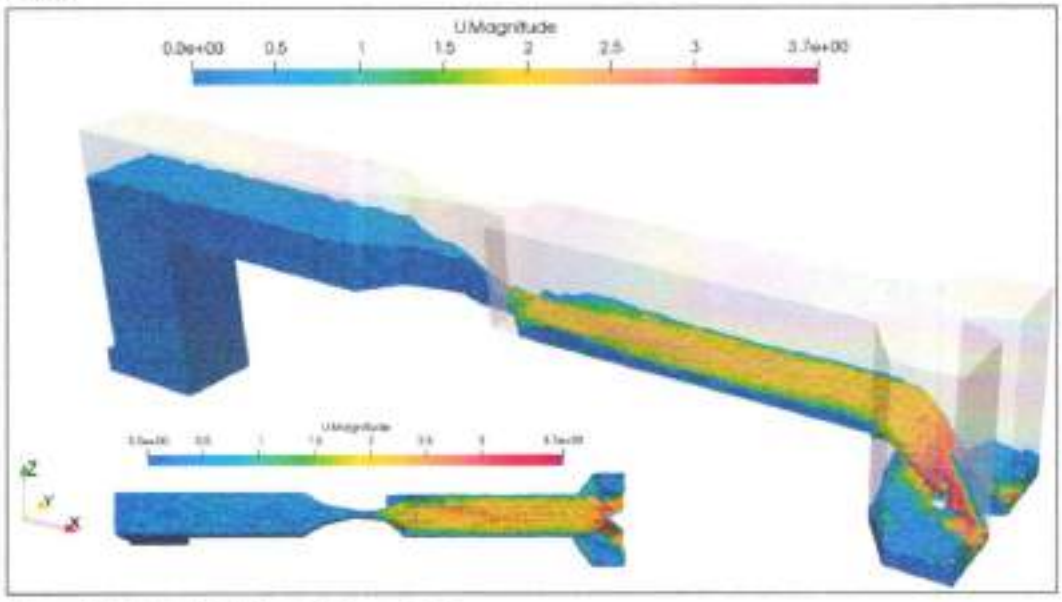
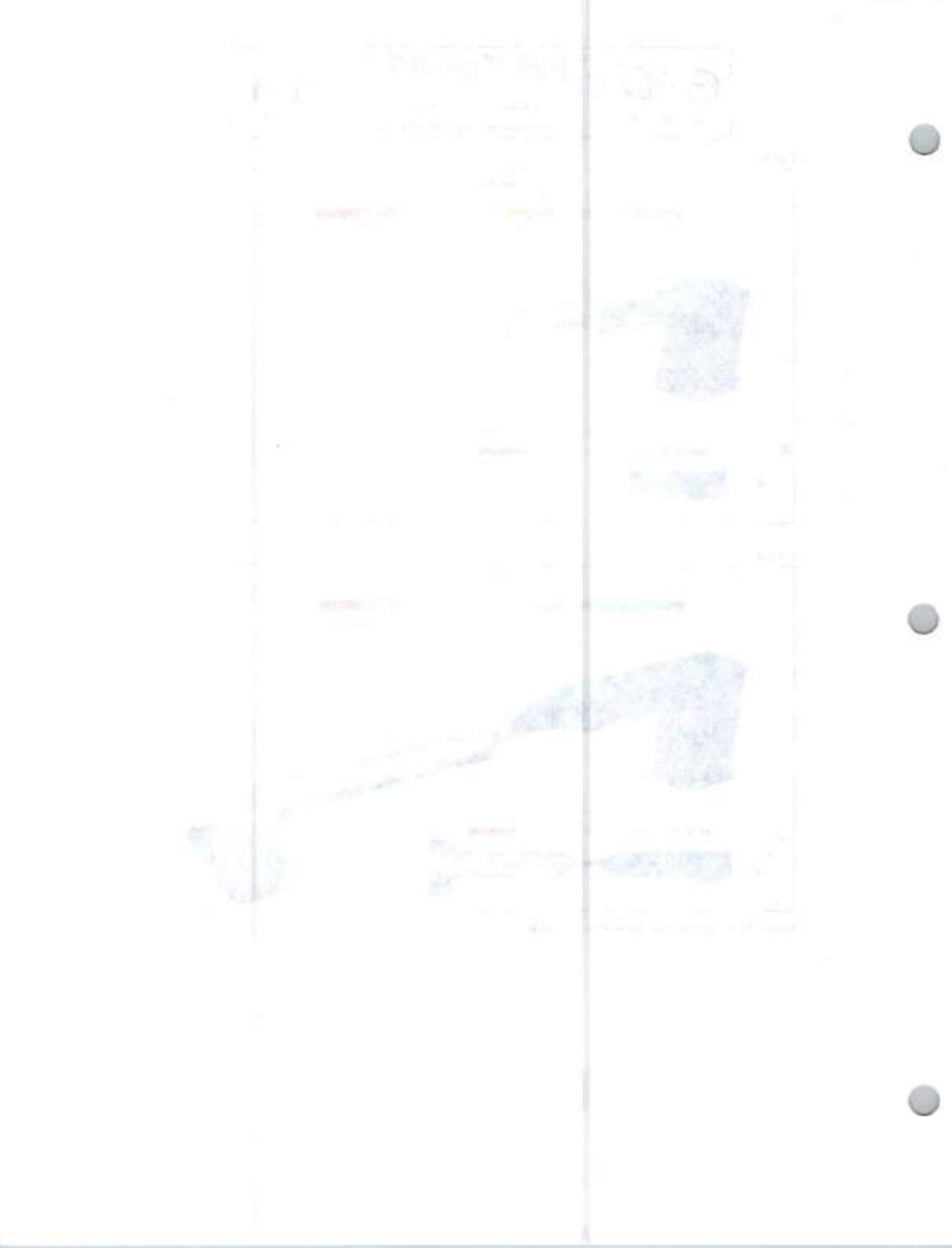
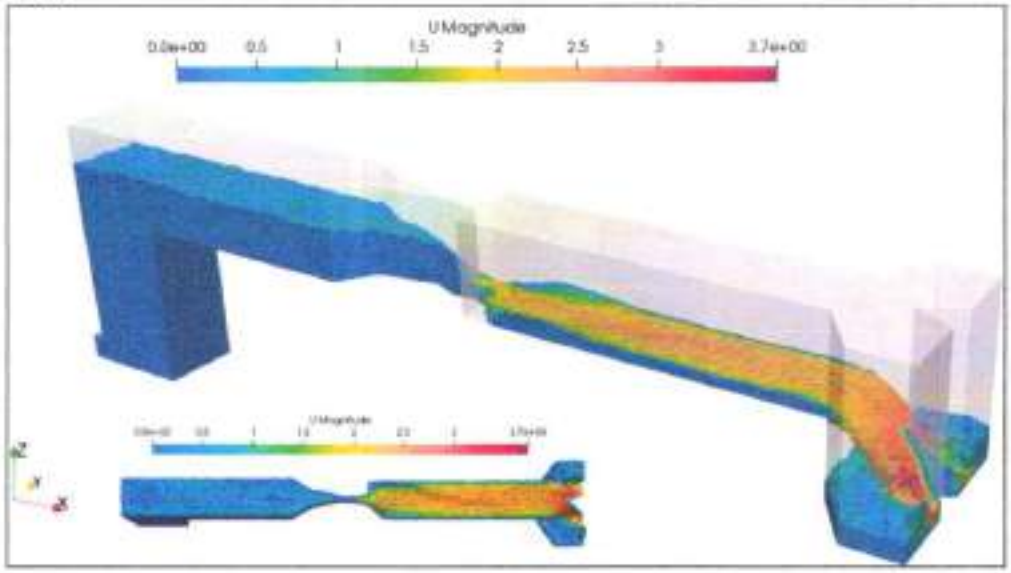


Figura 19- Resultados finales t=23.0s-----t=49.2s



t=70.0s



t=120.0s

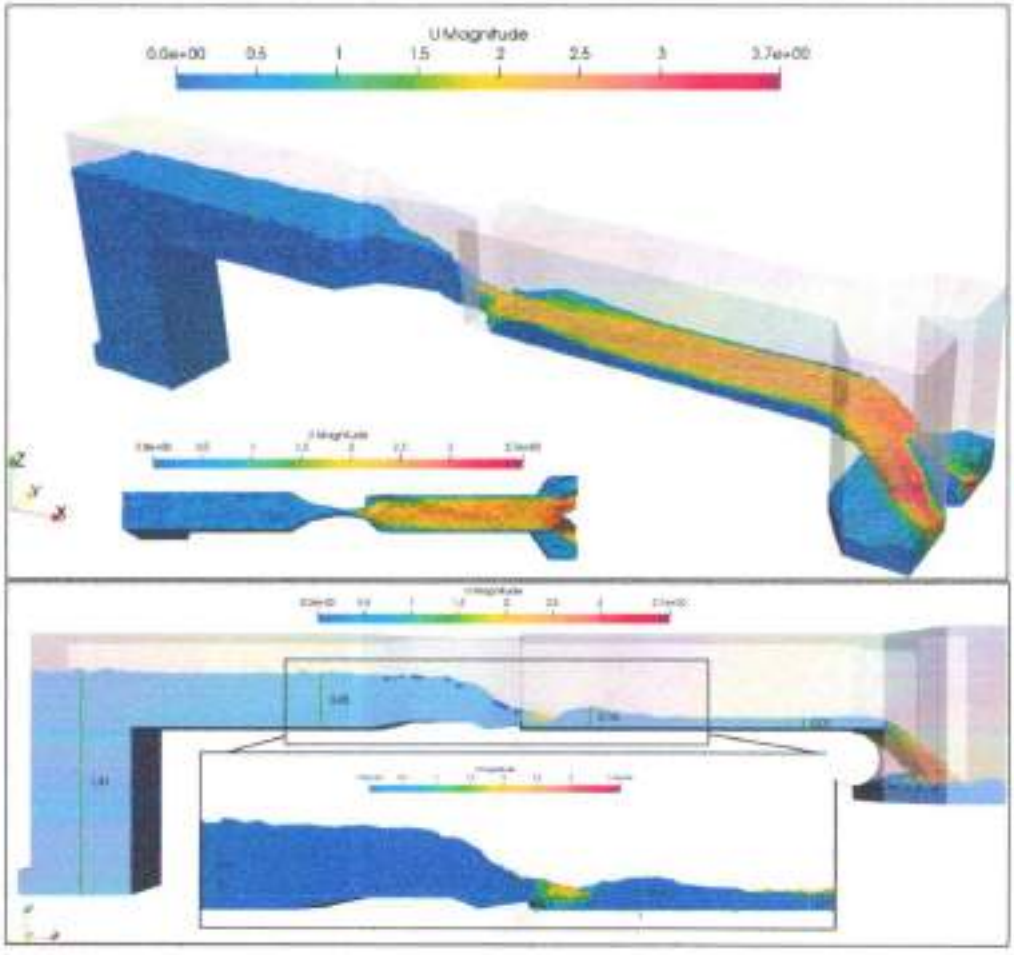


Figura 29- Resultados finales t=70s-----t=120s

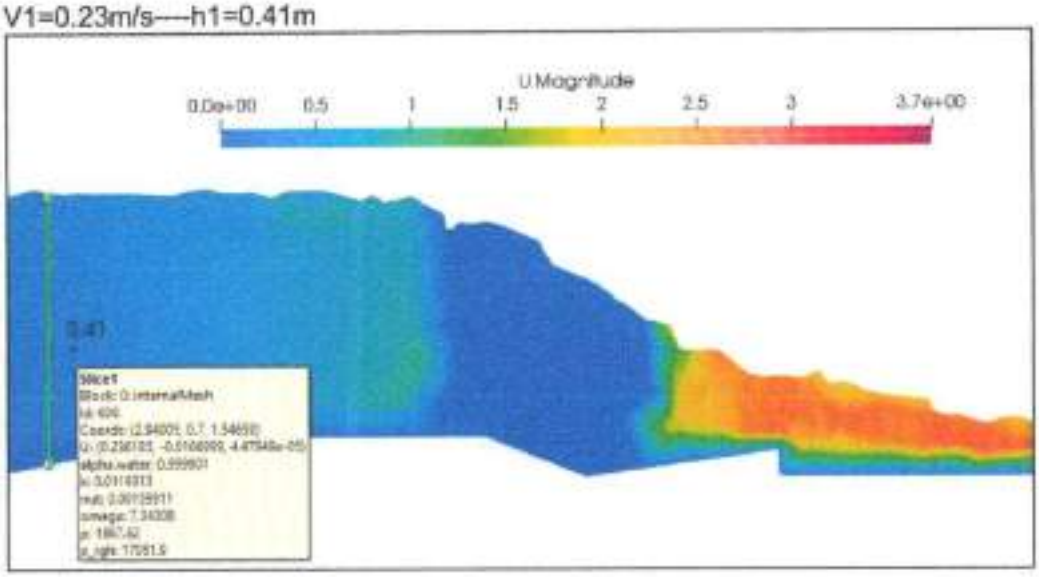
→Cálculo Del Gradiente De Velocidad (G):

$$G = \sqrt{\frac{\Upsilon * \Delta H}{\mu * td}}$$

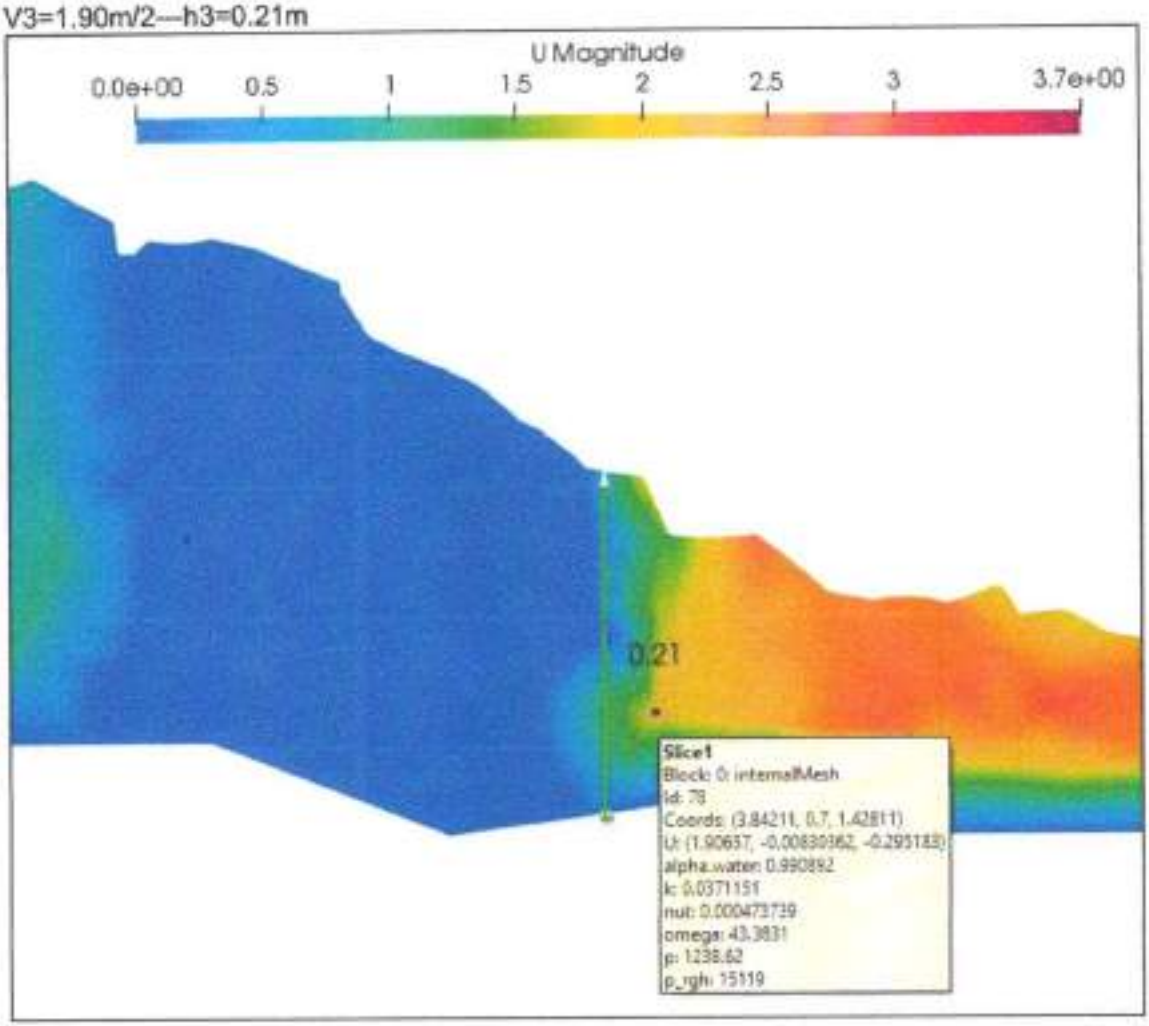
$$E1 = E3 + \Delta H$$

$$\frac{V1^2}{2 * g} + ha + N = \frac{V3^2}{2 * g} + h3 + (N - K) + \Delta H$$

V1=0.23m/s----h1=0.41m



V3=1.90m/2---h3=0.21m



Donde:
v1=0.23m/s v3=1.90 h1=0.41m h3=0.21 N=0.06 k=0.03

$$\frac{0.23^2}{2 * 9.81} + 0.41 + 0.06 = \frac{1.90^2}{2 * 9.81} + 0.21 + (0.060 - 0.03) + \Delta H$$

$$\Delta H = 0.0487m$$



$$td = \frac{G'}{Vm} = \frac{0.29}{0.5 * (0.23 + 1.90)} = 0.2723s$$

$$G = \sqrt{\frac{\frac{992.97kg}{m3} * 0.0407m}{\frac{0.000114kg}{m2} * 0.2723}} = 1251.88\ s\text{-}1$$

OK Cumple el rango establecido como condición de diseño 1000<=G<=2000s-1



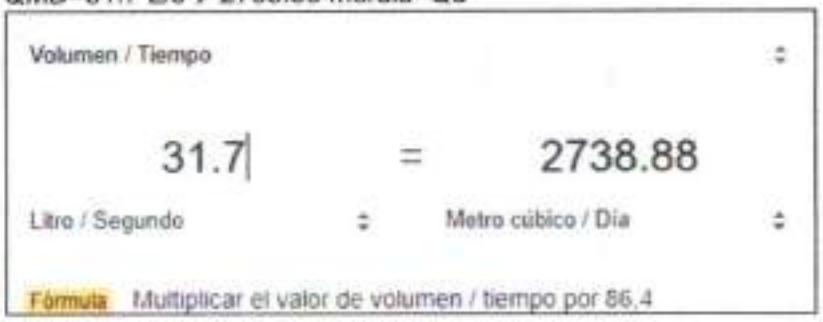
1.2 sistema de coagulación-floculación y sedimentación:

Los procesos unitarios de coagulación y floculación son de vital importancia para el buen funcionamiento de una planta de potabilización de agua, esto si se tiene en cuenta que gran parte de la contaminación representada en coloides y sólidos suspendidos de diversos tamaños, puede ser removida por este proceso de precipitación química, quedando la filtración como un proceso final de pulimento de las características organolépticas del efluente de la unidad de floculación - sedimentación.

1.2.1-SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE:

Para efectos de la presente consultoría se define como coagulante el **policloruro de aluminio en una concentración** (PAC) inicial del 30%, dicho valor será refinado y calibrado una vez la planta entre en operación, mediante los ensayos de jarras respectivo en función de la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos del agua en época de invierno y verano, así mismo analizar la influencia de la alcalinidad en el proceso de coagulación floculación, en especial la OH, la cual es crítica para la formación de hidróxidos que finalmente son los responsables del proceso de coagulación.

-CAUDAL DE DISEÑO:
QMD=31.7 L/s→ 2738.88 m3/dia=Qd

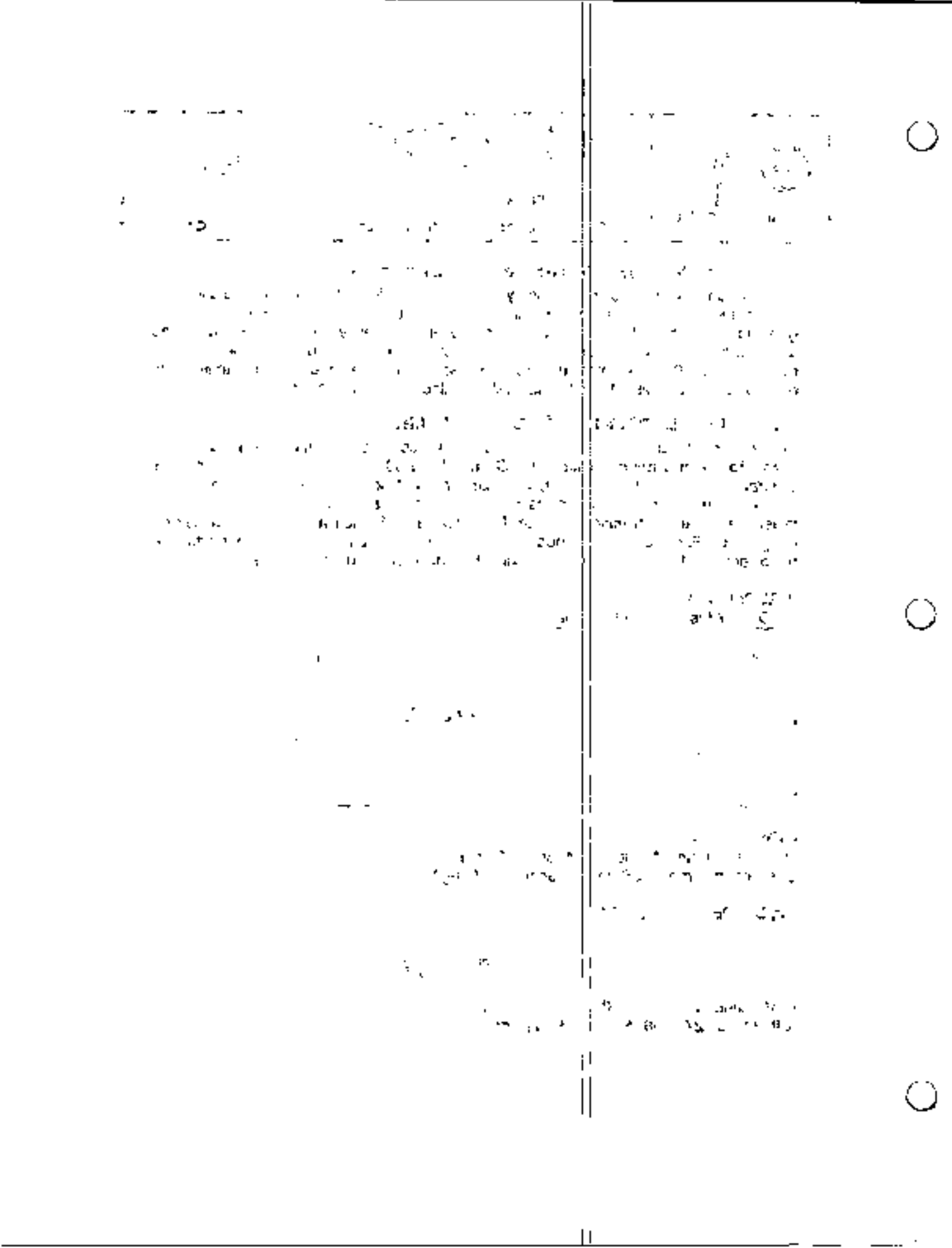


-DOSIFICACION:
Dosis en verano PAC(30%)--- 4ppm= 4.0 mg/l
Dosis en Invierno PAC(30%)--- 20ppm= 20.0 mg/l

-Kg DIA DE CUAGULANTE:

$$kgpdia = Qd * \frac{Cc}{1000}$$

KdVereano= 2738.88*4/1000=10.95 kg/dia
KdInvierno= 2738.88*20/1000= 54.77 kg/día



Para el bombeo de la mezcla se define una bomba marca EMES DE LA SERIE PRIUS, dado el amplio rango de dosificación y la posibilidad de automatizar el proceso a partir de la implementación de sensores de turbiedad del agua.

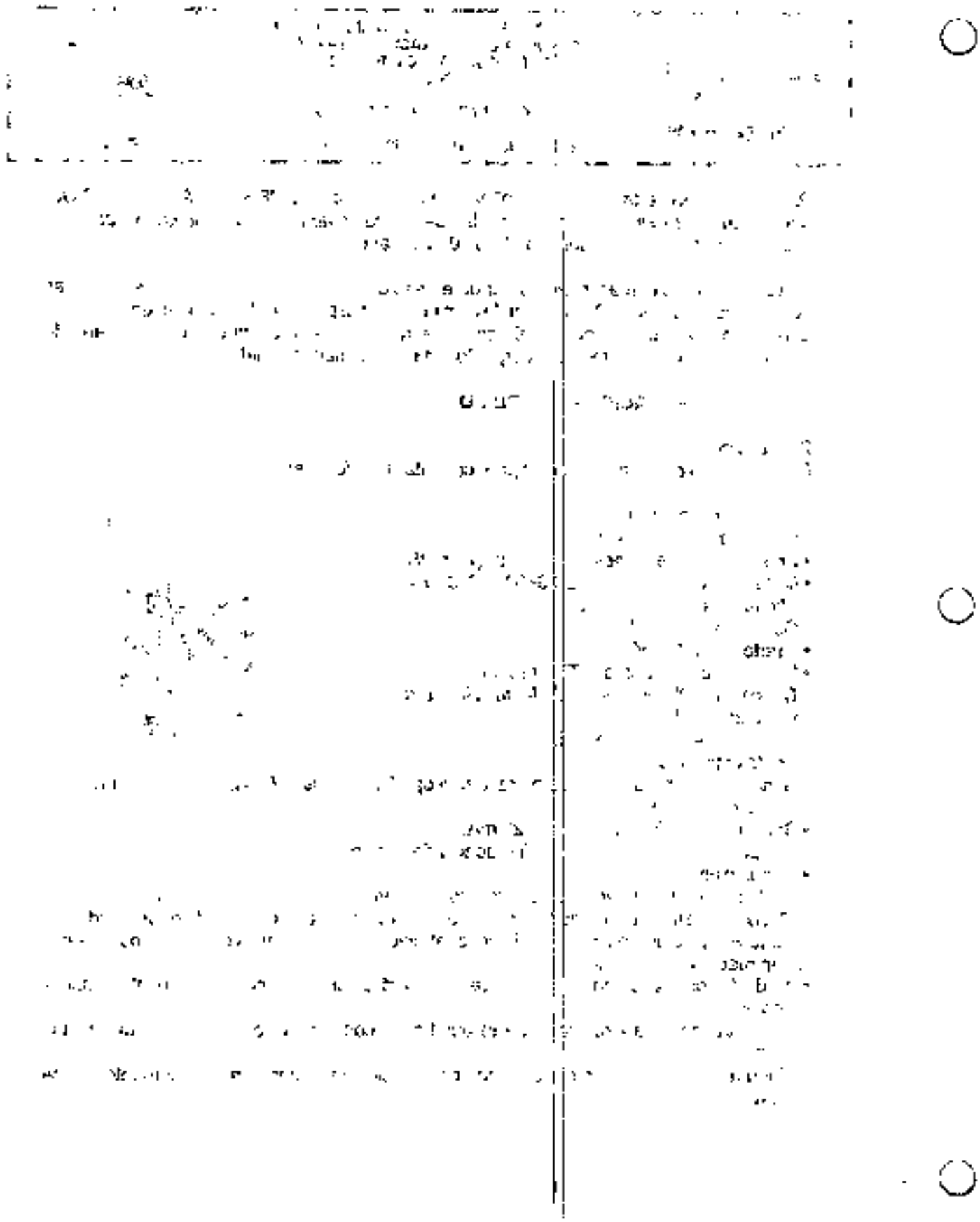
Se recomienda a demás implementar un equipo de dosificación ÁLCALI, llegado el caso de tener que corregir el PH o inducir la alcalinidad en el proceso de coagulación, adicional una bomba para la aplicación del floculante, dado que al presentarse un escenario de baja turbiedad el floc puede ser pequeño y de baja sedimentabilidad.

- **ESPECIFICACION DEL EQUIPO:**

EMEC modelo
PD MF 05240 de fabricación europea, con rata de flujo ajustable.



Características técnicas:
• Caudal máximo: 240 l/h
• Presión máxima de descarga: 5 bar (72,5 PSI)
• Motor eléctrico trifásico: 220/380 VAC, 0,37 Kw/ 60Hz
• Alimentación Monofásica
• Comunicación Modbus
• Grado de protección IP 55.
• Material del diafragma: PTFE (Teflón)
• Cabezal en PVDF • Sellos de la válvula en Vitón
• Conexión 3/4"
• Inyecciones por minuto: 175
• Pantalla tipo LCD.
• Señal digital proporcional de entrada con opción de división/multiplicación del pulso de entrada entre 1 y 999.
• Señal de entrada: 0-20 mA ó 4-20 mA.
• Control de nivel. • Ajuste de la frecuencia de dosificación
• Regulación del recorrido.
• Modo de división. Divide los pulsos provenientes de un medidor de caudal
• Modo de multiplicación. Multiplica los pulsos provenientes de un medidor de caudal.
• Modo PPM. La bomba mantiene la concentración en ppm a través de los pulsos externos de un medidor de caudal.
• Modo Batch. La bomba dosifica una cantidad establecida por cada señal de salida externa
• Modo Voltage. La capacidad de la bomba es controlada por una señan de voltage externa.
• Modo mA. La capacidad de la bomba es controlada por una señal de corriente en mA externa.



- El display de la bomba muestra la capacidad actual de dosificación en L/hora ó GPH.
- Información acerca del modo de operación en el display.

1.2.2-SISTEMA DE FLOCULACIÓN:

Después de haberse efectuado la dispersión de lo coagulantes, el proceso siguiente consiste en producir en el agua una agitación lenta que permita el crecimiento del floc, inducido por el contacto entre las partículas desestabilizadas.

Fundamentalmente en la floculación deben considerarse tres características esenciales:

-Forma de producir la agitación-Gradiente De Velocidad-Tiempo De Retención, con este proceso se buscan dos objetivos:

-reunir los micro flóculos para formar partículas mayores con peso específico superior que el agua, y compactar el flocs disminuyendo su grado de hidratación para producir baja concentración volumétrica, lo cual permite una alta eficiencia de los procesos de sedimentación y filtración.

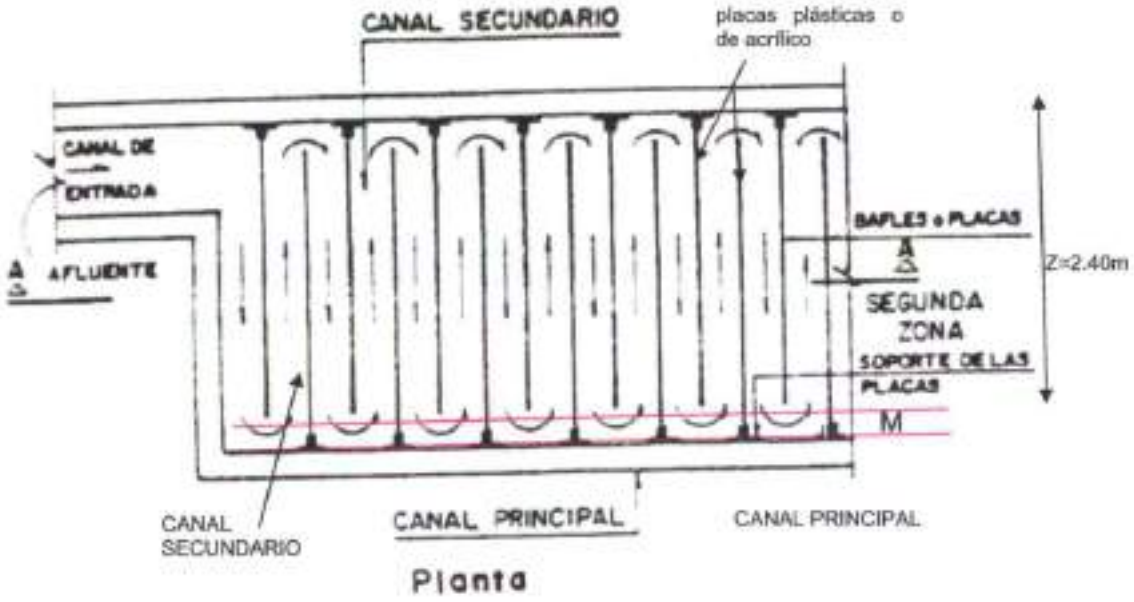
En términos generales los floculadores se clasifican en dos grupos, floculadores de contacto de solidos o de manto de lodos y floculadores de potencia o disipación de energía.

Considerando las especificaciones de la normativa vigente en la materia ARTICULO 33-0799 DE 2021, se dimensiona el floculador óptimo para el proyecto objeto de estudio.

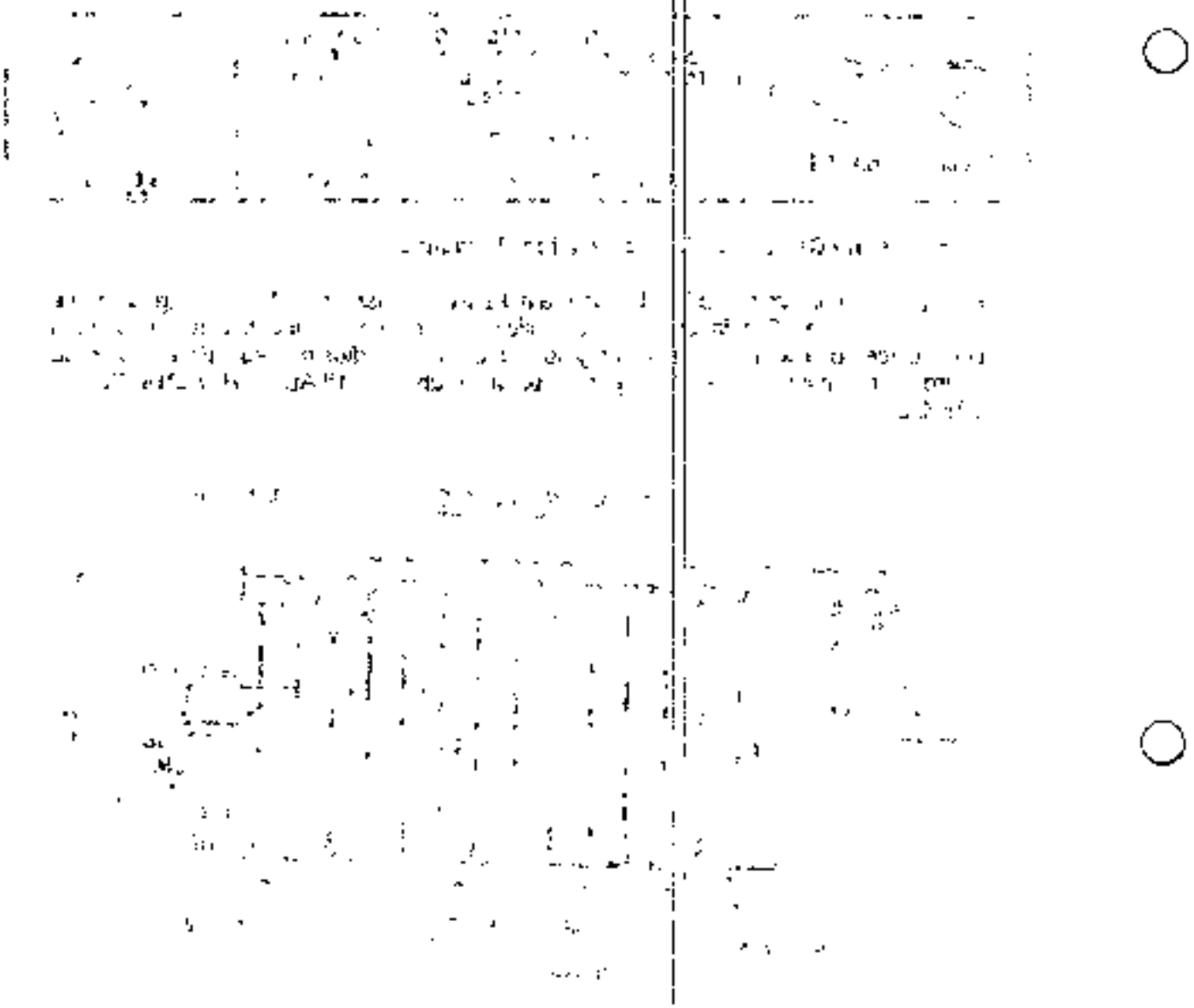
	MODIFICACION DEL ARTICULO 112-0330-2017
UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MEZCLA RAPIDA Y MEZCLA LENTA:	Lo más cerca posible de la unidad de floculación
PARA CUADALES MENORES A 250l/s :	Floculador Hidráulico o Mecánico
PROYECTO NUEVO:	Se deberá garantizar al menos tres zonas de floculación
GRADIENTE DE VELOCIDAD DE MEZCLA:	Entre 70s-1 y 10s-1
GRADIENTE MEDIO DEL PROCESO:	40s-1
TIEMPOS DE RETENCION HIDRAULICA:	Entre 20min------40min (EN TOTAL PARA EL PROCESO).

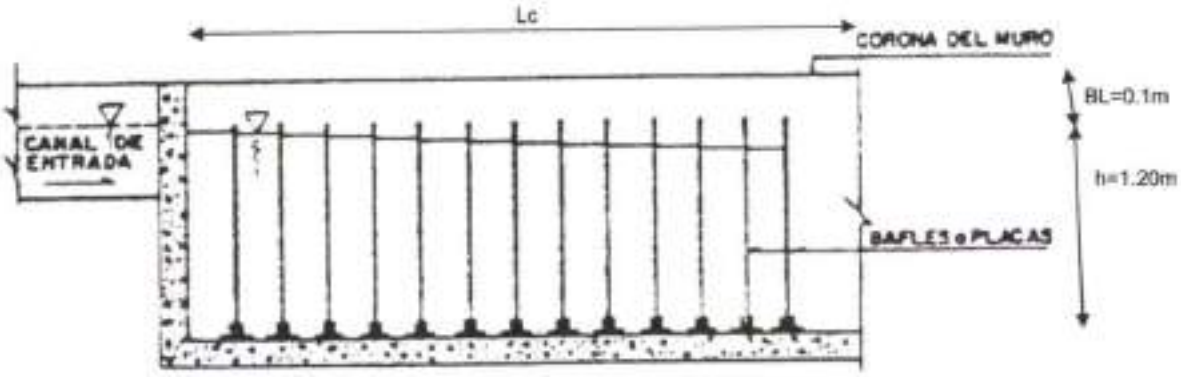
- **Diseño De Sistema De Floculación Hidráulica:**

Cualquier dispositivo que utilice la energía hidráulica disipada por el flujo de agua, puede constituirse como floculador hidráulico existen varios tipos entre los cuales pueden constituirse floculadores de tabiques y floculadores de medios porosos. En el marco de la presente consultoría se diseña para el proyecto un FLOCULADOR HIDRAULICO DE TABIQUE.



Planta



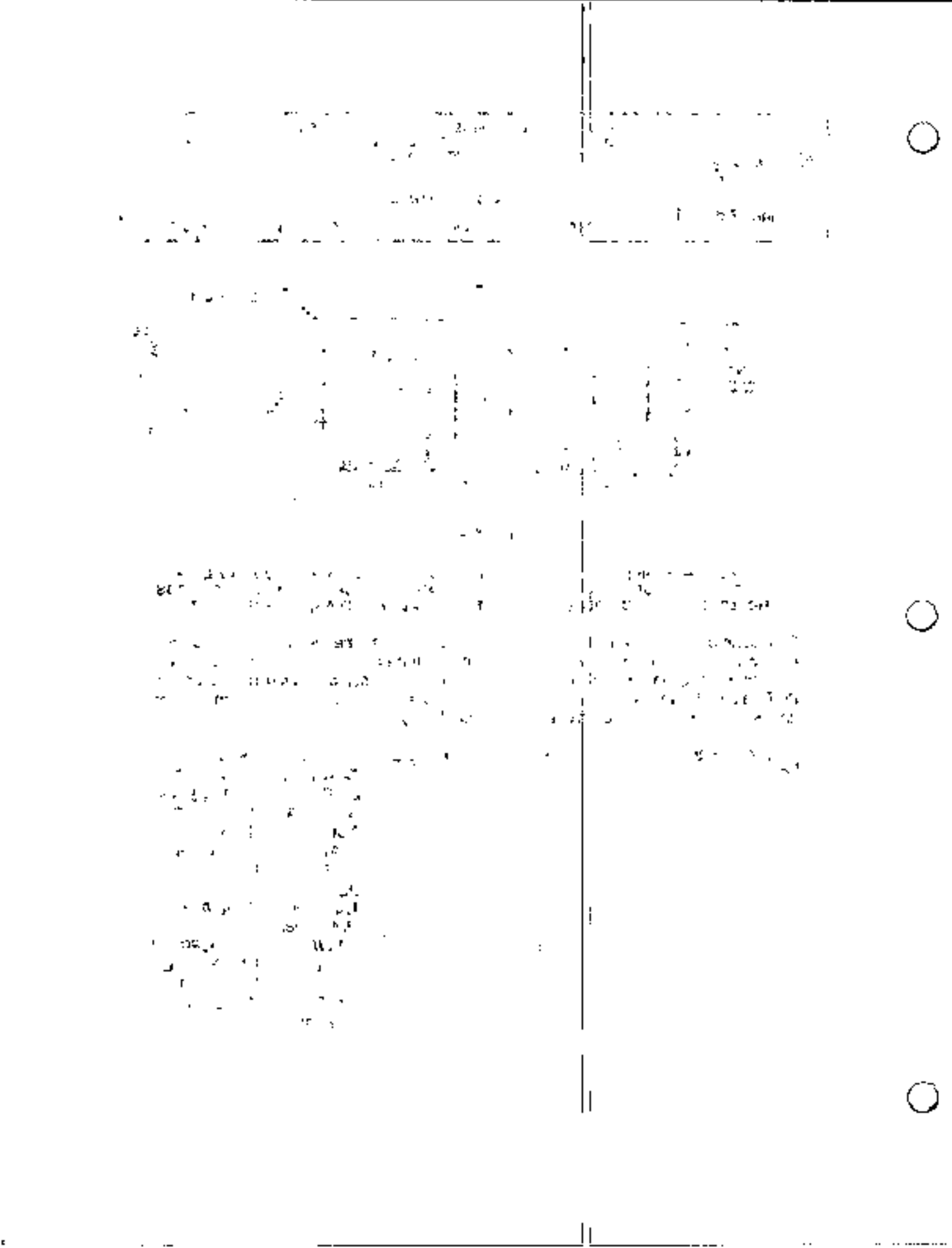


Corte A - A

FIGURA 2-Esquema de floculador hidráulico de tabique, fuente: MANUAL DE POTABILIZACION DEL AGUA, POSGRADO EN APROVECHAMIENTO DE RECURSOS HIDRICOS UNIVERSIDAD NACIONAL, FACULTAD DE MINAS, JORGE PEREZ.P

El gradiente de velocidad y el tiempo de retención son parámetros fundamentales en el diseño de los floculadores, esta interrelación de forma que existe un valor optimo del gradiente para cada tiempo de floculación determinado, así como también un valor optimo de T para cada gradiente de velocidad determinado, a continuación, se nombran algunos criterios en la selección del valor recomendado de G y T.

PARAMETRO	RANGO RECOMENDADO	SEGÚN CRITERIO
G S-1	2-40	FAIR (CEPIS, CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, LIMA, 1983)
	20-40	CAMP (CEPIS, CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, LIMA, 1983)
	5-100	AWWA (CEPIS, CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, LIMA, 1983)



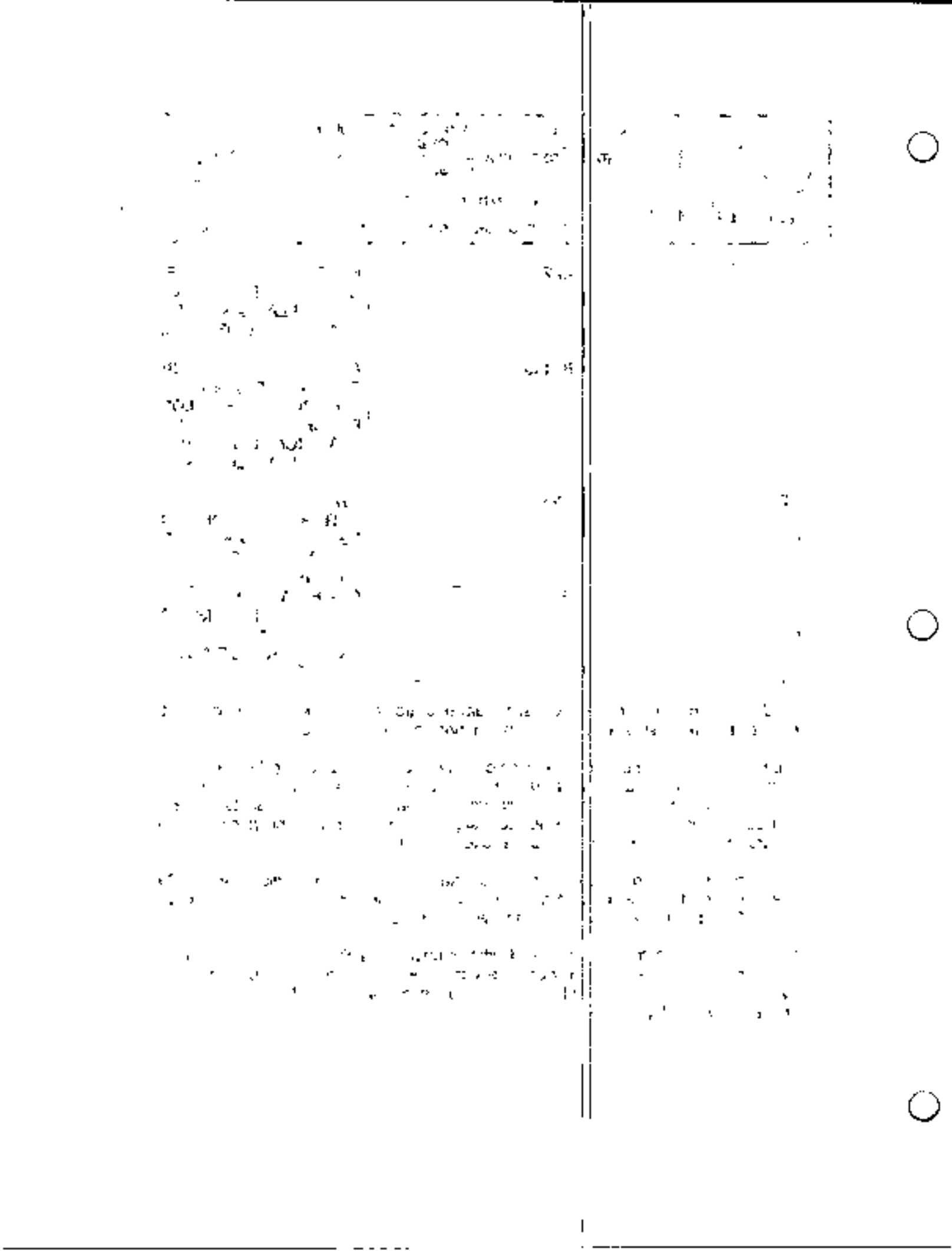
	10-70	BRASIL (CEPIS, CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, LIMA, 1983)
	10-100	ARBOLEDA JORGE (TEORIA DISEÑO Y CONTROL DE LOS PROCESOS DE CLARIFICACION DEL AGUA, LIMA, CEPIS, 1975,)
T min	20-60	AWWA (CEPIS, CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, LIMA, 1983)
	15-30	GOMELLA(CEPIS, CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, LIMA, 1983).

Es de tener muy presente que el escalonamiento gradual y decreciente del gradiente produce mejores resultados en cuanto a la remoción de la turbiedad.

Para conciliar lo anterior lo que se hace en la práctica es dividir el floculador en varios compartimientos o zonas, de forma que el gradiente de velocidad se haga menor en cada una. Se recomienda un mínimo de tres zonas de floculación con G1>G2>G3. En un canal con tabiques esto se consigue definiendo la separación entre tabiques por zonas, (menor separación en la primera zona que en la segunda, etc).

La velocidad promedio en cualquiera de las zonas debe estar comprendida entre 0.1-0.6 m/s ya que si eta es menor a 0.10m/s se presenta sedimentación del floc y si es mayor que 0.60m/s puede presentarse rompimiento del mismo.

Es aconsejable que la distancia entre el extremo de una pantalla y la pared del floculador este comprendida entre 1—1.5 veces el espaciamiento entre las pantallas, ya que esto evita el aumento de la velocidad en los giros y por consiguiente impide la ruptura del floc por el aumento del gradiente.



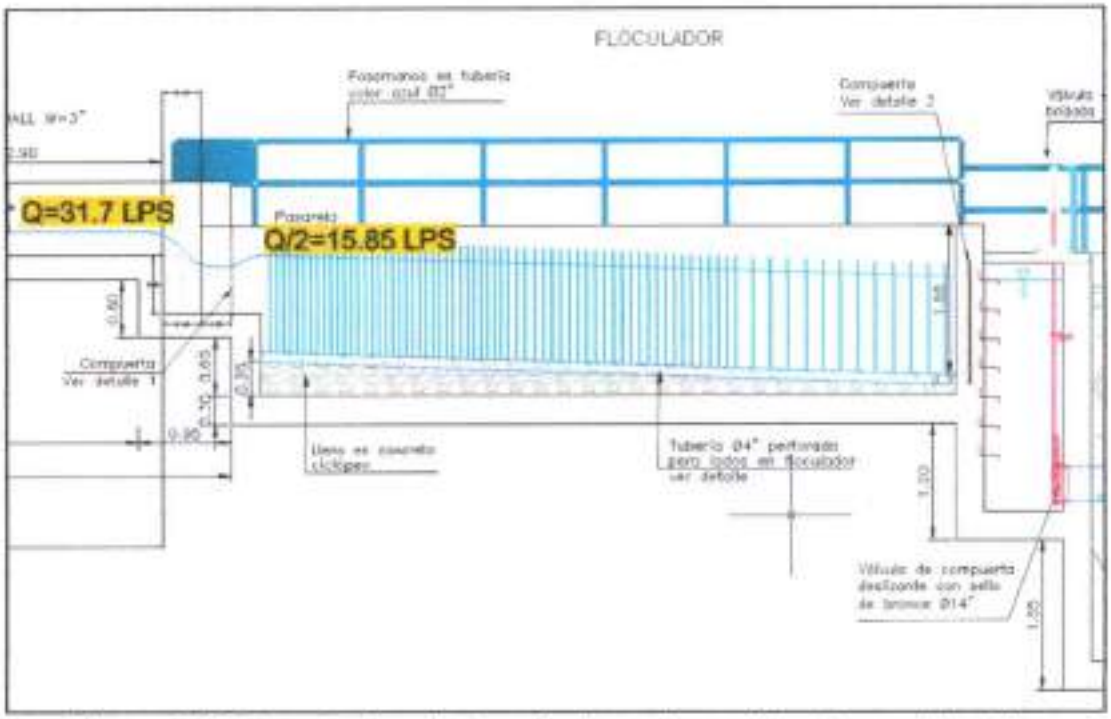
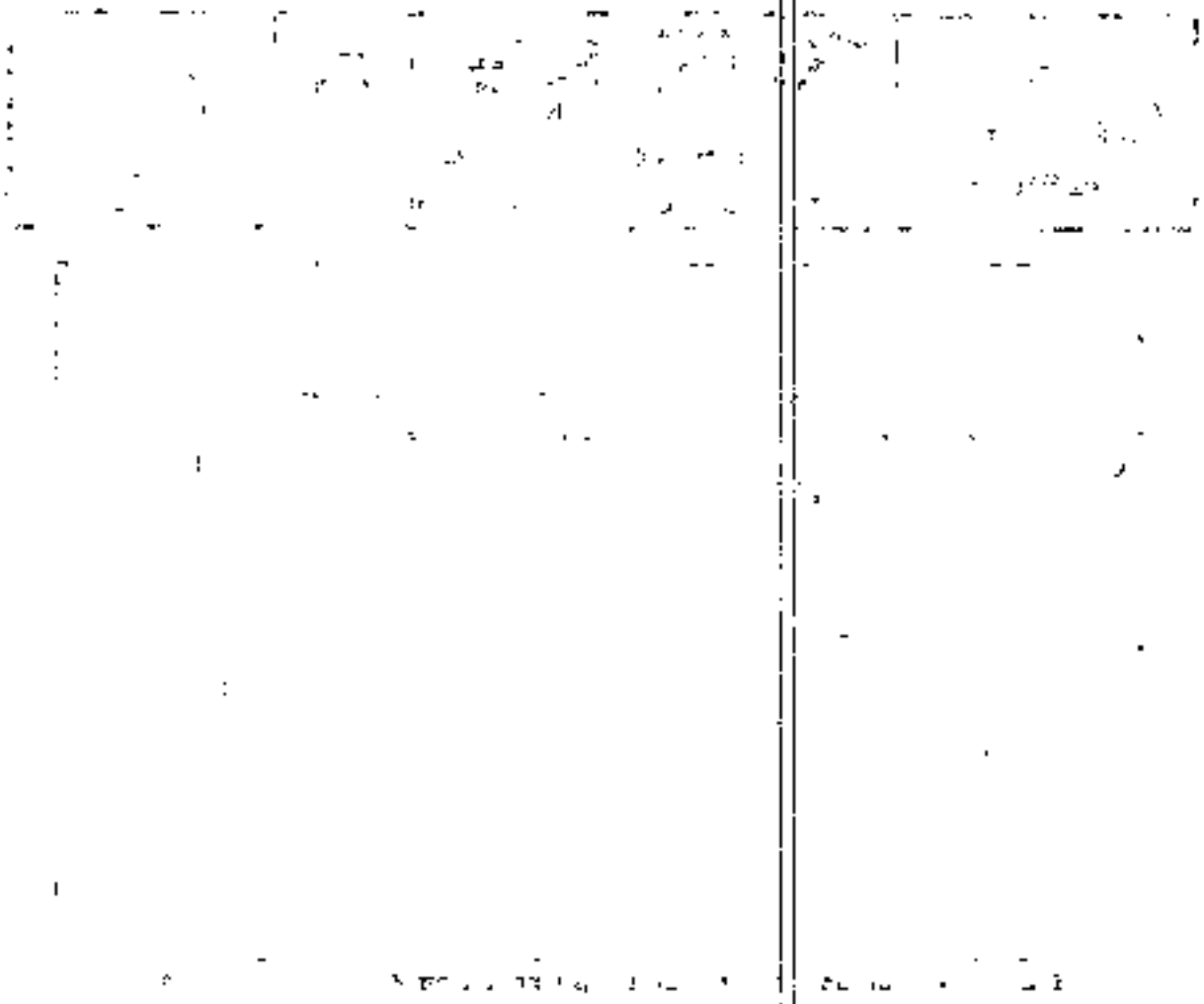


Figura 21-Referencia floculador a implementar en Ptap Cocorná (perfil)



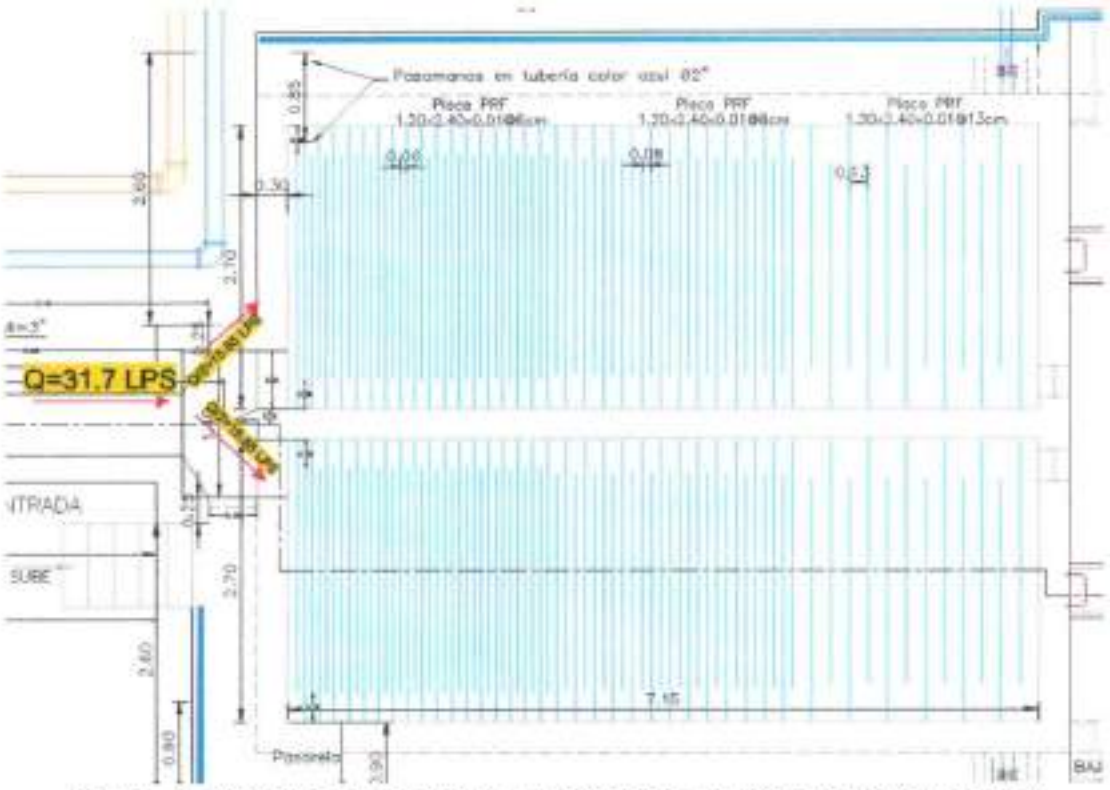


Figura 22-Referencia floculador a implementar en Ptap Cocorná (Planta)

-Dimensiones de las placas = 2.40*1.20*0.01
-S1=0.06m S2=0.08m S3=0.13m
-Borde libre=0.10m
h1=h2=h3=1.20m-0.10m=1.10m

- Cálculo de la velocidad por zonas:

$$\text{Velocidad Zona 1} = \frac{QMD*0.5}{A} = \frac{QMD*0.5}{h*S1} = \frac{0.01585}{1.10*0.06} = \frac{0.24\ m}{s} \quad \text{(OK CUMPLE 0.1-0.6) m/s}$$

$$\text{Velocidad Zona 2} = \frac{QMD*0.5}{A} = \frac{QMD*0.5}{h*S2} = \frac{0.01585}{1.10*0.08} = \frac{0.18\ m}{s} \quad \text{(OK CUMPLE 0.1-0.6) m/s}$$



Velocidad Zona 3 = $\frac{QMD*0.5}{A} = \frac{QMD*0.5}{h*S1} = \frac{0.01585}{1.10*0.13} = \frac{0.1108\ m}{s}$ (OK CUMPLE 0.1-0.6) m/s

- Cálculo de la separación entre el extremo de la placa y la pared del canal:

  Suponiendo E=1.5 (valor entre 1-1.50)

  M1=E*S1= 1.50*0.06m= 0.09m

  M2=E*S2= 1.50*0.08m= 0.12m

  M3=E*S3=1.4*0.13=0.182m

- Longitud de recorrido del agua, suponiendo valores de T=5min

  L1= V1*T

  L1=0.24m/s*5*60s =72m

  L2= V2*T

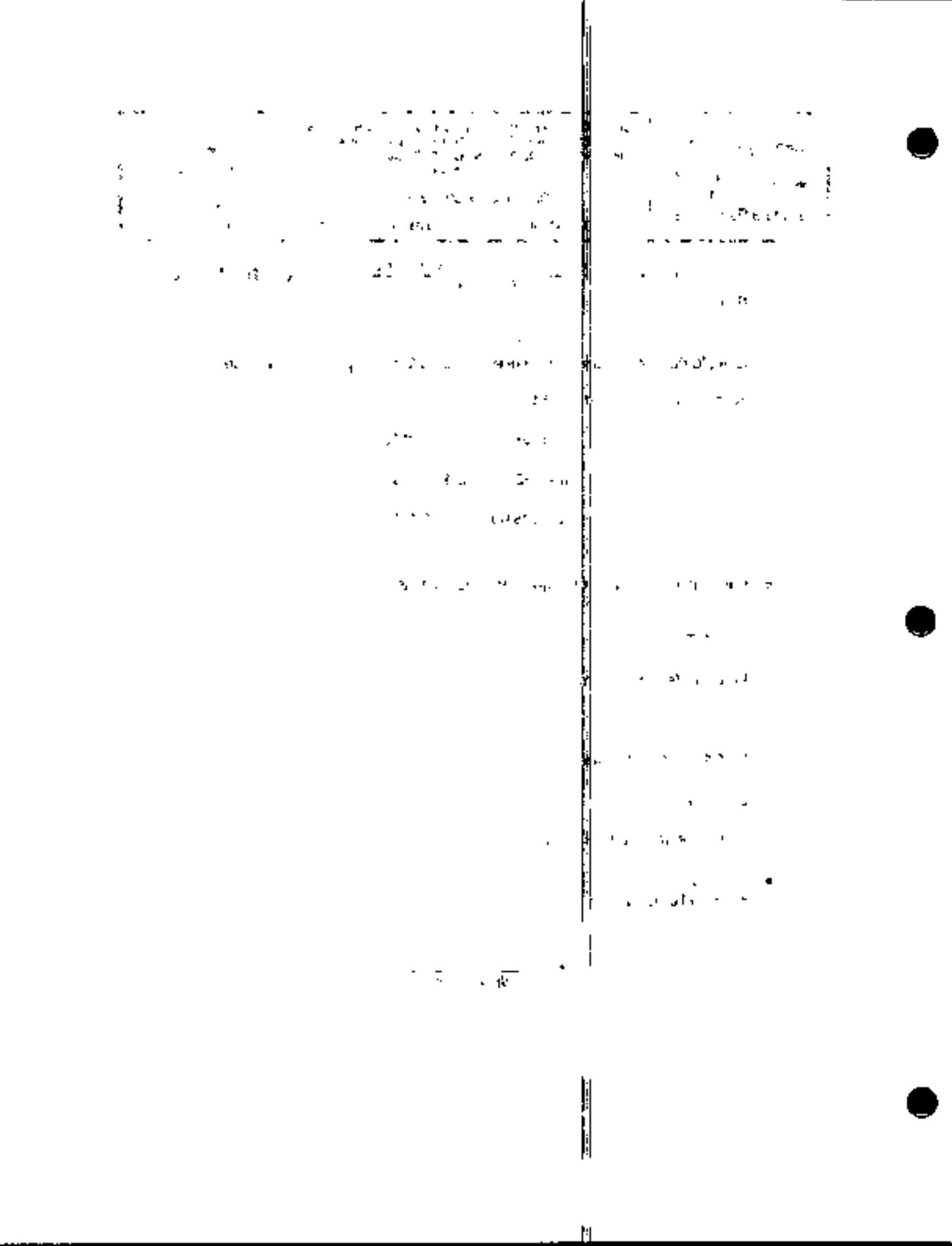
  L2=0.18m/s*5*60s =54m

  L3= V3*T

  L3=0.1108m/s*5*60s =33.24m

- Número de tabiques:
  Ancho del canal= 2.70m

$$N = \frac{L}{Ancho\ del\ canal} - 1$$



$$N1 = \frac{L1}{Ancho\ del\ canal} - 1 = \frac{72}{2.70} - 1 = 25.66\ tabiques \longrightarrow 26und$$

$$N2 = \frac{L2}{Ancho\ del\ canal} - 1 = \frac{54}{2.70} - 1 = 19\ tabiques \longrightarrow 19und$$

$$N3 = \frac{L3}{Ancho\ del\ canal} - 1 = \frac{33.24}{2.70} - 1 = 11.31\ tabiques \longrightarrow 12und$$

- Cálculo de la longitud del canal principal

$$Lc1 = N1 * Espesor + (N1 + 1) * S1$$

$$Lc1 = 26 * 0.01 + (26 + 1) * 0.06 = 1.88m$$

$$Lc2 = N2 * Espesor + (N2 + 1) * S2$$

$$Lc2 = 19 * 0.01 + (19 + 1) * 0.08 = 1.71m$$

$$Lc3 = N3 * Espesor + (N3 + 1) * S3$$

$$Lc3 = 12 * 0.01 + (12 + 1) * 0.13 = 1.81m$$

LT=L1+L2+L3 = 1.88m + 1.71m+1.81m=5.40m

- Cálculo del Gradiente para cada Zona

$$G = \left(\frac{\gamma * \Delta H}{\mu * T}\right)^{0.50}$$

$$\Delta H1 = \left(\frac{v1 * n}{\frac{A1}{P1}^{0.67}}\right)^2 * L1 + 3 * \left(\frac{v1^2}{2 * 9.81}\right) * N1$$



➔ Si A1= h1*S1=1.10m*0.06m=0.066m2

P1= 2h1+S1= 2*1.10 + 0.06m=2.26m

$$\Delta H1 = \left(\frac{0.24 * 0.012}{\left(\frac{0.066}{2.26}\right)^{0.67}}\right)^2 * 72 + 3 * \left(\frac{0.24^2}{2 * 9.81}\right) * 26$$

ΔH1=0.2969m

➔ Si A2= h2*S2=1.10m*0.08m=0.088m2

P1= 2h1+S1= 2*1.10 + 0.08m=2.28m

$$\Delta H2 = \left(\frac{0.18 * 0.012}{\left(\frac{0.088}{2.28}\right)^{0.67}}\right)^2 * 54 + 3 * \left(\frac{0.18^2}{2 * 9.81}\right) * 19$$

ΔH2=0.1138m

➔ Si A3= h1*S3=1.10m*0.13m=0.143m2

P1= 2h1+S1= 2*1.10 + 0.13m=2.33 m

$$\Delta H3 = \left(\frac{0.11 * 0.012}{\left(\frac{0.13}{2.33}\right)^{0.67}}\right)^2 * 33.24 + 3 * \left(\frac{0.11^2}{2 * 9.81}\right) * 12$$

ΔH3=0.0249m

Considerando que T1=T2=T3=5min=300s



$$G1 = \left(\frac{\gamma * \Delta H1}{\mu * T1}\right)^{0.50} = \left(\frac{998.87 * 0.2969}{0.000114 * 300}\right)^{0.50} = 93.12\ s-1$$

$$G2 = \left(\frac{\gamma * \Delta H1}{\mu * T1}\right)^{0.50} = \left(\frac{998.87 * 0.1138}{0.000114 * 300}\right)^{0.50} = 57.65\ s-1$$

$$G3 = \left(\frac{\gamma * \Delta H1}{\mu * T1}\right)^{0.50} = \left(\frac{998.87 * 0.0249}{0.000114 * 300}\right)^{0.50} = 26.97\ s-1$$

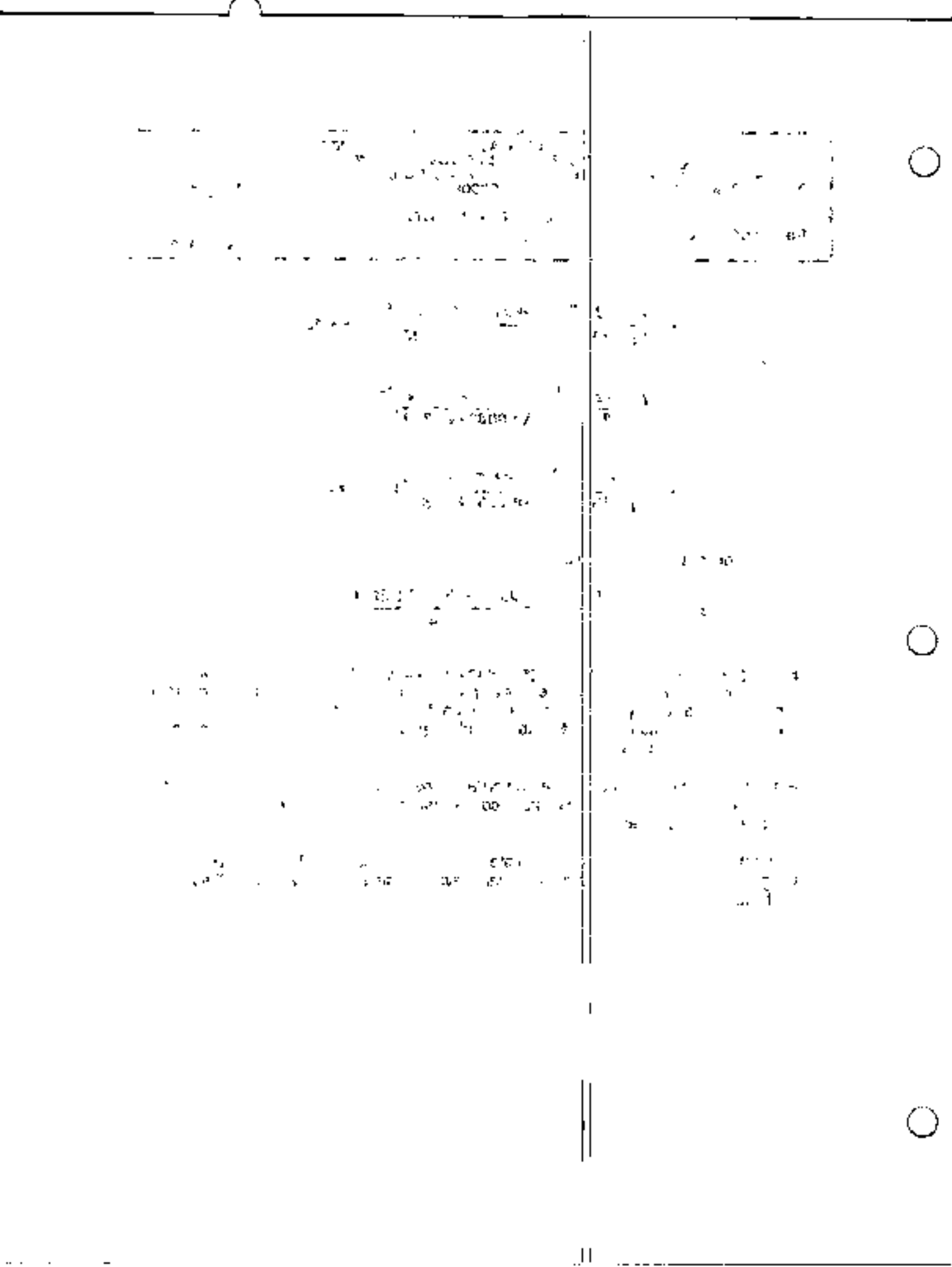
*Cálculo del gradiente promedio

$$GproM = \frac{G1 + G2 + G3}{3} = \frac{93.12 + 57.65 + 26.97}{3} = 59.24\ s-1$$

Para lograr una optimización de los gradientes se y tiempos de retención llevándolos a la norma aplicable en la materia, se realiza un programa en PHYTON que permita de forma rápida a partir de ajustes en espaciamiento lograr las velocidades y gradientes normativos, a continuación de describe el código, para ello el programa deberá superar con suficiencia 2 etapas.

Etapa 01-validadación: para lograr la validación del programa, se introducen en el las mismas condiciones del cálculo manual, con la finalidad de contrastar los resultados, los cuales se esperan sean iguales.

Etapa 02-Optimización: a partir del ajuste de parámetros como el tiempo del tiempo de retención y separación de placas se espera llevar a rangos normativos la configuración del floculador.



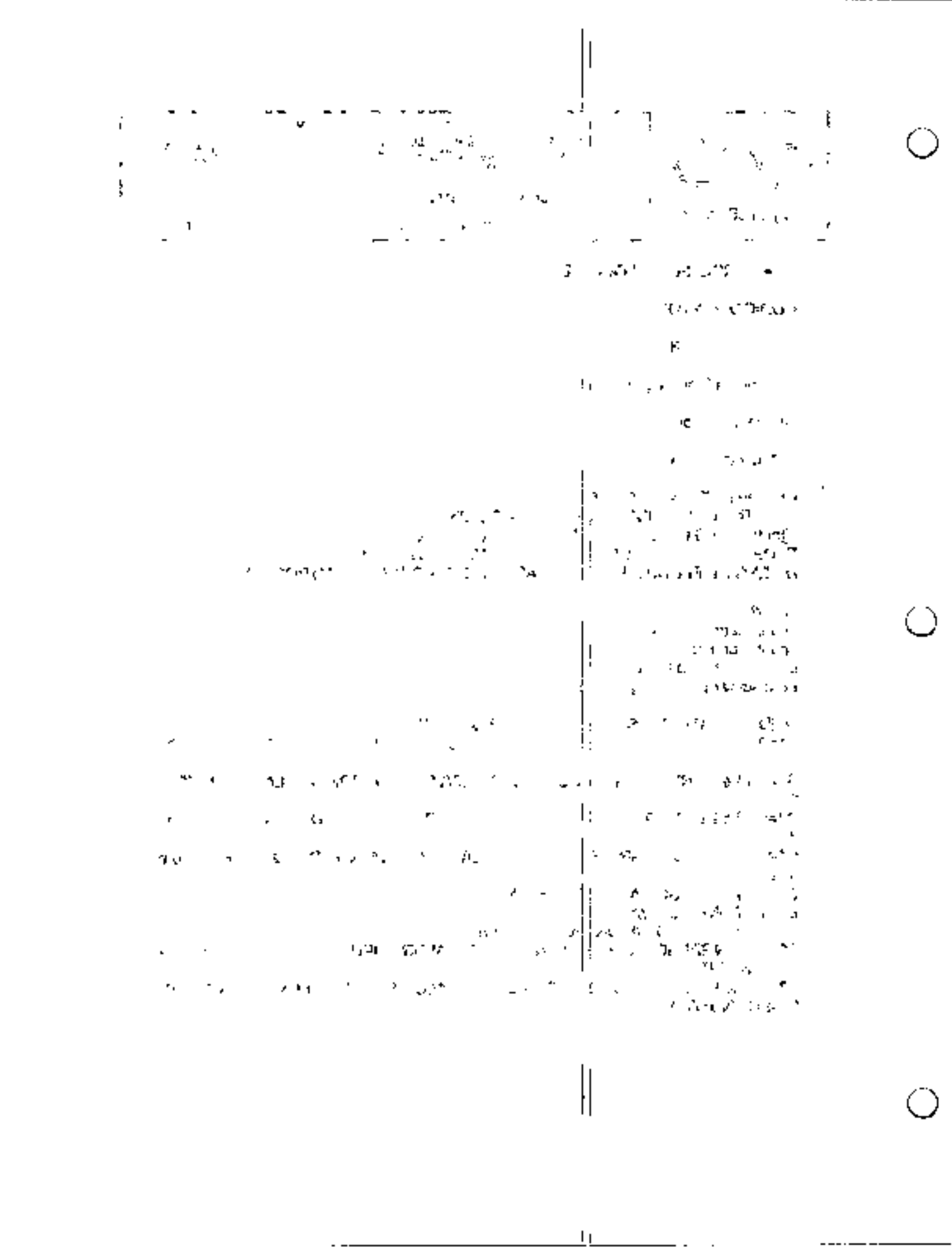
- PROGRAMA FLOCULADOR.Py

CODIGO PHYTON

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Mon Aug 25 08:18:56 2025

@author: Yeison
"""
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Tue Aug 19 11:54:44 2025
CONTRATO DE CONSULTORIA CD-030-2025
@author: ING CIVIL YEISON MOSQUERA VALENCIA
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS
DISENO DE FLOCULADOR EN PTAP Q:31.7LPS-COCORNA ANTIOQUIA
"""
import os
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.optimize import fsolve

QMD = 31.7 # INGRESO CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
S1=0.08 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA
1
S2=0.11 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA
2
S3=0.13 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA
3
H1=H2=H3=1.10 #INGRESO ALTURA DE LA PLACAS MENOS BORDE LIBRE 1.20m-
0.10m
E1=1.1 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
E2=1.1 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
E3=1.1 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
T1= 20 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE
20-40 MINUTOS)
T2= 20 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE
20-40 MINUTOS)
```



T3= 20 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE 20-40 MINUTOS)
B=2.70 #ANCHO DEL CANAL DE FLOCULACION
EPLACA=0.01 #INGRESO EL VALOR DEL ESPESOR DE LAS PLACAS DEL FLOCULADOR
n=0.012 #INGRESO EL COEFICIENTE DE MANNING PARA EL CONCRETO

QMD2= QMD/1000 #CALCULO DEL CAUDAL EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO
QD=QMD2*0.5 #SE DIVIDE EL CAUDAL PORQUE SON DOS FLOCULADORES

#CALCULO DE LA VELOCIDAD POR ZONAS EN UN RANGO DE 0.1-0.6

VEL1= (QD/(H1*S1))
VEL2= (QD/(H2*S2))
VEL3= (QD/(H3*S3))

#CALCULO DE LA SEPARACION ENTRE EL EXTREMO DE LA PLACA Y LA PARED DEL CANAL
M1=E1*S1
M2=E2*S2
M3=E3*S3

#CALCULO DE LA LONGITUD DEL RECORRIDO DEL AGUA
L1= VEL1*T1*60
L2= VEL2*T2*60
L3= VEL3*T3*60

#CALCULO DEL NUMERO DE TABIQUES
N1=(L1/B)-1
N2=(L2/B)-1
N3=(L3/B)-1

#CALCULO DE LA LONGITUD DEL CANAL
Lc1=(N1*EPLACA)+((N1+1)*S1)
Lc2=(N2*EPLACA)+((N2+1)*S2)
Lc3=(N3*EPLACA)+((N3+1)*S3)

LTOTAL= Lc1+Lc2+Lc3

#CALCULO DEL GRADIENTE POR ZONA
A1=H1*S1

```
P1=(2*H1)+S1

A2=H2*S2
P2=(2*H2)+S2

A3=H3*S3
P3=(2*H3)+S3

#CALCULOS DE LAS PERDIDA DE CARGA TOTAL
DH1=((((VEL1*n)/(A1/P1)**0.67)**2)*L1)+((3*(VEL1**2)/(2*9.81))*N1)
DH2=((((VEL2*n)/(A2/P2)**0.67)**2)*L2)+((3*(VEL2**2)/(2*9.81))*N2)
DH3=((((VEL3*n)/(A3/P3)**0.67)**2)*L3)+((3*(VEL3**2)/(2*9.81))*N3)

G1=((998.87*DH1)/(0.000114*T1*60))**(0.50)
G2=((998.87*DH2)/(0.000114*T2*60))**(0.50)
G3=((998.87*DH3)/(0.000114*T3*60))**(0.50)

#CALCULO DEL GRADIENTE PROMEDIO
GPROM= (G1+G2+G3)/3

#MUESTRA DE RESULTADOS
print(f"CAUDAL DE DISENO LPS = {QMD:.3f}L/s")
print(f"CAUDAL DE DISENO POR MODULO = {QD:.3f}m3/s")
print(f"SEPARACION ENTRE PLACAS EN ZONA 1 = {S1:.3f}m")
print(f"SEPARACION ENTRE PLACAS EN ZONA 2 = {S2:.3f}m")
print(f"SEPARACION ENTRE PLACAS EN ZONA 3 = {S3:.3f}m")
print(f"TIEMPOS DE RETENCION EN ZONA 1 = {T1:.3f}min")
print(f"TIEMPOS DE RETENCION EN ZONA 2 = {T2:.3f}min")
print(f"TIEMPOS DE RETENCION EN ZONA 3 = {T3:.3f}min")
print(f"VEL1 = {VEL1:.3f}m/s")
print(f"VEL2 = {VEL2:.3f}m/s")
print(f"VEL3_m = {VEL3:.3f}m/s")
print(f"DISTANCIA DESDE TABIQUE A PARED EN ZONA 1 = {M1:.3f}m")
print(f"DISTANCIA DESDE TABIQUE A PARED EN ZONA 2 = {M2:.3f}m")
print(f"DISTANCIA DESDE TABIQUE A PARED EN ZONA 3 = {M3:.3f} m")
print(f"ANCHO DE FLOCULADOR PARA LAS 3 ZONAS  = {B:.3f} m")
print(f"ANCHO DE PLACAS PARA ZONA 1  = {B-M1:.3f} m")
print(f"ANCHO DE PLACAS PARA ZONA 2  = {B-M2:.3f} m")
print(f"ANCHO DE PLACAS PARA ZONA 3  = {B-M3:.3f} m")

print(f"LRECORRIDO DEL AGUA EN ZONA 1 = {L1:.3f}m")
```

```
print(f"LRECORRIDO DEL AGUA EN ZONA 2 = {L2:.3f}m")
print(f"LRECORRIDO DEL AGUA EN ZONA 3 = {L3:.3f}m")

print(f"LCANAL1 = {Lc1:.3f}m")
print(f"LCANAL2 = {Lc2:.3f}")
print(f"LCANAL3 = {Lc3:.3f}m/s")
print(f"LTOTAL = {LTOTAL:.3f}m")

print(f"NUMERO DE TABIQUES EN ZONA 1 = {N1:.3f}UND")
print(f"NUMERO DE TABIQUES EN ZONA 2  = {N2:.3f}UND")
print(f"NUMERO DE TABIQUES EN ZONA 3  = {N3:.3f}UND")

print(f"GRADIENTE EN ZONA 1 = {G1:.3f}S^-1")
print(f"GRADIENTE EN ZONA 2 = {G2:.3f}S^-1")
print(f"GRADIENTE EN ZONA 3 = {G3:.3f}S^-1")

print(f"GRADIENTE PROMEDIO DE LAS 3 ZONAS = {GPROM:.3f}S^-1")
```

- ETAPA DE VALIDACION:

```
28    QMD = 31.7 # INGRESO CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
29    S1=0.06 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA 1
30    S2=0.08 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA 2
31    S3=0.13 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA 3
32    H1=H2=H3=1.10 #INGRESO ALTURA DE LA PLACAS MENOS BORDE LIBRE 1.20m-0.10m
33    E1=1.5 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
34    E2=1.5 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
35    E3=1.4 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
36    T1= 5 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE 20-40 MINUTOS)
37    T2= 5 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE 20-40 MINUTOS)
38    T3= 5 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE 20-40 MINUTOS)
39    B=2.70 #ANCHO DEL CANAL DE FLOCULACION
40    EPLACA=0.01 #INGRESO EL VALOR DEL ESPESOR DE LAS PLACAS DEL FLOCULADOR
41    n=0.012 #INGRESO EL COEFICIENTE DE MANNING PARA EL CONCRETO
```

Figura 23- Ingreso de parámetros para la etapa de validación del programa FLOCULADOR.py



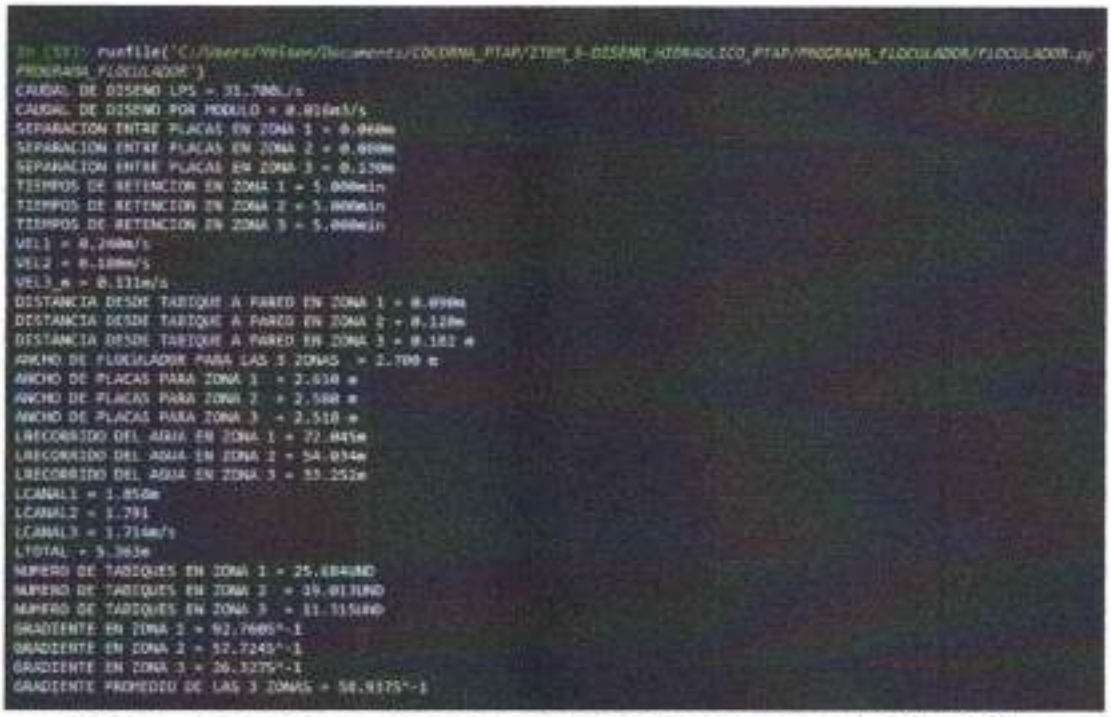
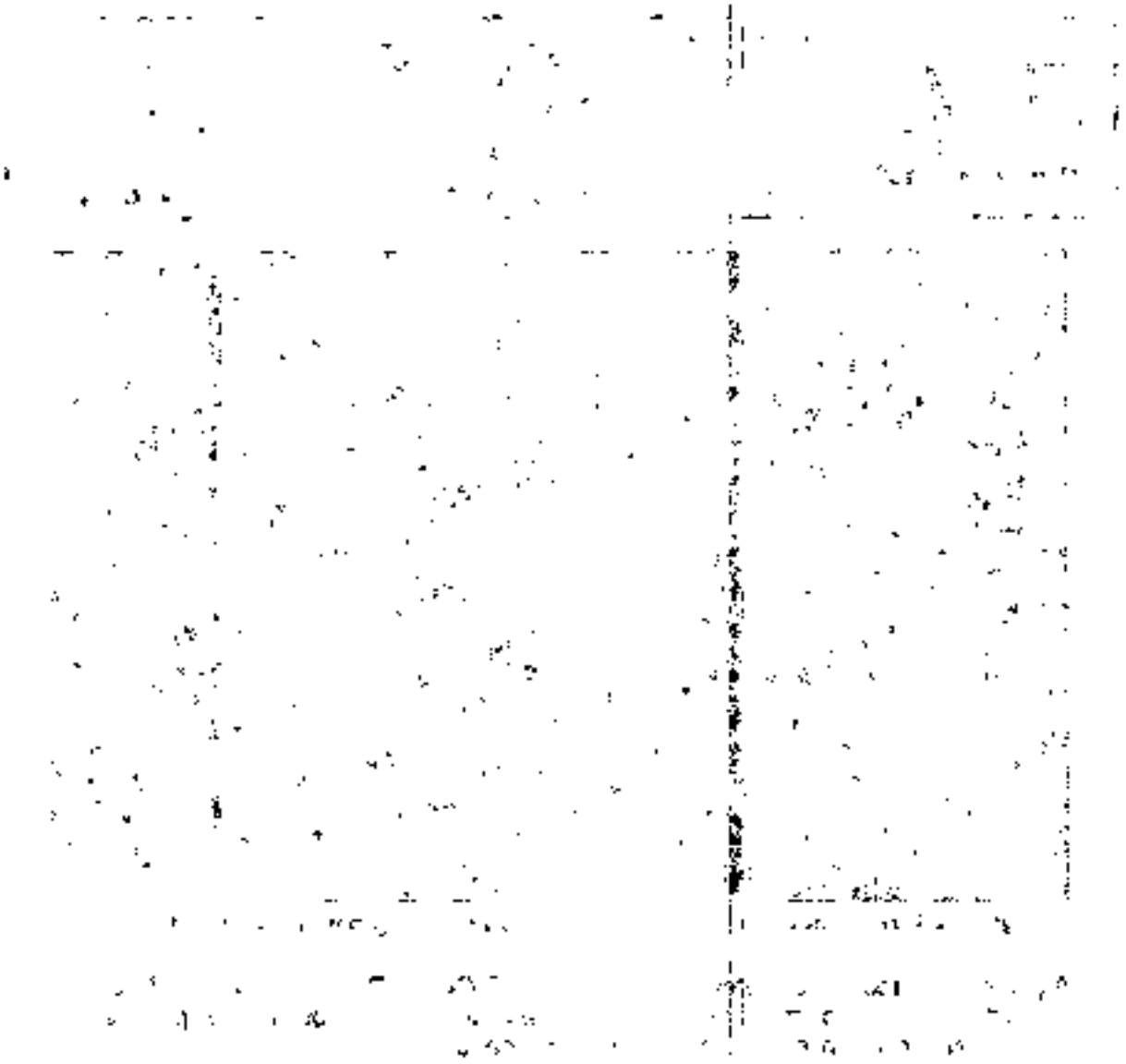


Figura 24- resultados en etapa de validación del programa FLOCULADOR.py

A partir de los resultados obtenidos el programa FLOCULADOR.Py queda validado con respecto a los cálculos manuales. Se procede a continuación a optimizar los parámetros para lograr el cumplimiento normativo del floculador diseñado.



- OPTIMIZACION: Se configura el código modificando las variables de entrada separación de los tabiques en las 3 zonas con la finalidad de obtener Gradientes entre 10s-1 y 70s-1, gradiente promedio en las 3 zonas de 40s-1, tiempo de retención entre 20min-40min y velocidades entre 0.1-0.60 m/s.

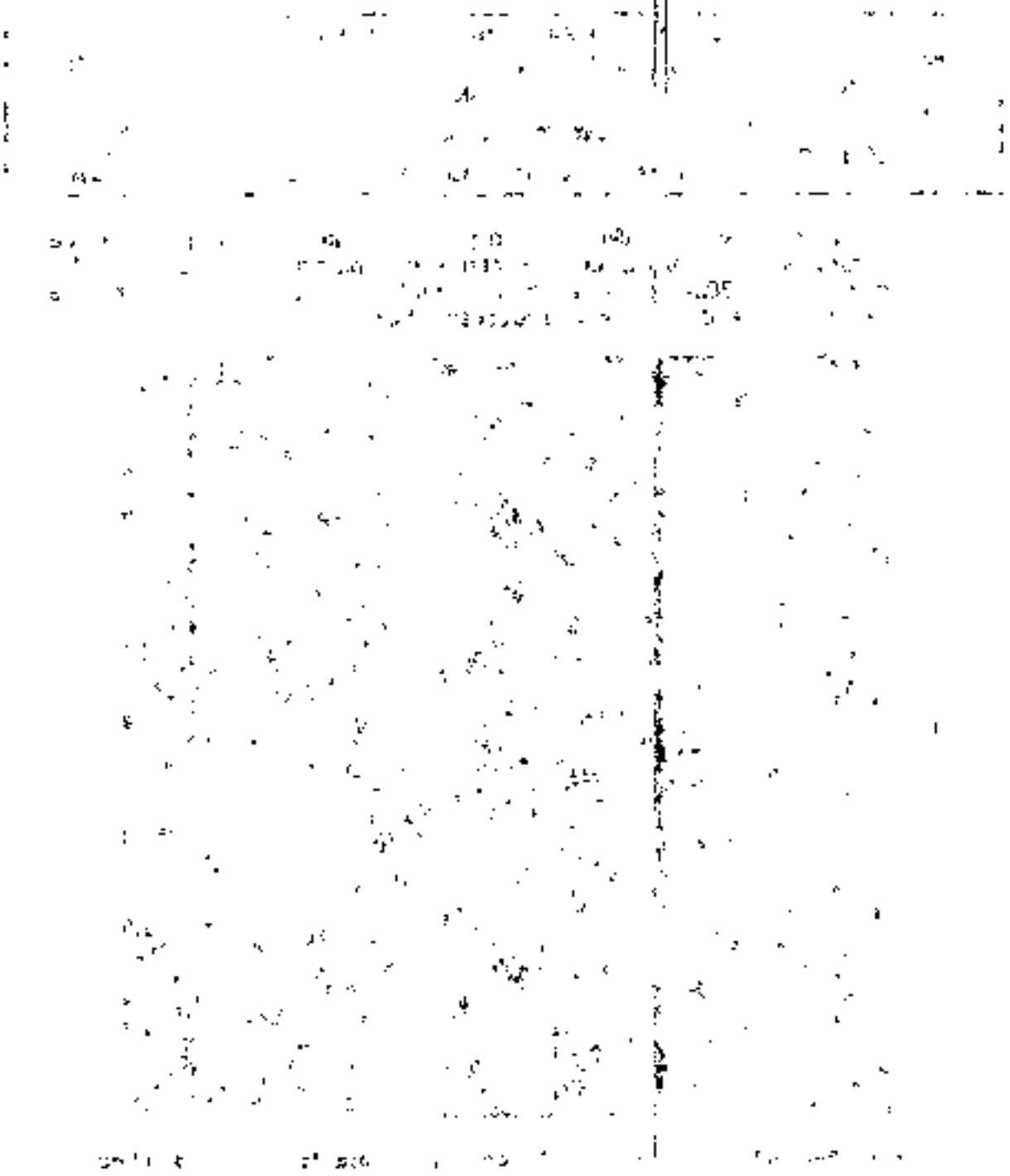
```
@author: Yeison
"""

# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Mon Aug 25 08:18:56 2025

@author: Yeican
"""
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Tue Aug 19 11:54:44 2025
CONTRATO DE CONSULTORIA CD-030-2025
@author: ING CIVIL YEISON MOSQUERA VALENCIA
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS
DISEÑO DE FLOCULADOR EN PTAP Q:31.7LPS-COCORNA ANTIOQUIA.
"""
import os
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.optimize import fsolve

QMD = 31.7 # INGRESO CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
S1=0.08 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA 1
S2=0.10 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA 2
S3=0.14 #INGRESO VALOR SUPUESTO PARA SEPARACION DE PLACAS EN ZONA 3
H1=H2=H3=1.10 #INGRESO ALTURA DE LA PLACAS MENOS BORDE LIBRE 1.20m-0.10m
E1=1.2 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
E2=1.2 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
E3=1.2 #INGRESO VALOR ENTRE 1 Y 1.5
T1= 3 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE 20-40 MINUTOS)
T2= 7 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE 20-40 MINUTOS)
T3= 10 #INGRESO TIEMPO PARA ZONA 1 (VALOR SUPUESTO EN UN RANGO DE 20-40 MINUTOS)
B=2.70 #ANCHO DEL CANAL DE FLOCULACION
EPLACA=0.01 #INGRESO EL VALOR DEL ESPESOR DE LAS PLACAS DEL FLOCULADOR
n=0.012 #INGRESO EL COEFICIENTE DE MANNING PARA EL CONCRETO
```

Figura 25- Modificación de variables de entrada para floculador hidráulico



RESULTADOS

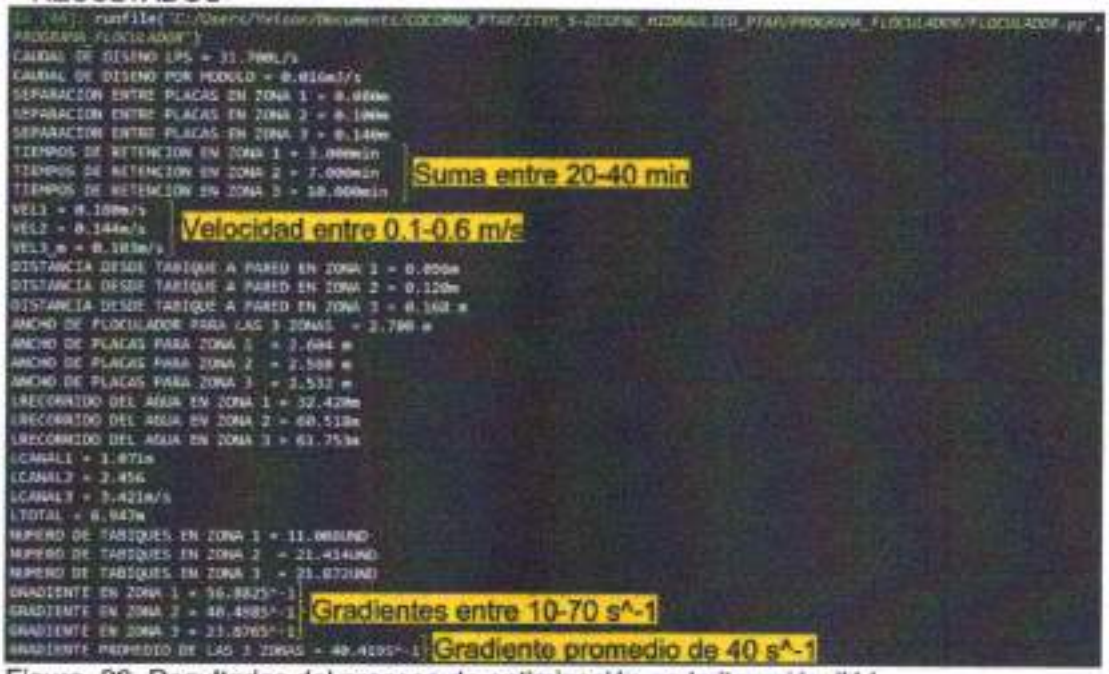


Figura 26- Resultados del proceso de optimización en la iteración #44.

DIMENSIONAMIENTO:

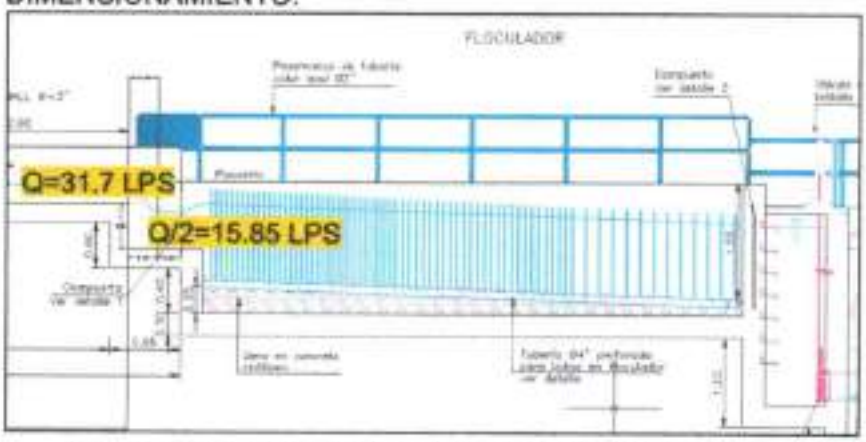
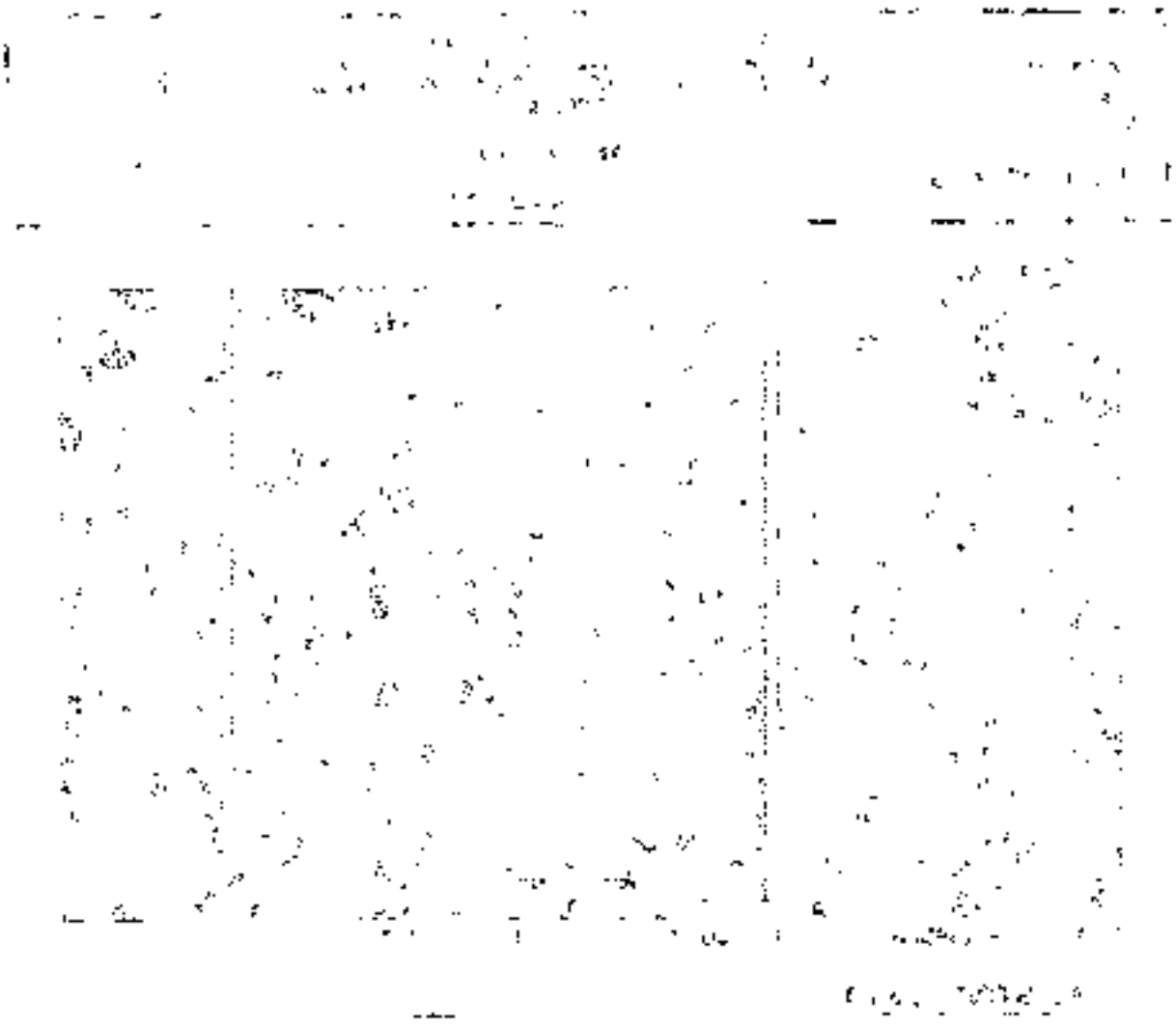


Figura 27-Referencia floculador a implementar en Ptap Cocorná (perfil)



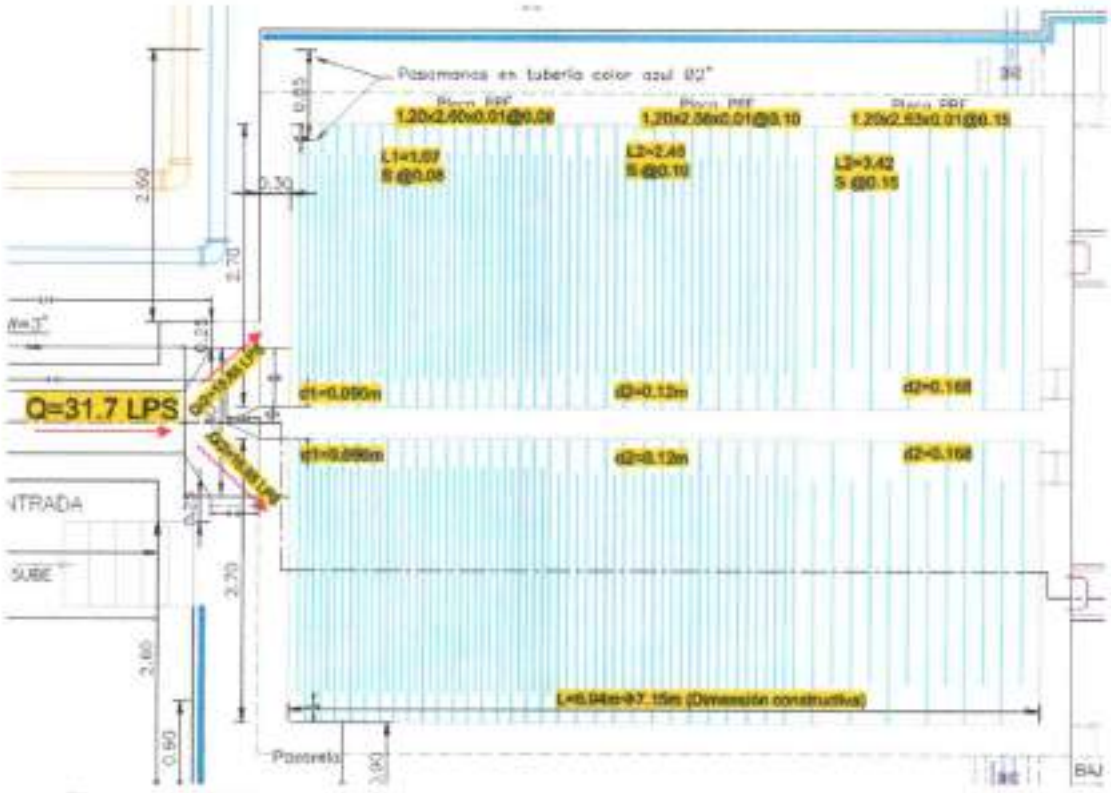


Figura 28-Referencia floculador a implementar en Ptap Cocorná (Planta)



1.2.2.1-Modelo CFD-Floculador:

Considerando las características del flujo, al interior del floculador, se realiza un modelo hidráulico de tipo 2D, con la finalidad de evaluar con mayor detalle zonas con cortocircuito o zonas muertas en el camino general que sigue el flujo, estimar el tiempo promedio que tarda el agua en recorrer el floculador (TRH) para una condición Qin-Qout=0 (continuidad), calcular los gradientes para la configuración de placas definida y geometría definida, evaluar la altura de la lámina de agua en las placas la cual deberá ser inferior a 1.20m o cercana a 1.15m para guardar un borde libre en las placas.

Para efectos del modelo CFD, se evaluar por simetria un módulo para un caudal QMD/2=15.85 LPS.

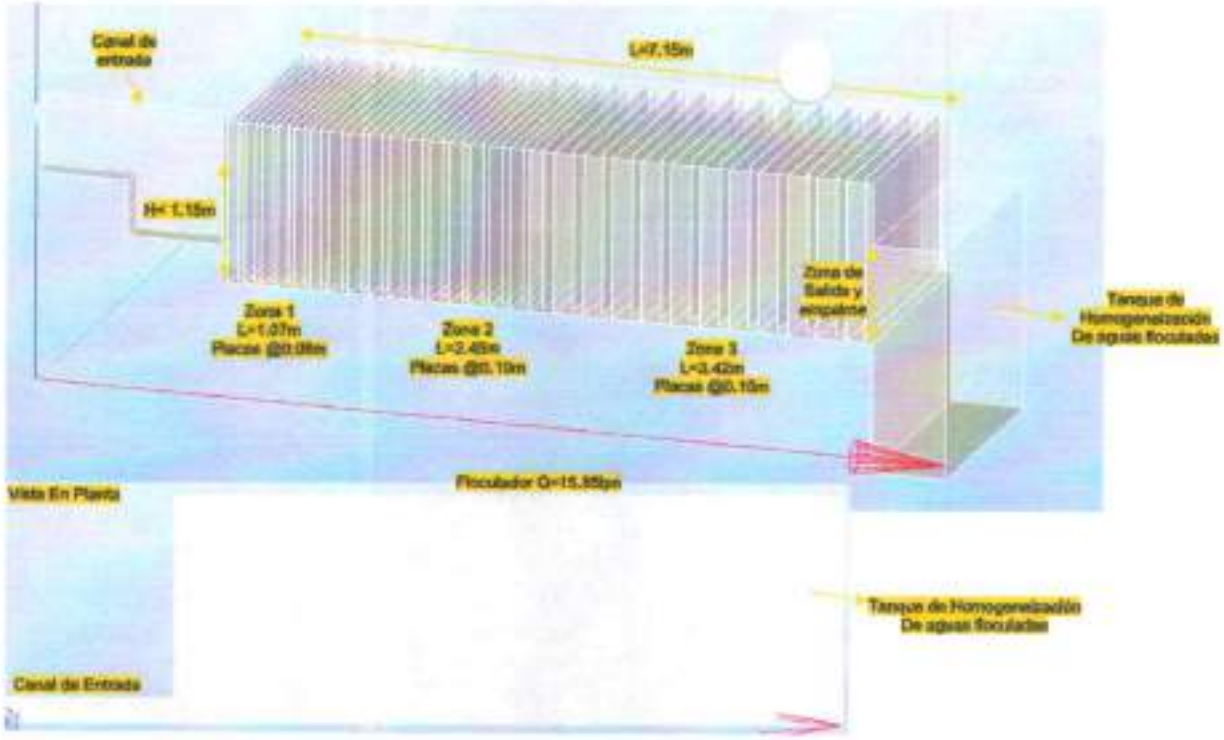
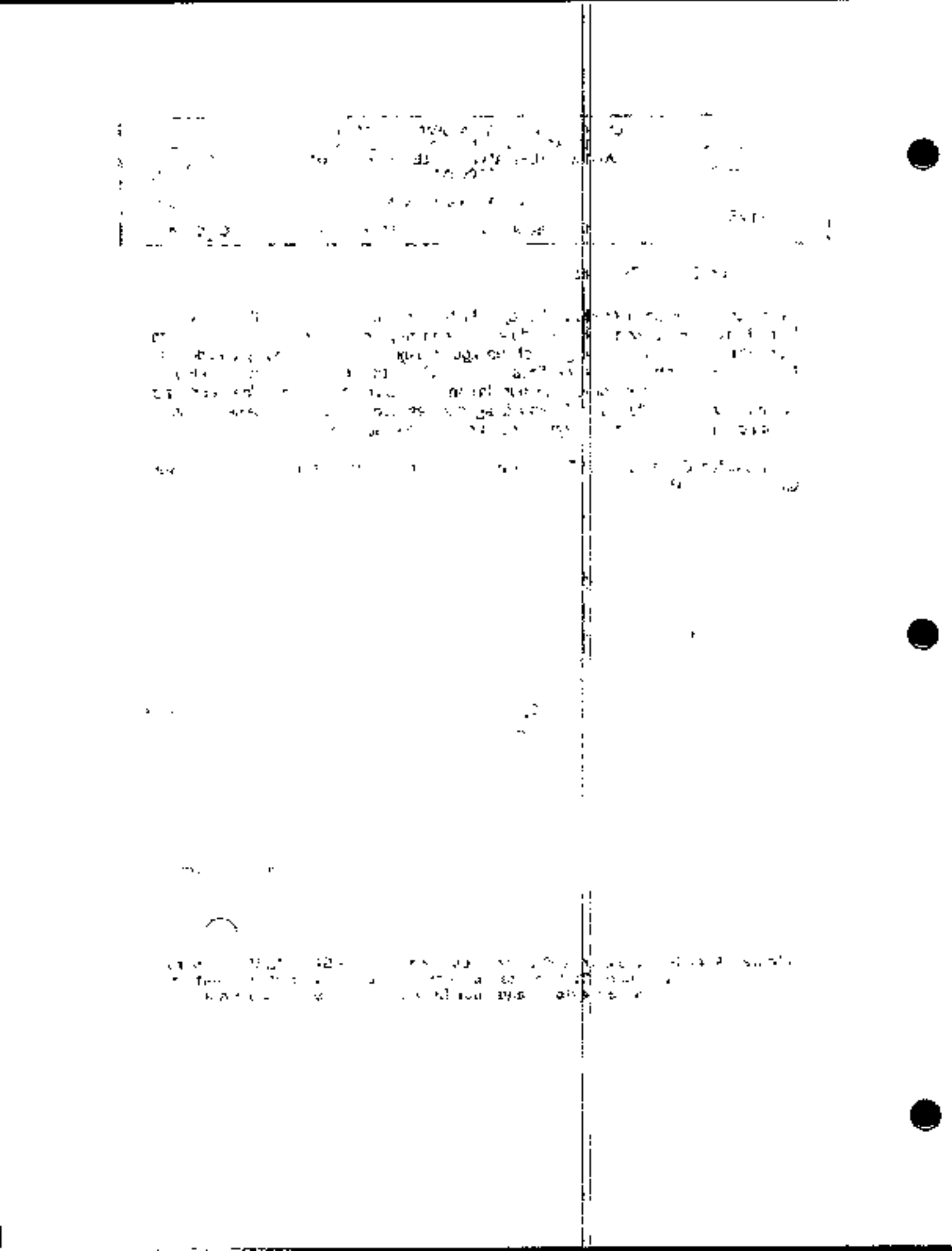


Figura 29-Modelo geométrico del floculador, realizado en SALOME V 9.14, para evaluación CFD del diseño empírico del floculador de la planta de tratamiento de agua potable en el municipio de Cocorná.



La estructura del modelo para floculador se muestra a continuación.

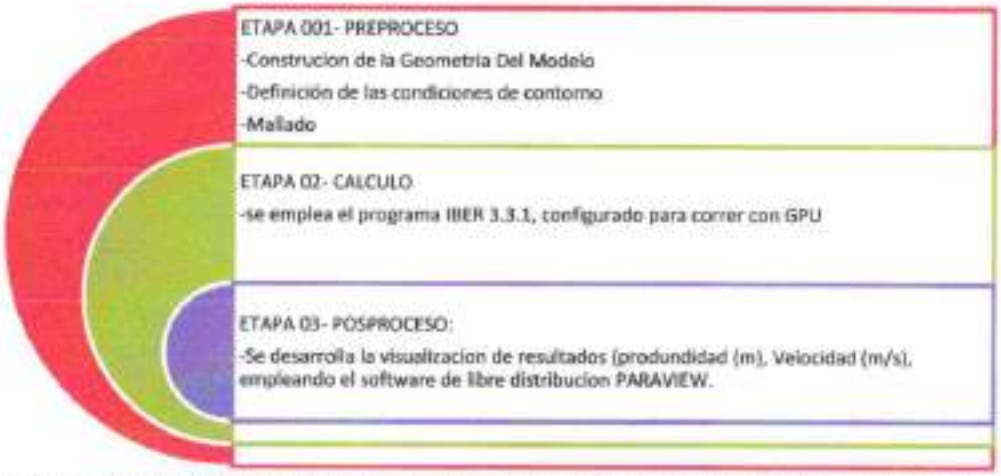


Figura 30-Referencia de las etapas del proceso para la modelación numérica del floculador.

- Preproceso:

Se muestra a continuación la definición de las características del modelo implementado en iber v 3.3.1

-Geometría:
La geometria del modelo se realizó en Salome 9.14, considerando que iber v3.3.1 es un software 2D, se exporta solo el fondo del modelo, coincidente con el recorrido del agua al interior del floculador, en formato. STL

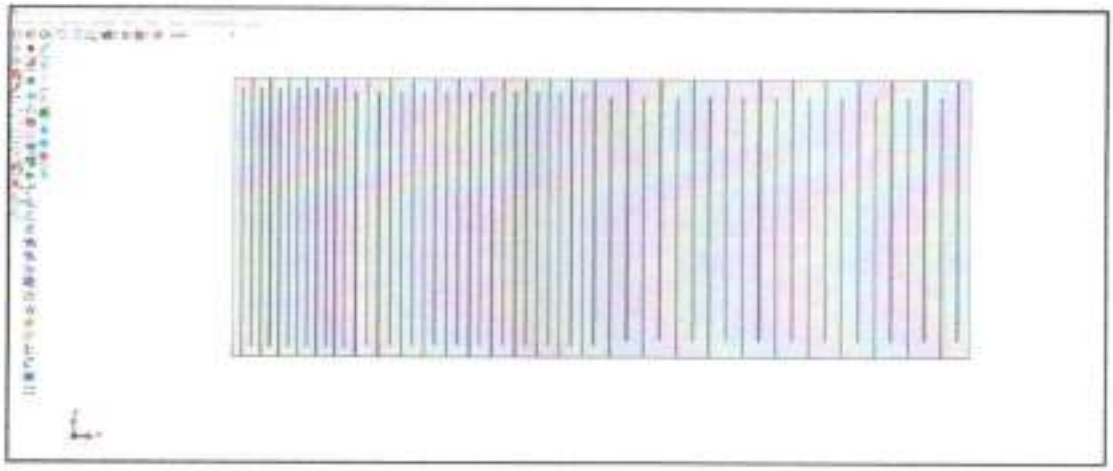


Figura 31-Geometria del recorrido del agua, para modelación numérica en iber v3.3.1

Cabe resaltar que al tratarse de un modelo simplificado de la zona de floculación no se modela la zona de empalme en la zona de entrada con el canal de entrada y a la salida con el tanque de homogenización de aguas floculadas.

-Definición de las condiciones de contorno:

En el modelo se configuran dos condiciones de contorno

Inlet: correspondiente a un caudal QMD/2=15.85lps

Outlet: Al conectarse el floculador con el tanque de homogeneización de aguas floculadas el cual está controlado en nivel por la canaleta dientes de sierra del sedimentador, se define una salida para el modelo hidráulico como un vertedero de 0.97m

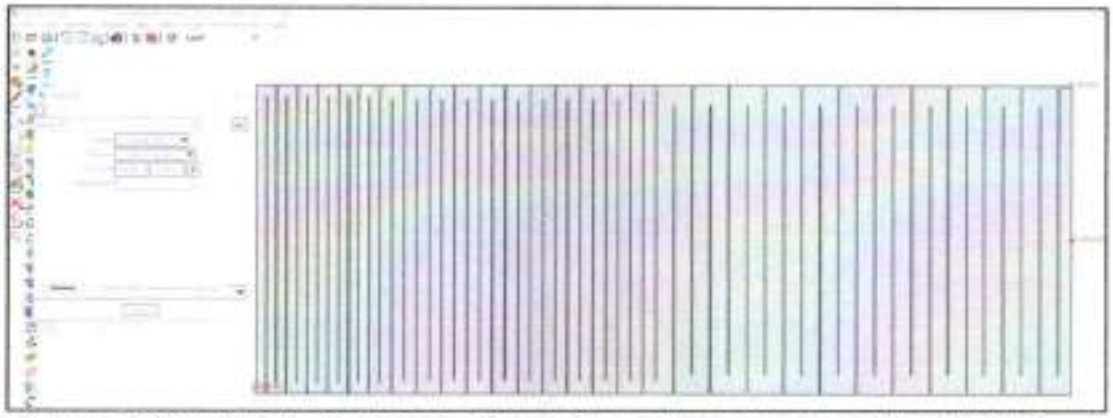


Figura 32-Definición de las condiciones de contorno en el modelo hidráulico iber v3.3.1

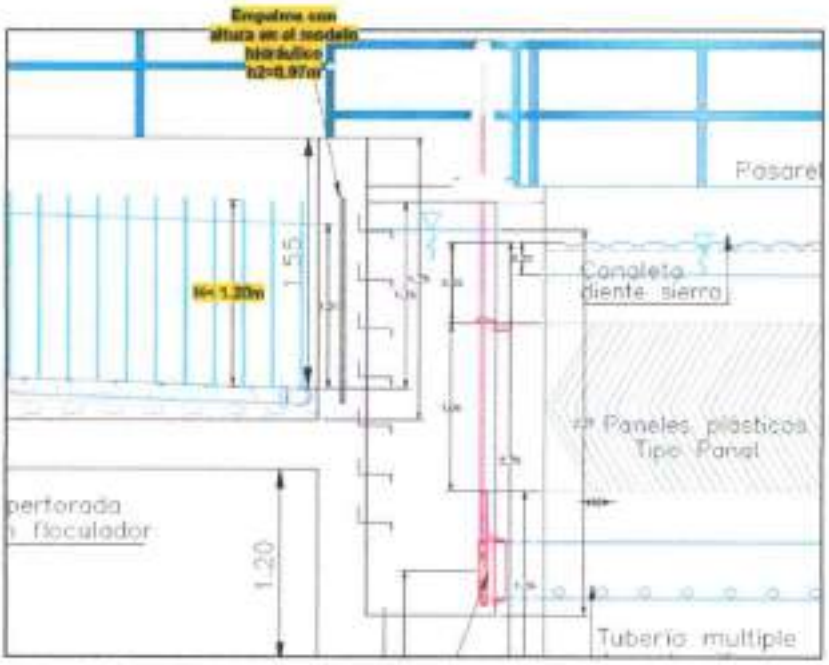


Figura 33: condición de contorno de tipo salida, en empalme floculador-tanque de aguas floculadas iber v3.3.1

-Definición de las condiciones iniciales:
Se asume como condición inicial que todo el dominio computacional se encuentra vacio

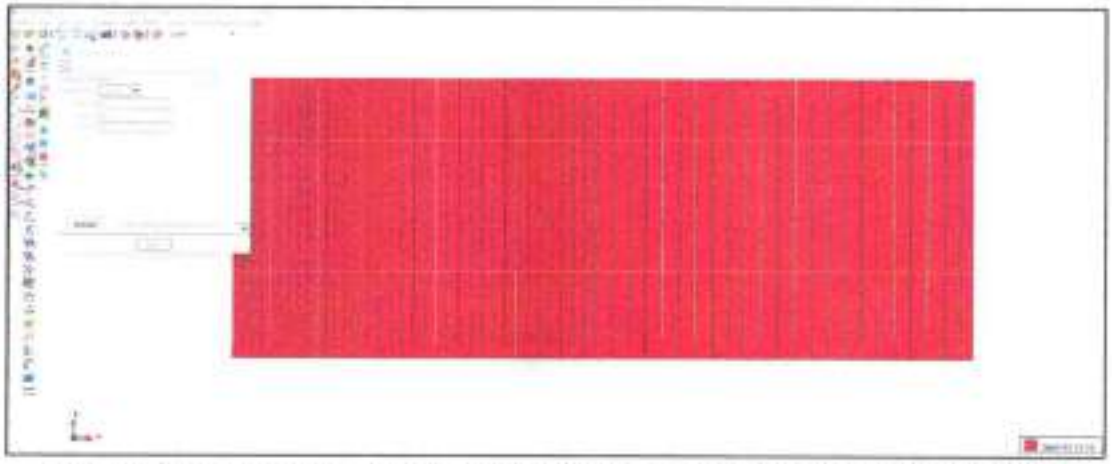


Figura 34-Definición de las condiciones inicial en el modelo hidráulico iber v3.3.1

-Definición de la rugosidad del modelo:

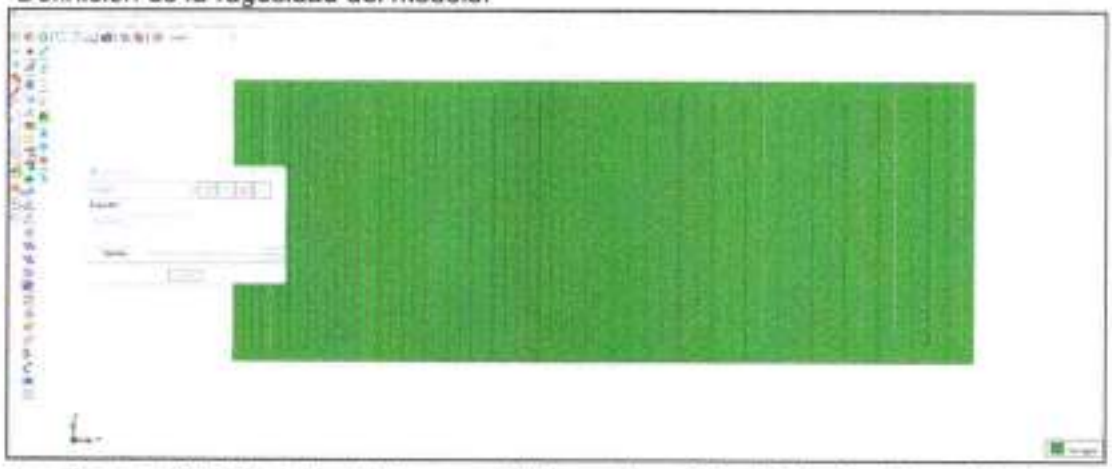


Figura 35-Definición de la rugosidad en el modelo hidráulico iber v3.3.1

-Mallado 2D:

Se define una malla no estructurada con de 0.02m.

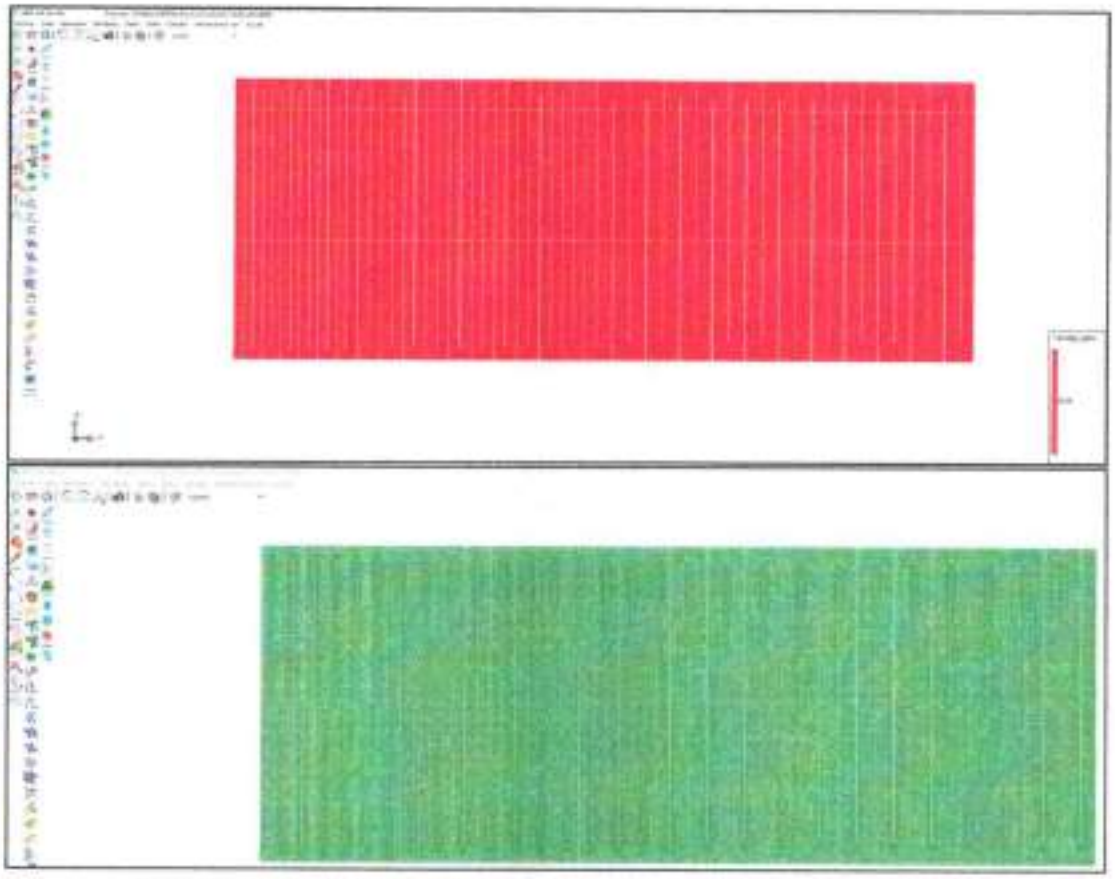


Figura 36-mallado numérico del modelo hidráulico iber v3.3.1

- Calculo:

Para el cálculo se definen 2500s de simulación en GPU, considerando como condición valida el cumplimiento de la ecuación de continuidad en el dominio computacional Qin=Qout.

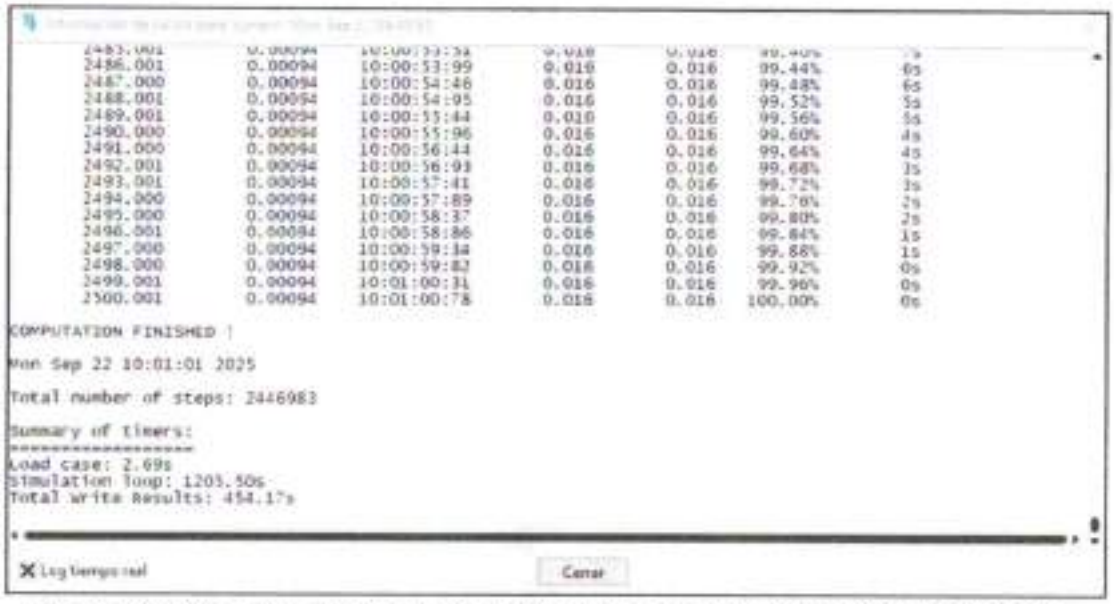
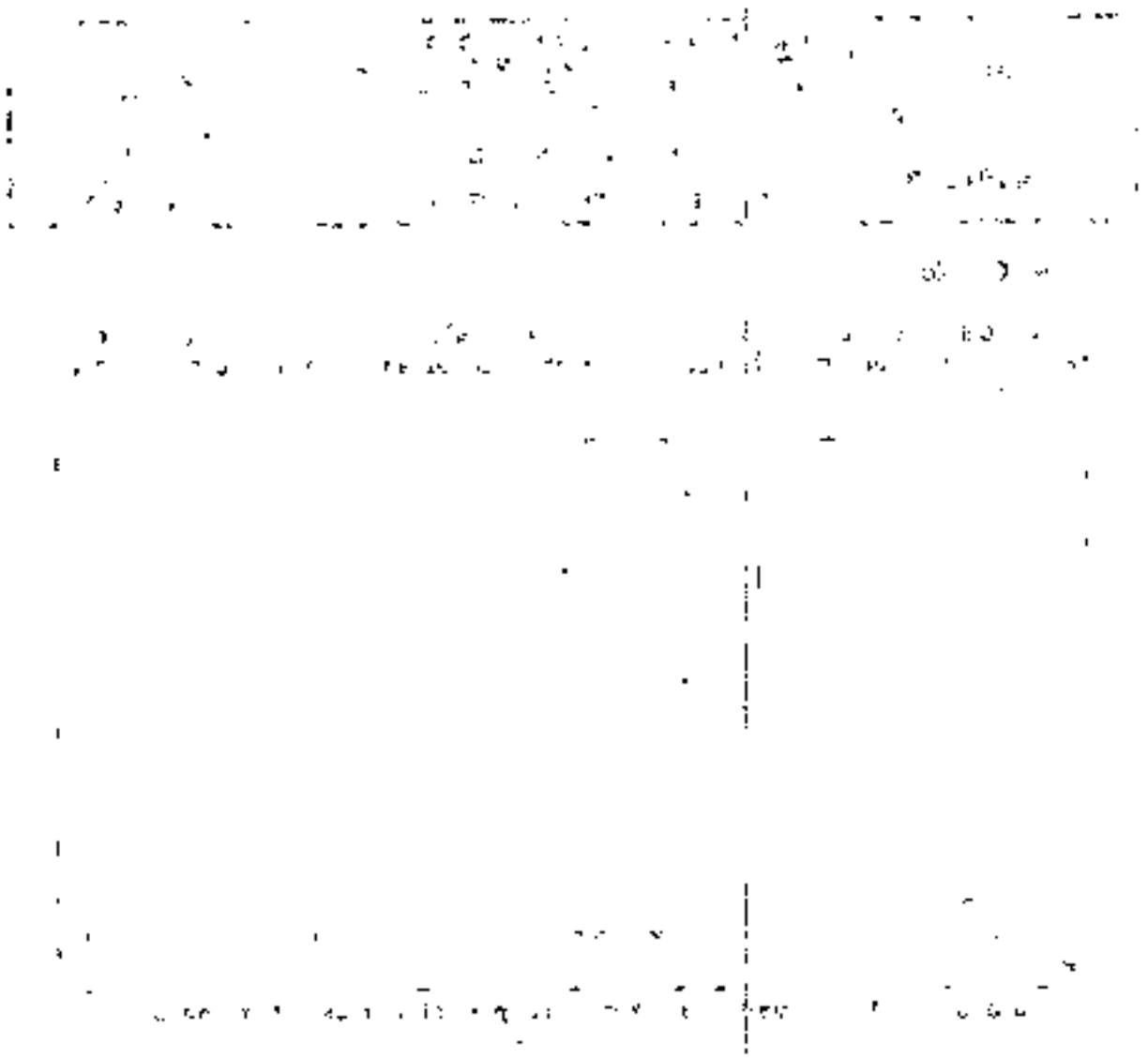


Figura 37-Final de la modelación hidráulica para el flujo estable t=2500s iber v3.3.1



- Post-Proceso:

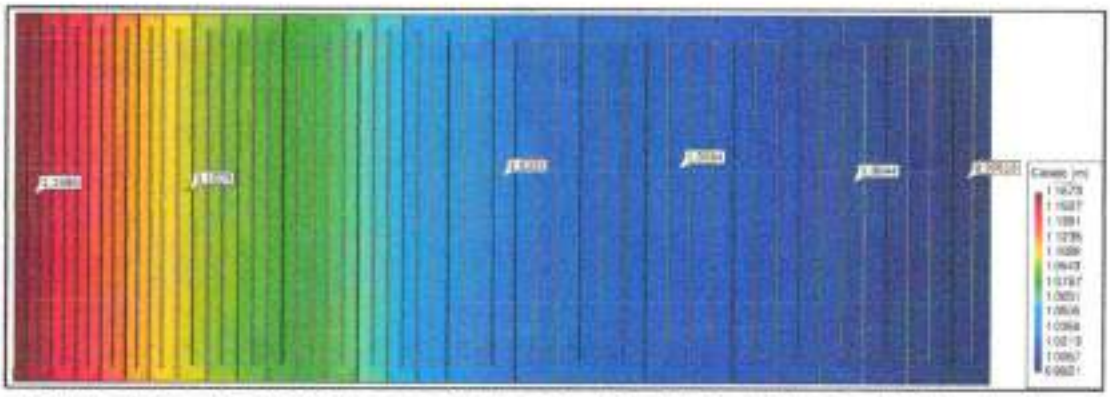


Figura 38-resultado de la magnitud profundidad (m) al interior del floculador, para el flujo estable t=2500s iber v3.3.1

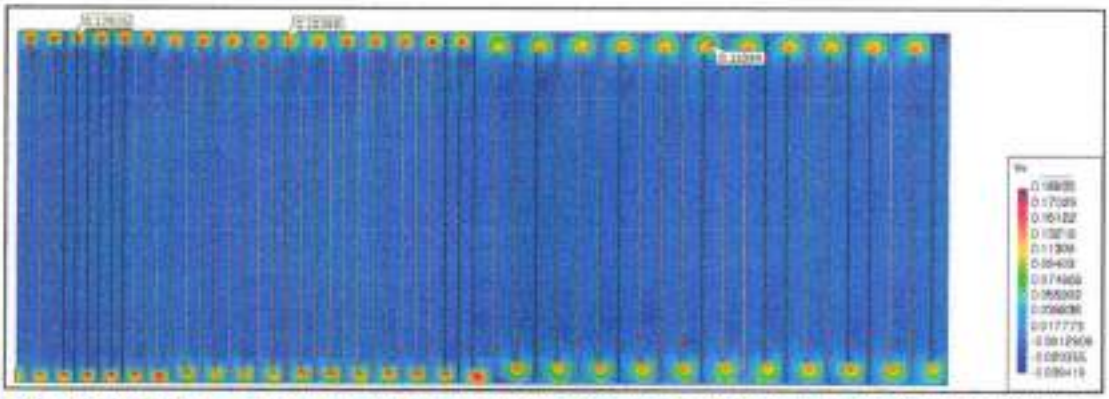


Figura 39-resultado de la magnitud velocidad en dirección x (m/s) al interior del floculador, para el flujo estable t=2500s iber v3.3.1

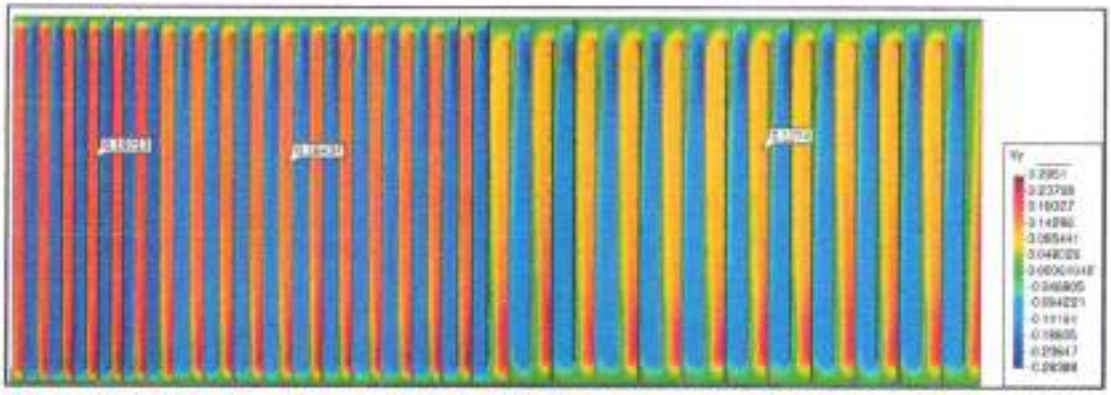


Figura 40-resultado de la magnitud velocidad en dirección y (m/s) al interior del floculador, para el flujo estable t=2500s iber v3.3.1

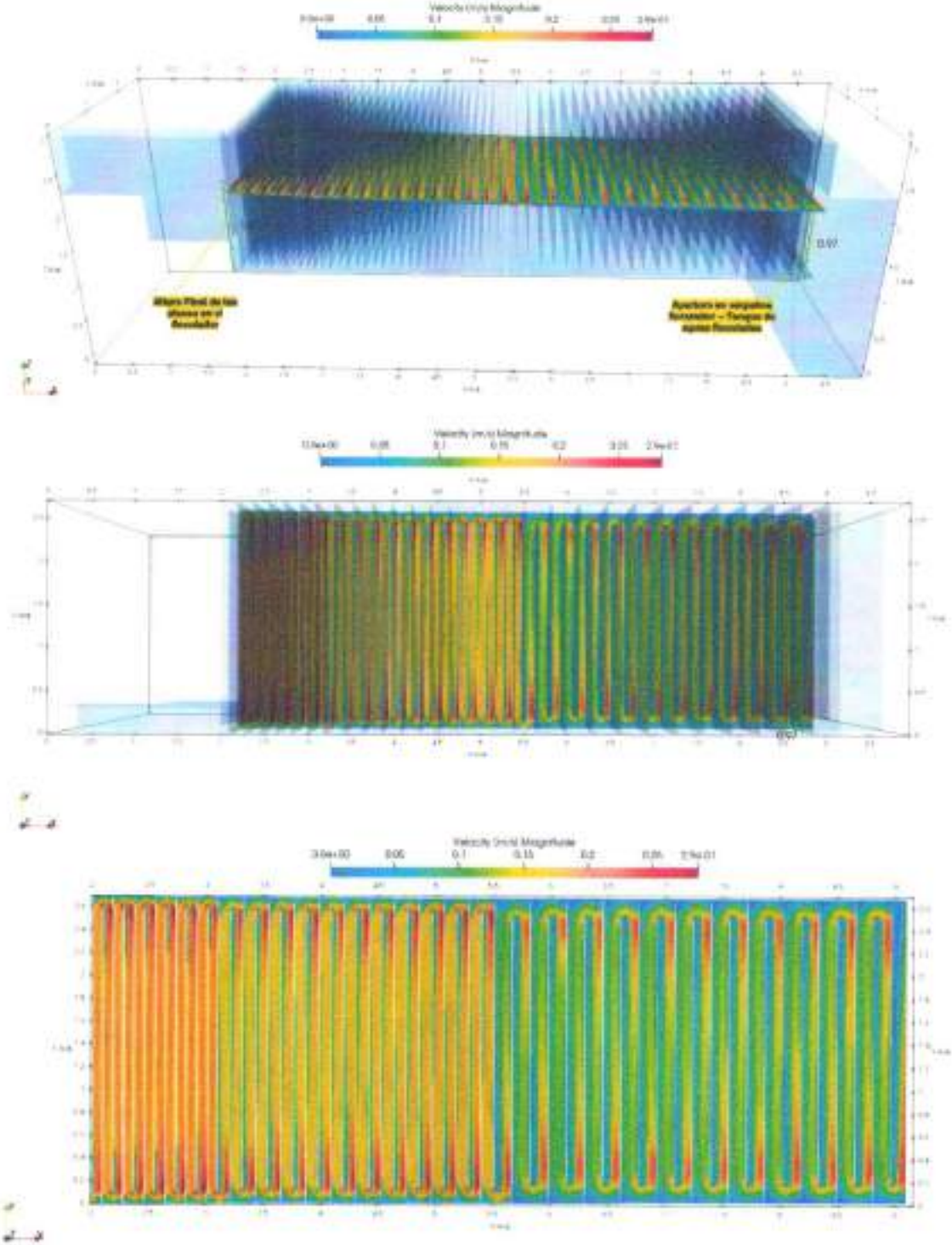


Figura 41-resultado del modelo CFD, al interior del floculador t=2500s

A partir de los resultados obtenidos en el modelo CFD, se puede verificar que las velocidades dentro del floculador se encuentran dentro del rango (0.1-0.6) m/s, lo que garantiza el cumplimiento de los gradientes hidráulicos, dada la configuración ya definida en cuanto a separación y altura de placas.

1.3.3-SISTEMA DE SEDIMENTACIÓN:

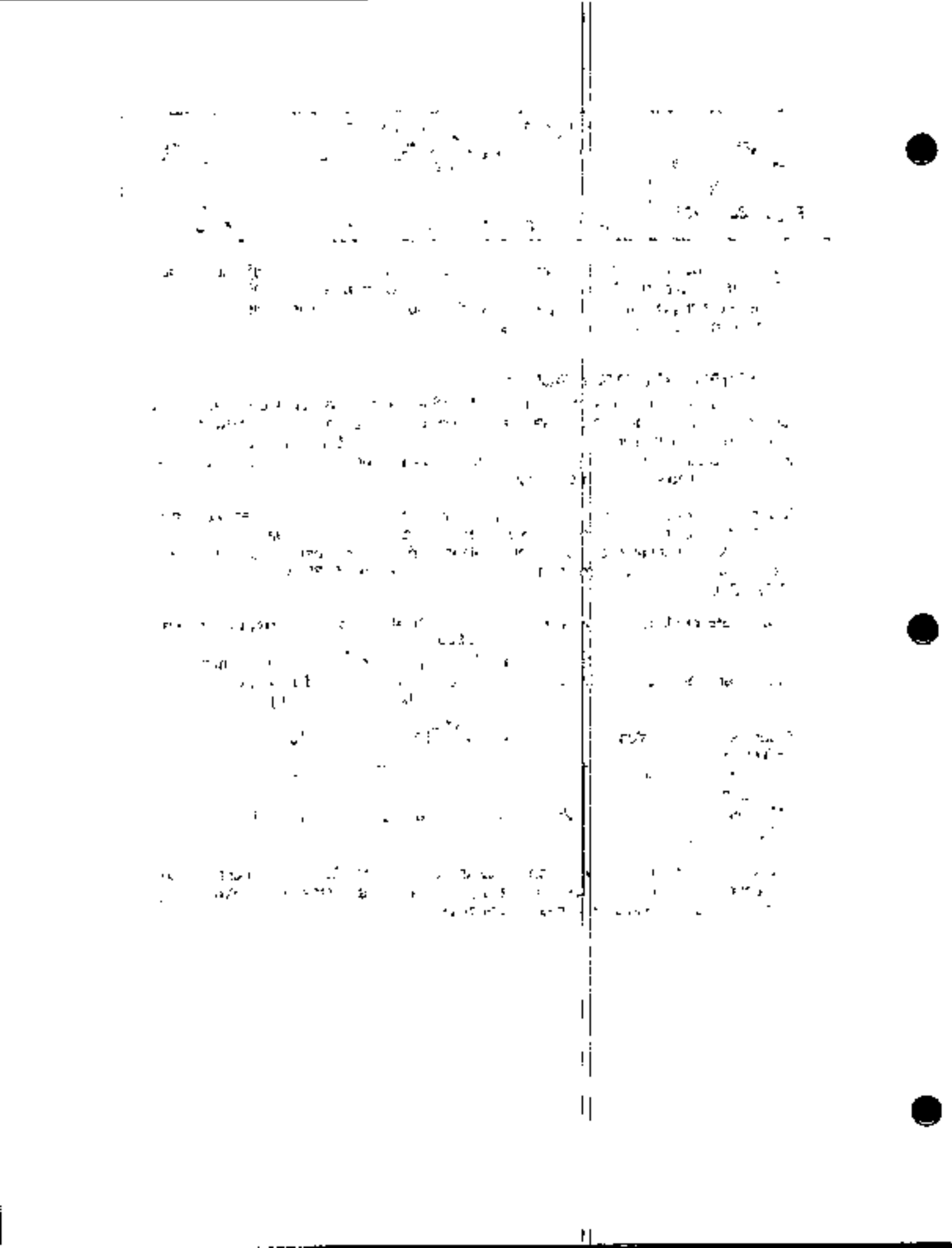
Uno de los procesos más ampliamente utilizados en el tratamiento del agua es la sedimentación, mediante la cual se remueve por efecto gravitacional las partículas en suspensión que tienen peso especifico mayor, que el del agua. En un determinado tiempo no todas las partículas en suspensión se sedimentan; las que sedimentan en un intervalo de tiempo elegido son las llamadas sólidos sedimentables.

Para efectos del planteamiento modular pensado para la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cocorná, se define un sedimentador de alta tasa de flujo ascendente. A continuación, se resaltan algunas de las consideraciones normativas vigentes aplicables en la materia RAS 2017 (Resolución 0330/2017 y Resolución 0799/2021).

Tabla -Referencia de parámetros normativos aplicables en la materia, resolución 0330 de 2017.

Tipo de sedimentador	Carga superficial (M^3/M^2/Dia	Tiempo de retención Hidráulica (Min)	Velocidad Crítica de Sedimentación (cm/Min)
Módulos angostos; L=0,60 m	100 - 110	10 - 20	15 - 30
Módulos angostos; L=1,20 m	120 - 185	10 - 20	15 - 30
Módulos profundos; L > 1,20 m	200 - 300	10 - 20	15 - 30

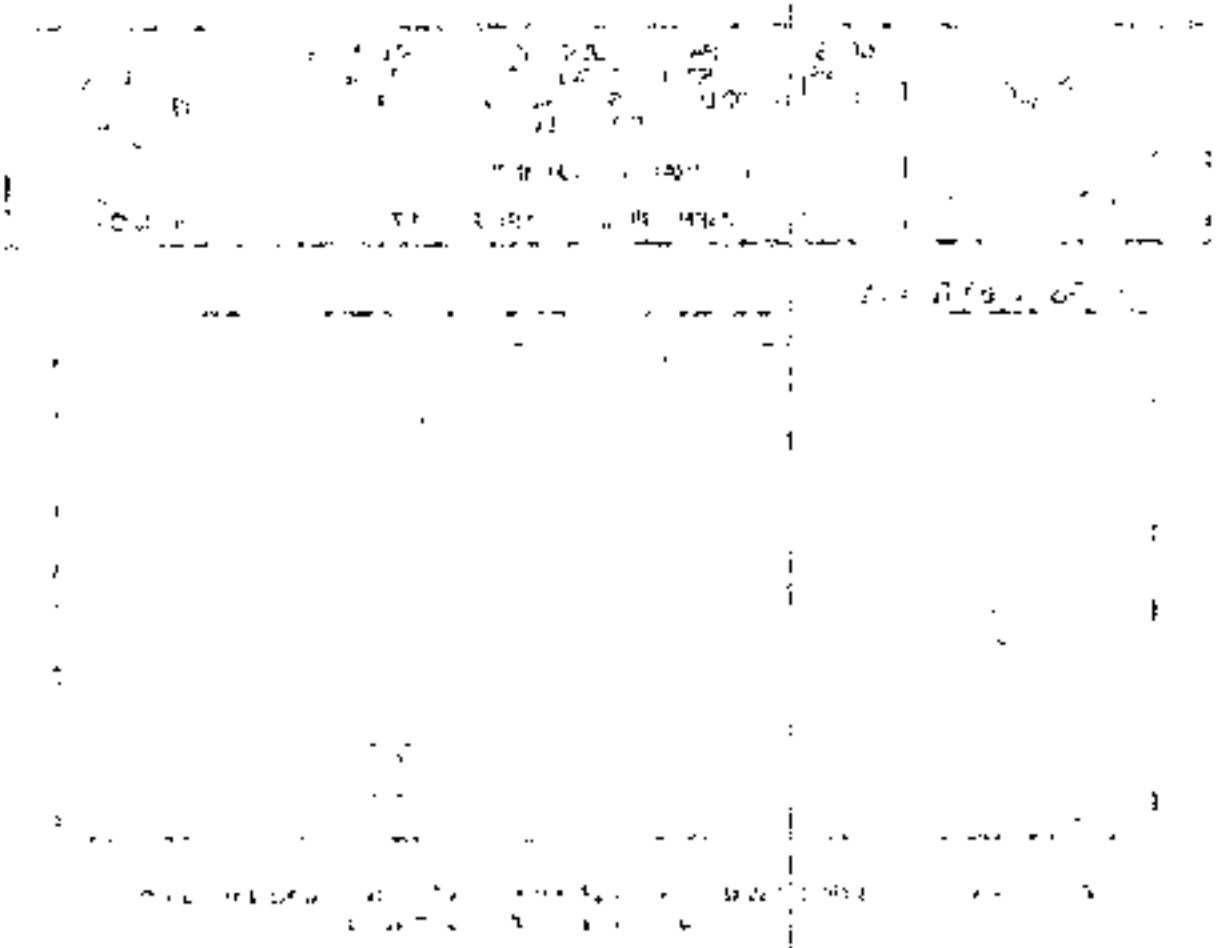
Para lograr un adecuado dimensionamiento del sedimentador de la PTAP, del municipio de Cocorná, se establecen los siguientes parámetros, los cuales son controlables y asociados a los materiales y procesos constructivos.



-DATOS DE ENTRADA:

1. Datos de entrada	Unidad	Valor	Expresión Matemática	Observaciones
Caudal (Q)	m3/s	0.0317	-	Caudal de diseño.
Número de módulos proyectados(N)	número	2	-	-
Caudal por módulo (q)	m3/s	0.0159	$Q = q$	-
Temperatura promedio del agua (Tprom)	° C	16.00	-	-
Viscosidad Cinemática del agua (v)	m2/s	0.00000109	-	Referencia 4, apéndice C, tabla C1
Longitud de la unidad (L)	m	2.6		Valor asumido.
Longitud de la unidad (A)	m	2.6		
Altura vertical del módulo de sedimentación acelerada (Hem)	m	1.04	-	Altura Comercial. (2 módulos de 0.52cm)
Altura entre modulos de sedimentación y canaleta recolectora	m	0.30		Altura Asumida.
Altura total efectiva del sedimentador	m	1.34		
Angulo de inclinación de la placa (θ)	grados sexagesimales	60.00	-	45 ≤ θ ≤ 60 ; OK. Referencia 3, p.212
Seno (θ)	radianes	0.866	-	-
Coseno (θ)	radianes	0.500	-	-
Dimensión del conducto hexagonal (e)	m	0.051	-	Asumido con base a Perez
Longitud relativa (λ)	m/m	20.4	$\frac{Hem}{e}$	15 ≤ λ ≤ 20 ; OK
Constante para velocidad de sedimentación crítica (Sc)	número	1	-	Referencia 3, p.208 Conductos hexagonales.

Tabla 5- Variables de entrada controlables para el dimensionamiento del sedimentador de alta tasa.



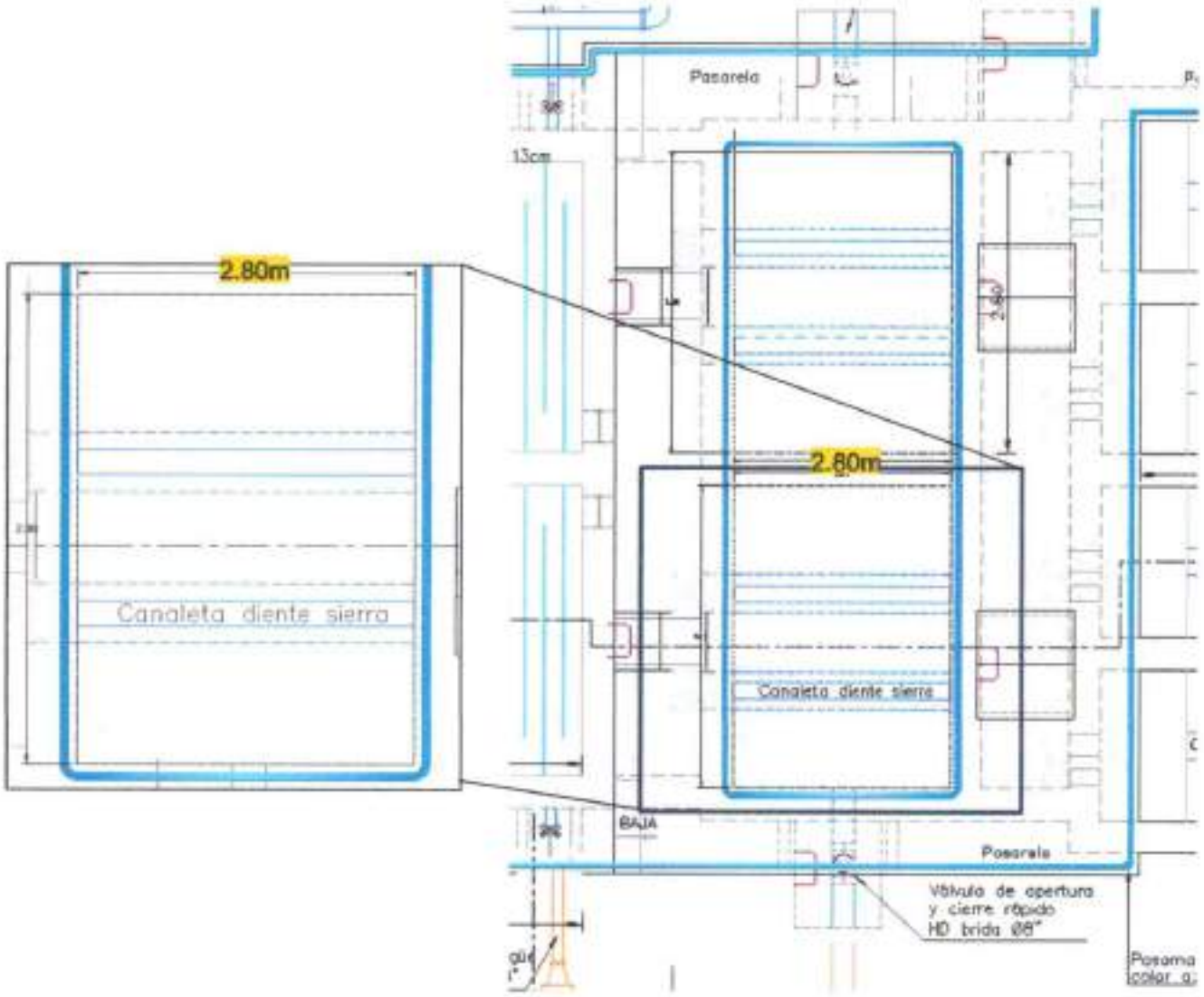
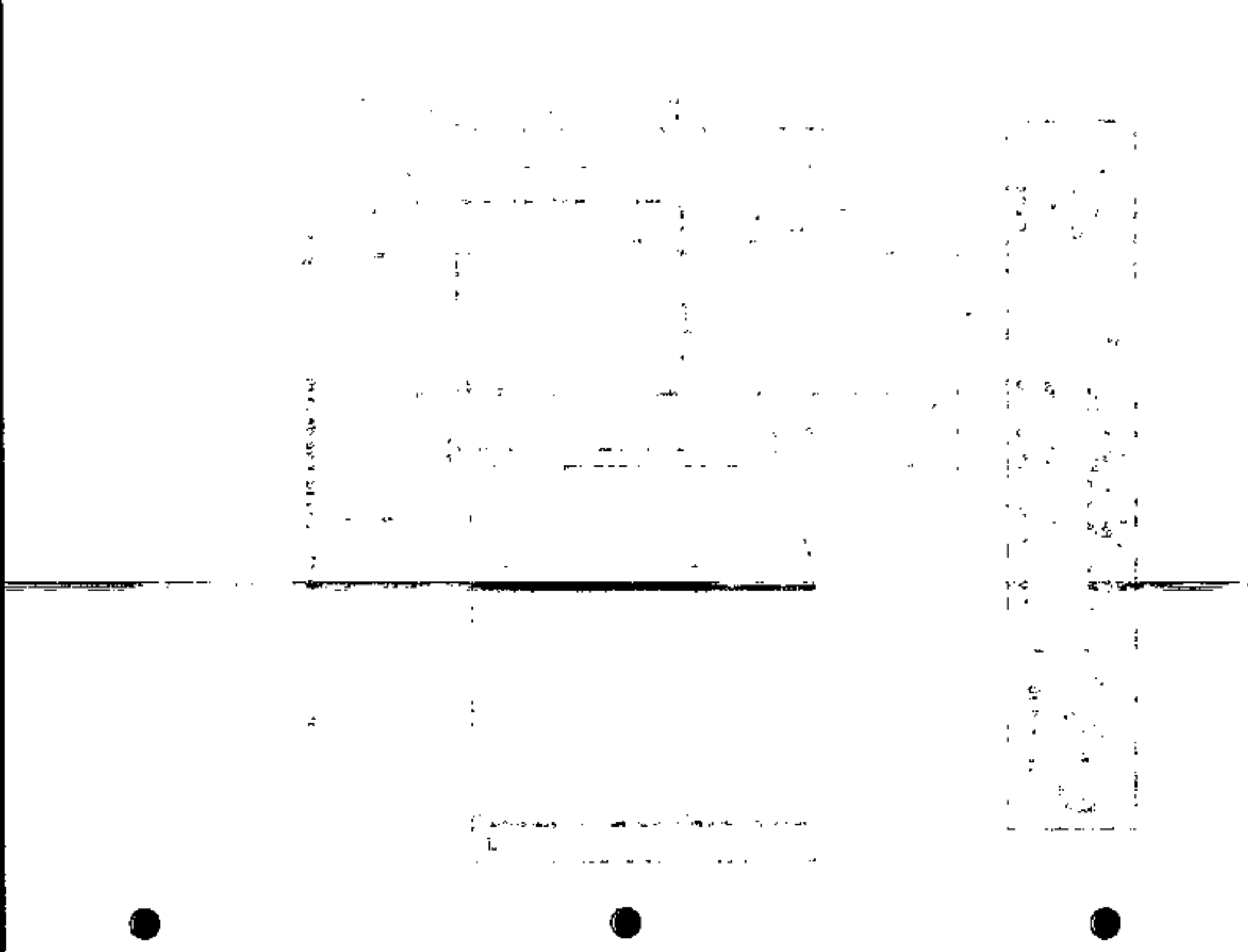


Figura 42- Planteamiento constructivo de la dimensión L(m) y B(m)



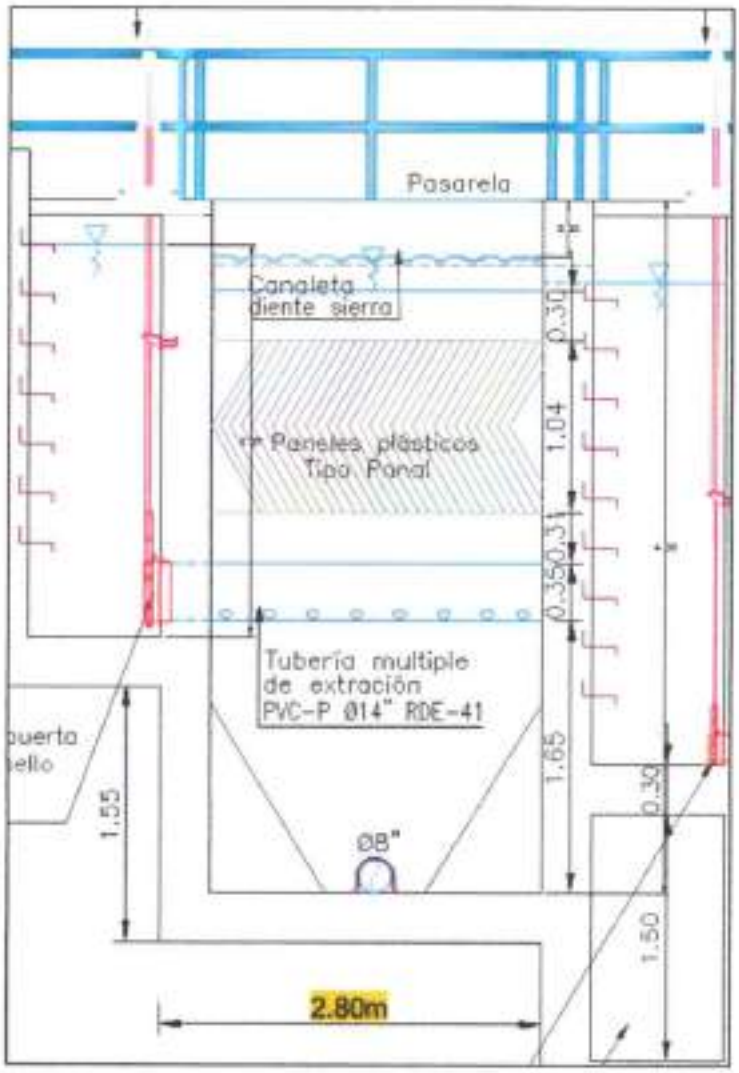
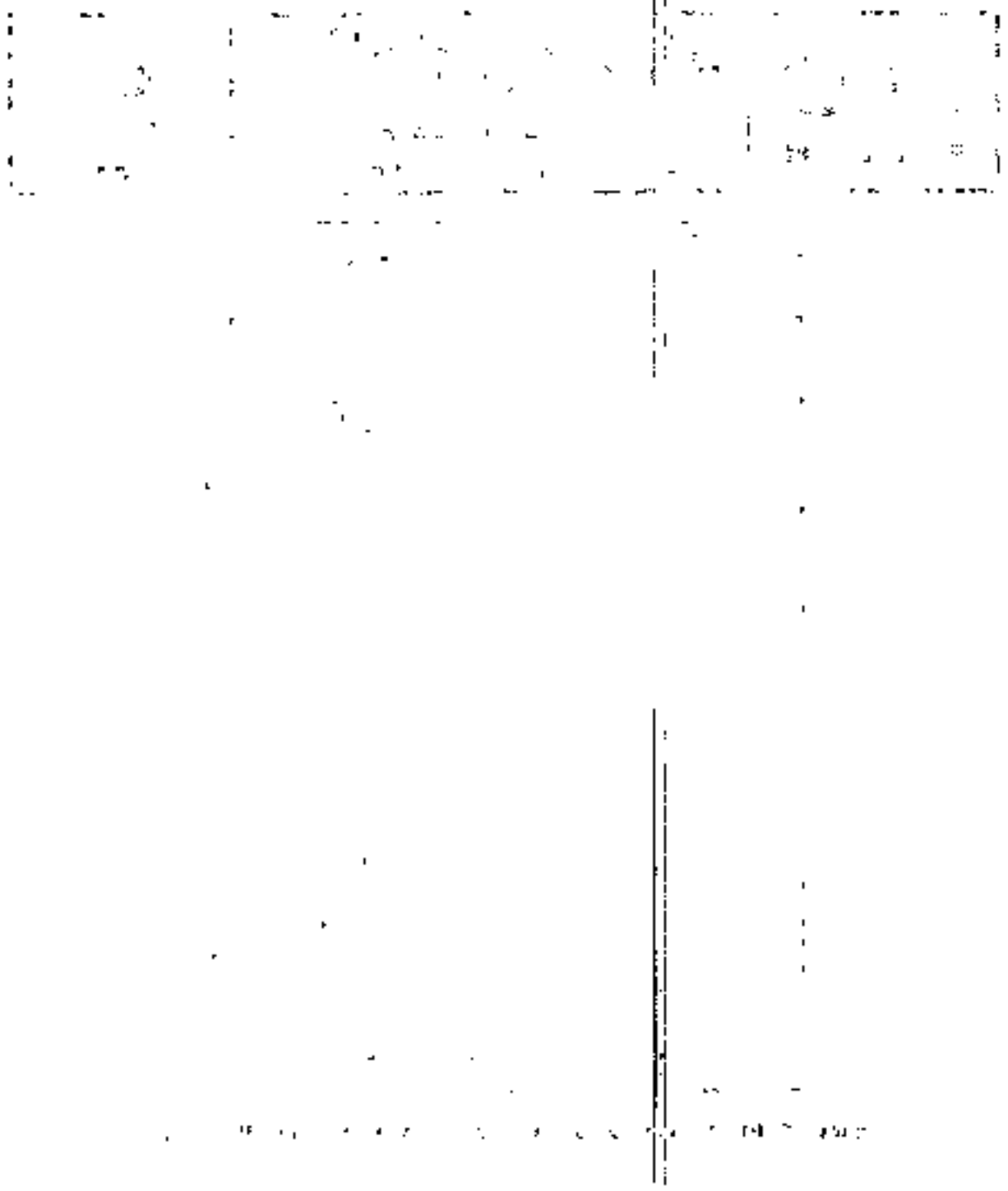


Figura 43- Planteamiento constructivo de la altura del sedimentador.



SEDIMENTADOR (MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN ACELERADA TIPO COLMENA)				
1. Datos de entrada	Unidad	Valor	Expresión Matemática	Observaciones
Caudal (Q)	m3/s	0.0317	-	Caudal de diseño
Número de módulos proyectados(N)	número	2	-	-
Caudal por módulo (q)	m3/s	0.0159	$Q = q$	-
Temperatura promedio del agua (Tprom)	°C	14.00	-	-
Viscosidad Cinemática del agua (v)	m2/s	1.14E-06	-	Referencia 4. Apendice C. tabla C1
Longitud de la unidad (L)	m	2.5	-	Valor asumido
Longitud de la unidad (b)	m	2.5	-	-
Altura vertical del módulo de sedimentación acelerada (Hsm)	m	1.00	-	Altura Comercial (2 módulos de 0.50m c/u)
Altura entre modulos de sedimentos (Hs = cortina recolectora)	m	0.20	-	Altura Acumulada
Altura total efectiva del sedimentador	m	1.34	-	-
Angulo de inclinación de la placa (θ)	grados sexagesimales	60.00	-	45 ≤ θ ≤ 60 ; OK - Referencia 5. p.210
Seno (θ)	radianes	0.866	-	-
Coseno (θ)	radianes	0.500	-	-
Dimensión del conducto hexagonal (a)	m	0.050	-	Dato de fabricante
Longitud teórica (lt)	m/s	10.0	$\frac{10\cos\theta}{a}$	10 ≤ l ≤ 20 ; OK
Coeficiente para velocidad de sedimentación crítica (Kv)	número	1	-	Referencia 5. p.209. Conductos hexagonales
2. Cálculos y Relaciones Sedimentador				
Área superficial de la unidad (As)	m2	7.50	$L*A$	-
Velocidad del agua a través de la unidad (Vo)	m/s	0.0002116	$\frac{Q}{As}$	-
Velocidad del agua a través de la unidad (Vo)	m3/m2-d	18.27	-	120 ≤ Vo ≤ 185. OK. Referencia: La resolución 0330 de 2017. Tabla 9 recomienda una carga superficial comprendidas entre 120 y 185 m3/m2-d y para placas o módulos angulares (...entre 0,8-1,0m)
Velocidad de sedimentación crítica (Vsc)	m2/m2-d	18.0	$\frac{Ji * Vo}{Sen\theta + Ji * Cos\theta}$	10 ≤ Vc ≤ 20 ; OK. Tabla 8 Res. 0330 de 2017
Velocidad de sedimentación crítica (Vsc)	m/s	0.000125	-	-
Tiempo de detención o tiempo de sedimentación (Td)	minutos	14.97	$\frac{Nm*Vol}{Qd}$	10 ≤ Td ≤ 20 ; OK
Verificación del régimen de flujo - Número de Reynolds (Re)	-	114.285265	$\frac{Vo*r}{v}$	Re < 280. OK. Flujo laminar. Referencia 1
Eficiencia teórica de remoción (Ef)	%	84	-	Valor obtenido de la Grafica 1
3. Cálculos y Relaciones Canaleta Recolectora Tipo Orificio de Fondo				
Número de canaletas	número	2	-	-
Caudal por canaleta (qc)	l/s	15.92	$q * 1000 * 1.5$	El caudal se mayora utilizando un factor de 1.5
Ancho de la canaleta (bc)	cm	0.20	-	Valor asumido
Altura de la canaleta (hc)	cm	20.00	-	Valor asumido
Longitud exterior de la canaleta (lc)	m	2.60	$m = 2.5_{lc}$	-
Longitud interna de la canaleta (l)	m	2.50	$m * (2.5_{lc} - 2 * A_{lc})$	-
Ancho vertedero (av)	m	0.10	-	Valor asumido
Longitud de los espacios entre vertederos (ev)	m	0.10	-	Valor asumido
Número de vertederos (nv)	número	14	$\frac{l}{(av+ev)}$	La canaleta solo colecta el agua por el lado interno ya la cara que esta solo tendrá vertederos
Caudal por vertedero (qv)	l/s	0.728	$\frac{Q_c}{n_v}$	-
Altura del agua sobre los vertederos (hv)	m	0.1402	$\left(\frac{Q_v}{1.4}\right)^{\frac{2}{3}}$	Formula de Thomson
Altura del agua en la canaleta (hc)	m	0.1300	$\left[\frac{7.5*Q_c}{L}\right]^{\frac{2}{5}}$	hc < h ; OK
Tasa de descontamiento (Td)	l/s/m	5.68	$\frac{Q_c}{Lc}$	Aunque la tasa de descontaminamiento no se encuentra en el rango optimo 1.67 ≤ Td ≤ 3.34, el valor obtenido garantiza que no se presenten fenomenos de resuspension de lodos ya que las tasas superiores al rango optimo producen turbulencia en la componente vertical de flujo hasta niveles mayores que la velocidad de sedimentación. Referencia 5. p.191

Tabla 6-Calculo del sedimentador para la PTAP municipio de Cocorná

-Calculo de múltiples de distribución de caudal y extracción de lodos.

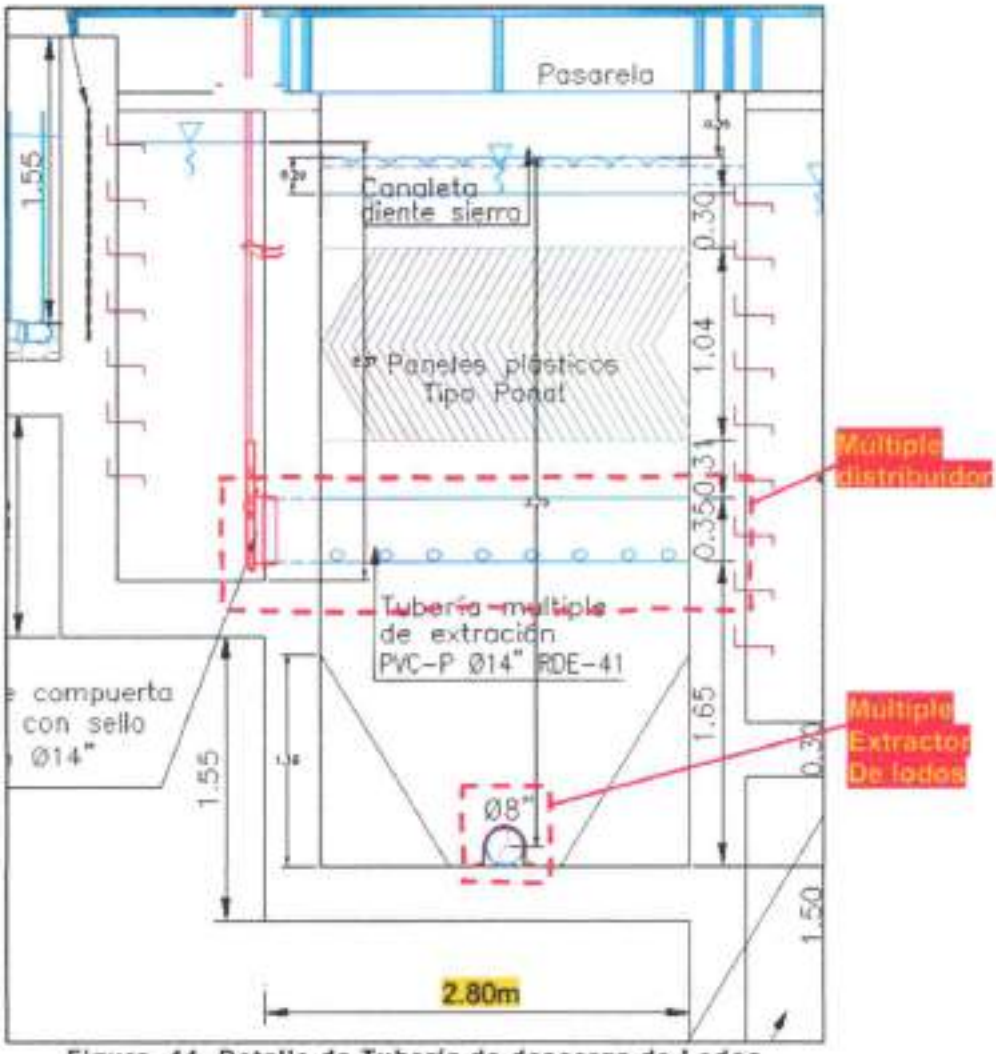


Figura 44- Detalle de Tubería de descarga de Lodos

- Múltiple distribuidor:

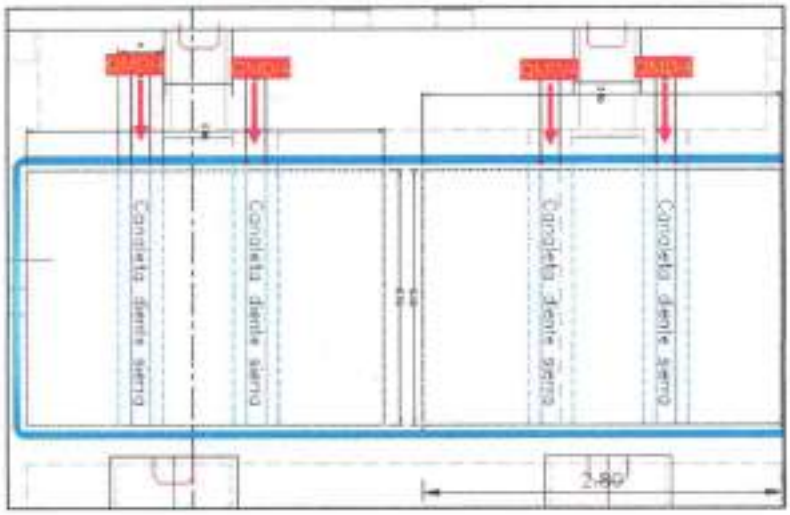


Figura 45- Vista en planta para el caudal de ingreso al sedimentador, mediante la implementación de múltiples de distribución

Datos de entrada QMD=31.7 LPS→0.0317m3/s

Caudal por Zona: q=31.7/4=7.92LPS=0.007925m3/s

Diámetro del múltiple: 14 pulg →0.3556m

Área del múltiple = 0.25*3.1416*(0.3556^2)=0.0993 m2

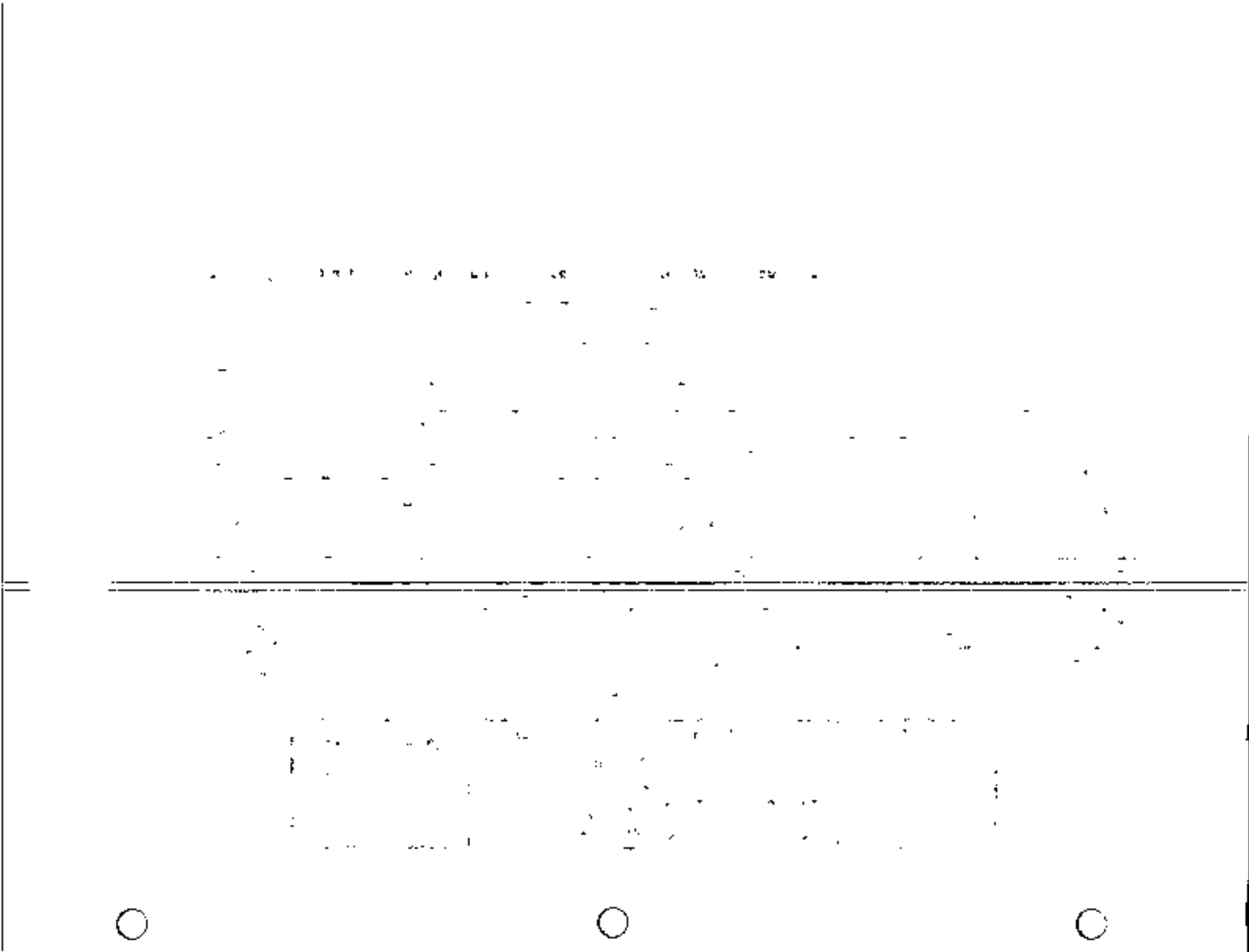
Numero de orificios por múltiple = 14 und

Diámetro por orificio = 7.62cm → 3 Pulg

Área de los orificios = 0.00456 m2

PARÁMETROS DE DISEÑO								
* Caudal Máximo			31.70	l/s				
* Número de Múltiples Distribuidores			4	Un	pulg			
* Diámetro de los Orificios			7.82	cm	3.2			
* Diámetro del Múltiple			14	pulg				
* Área de los Orificios (Ao)			0.00458	m²				
* Área del múltiple (Am)			0.0993	m²				
* Caudal por multiple (Qm)			7.93	l/s	0.007925	m3/s		
* Temperatura			18	oC				
* Número de orificios por múltiple (n)			14	un				
* Viscosidad cinemática			0.010905	cm²/s	1.0905E-06	m2/s		
Intervalos	$\psi = Q_m/n$	$V_O = \psi/A_o$	$(Q_{mi}) \; Q_{mi} = Q_m - (i-1)\cdot\psi$	$V_{mi} = Q_{mi}/A_m$	(m/s)2	$B_i = \sqrt{1+(V_m/V_i)^2}$	$(1/B_i)^{1.2} - 1/\sqrt{B_i}$	$G = \frac{V_O}{\sqrt{\nu}} \cdot \sqrt{\frac{1}{B_{prom}}}$
	m3/s	m/s				Coeficiente de perdida de carga		
1	0.000566	0.1241	0.000008	0.000	0.00000	1.000	1.000	126.54
2	0.000566	0.1241	0.000566	0.006	0.00211	1.001	0.999	126.47
3	0.000566	0.1241	0.001130	0.011	0.00843	1.004	0.998	126.28
4	0.000566	0.1241	0.001696	0.017	0.01868	1.009	0.995	125.97
5	0.000566	0.1241	0.002261	0.023	0.03314	1.017	0.992	125.54
6	0.000566	0.1241	0.002830	0.028	0.05271	1.026	0.987	125.00
7	0.000566	0.1241	0.003396	0.034	0.07661	1.037	0.982	124.35
8	0.000566	0.1241	0.003963	0.040	0.10332	1.050	0.976	123.61
9	0.000566	0.1241	0.004529	0.046	0.13454	1.065	0.969	122.78
10	0.000566	0.1241	0.005096	0.051	0.17079	1.082	0.961	121.88
11	0.000566	0.1241	0.005661	0.057	0.21085	1.100	0.953	120.91
12	0.000566	0.1241	0.006227	0.063	0.25513	1.120	0.945	119.88
13	0.000566	0.1241	0.006793	0.068	0.30362	1.142	0.936	118.80
14	0.000566	0.1241	0.007358	0.074	0.35634	1.165	0.927	117.69

Tabla 7- Cálculo del múltiple distribuidor en conexión floculador-sedimentador



- Múltiple extractor de lodos:

Altura lamina de agua =	2.75	m
Longitud =	2.90	m
$N = \frac{\text{Longitud total del múltiple}}{\text{Separación entre orificios (Xr)}}$	14.0	orificios
Ø Orificios = do	**3.175**	cm
Ø Orificios =	**1.25**	pulg
Separación entre orificios Xr =	0.20	m
Velocidad de Arrastre de sólidos V (2-3) cm/s	2.6	cm/s
Ancho de zona de influencia X =	0.10	m
Diámetro del Múltiple =	**8**	(pulg)
Suma de áreas de orificios = $A_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} \times N$	110.84	cm²
Área de múltiple = $A_m = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	324.29	cm²
Suma áreas área múltiple = 0.4 = $\frac{A_{o\,total}}{A_m} \leq 0.4$	**0.341796875**	ok cumple
Descarga de los tubos = $Q = A_{o\,total} \cdot V$	0.00022169	m3/s
Descarga de los tubos = 0 LPS	0.22168504	l/s
Por lo tanto, se deben colocar un tubo de **Ø8"** perforados (uno por unidad), cada uno con **14** orificios de **Ø1¼"** intercalados por cada lado, formando ángulo de 90° entre ellos y separados 20 **cm**. Los tubos extractores deben ir sellado en un extremo		

Tabla 8- Cálculo del múltiple extractor del sedimentador

-Cálculo de la tolva de lodos:



Figura 46- Detalle de tolva de lodos.

Numero de Tolvas por sedimentador =	1
Angulo de inclinación =	59°
b: Ancho inferior de la tolva =	0.60 m
T: Tiempo de Purga =	3.00 d
Lt: Longitud de la tolva =	2.80 m
b: Ancho superior de la tolva =	2.80 m
Ab: Área menor de la tolva = A_b = área de la base inferior $= b \times L$	1.68 m2
AB: Área mayor de la tolva A_B = área de la base superior $= B \times L$	7.84 m2
$H = \left(\frac{B-b}{2}\right) \times \tan(\theta)$	1.83 m
H: Altura real de la Tolva	1.15 m
$V_{tolva} = \frac{H}{3} \times \left(A_b + A_B + \sqrt{A_b \times A_B}\right)$	5.04 m³

Tabla 9- Dimensionamiento de la tolva recolectora de lodos

Para el cálculo de la producción de lodos en la PTAP, se evalúan múltiples escenarios de tratamiento, considerando una variación en las características del agua en función de las condiciones de turbiedad, variando la concentración de solidos suspendidos y concentración de solidos en los lodos extruidos, empleando la siguiente ecuación.

$$V_L - \frac{Q \times SS_{in} \times \eta \times T}{\rho \times C}$$

Donde

$$V_L - \frac{Q\,(\mathrm{m^3/día}) \times SS_{in}\,(\mathrm{g/m^3}) \times \eta \times T\,(\mathrm{días})}{\rho\,(\mathrm{kg/m^3}) \times C\,(\mathrm{kg/m^3})} \times \frac{1\,\mathrm{kg}}{1000\,\mathrm{g}}$$

Q: Caudal de agua tratada (m³/día), Representa el volumen de agua que entra al sedimentador por día.

SSinSSin: Concentración de sólidos suspendidos en el agua de entrada (mg/L = g/m³).

n: Masa de sólidos por unidad de volumen de agua.

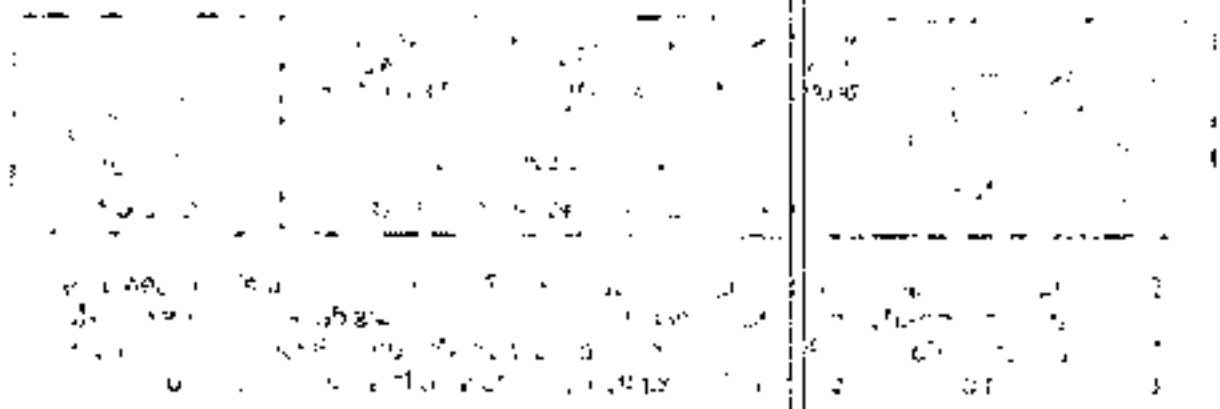
ηη: Eficiencia de remoción del sedimentador (decimal), Fracción de sólidos que se retienen en el sedimentador (ej. 0.8 para 80%).

T: Tiempo de almacenamiento o purga (días), Periodo entre limpiezas de la tolva.

ρp: Densidad de los lodos (kg/m³), Usualmente entre 1050-1100 kg/m³ (lodos con 95-96% de agua).

CC: Concentración de sólidos en los lodos extraídos (kg/m³), Típicamente 30-50 kg/m³ (3-5% de sólidos).

Volumen de lodos generados (m³), Resultado final: volumen que ocupan los lodos después de T días.



A continuación, se describen los escenarios más típicos, considerando además que la estructura desarenador en la aducción y el floculador hidráulico en la PTAP, no estarán en funcionamiento como condición más crítica del sedimentador.

Escenario 1: Agua muy turbia (alta turbiedad)

Fuente: Evento de lluvia, creciente torrencial en la bocatoma.

SS_in: 500 - 1000 mg/L

CONCENTRACION DE LODOS ENTRE EL 2%-6%		
C1	20	kg/m3
C2	30	kg/m3
C3	40	kg/m3
C4	50	kg/m3
C5	60	kg/m3

Escenario 1: Agua muy turbia (alta turbiedad)	SS_in (mg/L)	T: Tiempo de Purga (dias)	VL (m3)	cumple VL<Vtolva
V_L1 -->C1	800	0.11 d	4.8	cumple
V_L1 -->C2	800		3.2	cumple
V_L1 -->C3	800		2.4	cumple
V_L1 -->C4	800		1.9	cumple
V_L1 -->C5	800		1.6	cumple

Tabla 10- Calculo del Volumen de los Escenario 1



Escenario 2: Agua turbia moderada

Fuente: captación en bocatoma en época de invierno.

SS_in: 200 - 500 mg/L

CONCENTRACION DE LODOS ENTRE EL 2%-6%		
C1	20	kg/m3
C2	30	kg/m3
C3	40	kg/m3
C4	50	kg/m3
C5	60	kg/m3

Escenario 2: Agua turbia moderada	SS_in (mg/L)	T: Tiempo de Purga (días)	VL (m3)	cumple VL<Vtolva
V_L1 -->C1	350	0.26 d	5.0	cumple
V_L1 -->C2	350		3.3	cumple
V_L1 -->C3	350		2.5	cumple
V_L1 -->C4	350		2.0	cumple
V_L1 -->C5	350		1.7	cumple

Tabla 11- Calculo del Volumen de los Escenario 2

Escenario 3: Agua ligeramente turbia

Fuente: Captación en época seca.

SS_in: 100 - 200 mg/L

CONCENTRACION DE LODOS ENTRE EL 2%-6%		
C1	20	kg/m3
C2	30	kg/m3
C3	40	kg/m3
C4	50	kg/m3
C5	60	kg/m3

scenario 3: Agua ligeramente turbia	SS_in (mg/L)	T: Tiempo de Purga (dias)	VL (m3)	cumple VL<Vtolva
V_L1 -->C1	150	0.61 d	5.0	cumple
V_L1 -->C2	150		3.3	cumple
V_L1 -->C3	150		2.5	cumple
V_L1 -->C4	150		2.0	cumple
V_L1 -->C5	150		1.7	cumple

Tabla 12- Calculo del Volumen de los Escenario 3

Escenario 4: Agua relativamente clara

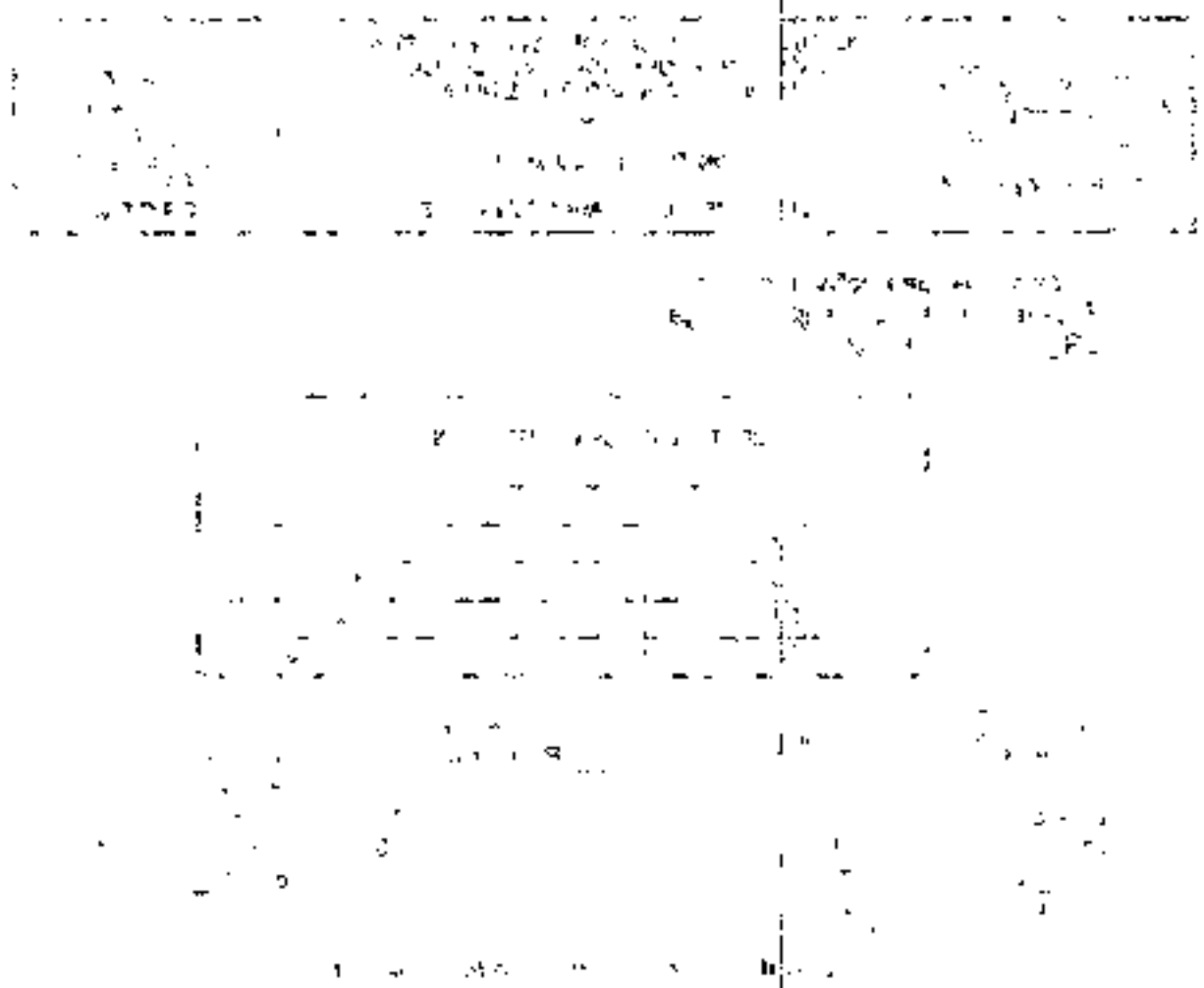
Fuente: Evento de estiaje prolongado

SS_in: 50 - 100 mg/L

CONCENTRACION DE LODOS ENTRE EL 2%-6%		
C1	20	kg/m3
C2	30	kg/m3
C3	40	kg/m3
C4	50	kg/m3
C5	60	kg/m3

Escenario 4: Agua relativamente clara	SS_in (mg/L)	T: Tiempo de Purga (dias)	VL (m3)	cumple VL<Vtolva
V_L1 -->C1	75	1.22 d	5.0	cumple
V_L1 -->C2	75		3.3	cumple
V_L1 -->C3	75		2.5	cumple
V_L1 -->C4	75		2.0	cumple
V_L1 -->C5	75		1.7	cumple

Tabla 13- Calculo del Volumen de los Escenario 4



Escenario 5: Agua muy clara

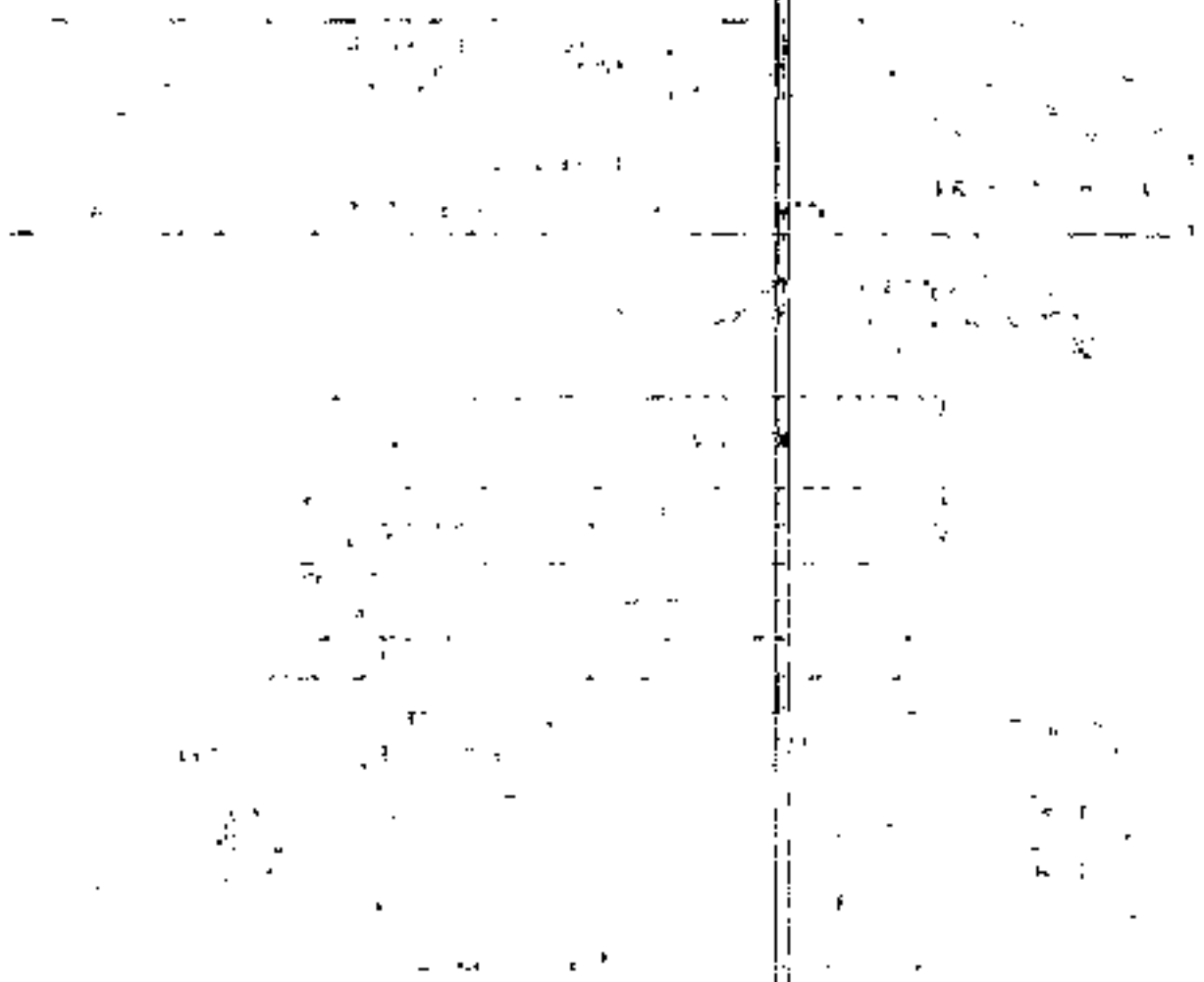
Fuente: Captación en condiciones optimas

SS_in: 10 - 50 mg/L

CONCENTRACION DE LODOS ENTRE EL 2%-6%		
C1	20	kg/m3
C2	30	kg/m3
C3	40	kg/m3
C4	50	kg/m3
C5	60	kg/m3

Escenario 5: Agua muy clara	SS_in (mg/L)	T: Tiempo de Purga (días)	VL (m3)	cumple VL<Vtolva
V_L1 -->C1	35	2.60 d	5.0	cumple
V_L1 -->C2	35		3.3	cumple
V_L1 -->C3	35		2.5	cumple
V_L1 -->C4	35		2.0	cumple
V_L1 -->C5	35		1.7	cumple

Tabla 14- Calculo del Volumen de los Escenario 5



1.3.3.1- Modelo CFD-Sedimentador:

Para el sedimentador se desarrolló un modelo numérico con la finalidad de verificar la velocidad ascensional del flujo, considerando, las dimensiones del tanque sedimentador y los elementos en su interior (múltiples + paneles), se implementa el software OPEN FOAM, de libre distribución, considerando las 3 etapas claves que constituyen el modelo.

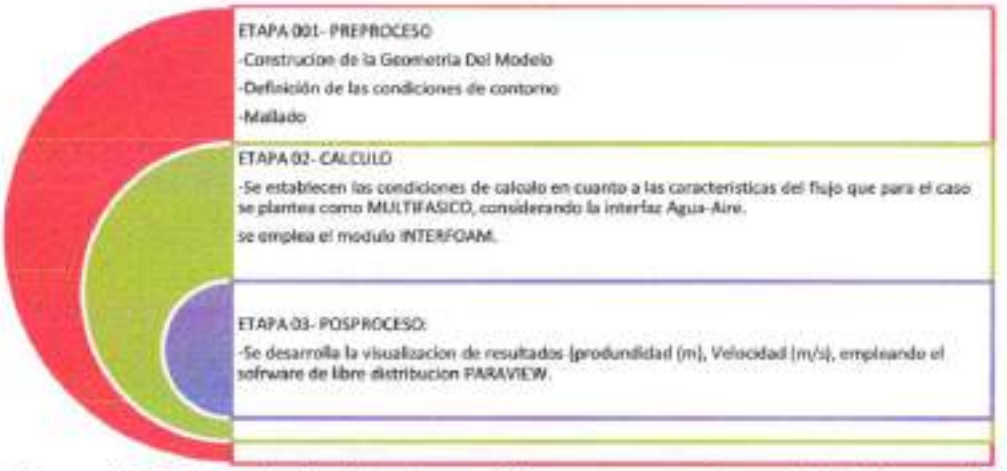
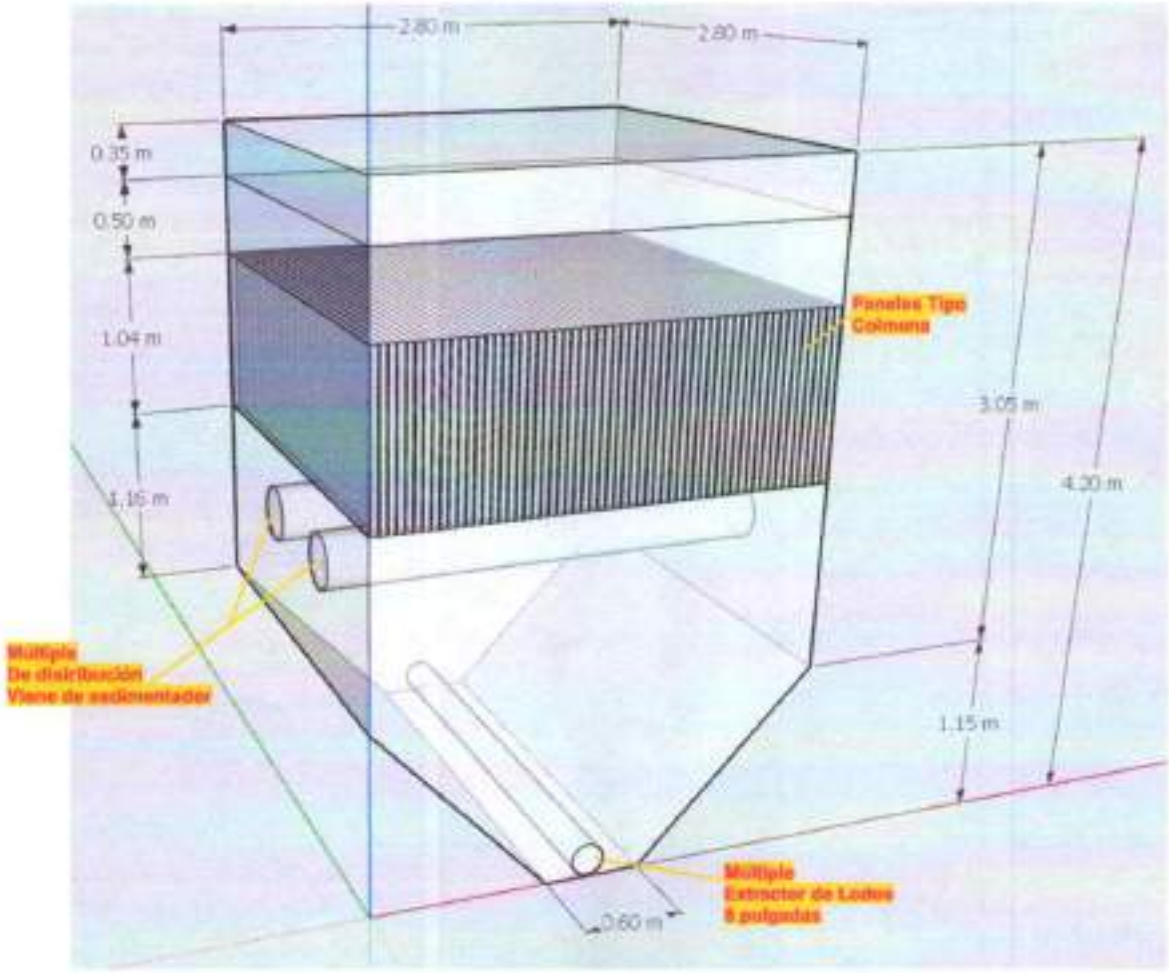


Figura 47-Referencia de las etapas del proceso para la modelación numérica del Sedimentador.



Nota: Para efectos del modelo hidráulico se cambian los paneles tipo colmena, por paneles verticales paralelos con una separación (0.01m+0.04m+0.01m).

Figura 48-Modelo geométrico de un sedimentador, como condición previa para modelación numérica.

- Preproceso:

Una vez se tiene el modelo geométrico de la zona a estudiar, se implementa el software de libre distribución salome v 9.14, para la construcción de un sólido teniendo como grupos asociados al mismo las condiciones de contorno inlet, outlet, atmosphere y walls, considerando en todo momento el aspecto ratio de la malla el cual se establece como una buena práctica de mallado <10, para alcanzar la convergencia y estabilidad del modelo numérico.

-grupo inlet: se especifica en el modelo numérico una condición de contorno de tipo inlet, la cual corresponde al QMD que la planta de tratamiento va a tratar en el horizonte de diseño 2025-2050 (31.7LPS), si bien en la PTAP, se contemplan dos módulos en paralelo, para efectos del modelo numérico-hidráulico, se considera que un solo modulo va tratar la totalidad de caudal como condición operativa más desfavorable. La entrada se especifica considerando la descarga desde los múltiples de acceso en el fondo del sedimentador, considerando en todo momento la condición de flujo ascendente (Eje +z).

-grupo outlet: para garantizar la continuidad en todo el modelo, se establece una condición de contorno de tipo salida a la altura del ingreso del caudal en las canaletas diente de sierra recolectoras de aguas sedimentadas.

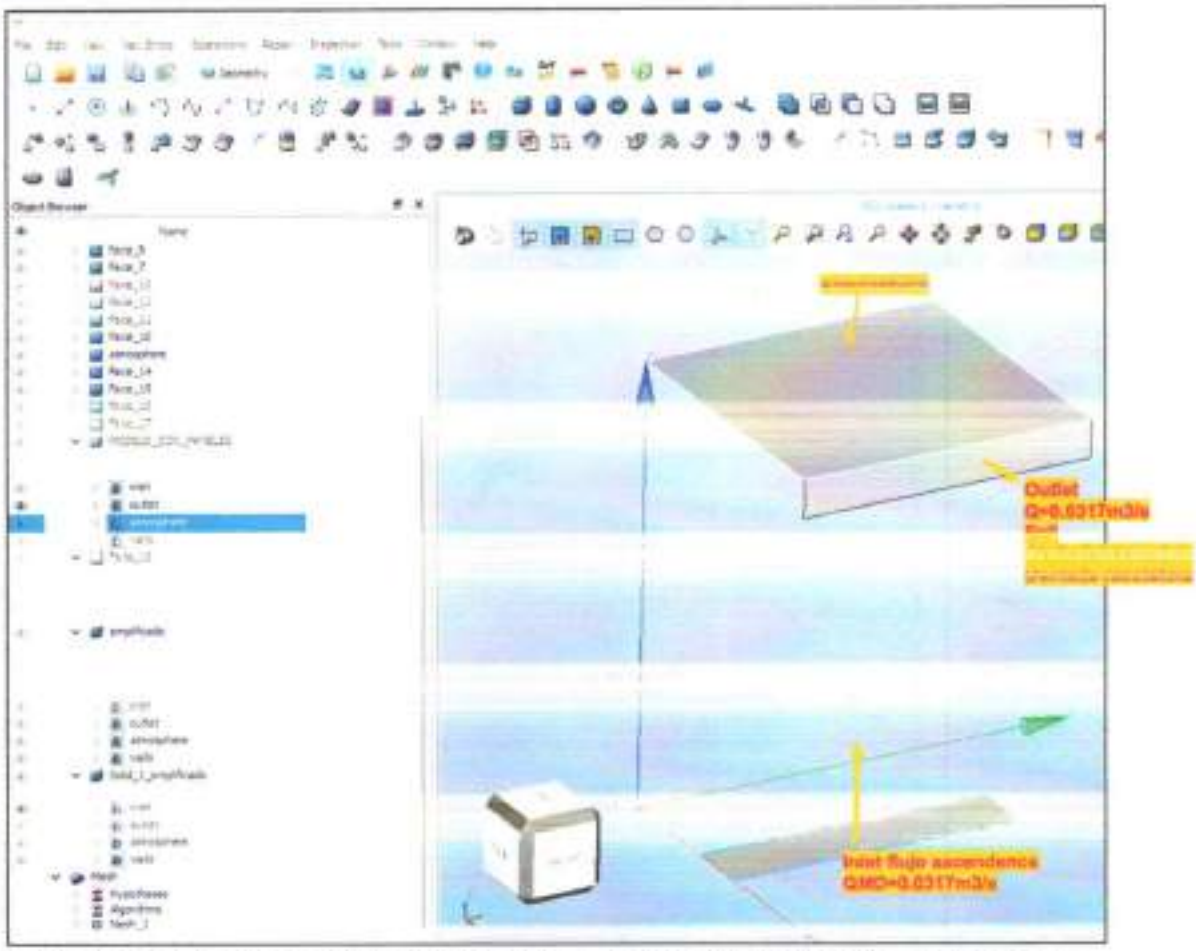
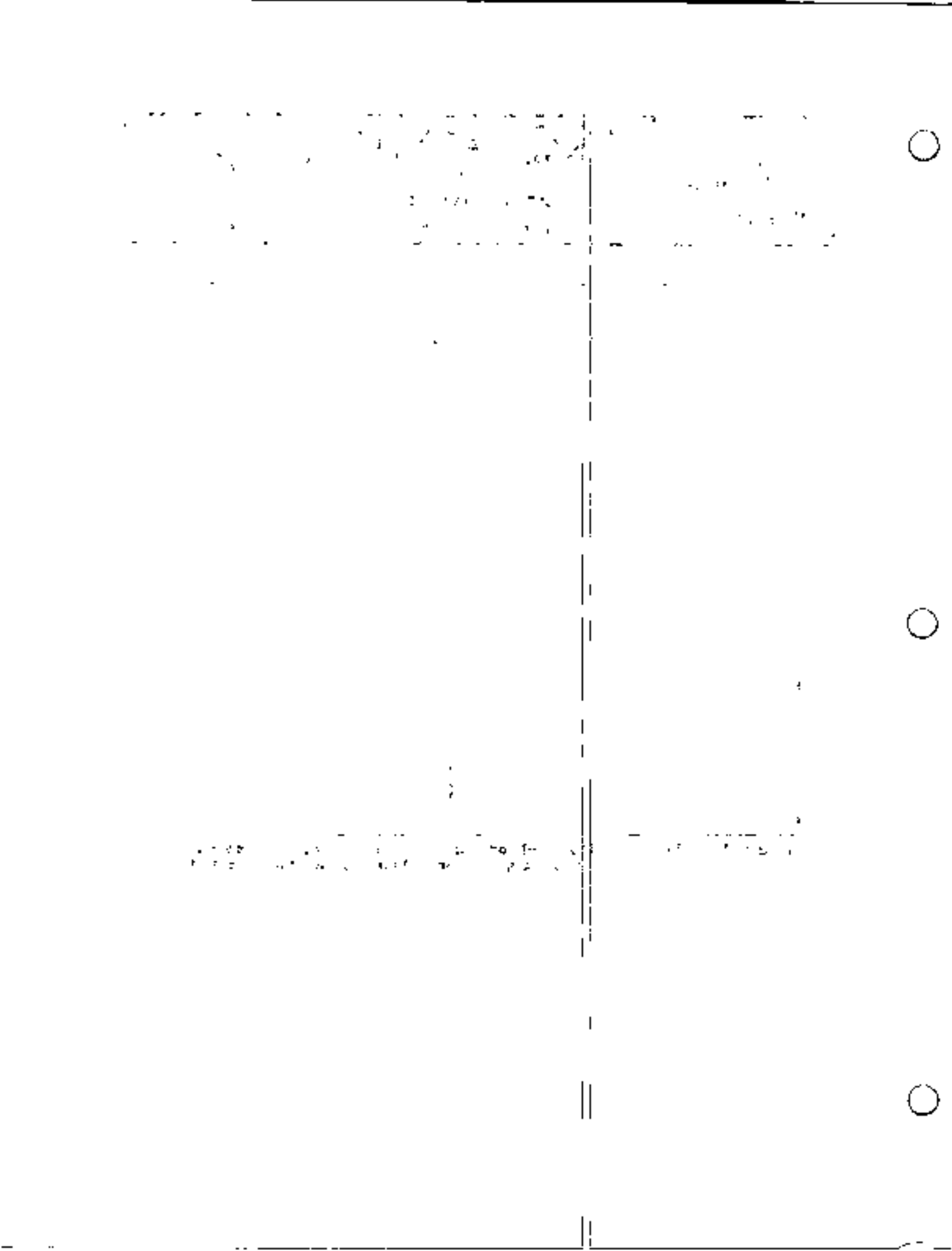


Figura 49- Definición de las condiciones de contorno inlet, outlet, atmosphere, en el modelo como grupos del sólido, software SALOME V9.14.



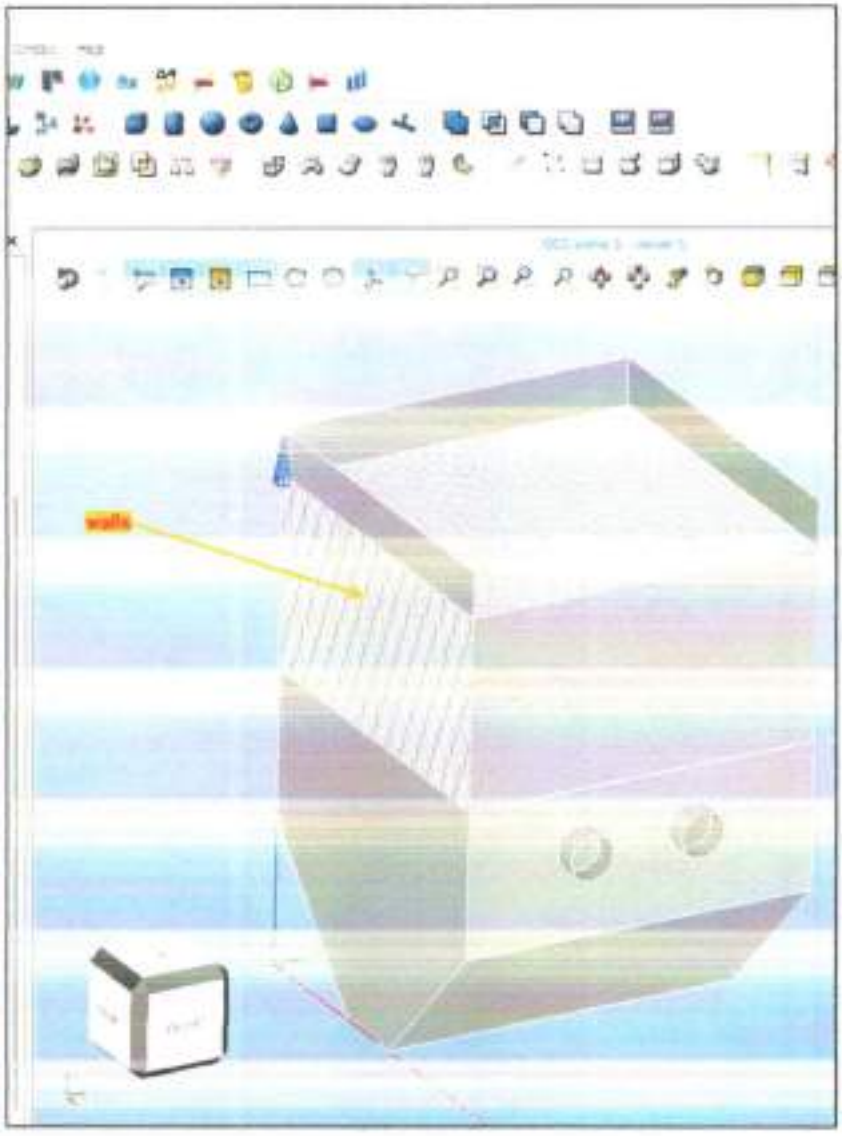


Figura 50- Definición de la condición de contorno wall, en el modelo como grupos del sólido, software SALOME V9.14.



Una vez definida las condiciones de contorno se procede al mallado del volumen de control, realizando un análisis de sensibilidad de la malla para elementos de tipo tetraédricos en malla no estructurada vs elementos de tipo hexaédricos en malla estructurada, teniendo en todo momento la relación Aspect Ratio lo mas cercano a la unidad. Son aceptables valores entre 1-100, lo cual requiere un ajuste en el número de Courant del modelo el cual deberá ser menor a 1 con valores aceptables entre (1-10) y (1-20), lo anterior es directamente proporcional al valor de tamaño de malla que se empleara en el modelo.

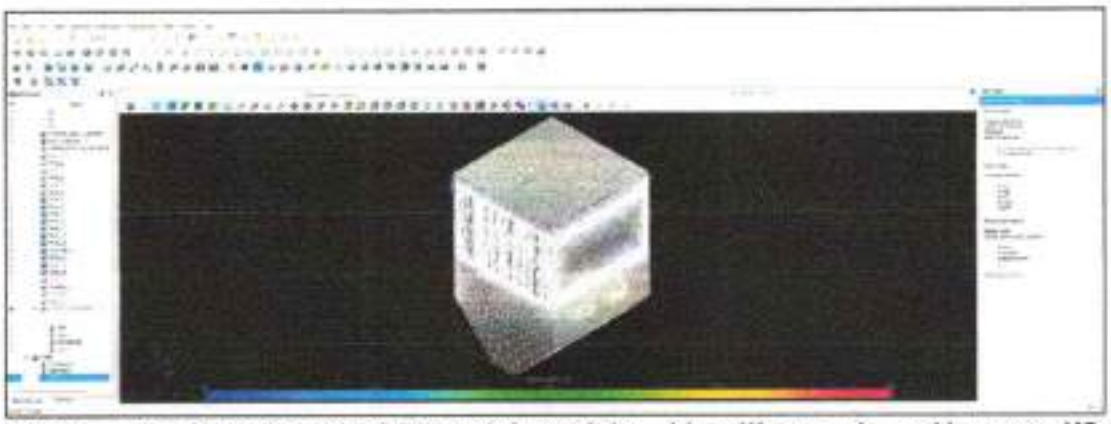


Figura 51- Mallado tetraédrico del modelo, 14 millones de volúmenes VS ARmax=7.23

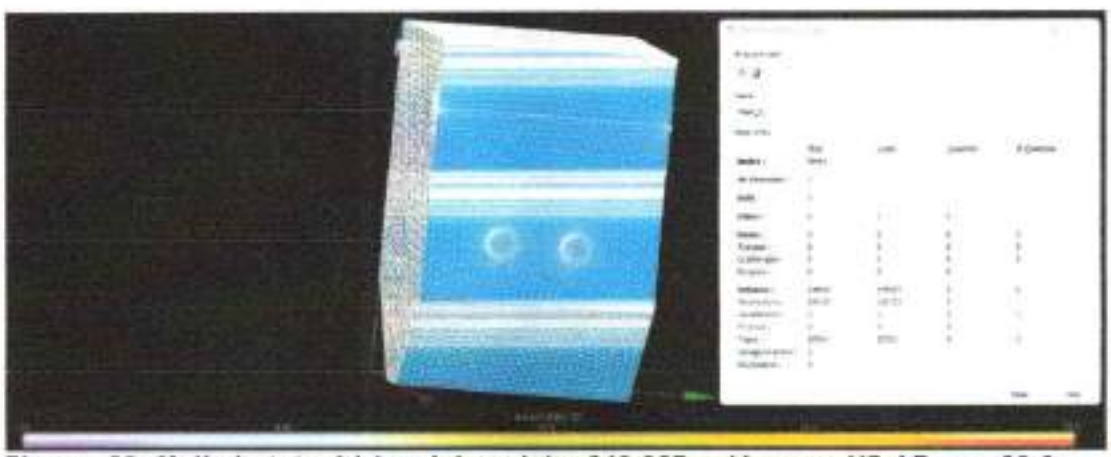
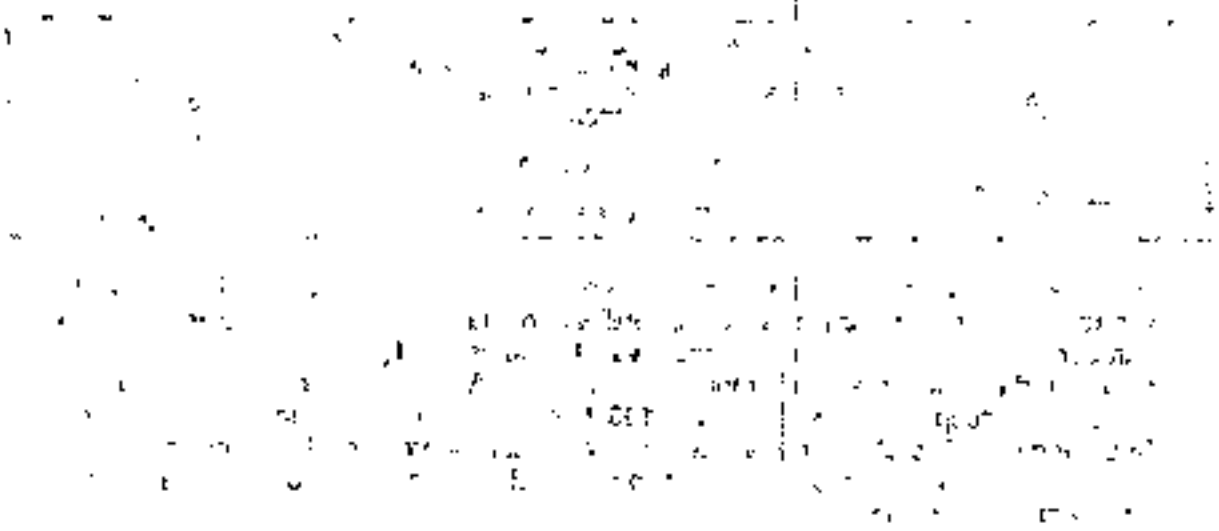
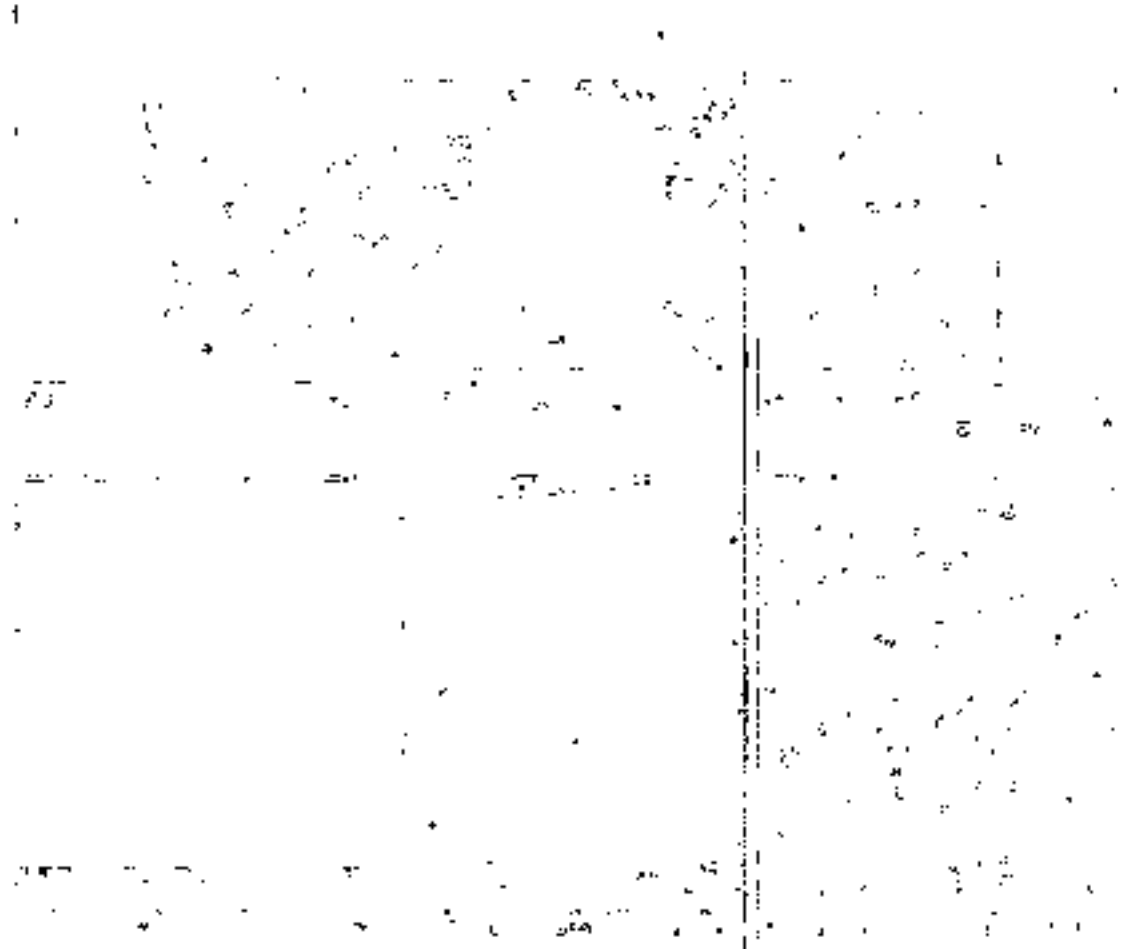


Figura 52- Mallado tetraédrico del modelo, 249.937 volúmenes VS ARmax=33.0





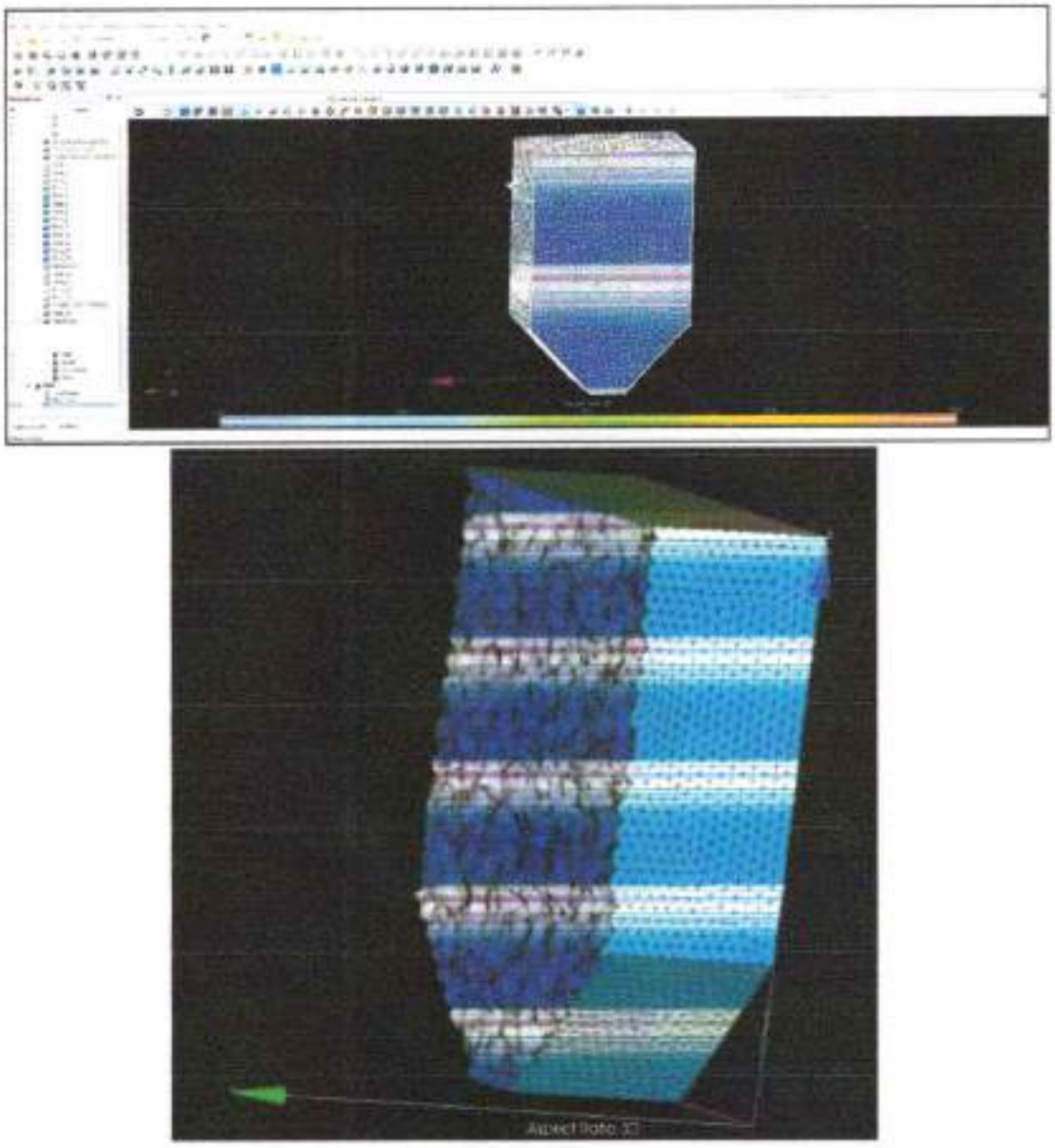
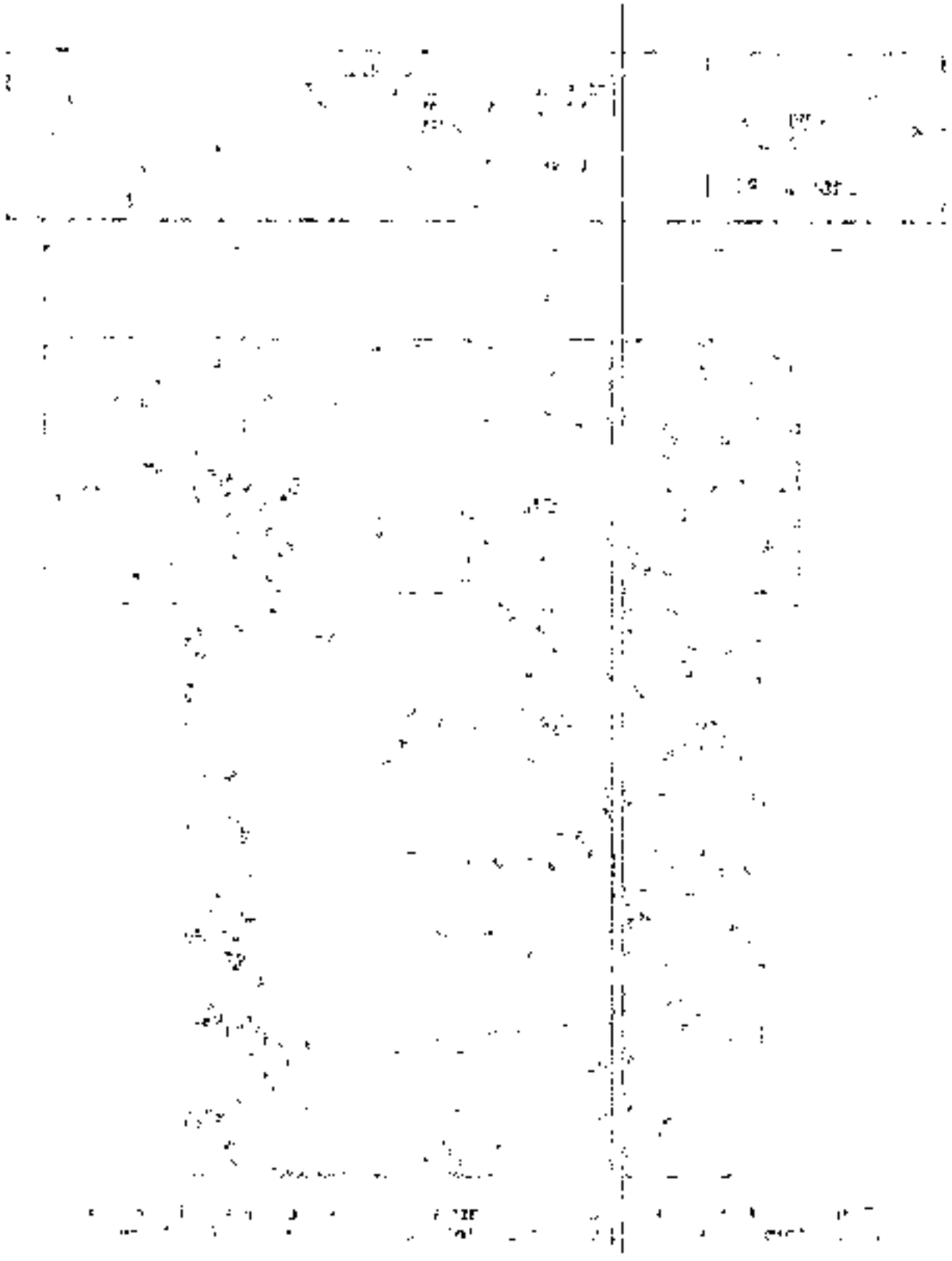


Figura 53- Corte central del modelo para verificación de la disposición de la malla interna, volúmenes tetraédricos, Vol= 249.937 volúmenes VS ARmax=33.0



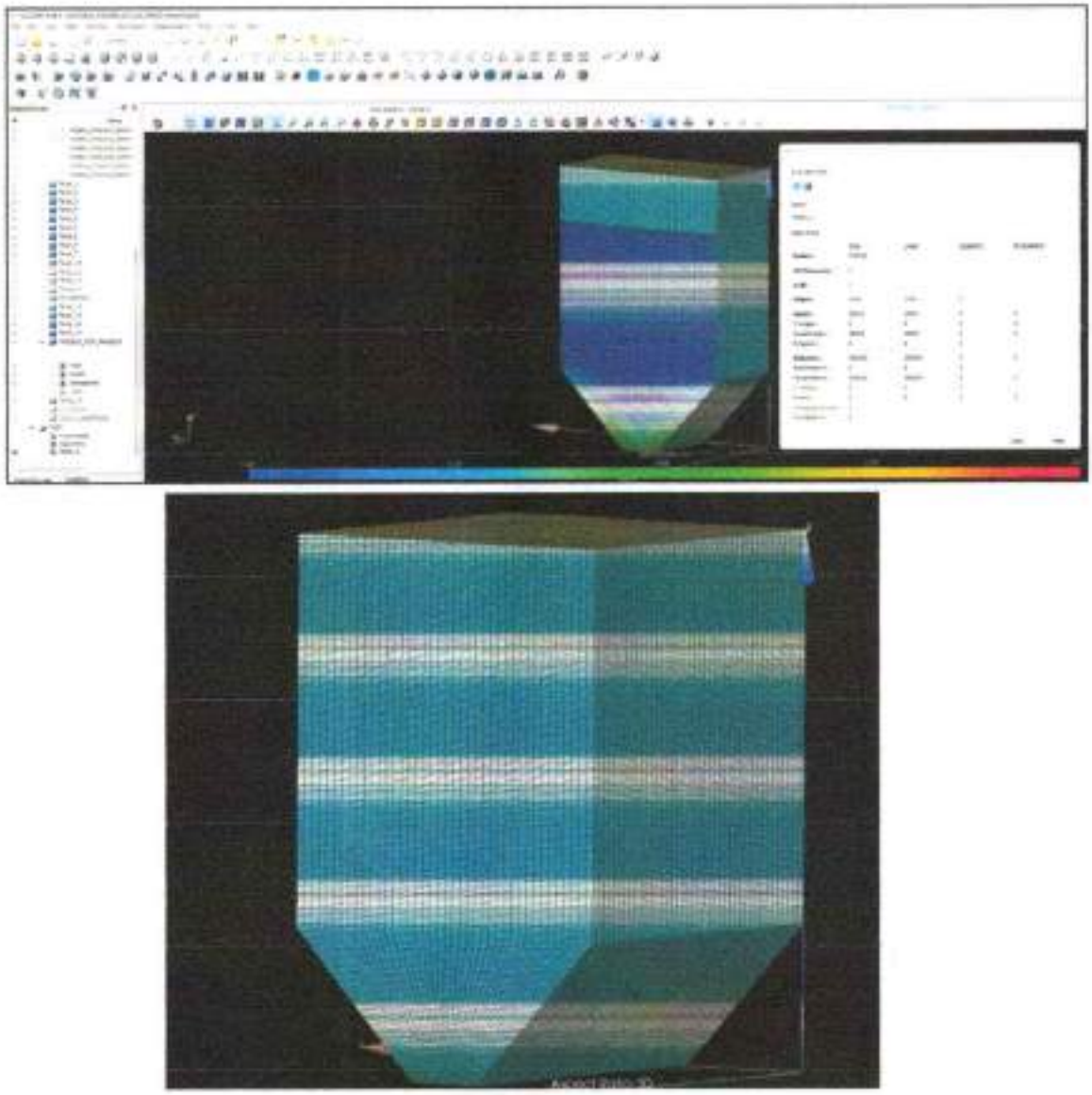
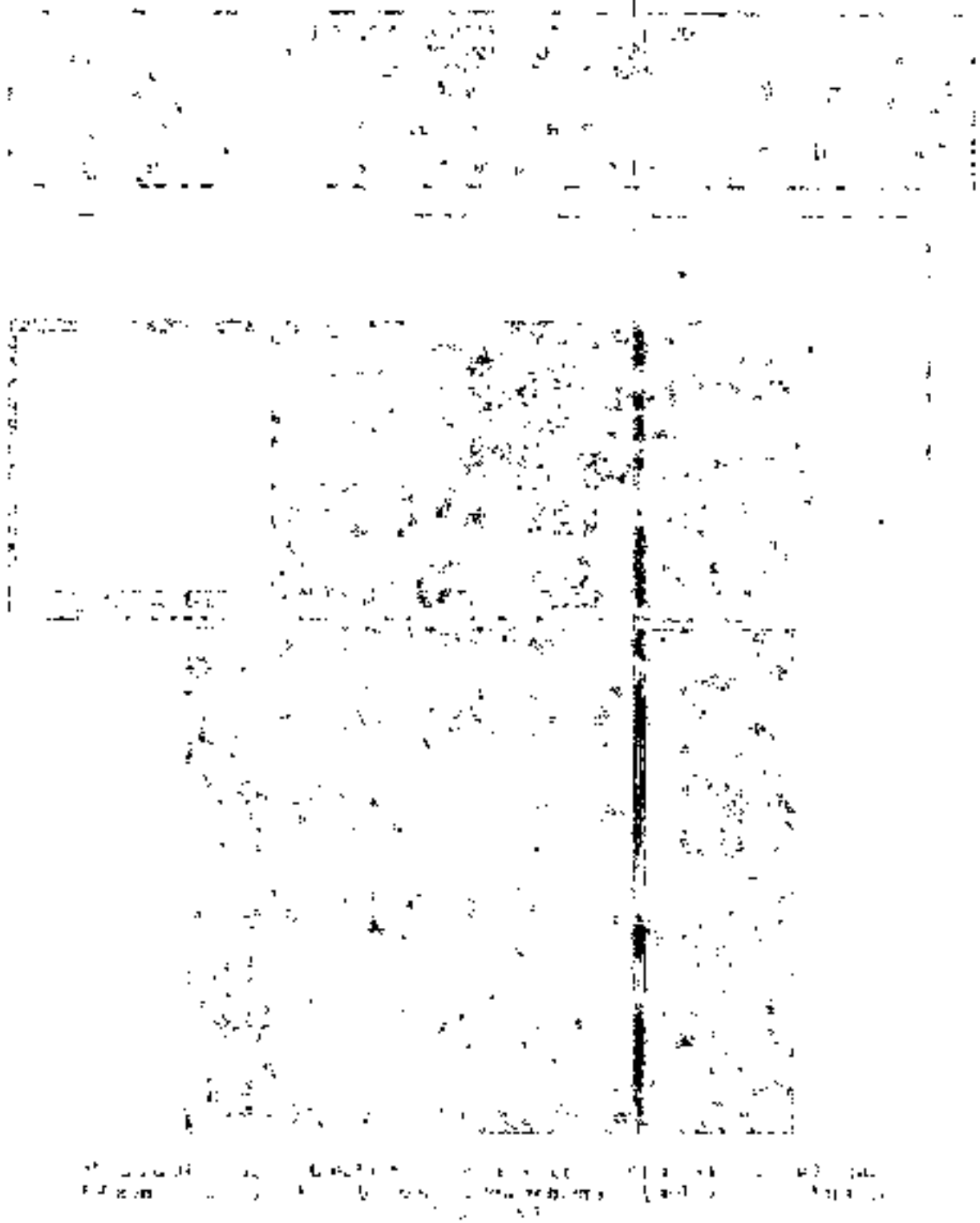


Figura 54- Corte central del modelo para verificación de la disposición de la malla interna (superior), volúmenes hexaédricos, Vol= 256.000 volúmenes VS ARmax=4.47



- Cálculo: como se especificó anteriormente se define como software CFD OPEN FOAM, en su en su aplicación foamRun, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

-Número de Courant:

Siendo un numero adimensional que indica la convergencia de una simulación, este número está representado entre el cociente de la velocidad física de la propagación (U) y la velocidad numérica ($\Delta x/\Delta t$).

$$C = \frac{U_x \cdot \Delta t}{\Delta X} + \frac{U_y \cdot \Delta t}{\Delta Y} + \frac{U_z \cdot \Delta t}{\Delta Z}$$

Donde,

C - Número de Courant

U - Velocidad

Δt - delta de tiempo (timestep)

ΔX - Tamaño de elemento de malla en el eje X

ΔY - Tamaño de elemento de malla en el eje Y

ΔZ - Tamaño de elemento de malla en el eje Z

El valor del número de Courant es variable dependiendo del tipo de simulación, por ejemplo, para casos de una sola dimensión es común definir un C<=1, para dos dimensiones C (5-10), para tres dimensiones C <=20. Para el caso de la presente consultoría se establece un valor de 10, considerando el tamaño del aspect ratio en el mallado del volumen de control del modelo.

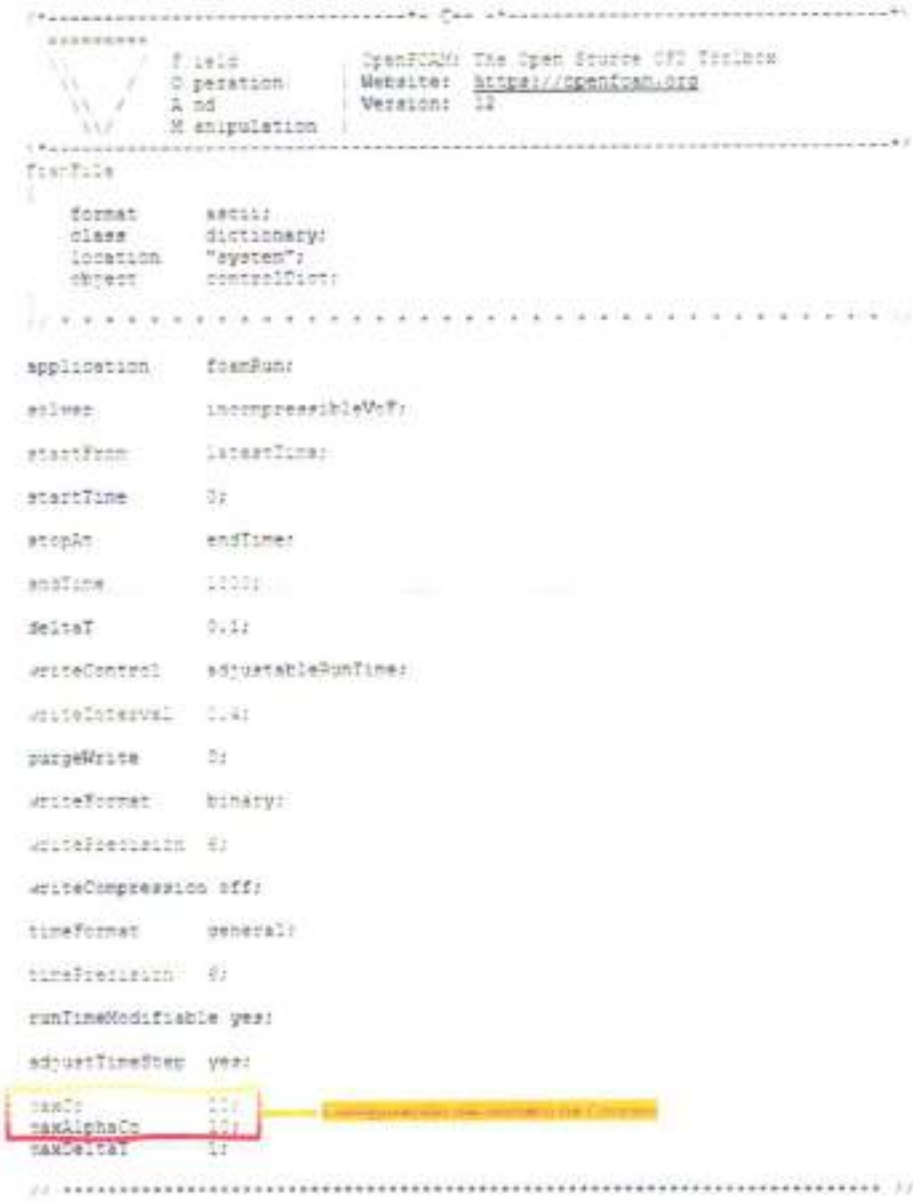


Figura 55-Configuración del número de Courant en OPEN FOAM-controlDict

-Características del modelo multifásico:

Como se explicó con anterioridad en el canal de entrada se presenta una interacción de flujo multifásico entre los fluidos Aire y Agua, a continuación, se muestra la definición de los mismos en el modelo numérico.



```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org                  |
|   \\  /    A nd           | Version:  12                                    |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      phaseProperties;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

phases          (water air);

sigma           0.07;


// ************************************************************************* //
```

Figura 56-Definición multifásica del modelo para el flujo agua + aire.

-Definición del modelo de turbulencia:

Para las características del flujo presente en el canal de entrada, es necesario configurar un modelo de turbulencia, para el caso se establece una condición RAS (Reynold promediado) de tipo K-omega sst. A continuación, se describen las características de los distintos tipos de modelo de turbulencia RAS.

Modelo	Ecuaciones	Precisión cerca de paredes	Estabilidad Computacional	Aplicaciones Típicas	Ventajas	Limitaciones	Requerimientos Computacionales
k-ε Estándar	2 ecuaciones	Baja (requiere funciones de pared)	Alta	Flujos externos, geometrías complejas, industria general	Robustez, bajo costo computacional, amplia validación industrial	Pobre rendimiento en gradientes de presión adversos, separación de flujo y curvaturas fuertes	Bajos
k-ε RNG	2 ecuaciones	Moderada	Moderada-Alta	Flujos con rotación, estratificación, jets	Mejora el k-ε estándar para flujos con altas deformaciones y rotación	Similar al k-ε estándar en limitaciones básicas	Moderados
k-ε Realizable	2 ecuaciones	Moderada	Moderada	Flujos con altos gradientes de velocidad, jets, mezcla	Cumple restricciones matemáticas de tensión de Reynolds, mejor para flujos complejos	Limitado en capas límite adversas	Moderados
k-ω Estándar	2 ecuaciones	Alta (modelo bajo Re)	Moderada	Aerodinámica externa, flujos con separación, capa límite	Precisión en capa límite, buen rendimiento en gradientes de presión adversos y flujos separados	Sensible a condiciones de entrada libre, subpredice energía cinética turbulenta en algunas zonas	Moderados
k-ω SST	2 ecuaciones	Muy Alta (híbrido k-ω/k-ε)	Moderada-Alta	Aerodinámica (alas, turbomaquinaria), Flujos con separación	Combina ventajas de k-ω cerca de pared y k-ε en flujo libre, preciso para gradientes de presión adversos	Computacionalmente más costoso que k-ε estándar, requiere mayor resolución de malla cerca de pared	Moderados-Altos
Spalart-Allmaras (SA)	1 ecuación	Alta (modelo bajo Re)	Muy Alta	Aerodinámica (aviación, turbinas eólicas), flujos attached	Muy preciso, bajo costo computacional, buen rendimiento en capa límite	Pobre rendimiento en flujos con separación fuerte, cortante libre o turbulencia decayendo	Bajos
RSM (Reynolds Stress)	7 ecuaciones	Variable (depende del cierre)	Baja-Moderada	Flujos altamente anisotrópicos (swirl, combustión, ciclones)	Modela anisotropía de turbulencia directamente, preciso para flujos complejos 3D y rotativos	Muy alto costo computacional, difícil convergencia, requiere calibración experta	Muy Altos

Tabla 15- Definición del modelo de turbulencia de tipo RAS, a implementar en OPENFOAM.



Figura 57-Definición del modelo de turbulencia en el programa OPEN FOAM.

-Definición de la gravedad:

La gravedad en el modelo numérico depende de la dirección de los ejes del modelo geométrico, para el caso del canal de entrada + parshall, se establece en dirección negativa en el eje -Z

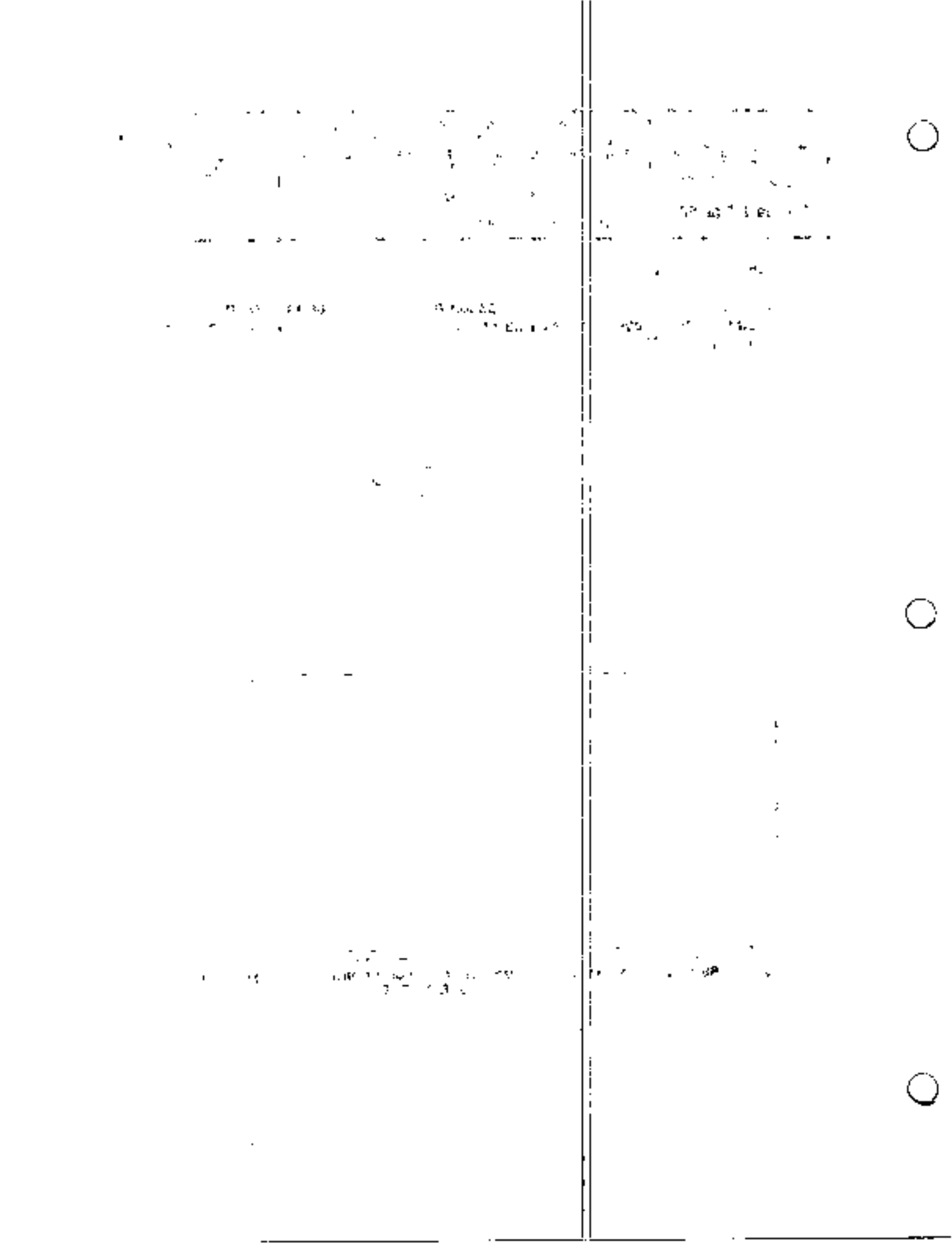



```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org                  |
|   \\  /    A nd           | Version:  11                                    |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    format      ascii;
    class       uniformDimensionedVectorField;
    location    "constant";
    object      g;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [0 1 -2 0 0 0 0];
value           (0 0 -9.81);   Gravedad en eje z-

// ************************************************************************* //
```

Figura 58-configuración de la gravedad en el modelo multifásico, programa OPEN FOAM



-Caudal De Diseño:

El caudal de diseño se define como 1QMD=31.7 LPS→0.0317m3/s, como condición operativa más crítica en la planta al funcionar 1 sedimentador con la totalidad del caudal de diseño. Se muestra a continuación como se configura en OPEN FOAM como un VolumetricFlowRate.

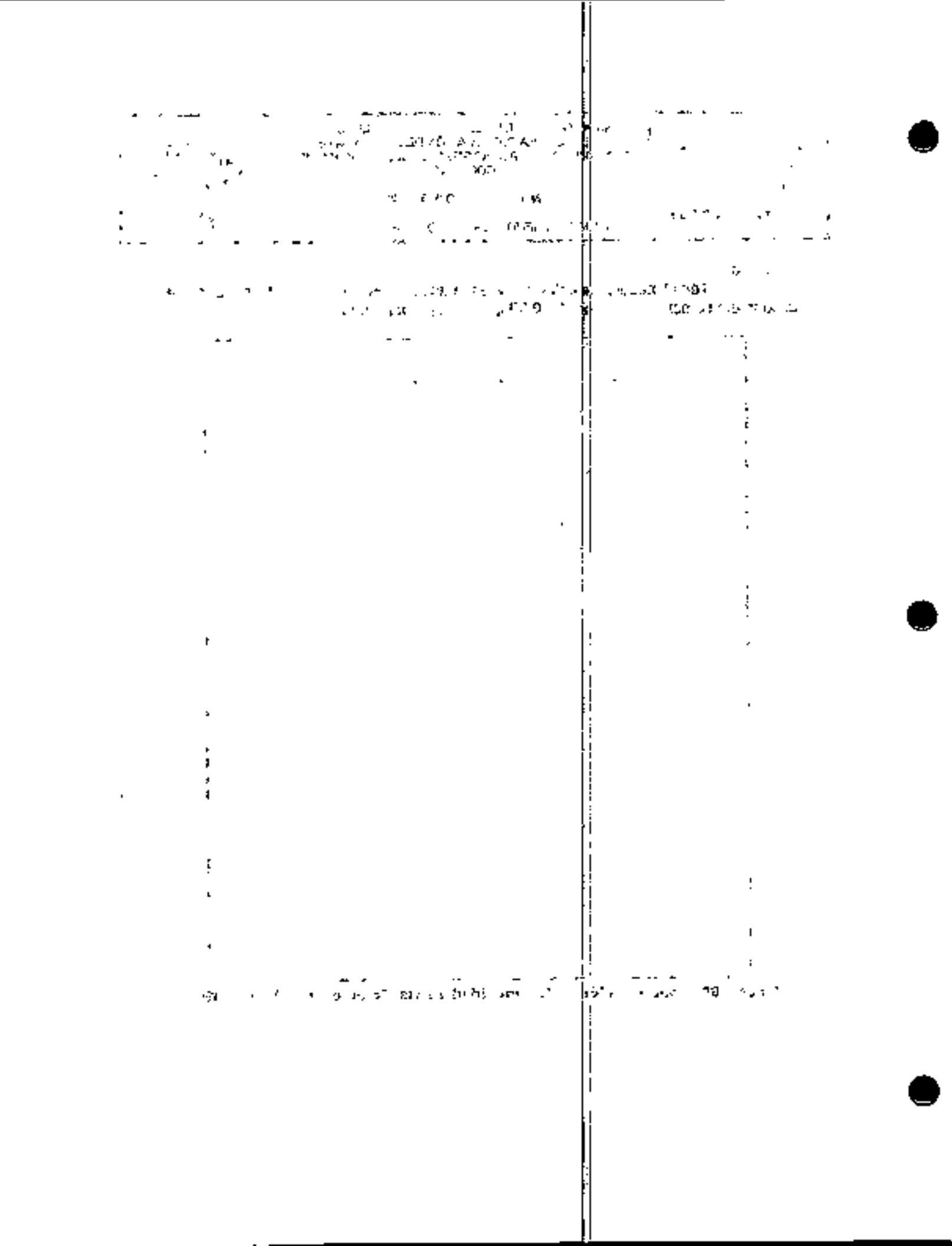


Figura 59- Configuración del caudal de diseño en el modelo numérico

-Rugosidad:
La rugosidad en el modelo, se establece a partir de la rugosidad relativa del material, para el concreto se establece como Ks=0.003, con una uniformidad Cs=50%.



Figura 60- Configuración de la rugosidad de diseño en el modelo numérico



-Condición inicial:

La condición inicial en el modelo se establece a través de Alpha water, con la presunción de que en un estado inicial todo el dominio computacional estará vacío y se ira llenando en el transcurso del tiempo se simulación.

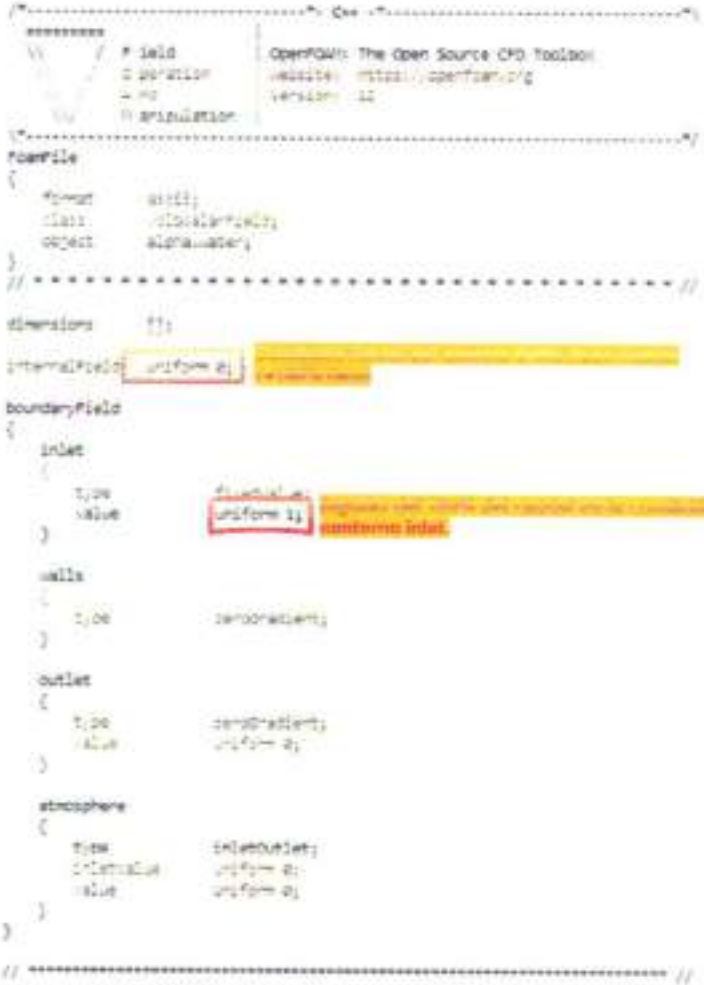
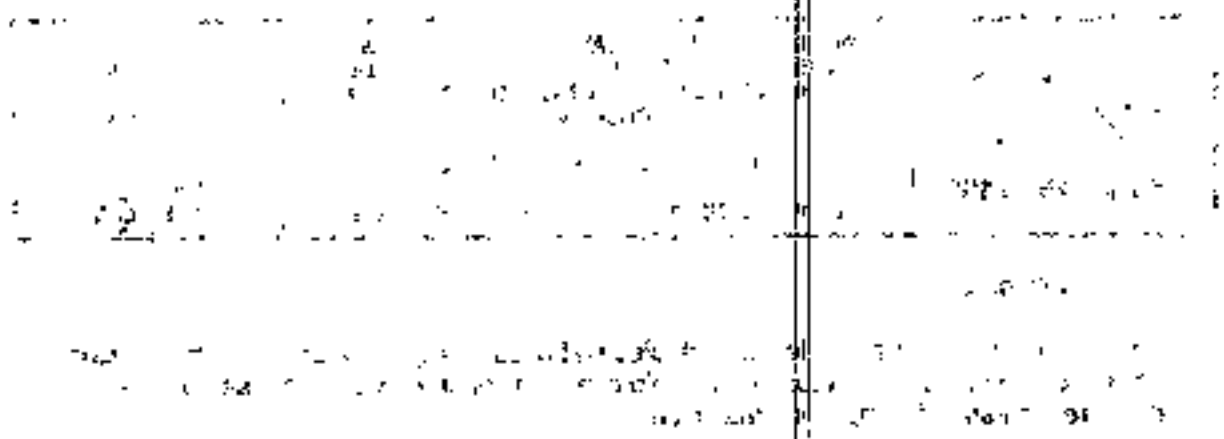


Figura 61- configuración de las condiciones iniciales del modelo



-Resultados:

Los resultados de la etapa de cálculo del modelo numérico, se expresan en función del tiempo considerando el paso de escritura configurado en el modelo para el cumplimiento de los residuales en la estabilidad y convergencia del modelo para la continuidad del flujo.

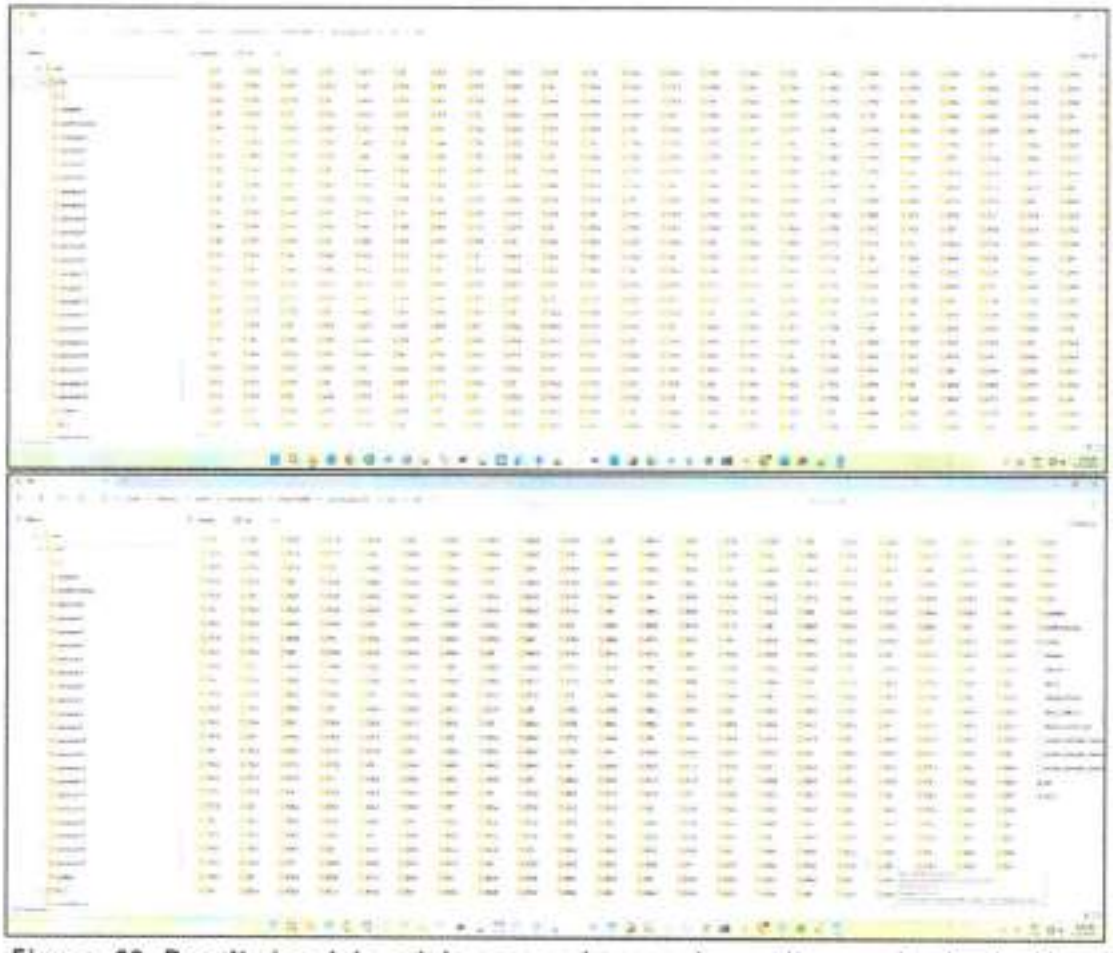


Figura 62- Resultados del modelo para cada paso de escritura en la simulación.

- Post-Proceso: para la visualización de los resultados, se emplea el software de libre distribución PARAVIEW V5.11.2, configurando un ISOVOLUMEN, derivado de los resultados.

t=3.2s

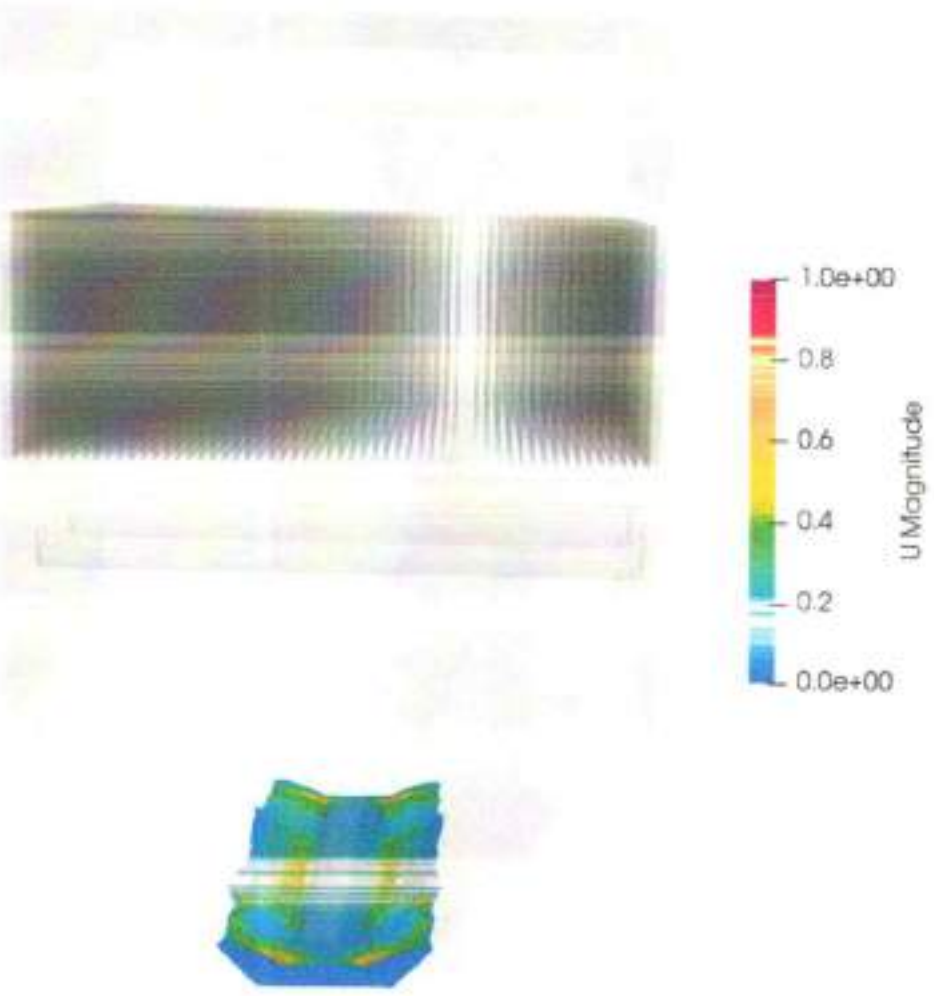
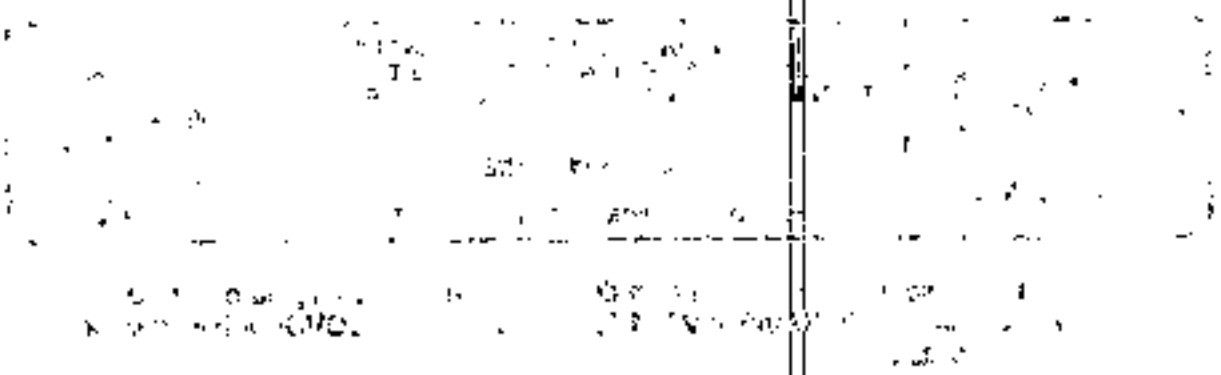


Figura 63- Resultados final de modelación numérica sedimentador t=3.2s



t=68.8s

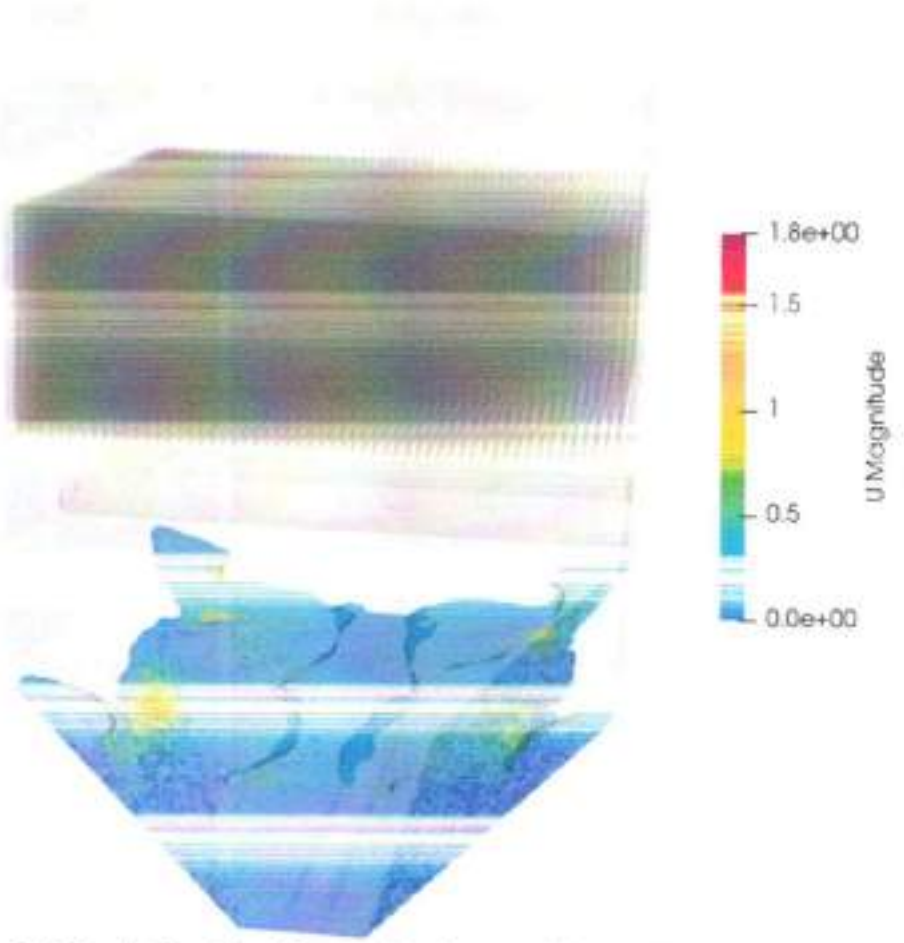
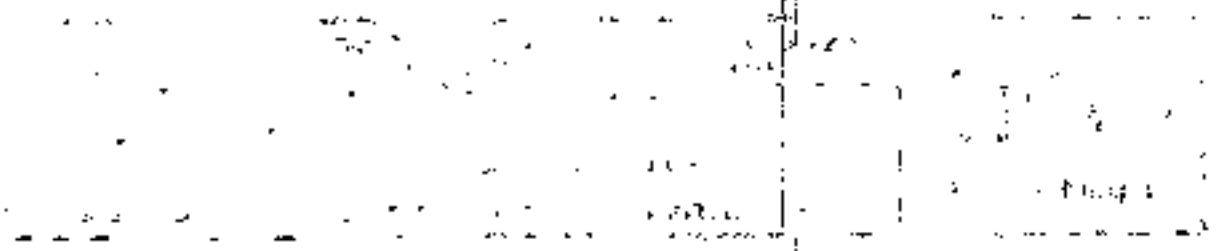


Figura 64- Resultados final de modelación numérica sedimentador t=68.8s



t=200s

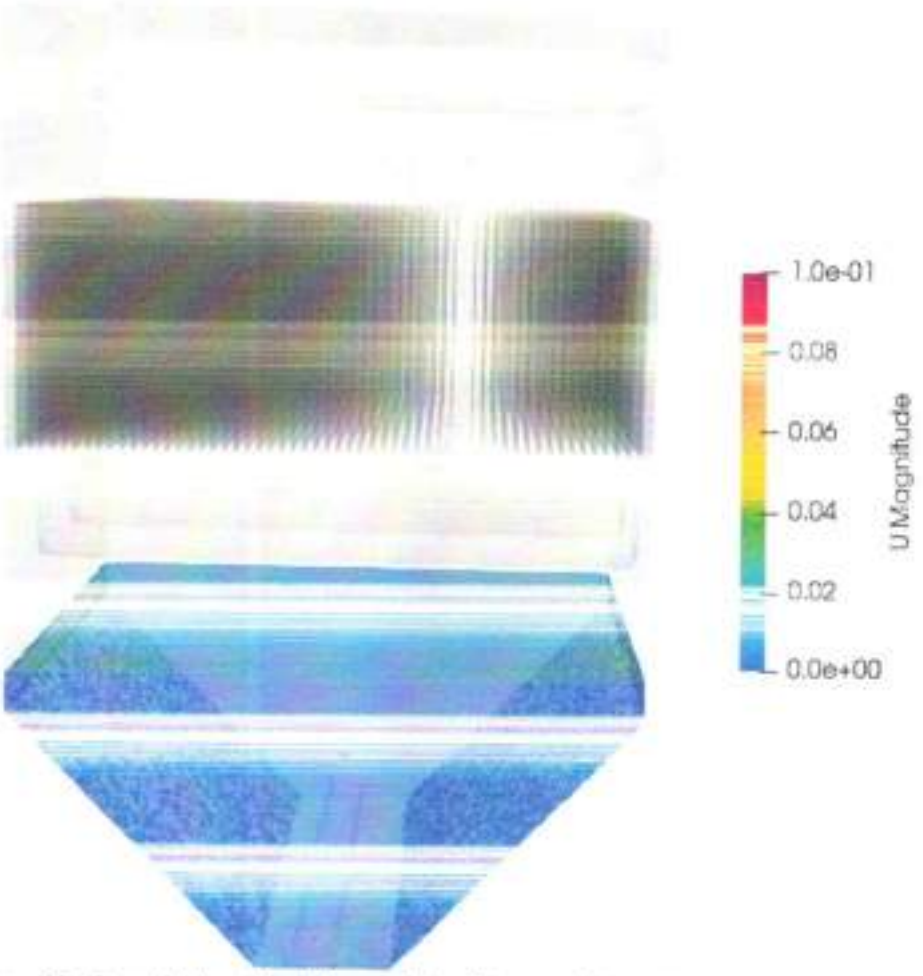


Figura 65- Resultados final de modelación numérica sedimentador t=200s



t=350s

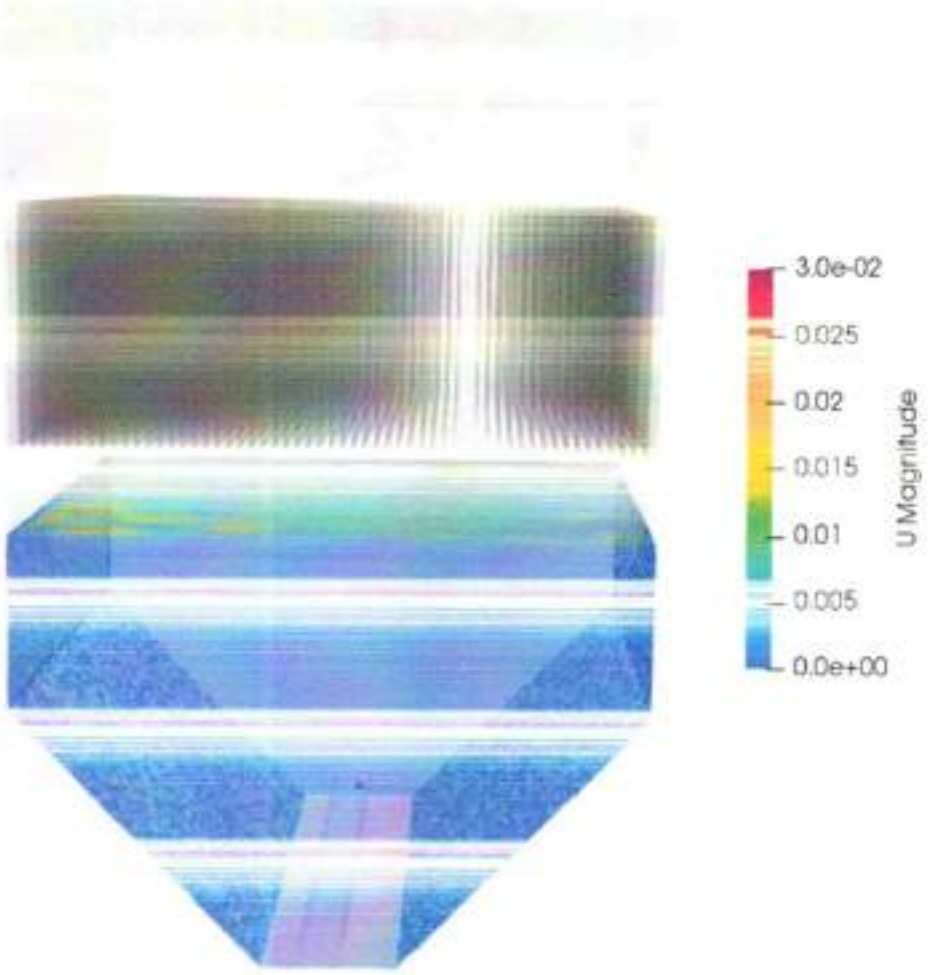


Figura 66- Resultados final de modelación numérica sedimentador t=350s



t=700s

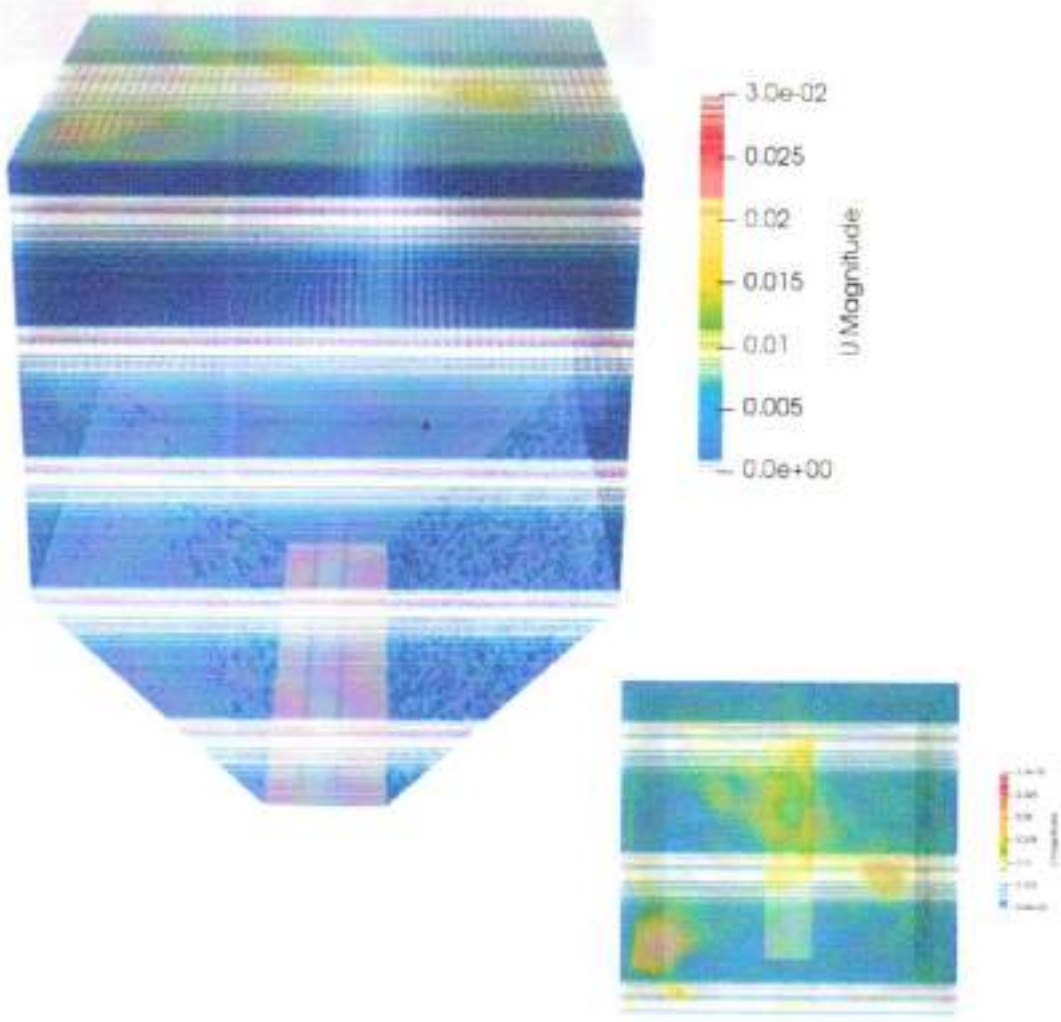
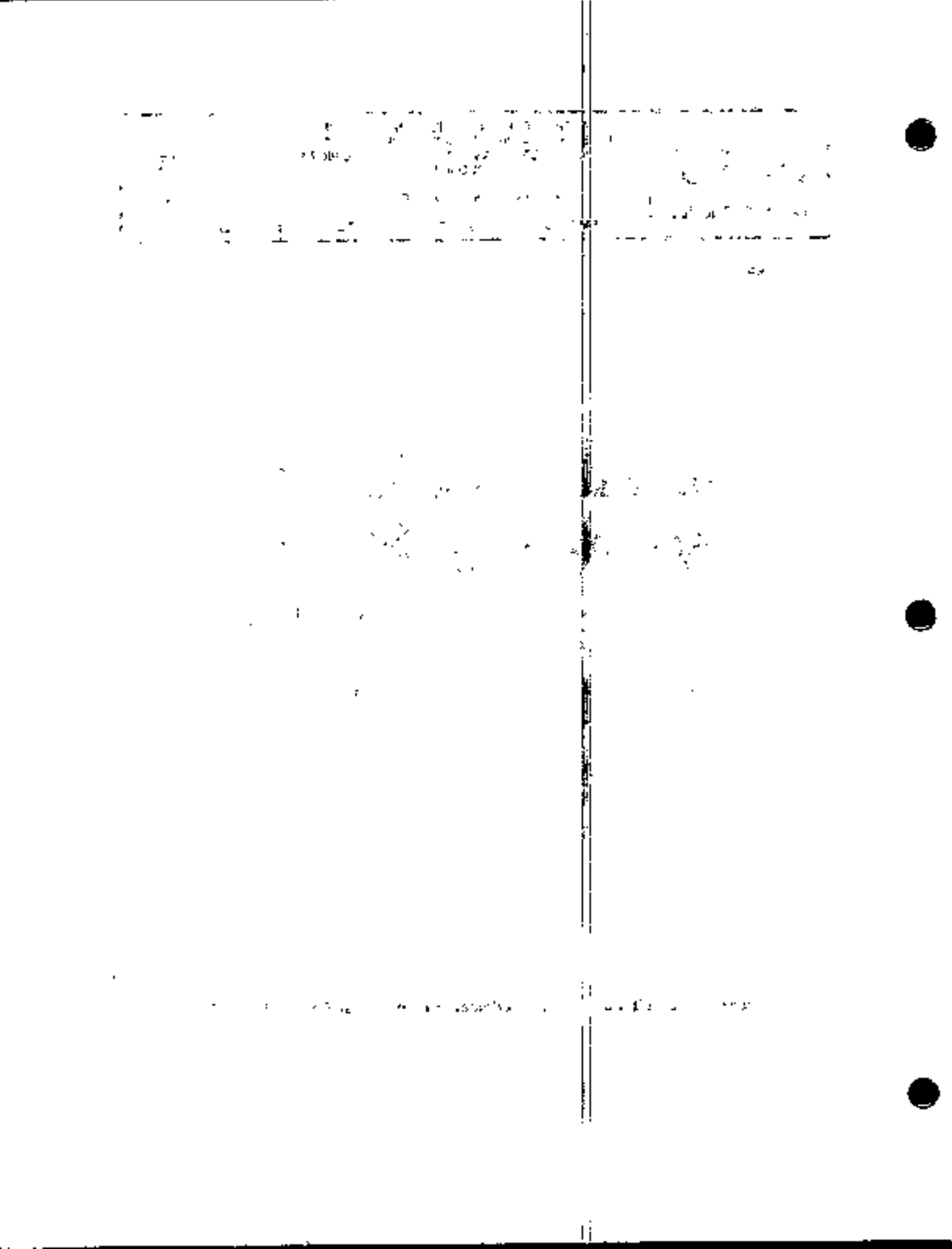


Figura 68- Resultados final de modelación numérica sedimentador t=700s



t=550s

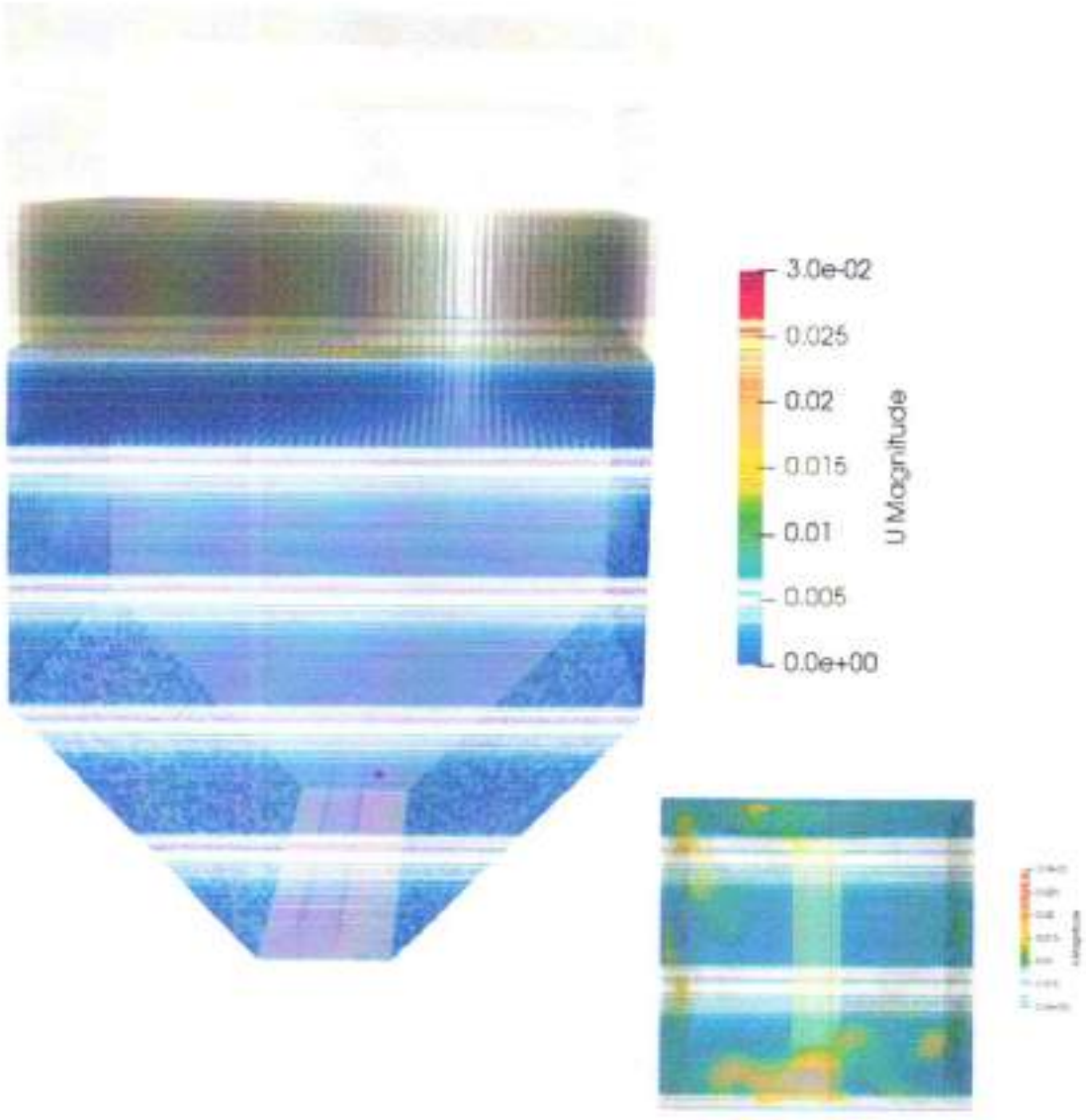
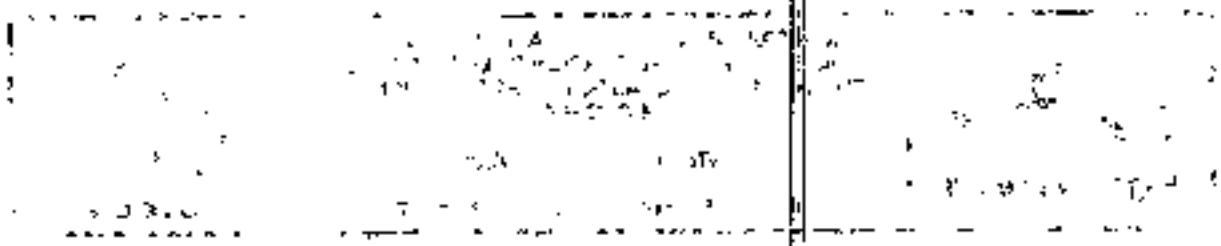


Figura 67- Resultados final de modelación numérica sedimentador t=550s



t=1000s

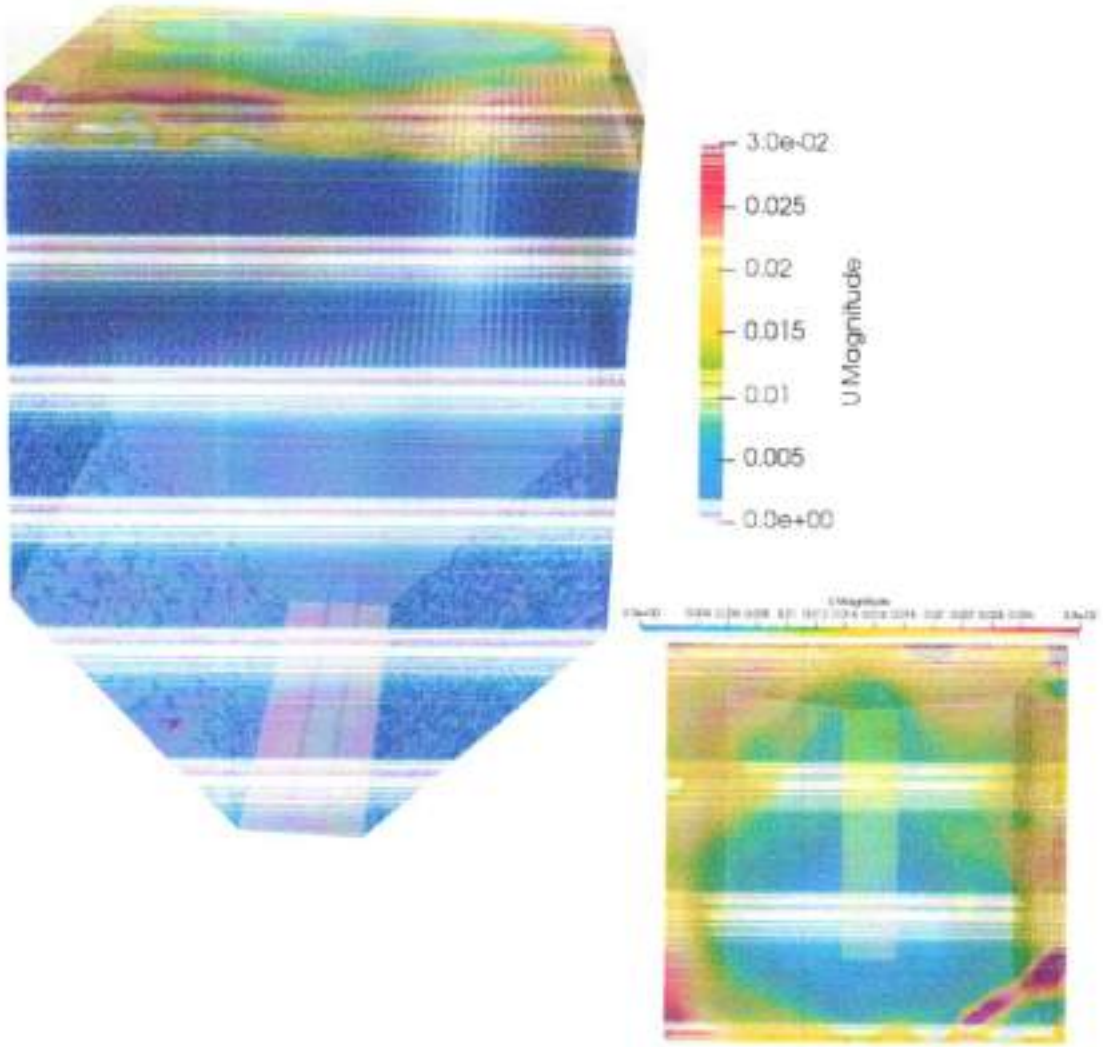
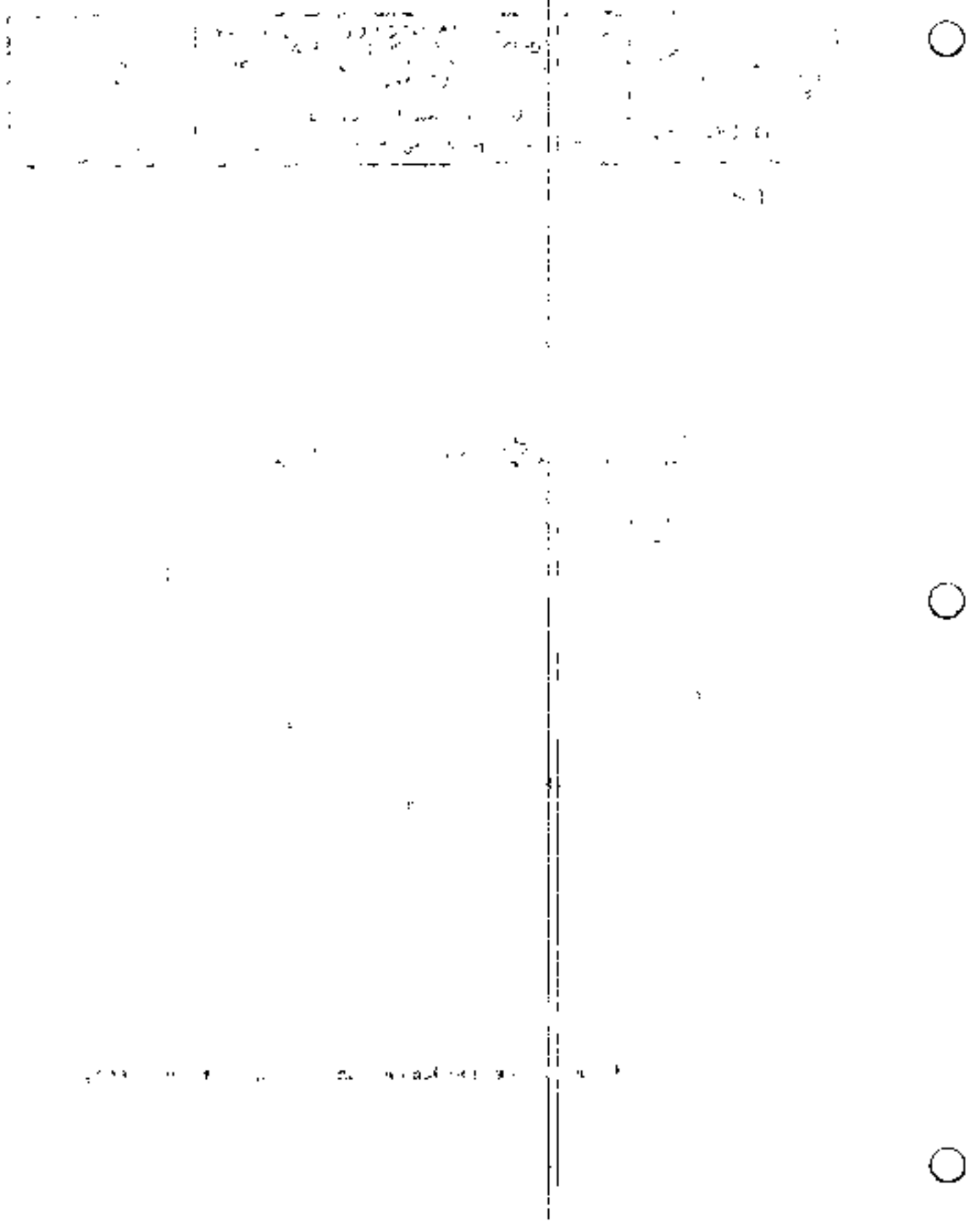


Figura 69- Resultados final de modelación numérica sedimentador t=1000s



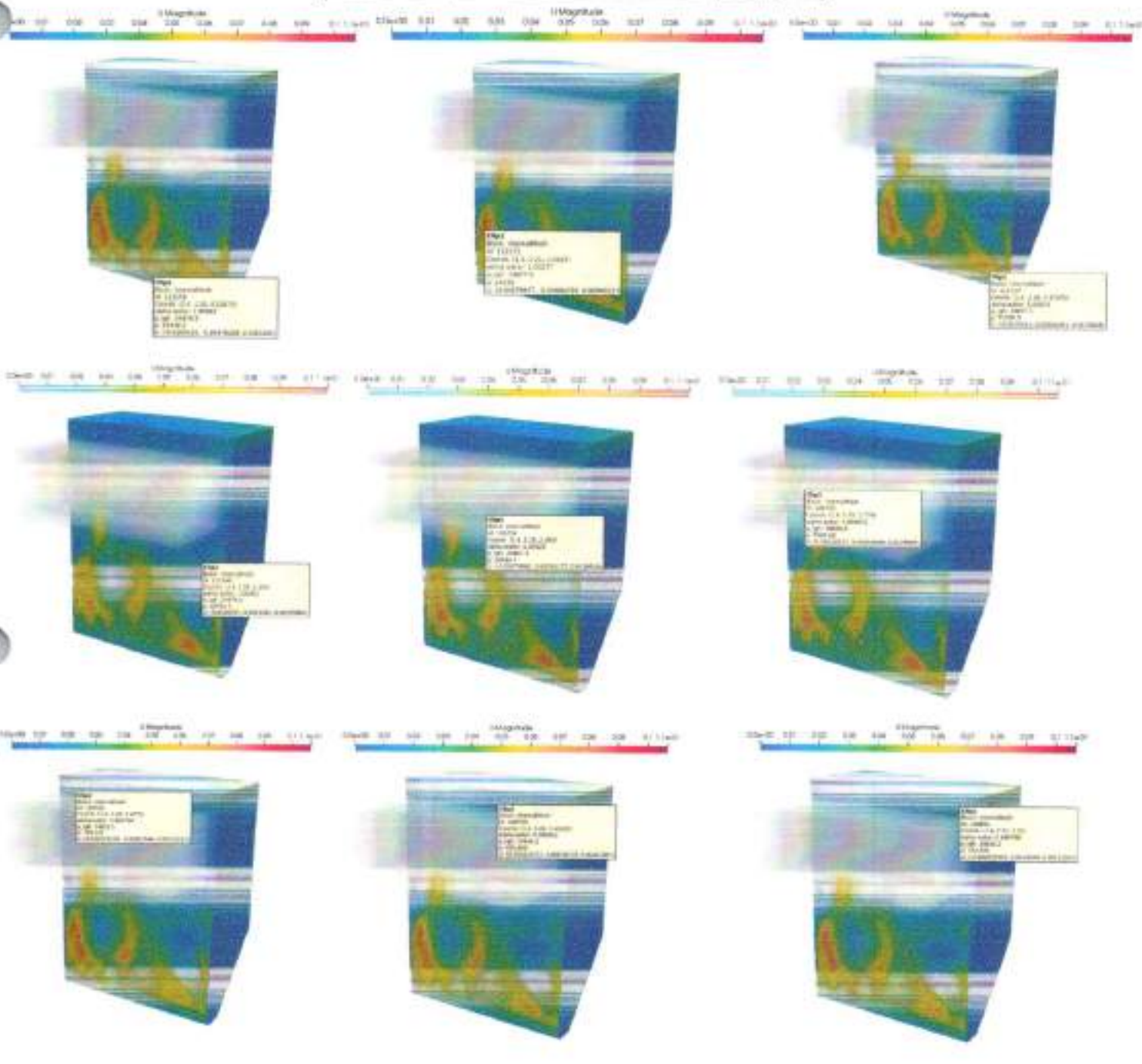


Figura 70-Resultados de la velocidad en sus 3 componentes para distintas zonas del sedimentador, corte en la zona del central, t=1660s

1.3.4-SISTEMA DE FILTRACION:

La finalidad de los filtros en una planta de tratamiento de agua potable es la separación de partículas y los microorganismos que no han sido removidos en el proceso de sedimentación. Según la normativa vigente RAS 2017 Y Resolución 0799 de 2021. la tasa de filtración oscila entre 180 – 250 $M^3/M^2/Dia$.

A continuación, para el proyecto se define un FILTRO RAPIDO DE TASA DECLINANTE AUTOLAVANTE, para un caudal de 31.7l/s y una temperatura oscilante entre 15-16°C

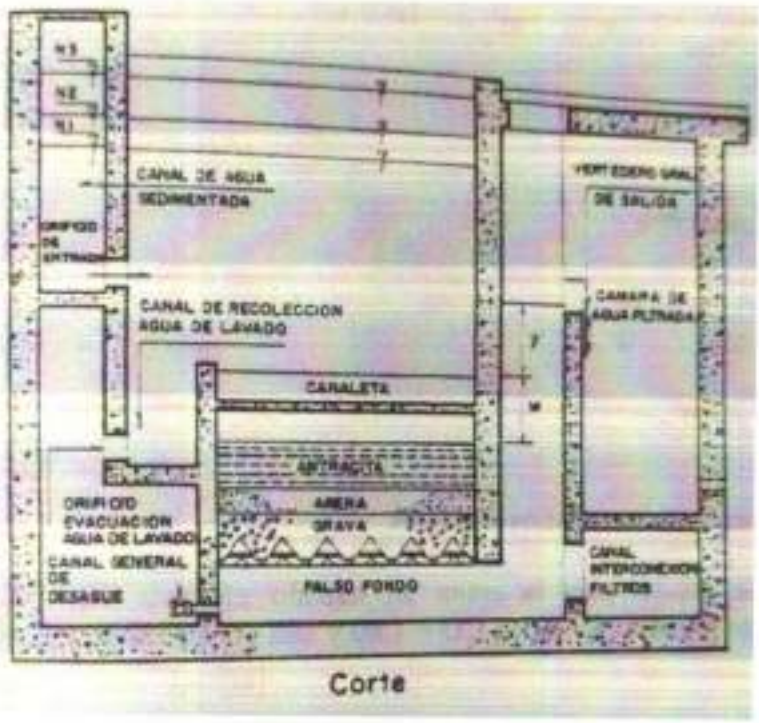


Ilustración 2-Referencia de Filtro Rápido De TASA Declinante Autolavante, fuente: Manual De Potabilización Del Agua, Universidad Nacional, Jorge A Pérez.



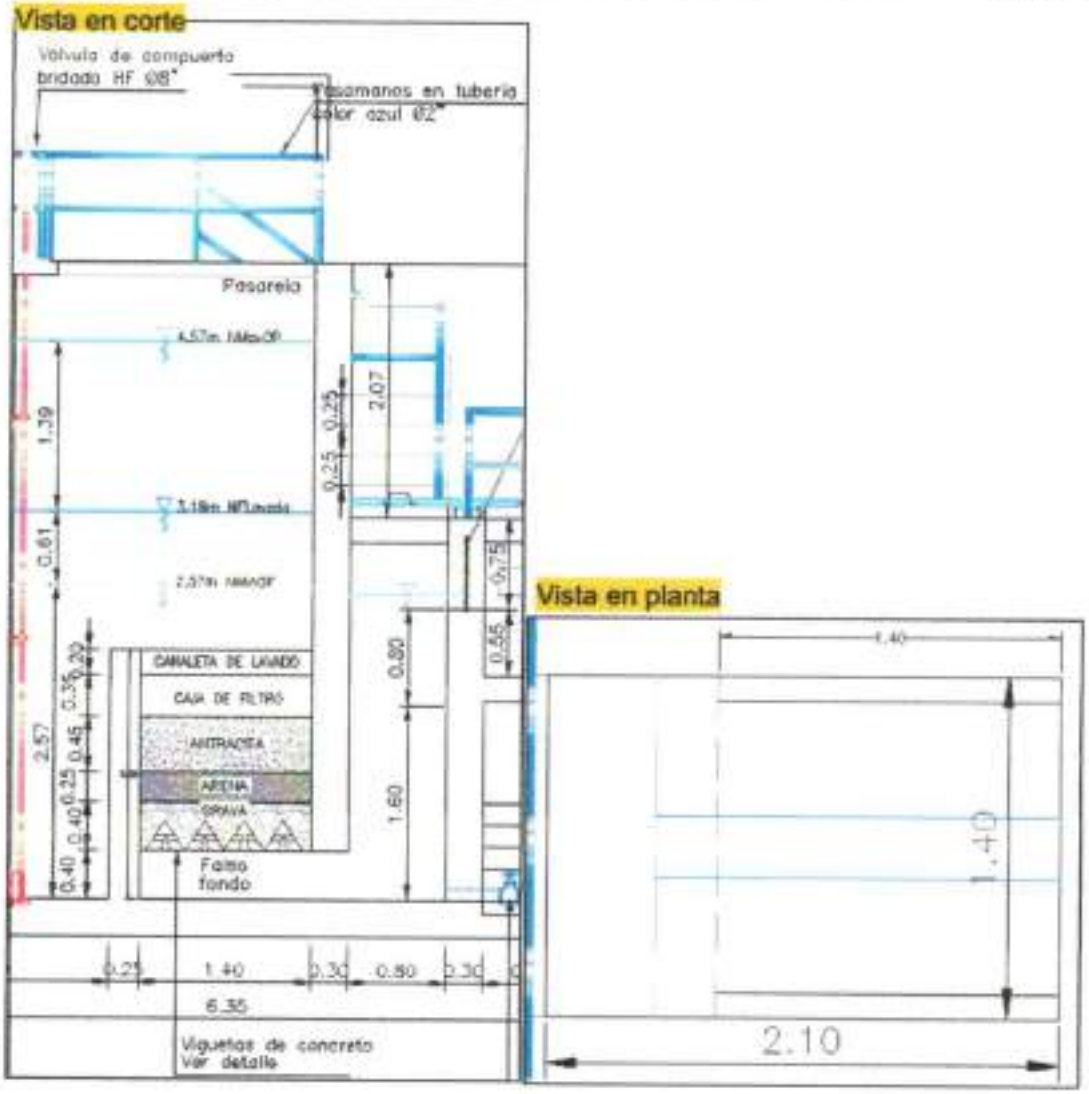
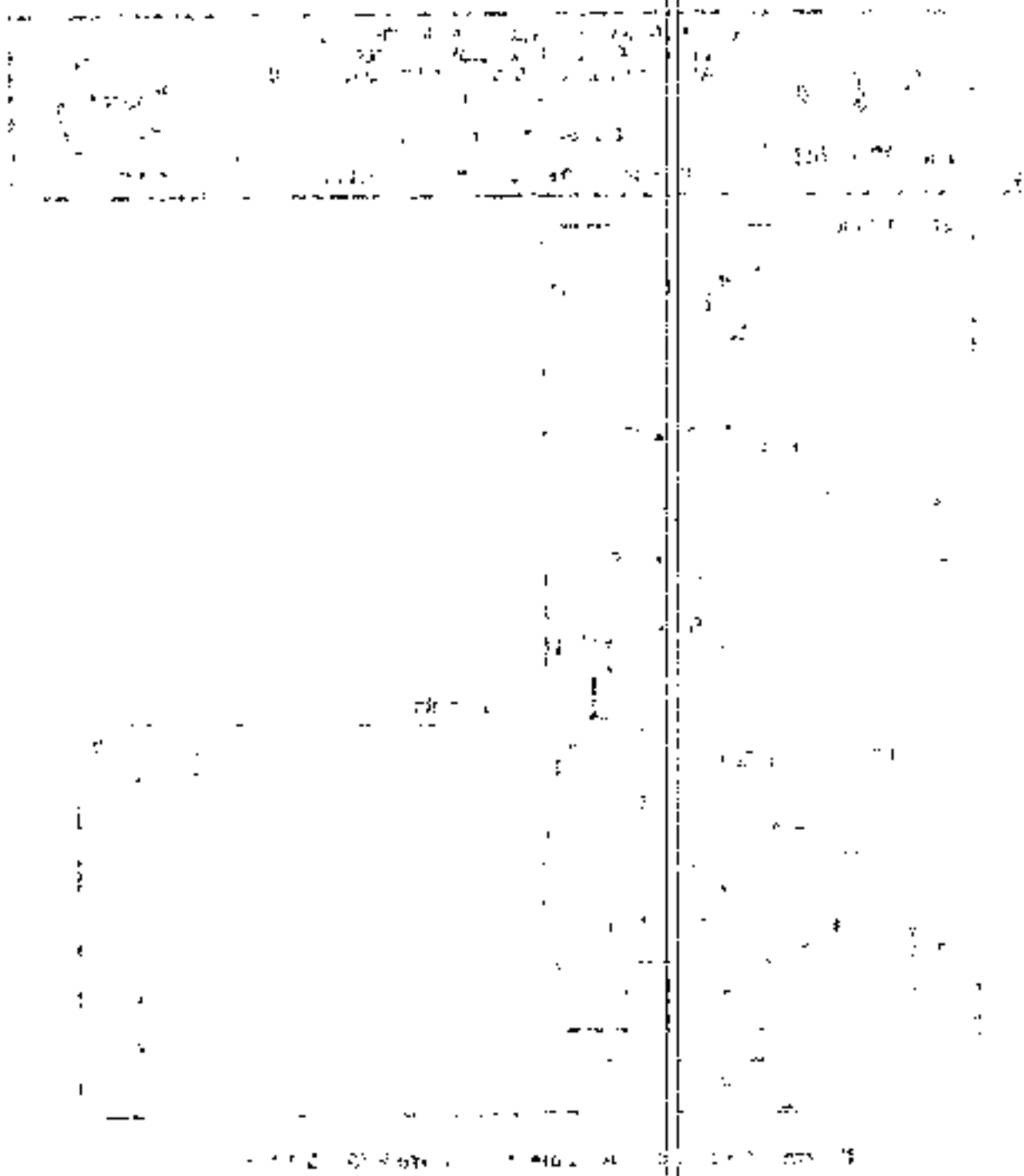


Figura 71-Predimensionamiento de filtro PTAP-COCORNA.



CAUDAL DE DISENO: QMD=31.7LPS→0.0317m3/s

-Definición De La Tasa De Filtración= qmed (tabla 7 resolución 0799-2017)

"**ARTÍCULO 114. Filtración convencional**. Debe desarrollarse un estudio de alternativas multicriterio, con el fin de definir el tipo de tecnología de filtración que se utilizará. Teniendo en cuenta la turbiedad objetivo de salida, el dimensionamiento de las unidades deberá tener como referencia los criterios de la tabla 10 y la tabla 11.

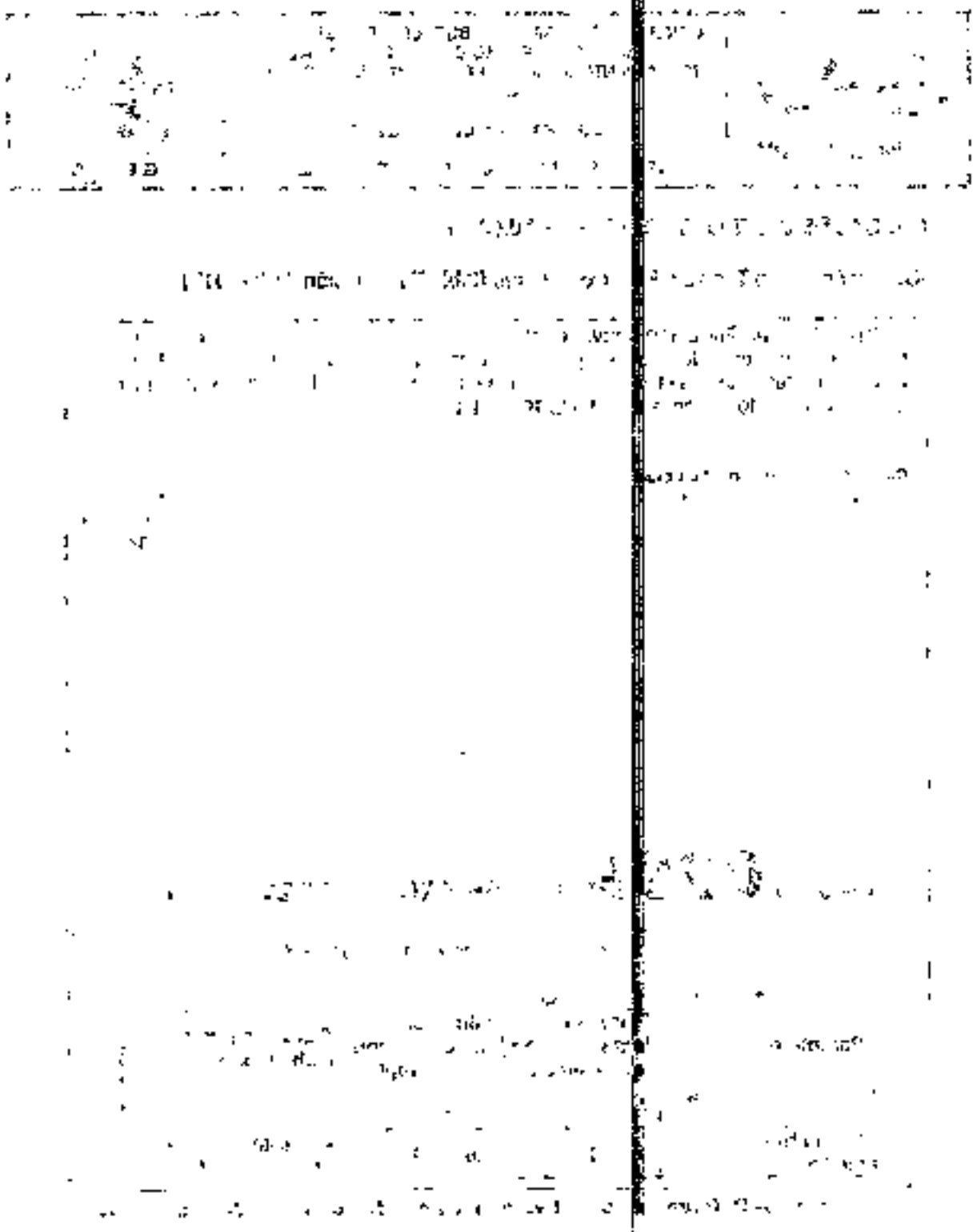
Resolución No. **0799** Del **09 DIC** de **2021** Hoja No. 33

"Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017"

Tabla 7. Características de Filtración convencional

Parámetro	Filtración lenta con lecho simple	Filtración rápida con lecho simple	Filtración rápida con lecho mixto
Tasa de filtración ($m^3/m^2/d$)	7 – 14	< 120	180 – 250
Profundidad del medio (m)	0.8 – 1.0	0.6 – 0.9	Antracita: 0.4 – 0.6 Arena: 0.15 – 0.3

Ilustración 3- Referencia normativa aplicable al filtro planteado 0799-2021.



-Dimensiones:

Ancho=1.40m (supuesto)

-Número De Filtros (N):

Para el cálculo del número de filtros se emplea la ecuación de Morril Y Wallace

$$N = 0.044 * \sqrt{Q}$$

Donde N=número de filtros; Q=caudal m3/d

Q=31.7 l/s → 2738.88 m/d

$$N = 0.044 * \sqrt{2738.88} = 2.30 \longrightarrow 4\ (se\ mayora\ a\ 4\ unidades)$$

Cálculo de la tasa de filtración: qmed

-Cálculo Del área total de filtración:

$$qmed = \frac{Q * 86400}{Acf * N} = \frac{Q * 86400}{b * L * N} = \frac{0.0317 * 86400}{1.40 * 1.96 * 4} = 249.53 \frac{m3}{m2}/d$$

Ok cumple (180-250)

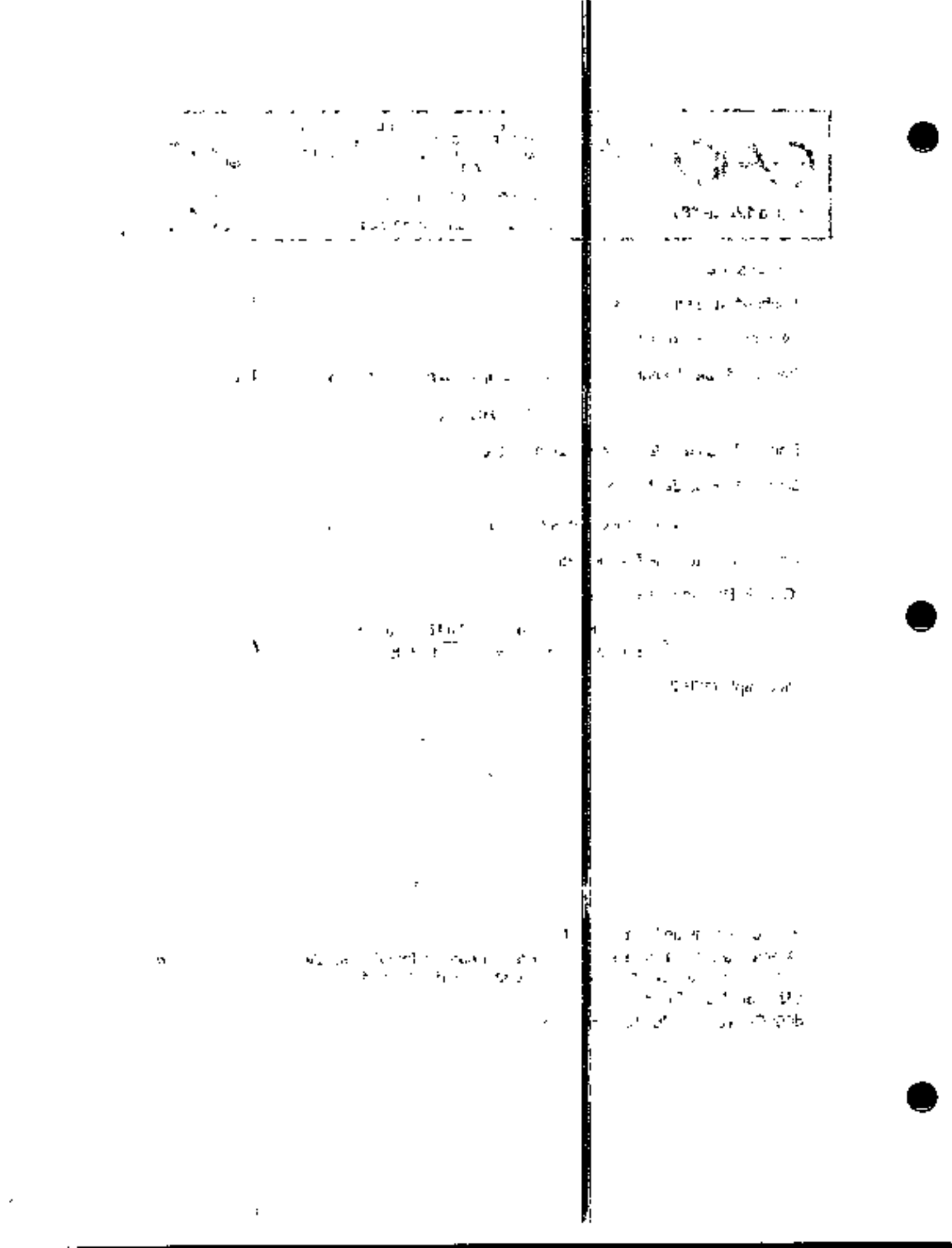


-Características de los medios filtrantes.

-Arena: se adopta para el proyecto arena con un tamaño efectivo TE=0.55mm y un coeficiente de uniformidad CU=1.60 y una porosidad Po=0.40

CU= d60/d10 TE=d10 d60=Cu*d10

d60=CU*TE= 1.60*0.55mm = 0.88mm



-Antracita: se adopta para el proyecto una antracita con una porosidad Po=0.40
d90(antracita)= C*d10 (arena), considerando entremezcla parcial de los materiales C=3 por lo tanto d90(Antracita)= 3*0.55mm= 1.65mm

Es aconsejable que el coeficiente de des-uniformidad de la antracita sea idéntico al de la arena, luego:

CU (antracita)= CU(arena)
CU(antracita)= 1.60
TE (antracita)= 0.75mm

-Cálculo del espesor del lecho.

$$\frac{TEa}{Xa} = \frac{TEA}{XA}$$

Xa+XA=100%

$$XA = \frac{TEA}{TEa} * Xa \longrightarrow \frac{0.75}{0.55} * Xa$$

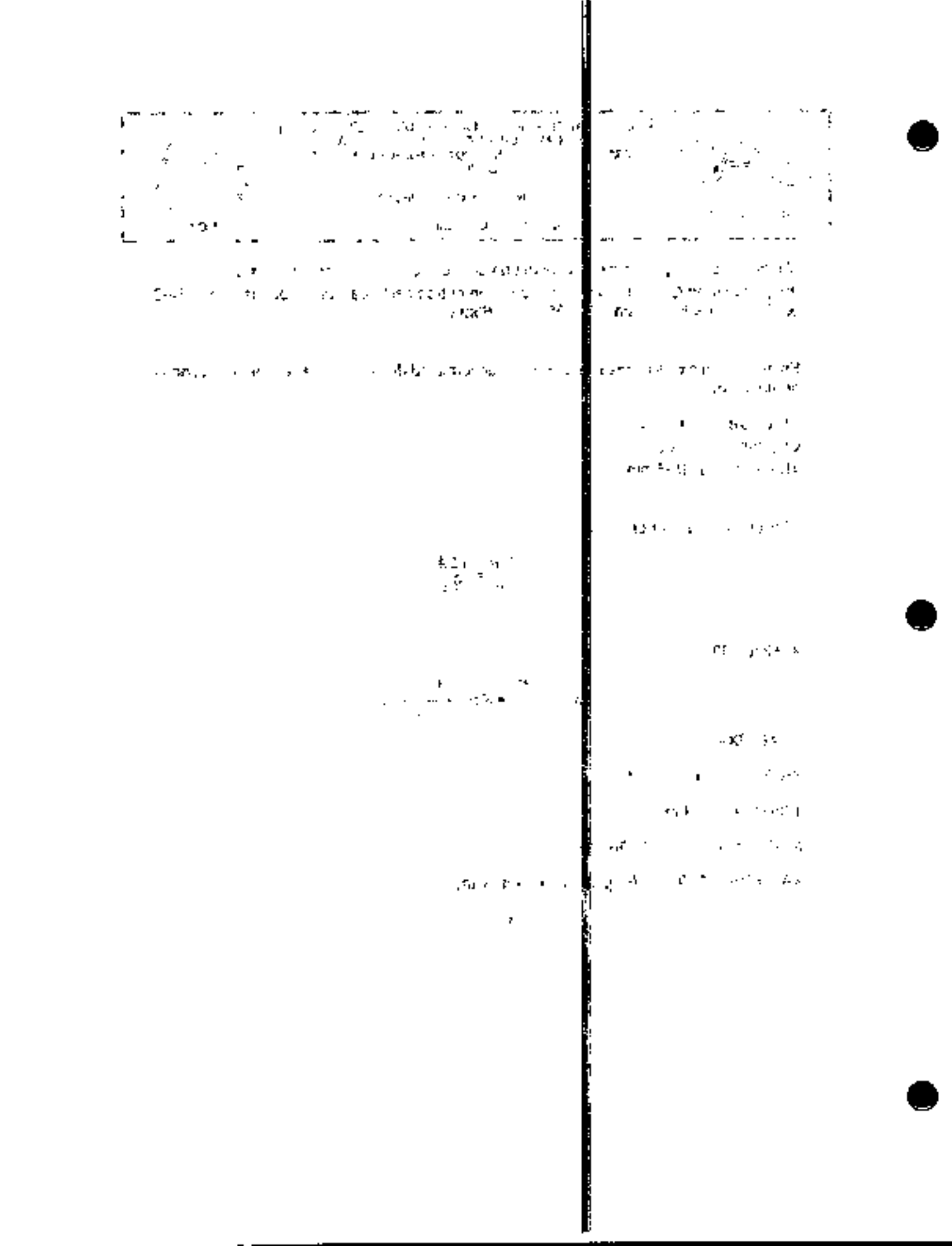
XA=1.36Xa

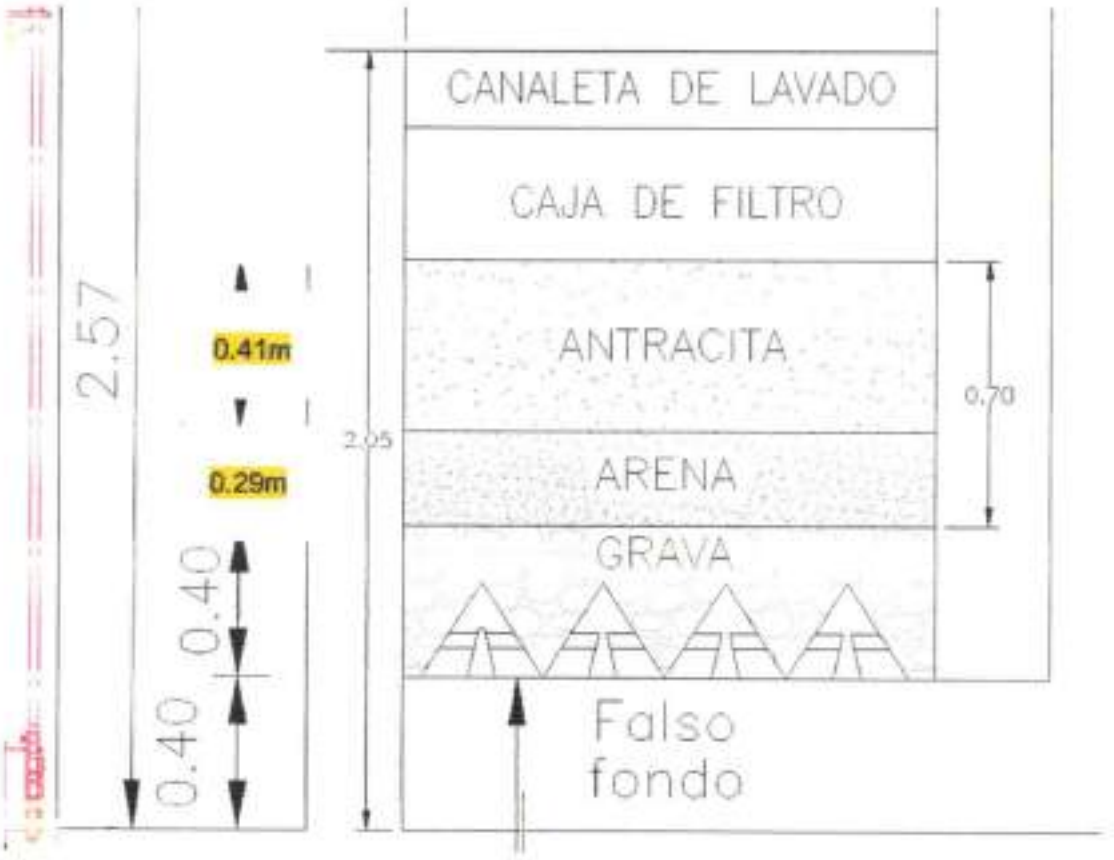
XA+Xa= 0.70m (asumido)

1.36Xa+Xa=0.70m

Xa=0.29m (Espesor de Arena)

XA= 0.70-0.29=0.41m (Espesor de la Antracita)





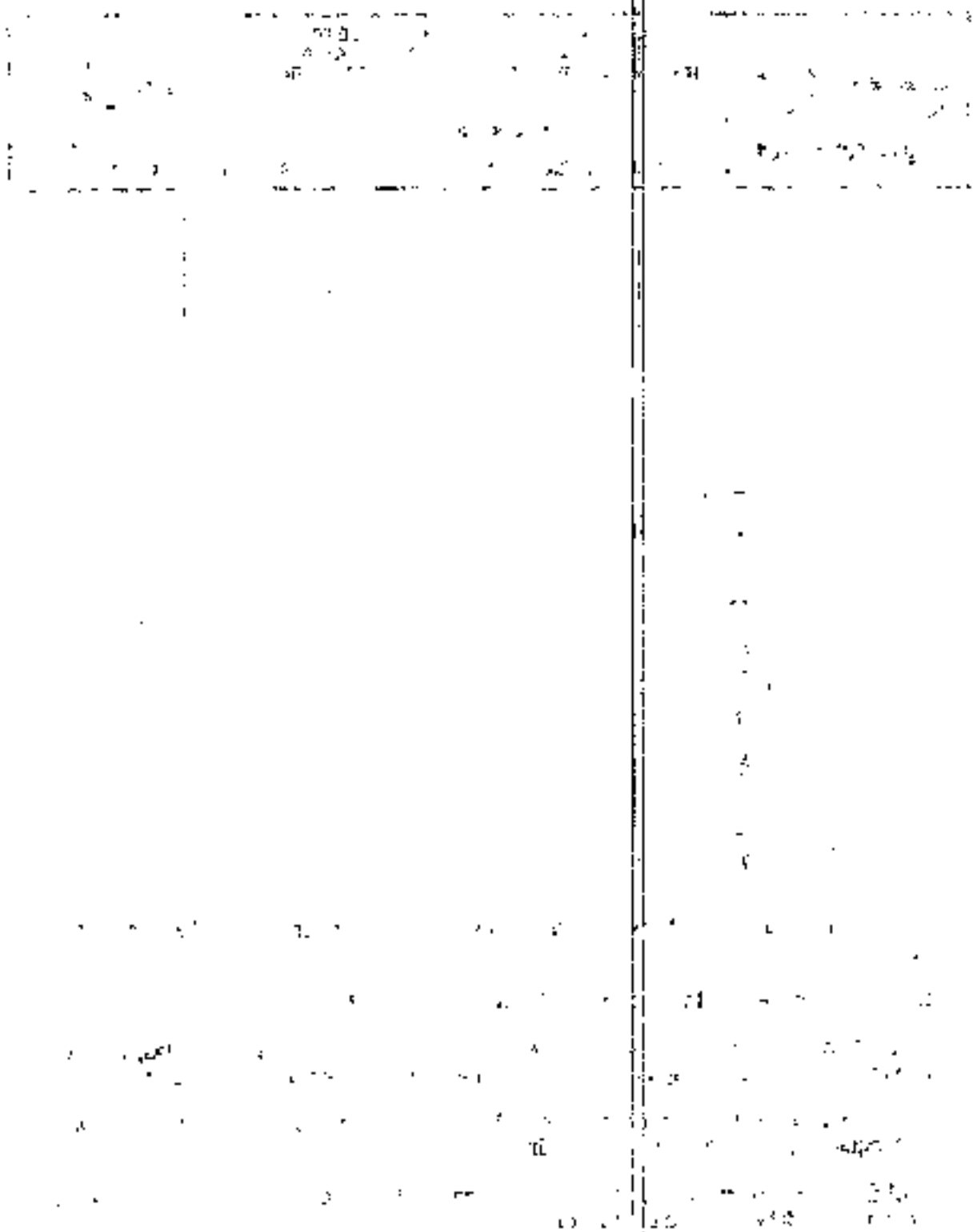
-Cálculo De La Grava Soporte: se define una grava soporte con las siguientes especificaciones.

Espesor: 40 cm ———tamaño: oscilante entre 6.4mm—12.7mm

-Estructura de entrada: las pérdidas de carga en la zona son despreciables, para el control en la entrada del agua, se empleará una válvula de compuerta HF de 8pulg

-Estructura De Salida: se define para el proyecto un vertedero individual de tipo rectangular, con ancho de cresta = 0.40m

-Hidráulica de lavado: se determina la velocidad de fluidificación total, la expansión del lecho y la perdida de carga durante el lavado.



Velocidad de fluidificación total:

$$V *= 1.3 * \frac{v}{d90} * (33.7^2 + 0.0408 * Ga)^{0.5} - 33.7$$

A partir del número de galileo (Ga)

$$Ga = \frac{g * (ss - 1)d90^3}{V}$$

Para la arena se tiene que:

$$Ga = \frac{980 * (2.65 - 1)0.118^3}{0.01117^2} = 21294$$

$$Va *= 1.3 * \frac{0.01117}{0.118} * (33.7^2 + 0.0408 * 21294)^{0.5} - 33.7$$

Va*= 1.36cm/s →0.82m/min

Par la antracita se tiene que:

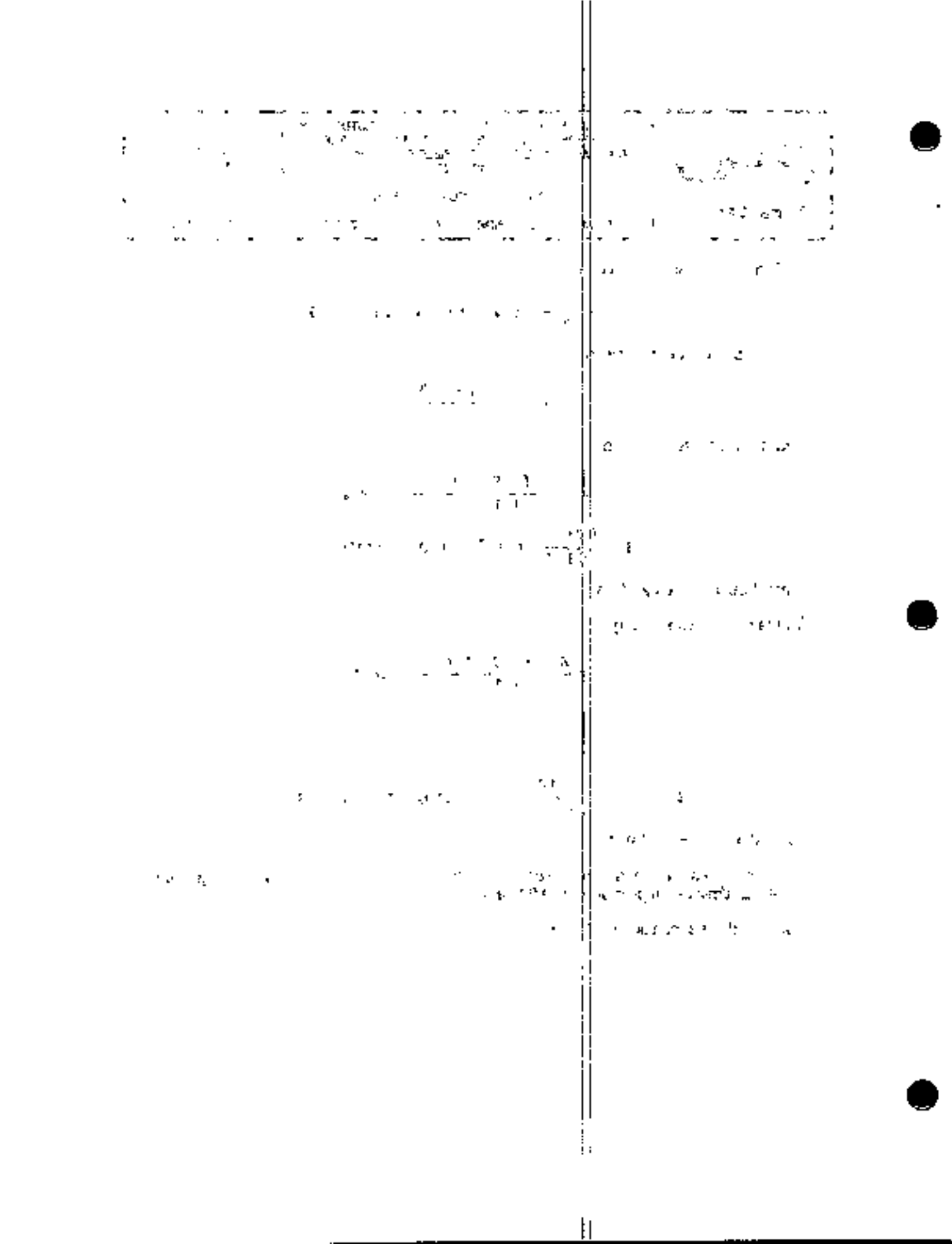
$$Ga = \frac{980 * (1.40 - 1)0.165^3}{0.01117^2} = 14113$$

$$VA *= 1.3 * \frac{0.01117}{0.165} * (33.7^2 + 0.0408 * 14113)^{0.5} - 33.7$$

VA*= 0.68cm/s →0.41m/min

Así las cosas, la condición crítica es para el lecho en arena por consiguiente Va=0.82m/min se emplea un Va*=0.80m/min.

-Cálculo de la expansión del lecho:



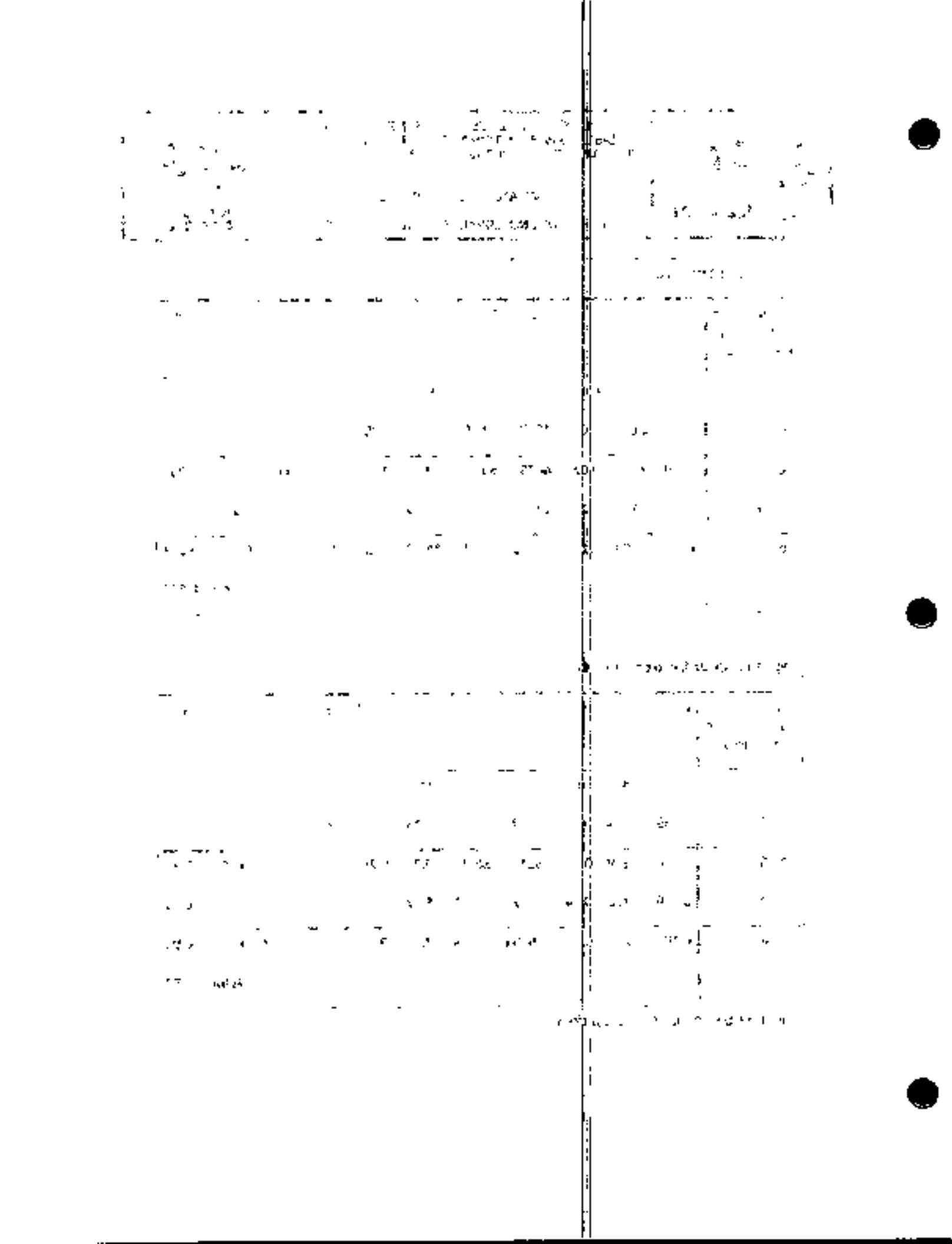
Expansión de un lecho de arena

Numero De Tamiz (serie Americana)	d1	d2	di	Ga	Re	Vs	ßRe^Θ	Pe	Ec	Xi	ΔLc
	cm	cm	cm			cm/s					m
40-30	0.042	0.059	0.05	1620	32.25	7.2	0.25	0.66	0.76	0.2	0.05
30-20	0.059	0.084	0.07	4445	56.5	9.02	0.28	0.59	0.46	0.36	0.06
26-16	0.084	0.119	0.1	12960	102.36	11.43	0.31	0.51	0.22	0.34	0.03
16-12.	0.119	0.168	0.141	36239	181.45	14.37	0.35	0.43	0.05	0.1	0.002
										εa (m)	**0.142**

Expansión de un lecho de Antracita

Numero De Tamiz (serie Americana)	d1	d2	di	Ga	Re	Vs	ßRe^Θ	Pe	Ec	Xi	ΔLc
	cm	cm	cm			cm/s					m
30-20	0.059	0.084	0.07	1078	19.72	3.15	0.25	0.81	2.16	0.22	0.22
20-16	0.084	0.119	0.1	3142	38.01	4.25	0.26	0.74	1.31	0.34	0.2
16-12.	0.119	0.168	0.141	8807	71.52	5.67	0.28	0.67	0.82	0.34	0.13
12-10.0	0.168	0.2	0.183	19254	115.54	7.05	0.29	0.62	0.58	0.1	0.03
										εA (m)	**0.58**

-cálculo de la expansión total del lecho:



$$Et = \frac{(Ea * Xa) + (EA * XA)}{Xa + XA}$$

$$Et = \frac{(0.14 * 0.29) + (0.58 * 0.41)}{0.29 + 0.41} = 0.5054m$$



-Chequeo de funcionalidad del sistema autolavante. Se debe cumplir para el numero de filtros adoptado para el proyecto (4 filtros), el caudal necesario para lavar una unidad sea menor o igual al caudal total que produce la planta, para garantizar la expansión así.

QL<Q donde QL=caudal de lavado de una unidad; Q=Caudal de diseño (31.7LPS).

QL=Va*A donde

Va=Velocidad ascensional=0.80m/min

A=área del filtro=1.40m*1.95m=2.73m2

QL=0.80/60s*2.73m2*1000l/m3= 36.39 l/s

QL=36.39LPS < 31.7LPS (NO CUMPLE)

Para lograr satisfacer la condición de autolimpieza se itera en función de la dimensión L del filtro para establecer el valor optimo, en el que el caudal de limpieza por unidad es menor que el caudal de diseño de la planta de tratamiento a través de la siguiente expresión.

$$QL = \frac{Va}{60} * B * L * 1000$$

Donde, Va=0.80m/min B=1.40m QL<=QMD=31.7 LPS

Va (m/min)	B (m)	L(m)	QL (LPS)	cumple QL <QMD?
0.8	1.4	1.95	36.4	no cumple
0.8	1.4	1.8	33.6	no cumple
0.8	1.4	1.78	33.2266667	no cumple
0.8	1.4	1.75	32.6666667	no cumple
0.8	1.4	1.73	32.2933333	no cumple
0.8	1.4	1.7	31.7333333	no cumple
0.8	**1.4**	**1.4**	**26.1333333**	**cumple**
0.8	1.4	1.3	24.2666667	cumple
0.8	1.4	1.2	22.4	cumple

Se recalcula la tasa media de filtración en función del rango normativo 180-250 m3/m2/d.

$$qmed = \frac{Q * 86400}{Acf * N} = \frac{Q * 86400}{b * L * N} = \frac{0.0317 * 86400}{1.40 * 1.40 * 4} = 349.34 \frac{m3}{m2}/d$$

NO CUMPLE.

Nota: siendo más importante garantizar el criterio de autolimpieza Vs la tasa media de filtración, se dejan las dimensiones del filtro B=1.40m – L=1.40m. en donde la tasa media de filtración quedaría cumpliendo el umbral de la resolución 0330-2017 la cual tiene un rango entre 180-350 m3/m2/d.



ARTÍCULO 114. *Filtración convencional*. Debe seleccionarse un estudio de alternativas multicriterio, con el fin de definir el tipo de tecnología de filtración que se utilizará. Teniendo en cuenta la turbiedad objetivo de salida, el dimensionamiento de las unidades deberá tener como referencia los criterios de la tabla 10 y la tabla 11.

Resolución 0330 Del 14 JUN 2017 Hoja No. 70

"Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las Resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009"

Tabla 10. Características de filtración convencional

Parámetro	Filtración lenta con lecho simple	Filtración rápida con lecho simple	Filtración rápida con lecho mixto
Tasa de filtración [m³/m²/día]	3 – 14	< 120	180 – 350
Profundidad del medio (m)	0,8 – 1,0	0,6 – 0,9	Antracita: 0,4 – 0,6 Arena: 0,15 – 0,3

Ilustración 4- Referencia normativa aplicable al filtro planteado 0330-2017.

-Análisis de pérdidas de carga durante el lavado considerando el lecho en la grava y falso fondo.

hL=(Ss-1)(1-Po)*Lo donde Po=porosidad del material y Lo=espesor del manto

hL=(2.65-1)*(1-0.40)*0.29m= 0.287m (Arena Filtro)

hL=(1.40-1)*(1-0.40)*0.41m= 0.4059m (Arena Antracita)

Perdida De Carga Total= 0.287+0.4059=0.6929m

Perdida De Carga De La Grava:

$$hLG = Va * \frac{L}{3} = 0.80 * \frac{0.40}{3} = 0.1066m$$

Perdida de carga Falso Fondo considerando para la zona 185 orificios de ¾":

$$hLD = \frac{Q^2}{C^2 * A^2 * 2 * g}$$

$$hLD = \frac{\left(0.80 * \frac{1.4 * 1.4}{60}{185}\right)^2}{0.80^2 * 0.0000000812 * 2 * 9.81}$$

$$hLD = 0.0195m$$

Perdida de carga total durante el lavado=hLt=0.6929m+0.1066m+0.0195m=0.819m

-Hidráulica de la filtración: En general para un sistema de filtración se presentan dos tipos de perdida de carga, la inicial compuesta por perdidas laminares y turbulentas; y la segunda correspondiente a la colmatación las cuales hacen que la unidad trabaje en un rango dinámico y con tasa de filtración variable. Para la determinación de estos parámetros se aplica el modelo de Di-Bernardo, el cual requiere que las pérdidas de carga que se presentan en la válvula de entrada, el lecho granular, el falso fondo y el vertedero de salida se expresen en función de la tasa de filtración, considerando esta última en q=349.34 m3/m2/día.

-Perdida de carga en la válvula de entrada:

$$hVA = \frac{k1}{2 * g} * V$$

donde: V=velocidad por la compuerta totalmente abierta (m/s) ; g=gravedad.

Aplicando continuidad

V*a=q*A donde

a: área de la compuerta (m2)

válvula de compuerta 8 pulgadas

$$a = 0.25 * 3.1416 * D^2$$

$$a = 0.25 * 3.1416 * 0.2032^2$$

a=0.0324m2

K1: perdida de carga para válvula.

Accesorio o Válvula (Completamente Abierto)	Coeficiente de Pérdida (k) Típico (
Válvula de Compuerta	0.1 - 0.3 (Crane TP-410 / Munson et al.)
Válvula de Globo	4 – 10 (White / Idelchik)
Válvula de Angulo	2 – 4
Válvula de Retención (Check)	
- Tipo bola	2.5 - 4.5 (Crane TP-410 / Modi & Seth)
- Tipo swing	0.8 - 2.0 (Crane TP-410 / Modi & Seth)
Válvula de Mariposa (θ=0°)	0.2 - 0.6 (Idelchik / Munson et al.)
Válvula de Diafragma	0.5 - 2.5
Codo estándar de 90°	0.9 - 1.0 (White / Crane TP-410)
Codo de radio largo de 90°	0.4 - 0.6
Entrada de tubería (borde agudo)	0.5
Salida de tubería (ensanchamiento al estanque)	1.0

Tabla 16- Valores típicos de K1

K1=0.3 (seleccionado para el proyecto)

q= tasa de filtración (m3/m2*d).

q=349.34 m3/m2/d

A=área superficial del filtro (m2)

A=B*L=1.40m*1.40m=1.96m2

$$hVA = \frac{k1}{2 * g * 86400^2} * \left(\frac{A}{a}\right)^2 * q^2$$

$$hVA = \frac{0.3}{2 * 9.81 * 86400^2} * \left(\frac{1.96}{0.0324}\right)^2 * 349.34^2$$

hva=0.000914m

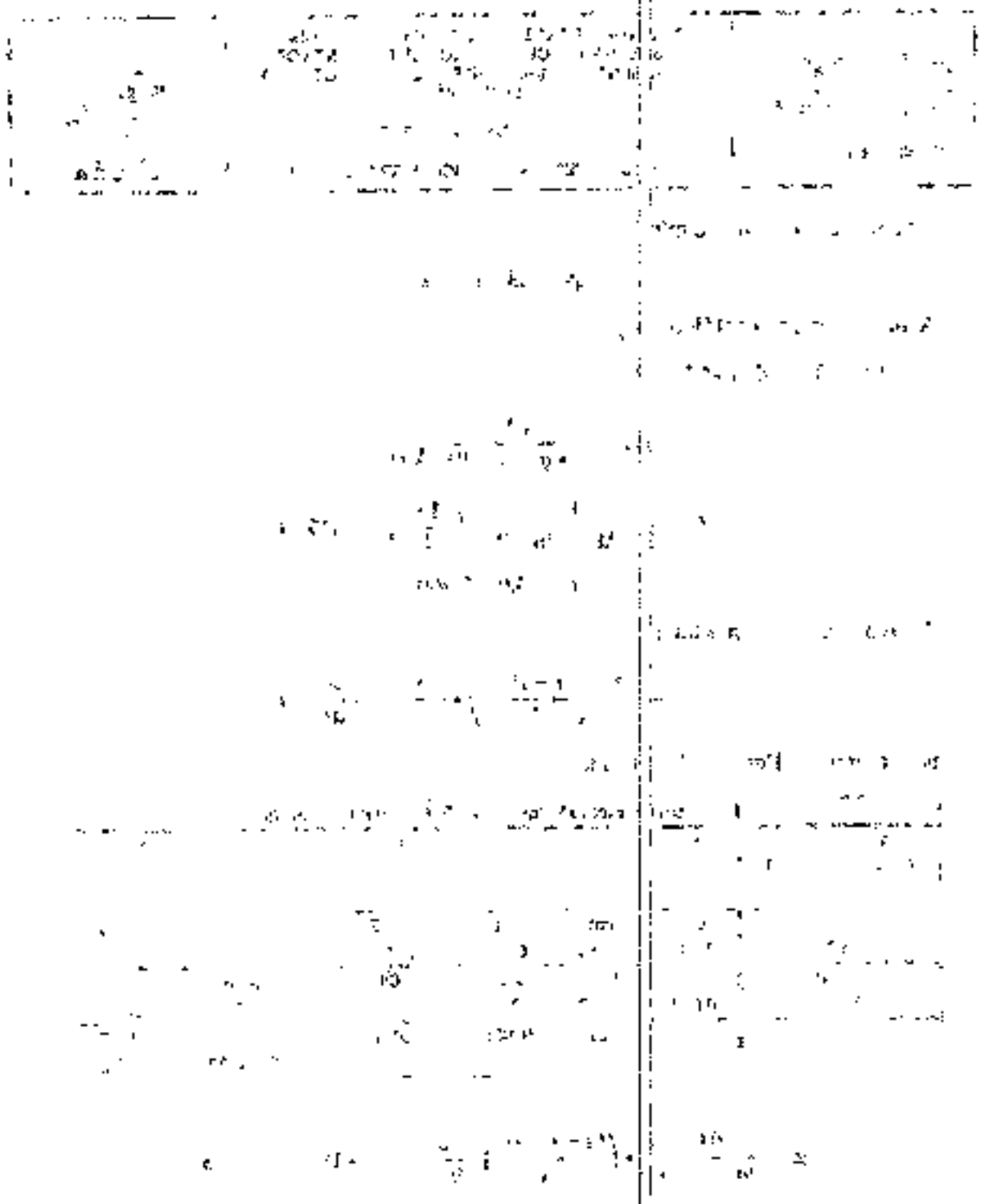
-Perdida de carga en el lecho:

$$ho = \frac{f' * v}{g} * \left(\frac{(1 - Po)^2}{Po^3}\right) * \frac{36}{Ce^2} * Lo * \frac{Xi}{di^2} * q$$

para arena con Po=0.40 Lo=0.29m

Diámetro Promedio Y Porcentaje Retenido para la arena						
Numero De Tamiz (serie Americana)	d1	d2	di	di^2	Xi	xi/di^2
	cm	cm	cm	cm2		cm-2
40-30	0.042	0.059	0.05	0.0025	0.2	80.00
30-20	0.059	0.084	0.07	0.0049	0.36	73.47
26-16	0.084	0.119	0.1	0.01	0.34	34.00
16-12.	0.119	0.168	0.141	0.019881	0.1	5.03
					∑xi/di^2	**192.50**

$$ho = \frac{5 * 0.01117}{980 * 86400} * \left(\frac{(1 - 0.40)^2}{0.40^3}\right) * \frac{36}{0.82^2} * 29 * 192.50 * 349.34$$



ho(Arena)=0.3873m

para la Antracita con Po=0.40 Lo=0.41

Diámetro Promedio Y Porcentaje Retenido para la Antracita						
Numero De Tamiz (serie Americana)	d1	d2	di	di^2	Xi	xi/di^2
	cm	cm	cm			cm-2
30-20	0.059	0.084	0.07	0.0049	0.22	44.90
20-16	0.084	0.119	0.1	0.01	0.34	34.00
16-12.	0.119	0.168	0.141	0.019881	0.34	17.10
12-10.0	0.168	0.2	0.183	0.033489	0.1	2.99
					∑xi/di^2	**98.99**

$$ho = \frac{5 * 0.01117}{980 * 86400} * \left(\frac{(1-0.40)^2}{0.40^3}\right) * \frac{36}{0.73^2} * 41 * 98.99 * 349.34$$

h0(antracita)=0.3554m

Perdida de carga grava soporte:

Para efectos constructivos se define un espesor de la capa de 0.40m

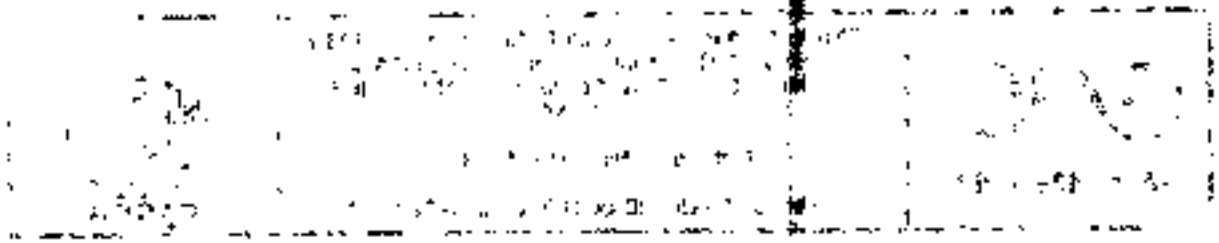
$$Hg = \frac{L}{3 * 1440} * q$$

$$Hg = \frac{0.4}{3 * 1440} * 349.34$$

Hg=0.0323m

Perdida de carga Falso Fondo:

$$hD = \frac{K1}{2 * g * 86400^2} * \left(\frac{A}{a}\right)^2 * q^2$$



el área total hueca para 185 orificios de ¾" → a=0.0527m2 K1=0.30
A=1.40*1.40=1.96m2

$$hD = \frac{0.30}{2 * 9.81 * 86400^2} * \left(\frac{1.96}{0.0527}\right)^2 * 349.34^2$$

hD=0.000345m

Perdida de carga en vertedero de salida considerando un ancho de cresta de 0.30m

$$hVE = \left(\frac{A}{1.83 * L * 86400}\right)^{0.6667} * q^{0.6667}$$

A= área del filtro =1.96 m2 L=ancho de la cresta=0.30m

$$hVE = \left(\frac{1.96}{1.83 * 0.30 * 86400}\right)^{0.6667} * 349.34^{0.6667}$$

hVE=0.0590m

-Perdida de carga total= hva=0.000914m+ ho(Arena)=0.3873m+ h0(antracita)=0.3554m+ hD=0.000345m+ hVE=0.0590m

Perdida de carga total =0.8029m

-Canaleta De Recolección De Lavado:

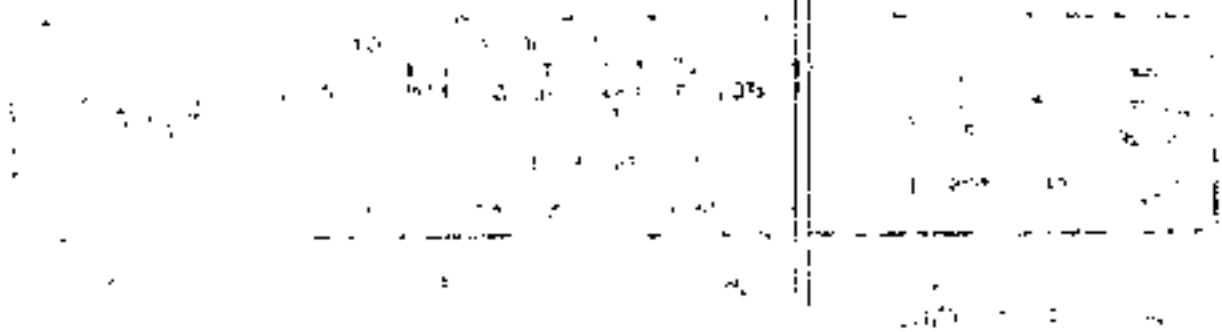
$$hM = \left(73 * \frac{q}{b}\right)^{\frac{2}{3}}$$

donde q=31.7LPS/4=7.93l/s
b=0.25m (asumido)

$$hM = \left(73 * \frac{7.93}{25}\right)^{\frac{2}{3}} = 8.12cm$$

considerando un BL=6cm

Dimensiones Finales De La Canaleta:



Ancho Interior= 0.25m
Altura Interior= 0.06+0.0812=0.1412m→0.15m (Dim constructiva)
Espesor de la pared=0.10m (asumido)
-Altura de la cresta a la canaleta respecto a la superficie de lecho no expandido (w)

W= expansión del lecho (Et) + factor de seguridad + altura de la canaleta
W= 0.50m +0.1m + 0.15m = 0.75m

-Altura del vertedero de salida con respecto a la cresta de la canaleta, (y)

El vertedero debe quedar a una altura sobre la cresta de la canaleta que garantice que se compensan la perdida de carga en el lavado y la perdida de carga en la cresta de la canaleta (altura de la lámina del vertedero).

$$hc = \left(\frac{q}{1.838 * L}\right)^{\frac{2}{3}} =$$

L= ancho de la cresta de la canaleta = 1.40m

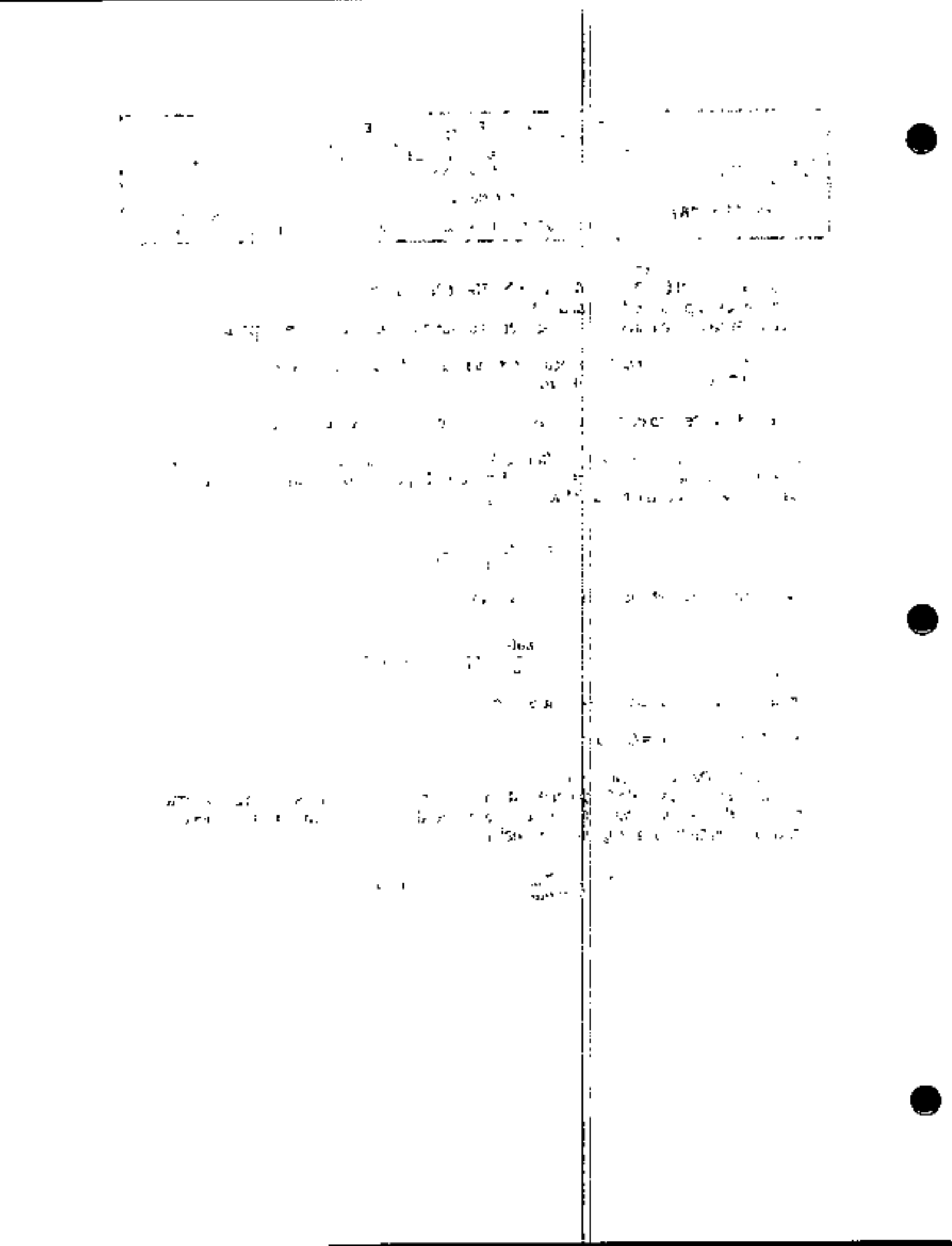
$$hc = \left(\frac{0.00793}{1.838 * 1.40}\right)^{\frac{2}{3}} = 0.0212m$$

y=perdida de carga durante el lavado + hc

y=0.819m +0.0212m= 0.8405m

-Frecuencia De Lavado Del Filtro:
Se adopta una carrera de filtración de 24 horas, para la condición más crítica en invierno, como se define una batería de 1 filtro autolavante de tasa declinante, la frecuencia del lavado se calcula con la siguiente expresión:

$$F = \frac{C}{\#unidades} = \frac{24horas}{4} = 6\ Horas$$



1.3.5-DISEÑO DE ESPESADOR DE LODOS:

A partir de los resultados de calidad de agua, evidenciados en el diagnostico se puede establecer el nivel de turbidez y color aparente del agua necesarios para el diseño del espesador de lodos de la PTAP proyectada para el municipio de Cocorná.

FECHA	PARAMETRO	CONCENTRACION	VALOR DE REFERENCIA	TIPO DE AGUA	LUGAR MUESTREO
4/9/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.6	2	TRATADA	P003
4/23/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.1	2	TRATADA	P001-COLEGIO
7/4/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	0.56	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/04/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	0.64	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
7/4/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.31	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/04/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.44	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
29/04/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.69	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
22/08/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
14/08/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.5	2	TRATADA	P001-COLEGIO
28/06/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.56	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
3/12/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.2	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
10/12/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.45	2	TRATADA	P001-COLEGIO
12/12/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
16/07/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.1	2	TRATADA	P001-COLEGIO
24/07/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.65	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
31/07/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.4	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
19/06/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.4	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
4/6/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	5	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	10	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
17/06/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	25	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
19/03/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	2.1	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
13/03/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.8	2	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.23	2	TRATADA	P001-COLEGIO
10/3/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	0.33	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.29	2	TRATADA	P001-COLEGIO
28/05/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	3	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
13/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.9	2	TRATADA	P001-COLEGIO
29/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.2	2	TRATADA	P003-MONTECARLO

21/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	1.4	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
20/05/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	2.3	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
14/11/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.85	2	TRATADA	P001-COLEGIO
20/11/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.2	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
26/11/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.85	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
9/10/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P004-CEFERINOS
23/10/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
30/10/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
11/9/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.3	2	TRATADA	P001-COLEGIO
18/09/2024	TURBIDEZ (U.N.T)	1.5	2	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
25/09/2025	TURBIDEZ (U.N.T)	0.75	2	TRATADA	P003-MONTECARLO
	PROMEDIO =	2.59375			

Tabla 17- Muestreo calidad de aguas de aguas municipio de Cocorná (Turbidez).



Figura 72-Variación de la turbidez (UNT), para distintos puntos de muestreo del municipio de Cocorná.

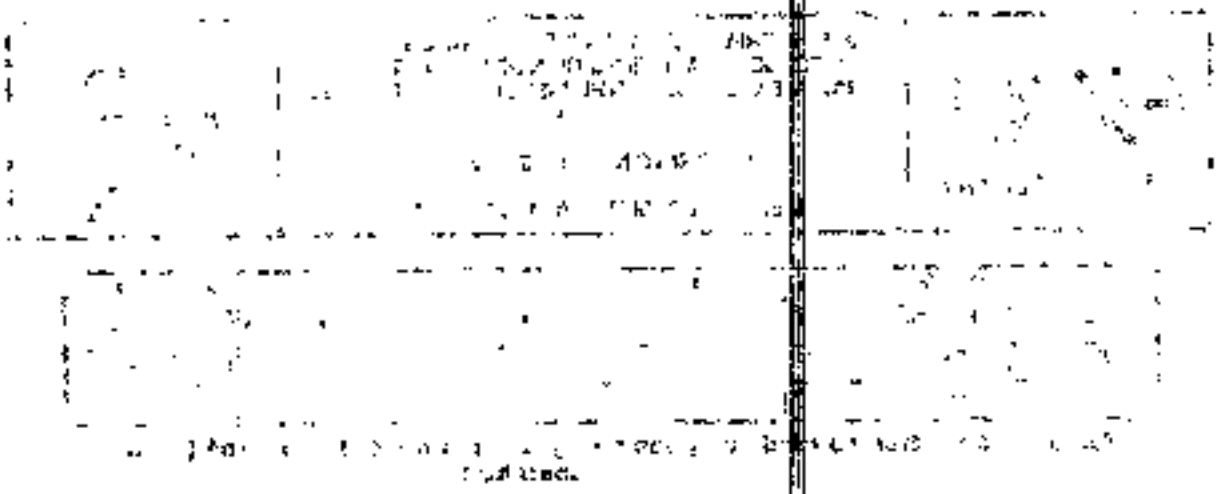
FECHA	PARAMETRO	CONCENTRACION	VALOR DE REFERENCIA	TIPO DE AGUA	LUGAR MUESTREO
4/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003
4/23/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P001-COLEGIO
7/4/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
21/04/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
7/4/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
22/04/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
29/04/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
22/08/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
14/08/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P001-COLEGIO
28/06/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
3/12/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
10/12/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P001-COLEGIO
12/12/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	7	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
16/07/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	11	15	TRATADA	P001-COLEGIO
24/07/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
31/07/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
19/06/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
4/6/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	2.5	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
6/3/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	1.38	0.3-2.0	TRATADA	P004-CEFERINOS
10/6/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	1.77	0.3-2.0	TRATADA	P004-CEFERINOS
17/06/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	1.18	0.3-2.0	TRATADA	P004-CEFERINOS
19/03/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	<5	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
14/03/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P001-COLEGIO
11/3/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P001-COLEGIO
10/3/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
28/05/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P001-COLEGIO
28/05/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
13/05/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	7.5	15	TRATADA	P001-COLEGIO
14/11/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P001-COLEGIO
20/11/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
26/11/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	<5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
9/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P004-CEFERINOS
23/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	8	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
30/10/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	5	15	TRATADA	P003-MONTECARLO

11/9/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	10	15	TRATADA	P001-COLEGIO
18/09/2024	COLOR APARENTE (U.P.C)	7	15	TRATADA	P002-PARQUE PRINCIPAL
25/09/2025	COLOR APARENTE (U.P.C)	6	15	TRATADA	P003-MONTECARLO
	Promedio=	5.995			

Tabla 18- Muestreo calidad de aguas de aguas municipio de Cocorná (Color aparente).



Figura 73-Variación del color aparente (UPC), para distintos puntos de muestreo del municipio de Cocorná.



PRODUCCION DE LODOS EN EL SEDIMENTADOR-FLOCULADOR

Datos para el diseño

* Q_D Caudal de diseño	l/s	31.70	
* D: Dosis de Coagulante (Sulfato Líquido)	mg/l	20.00	Aporta el 30%
* T: Turbiedad en el agua cruda	UNT	2.93	Aporta el 100%
* C: Color presente en el agua	U.C.	6.00	Aporta el 10%
* L: Concentración de lodos (6%)	(1000Kg/m³ x L / 100)	20.02	
* K: Tasa superficial	m3/m2/día	12.00	

Consideraciones teóricas para el estimativo

* Una unidad de turbiedad, equivale a 1,0mg/l de S.S.:	1 U.T = 1,0mg/l S.S.	1
* Diez unidades de color, equivalen a una unidad de turbiedad:	10 U.C. = 1 U.T.	1
* Un Kg de coagulante, equivale a 1/3 de Kg de S.S generados:	1 Kg Coagulante = 1/3 Kg S.S.	1

Estimativo producción de lodos

Se tendrán en cuenta los lodos producidos por la presencia de turbiedad y color en el agua cruda, además de los generados por la adición de coagulante (Sulfato de aluminio).

Sólidos producidos por color y turbiedad ($S.S._{T,C}$)

$S.S._{T,C} = Q_D \times (T + C)$

$S.S._{T,C}$ = Kg/d 9.67

Sólidos producidos por adición de coagulante ($S.S._C$)

$S.S._C = Q_D \times D$

$S.S._C$ = Kg/d 18.2592

Sólidos totales producidos ($S.S._T$)

$S.S._T = S.S._{T,C} + S.S._C$

$S.S._T$ = Kg/d 27.93

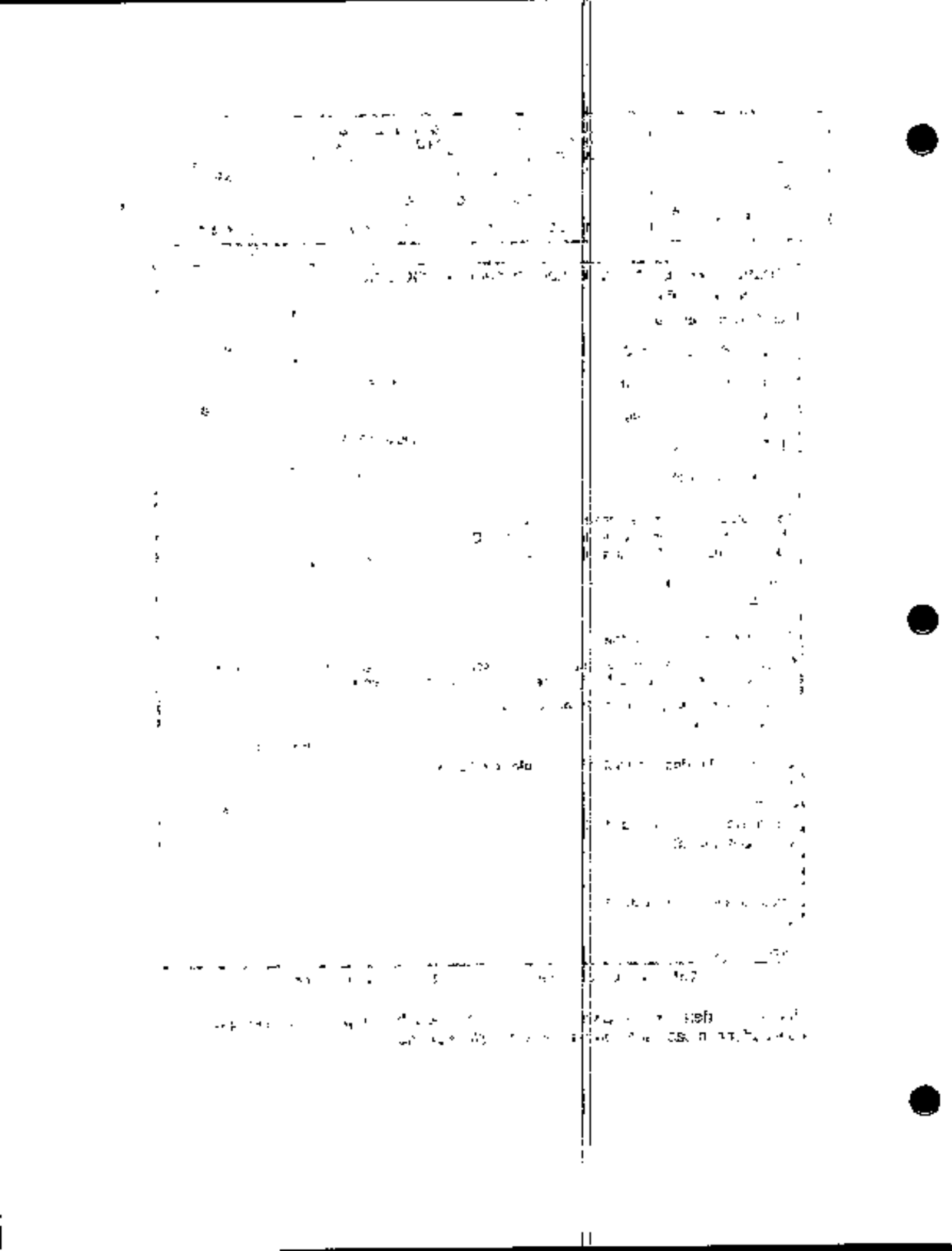
Caudal de lodos producidos (Q_P)

Q_P = m3/d 1.39

$Q_P = S.S._T / L$

Tabla 19- Calculo del volumen del espesador de lodos

NOTA: considerando la alta variabilidad de los parámetros se proyecto un tanque espesador con capacidad para tratar 1.39m3/d→2.0 m3/d



1.3.6-DISEÑO DE ESPESADOR LECHOS DE SECADO:

LECHOS DE SECADO

Parámetros para el diseño

* Q_D: Caudal de diseño de la planta =	l/s	31.70	
* Q_L: Producción de lodo en la planta =	m3/d	2.00	
* R: Factor de producción de lodo =	%	80%	
* Q_P: Producción de lodos en los sedim. =	m3/d	1.60	
* g_L: Peso del lodo deshidratado =	Kg/m3	2.00	

(*) ARBOLEDA VALENCIA, Jorge. "Teórica y Práctica de la Purificación del Agua", Tercera Edición, Editorial Mc.Graw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 2.000, pág. 297.

Purga de lodos

Se estima el tiempo en el cual debe purgarse cada Sedimentador, teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento de las tolvas de cada unidad, y la producción de lodo generado.

$$Q_P = Vs / t$$

* Vs: Almacenamiento de lodos =	m3	5.00	5
* Q_P: Producción de lodos sedimentados =	m3/d	1.11	
* T: Tiempo de purga =	d	3.13 d	

Lo anterior indica que los sedimentadores se deben purgar cada 7 días; ya que en ese lapso se llena la tolva para almacenamiento de lodos.

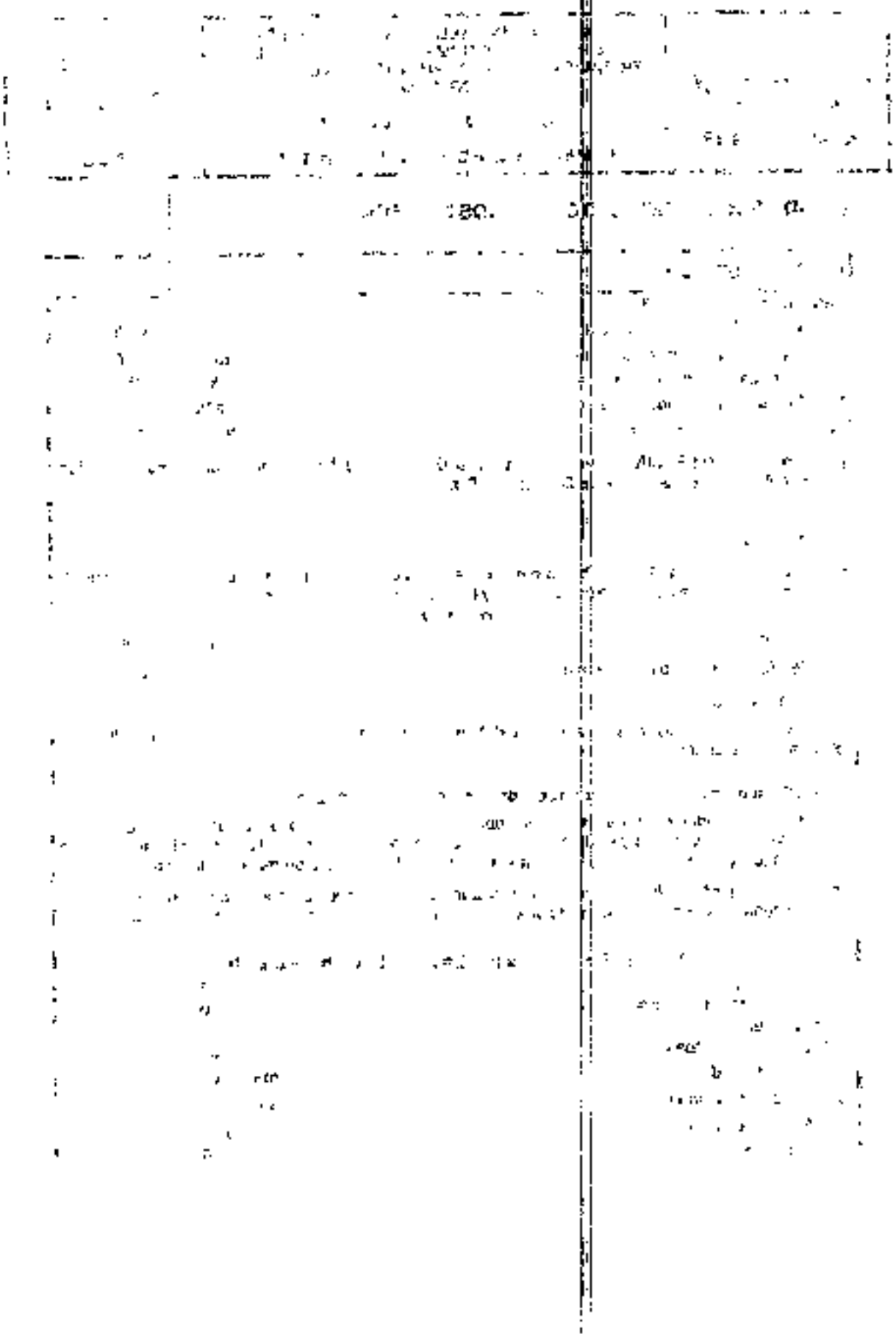
Dimensionamiento de las celdas de secado para lodos de los sedimentadores

Para hallar la cantidad de celdas necesarias para el tratamiento de los lodos de los sedimentadores se tendrá en cuenta el volumen de lodo almacenado y el tiempo estimado para el secado del material. Este último aspecto (tiempo de secado), se estima a partir de la temperatura promedio de la zona.

Para dimensionar las celdas de secado proyectadas como tratamiento de los lodos generados en los sedimentadores, se tendrá en cuenta la producción diaria de material lodoso en dichas estructuras.

$$V_{LS} = A \times hu \;;\; A = L \times a \;;\; L = 2a \;;\; H = h + b_{AR} + b_{GR} + b$$

*Largo de cada celda ; Xs =	m	4.47
*Ancho de cada celda ; Ys =	m	3.10
A: Área superficial =	m2	13.86
*h: Prof. útil de la celda =	m	0.50
V_{LS}: Volumen útil de la celda =	m3	6.93
*b_{AR}: Espesor de la arena =	m	0.25
*b_{GR}: Espesor de la grava =	m	0.20
*b: Borde libre =	m	0.05

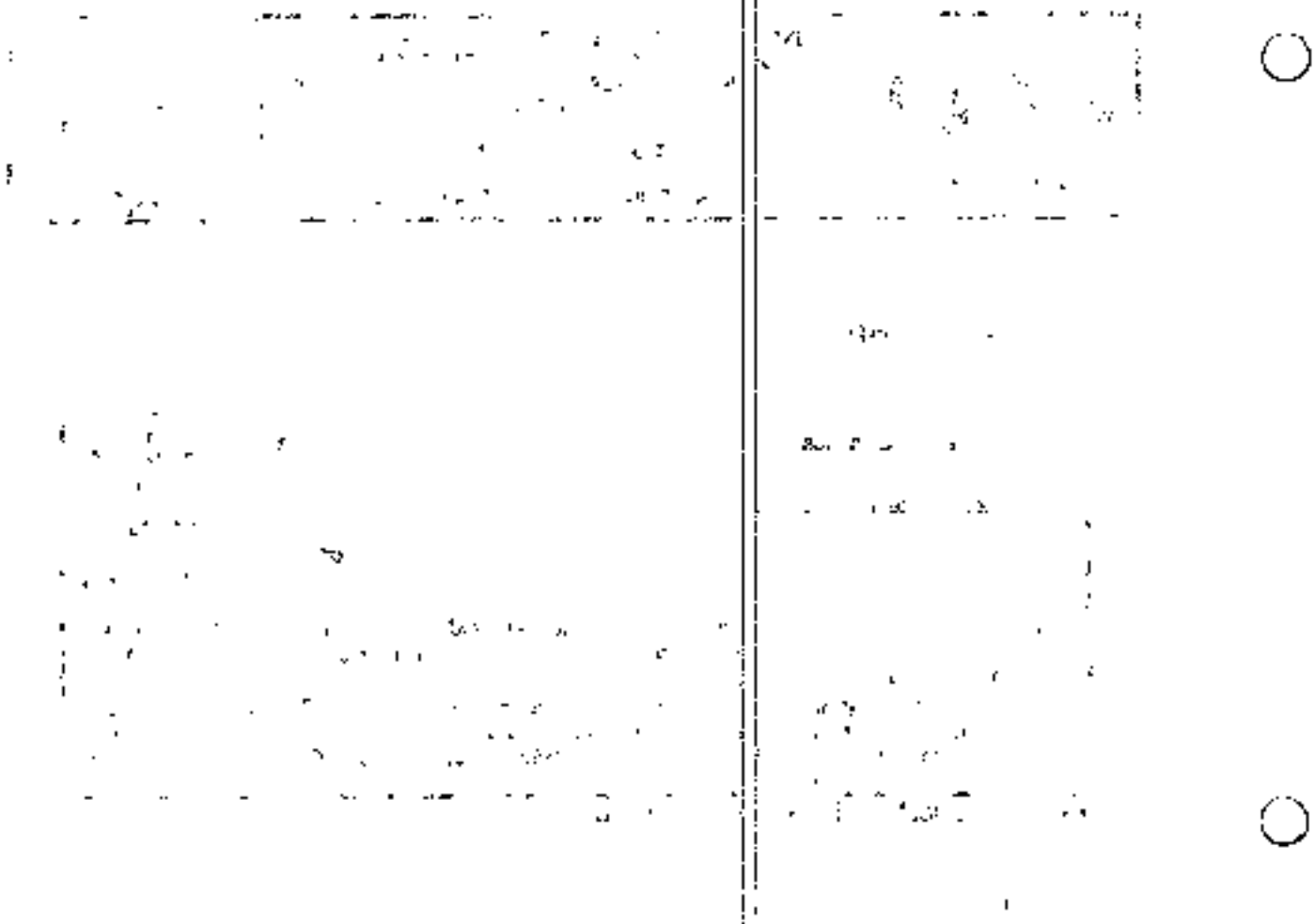


$H = h + bxR + bqR + b$			
H: Prof. Total de la celda =	m	1.00	
*t: Tiempo de secado de los lechos	dia	3.50	OK, 3-4 dias de secado. Res. 0330 de 2017
N_{LS}: Cantidad de celdas requeridas = $N_s = (Q_t \times t) / Vts$	un	0.81	OK, Min 4 celdas. Res. 0330 de 2017

De los cálculos anteriores, se tiene que para el secado de los lodos provenientes del Sedimentador y Floculador proyectados, se requieren 4 celdas de Largo= 2m, Ancho=1,5m altura útil = 0,5m y h total = 1m, ; donde se realizará la purga cada 3.5 días.

Los lechos de secado proyectados tendrán una capa de arena de espesor 25 cm y una de grava de espesor 20 cm; es decir, con capacidad para almacenar 1,5 m³. Adicionalmente, en el fondo de cada celda se ubicará una tubería de PVC-S de Ø4pulg., perforada con orificios de Ø1pulg. cada 20 cm, para la recolección y evacuación del percolado.

Tabla 20- Calculo de los lechos de secado



1.3.6-SISTEMA DE DESINFECCION:

Los procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración remueven con mayor o menor eficiencia la mayoría de microorganismos que puede contener el agua. Es por eso que se consideran procesos preparatorios para la desinfección, en caso de que sea requerida la utilización de aquellos puesto que cumplen la doble función de disminuir la carga bacteriana y hacer más eficiente el proceso de desinfección.

Los microorganismos no son más que otra cosa que partículas coloidales y por lo tanto quedan sometidos a las mismas leyes que condicionan su remoción. El aglutinamiento de los coloides que se realiza mediante la coagulación y la floculación incorpora las bacterias y los virus dentro de los flóculos y por consiguiente son susceptibles de quedar removidos mediante la sedimentación; en el proceso de filtración su eliminación de debe más probablemente a los mecanismos de difusión que a los gravitacionales. En el caso de que la calidad físico química del agua requiera la utilización parcial o total de los procesos anteriores, puede lograrse la remoción del 99% de los microorganismos, bajo condiciones de alta eficiencia en la operación de la planta de tratamiento; sin embargo, para obtener una completa seguridad sanitaria en el agua destinada al consumo humano, se recurre a la desinfección como proceso complementario.

Se entiende como desinfección del agua a la destrucción de los organismos patógenos constituidos por bacterias, protozoarios y virus. Tales microorganismos son capaces de sobrevivir en el agua por días o inclusive semanas, dependiendo de factores ambientales, morfológicos y fisiológicos tales como la temperatura, PH, oxígeno disuelto, nutrientes existentes, competición con otros organismos, resistencia a influencias toxicas, capacidad de formar esporas, etc.

Un buen desinfectante de cumplir los siguientes requisitos:

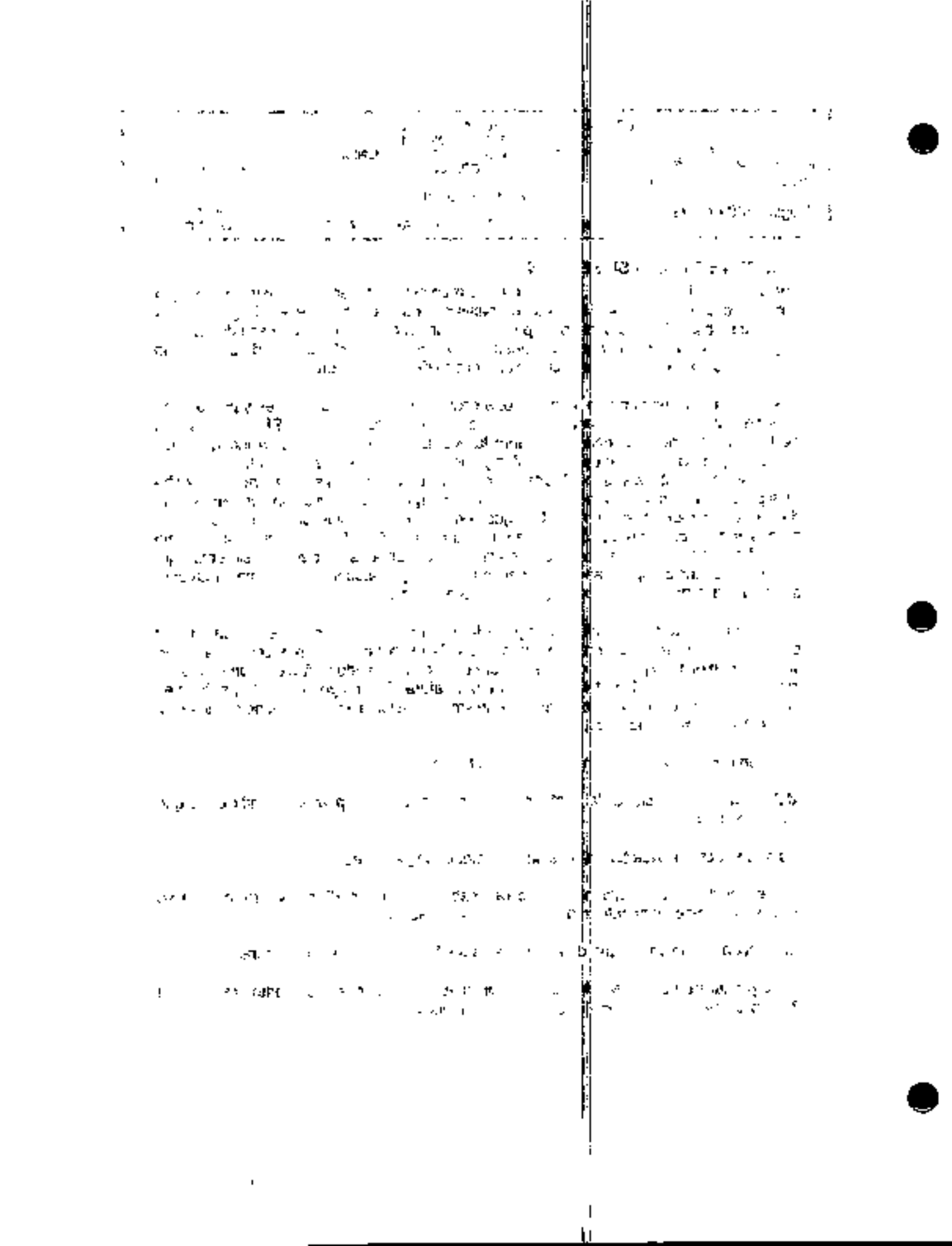
-debe tener la capacidad de destruir organismos patógenos para las condiciones que presente el agua.

-no debe hacer el agua toxica o de sabor u olor desagradables.

-deber ser de fácil obtención, a costo razonable y reunir condiciones que faciliten su transporte, almacenamiento, manipulación o dosificación.

-su concentración en el agua debe poderse detectar fácilmente y rápidamente.

-debe producir un efecto residual que se constituya en una protección contra un eventual Re contaminación posterior al proceso de desinfección.



Para el caso de la PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, en el municipio de COCORNA, se propone para la desinfección, la implementación del CLORO considerando la recomendación del ARTICULO 121 RESOLUCION 0799-2021, dado que en condiciones normales de temperatura y presión el cloro se toma en un gas verde más pesado que el aire por lo cual en caso de escape de deposita en las partes bajas de la zona de desinfección.

Algunas de las principales ventajas de la utilización del cloro son:

- Esta fácilmente disponible en forma gaseosa, liquida y sólida (HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO).
- Es barato.
- Es de fácil aplicación por su alta solubilidad.
- Deja un residual en solución cuya concentración es fácilmente determinable.
- Las concentraciones requeridas para potabilizar el agua y proteger la red de distribución son inocuas para el hombre.
- Tiene la capacidad de eliminar la mayoría de microorganismos patógenos. En efecto el cloro destruye bacterias patógenas, pero es ineficaz para acabar con quistes de amebas, y se requieren altas dosis para matar algunos tipos de virus, como los que producen poliomielitis; es decir el cloro no garantiza la destrucción total de los patógenos a pesar de ser un buen desinfectante.

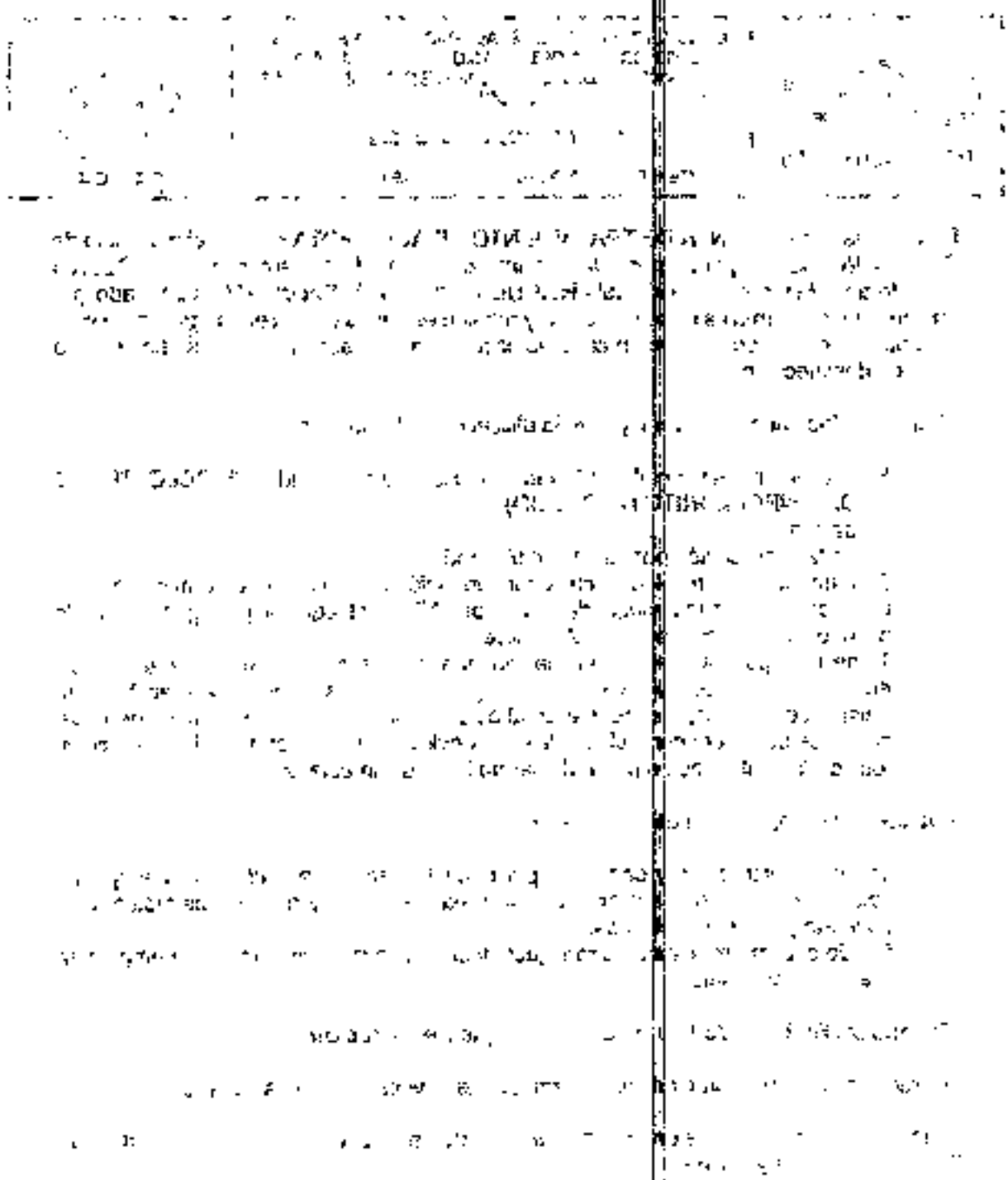
Algunas desventajas en su utilización son:

- Es un gas venenoso y corrosivo, por lo cual requiere de cuidadoso manejo, las soluciones de cloro para dosificación producen un deterioro de estructuras de concreto y equipos metálicos.
- Puede causar problemas de mal gusto y olor desagradable cuando se emplea en presencia de fenoles.

-Diseño De Sistema De Desinfección, Tanque De Cloración:

Se diseña tanque de cloración, considerando que el volumen es el siguiente:

Asumiendo unas dimensiones del tanque de altura del tanque de H=0.55m, Ancho=0.80m, Largo=6.10m.



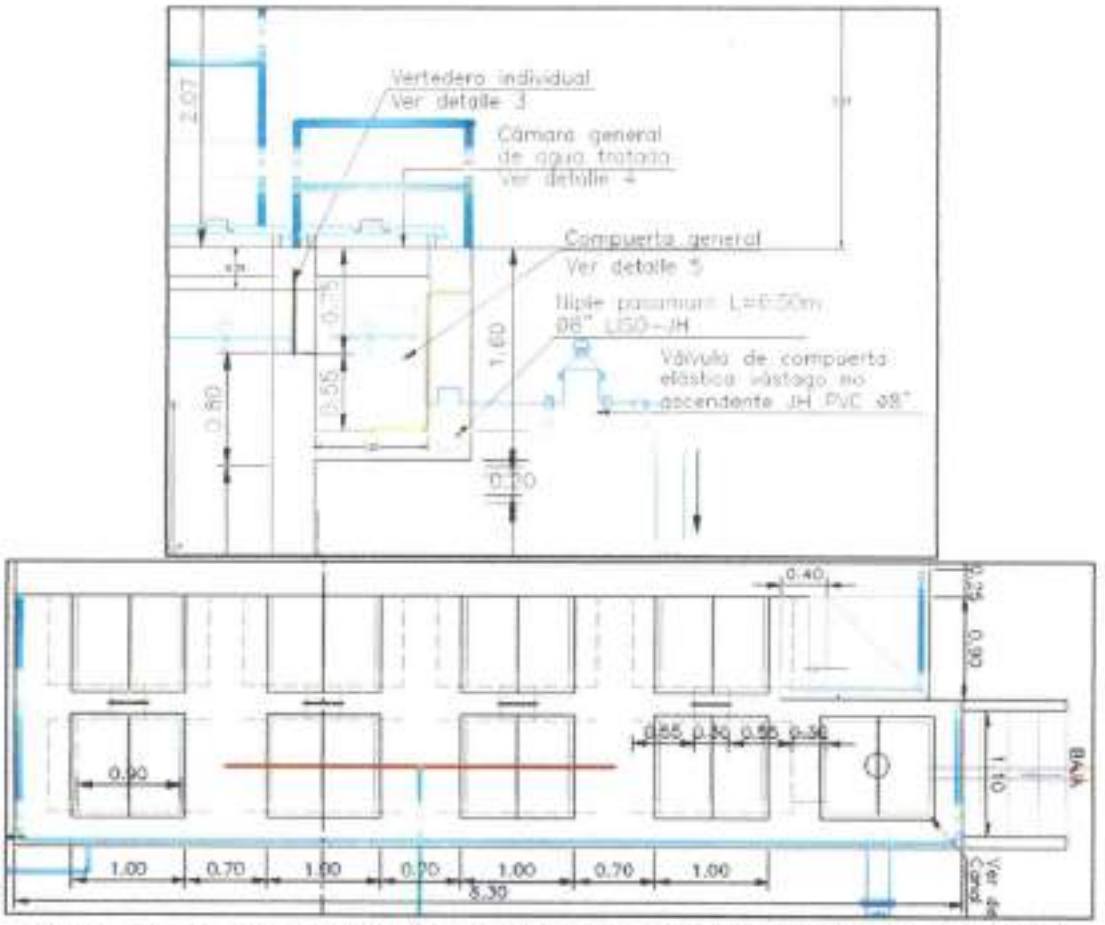


Figura 74-Esquematización de la zona de clorado de la planta de tratamiento.

Vol= 6.10m*0.55m*0.8m=2.68m3
QDiseño=0.0317 m3/s

TRH=Vol/Q= 2.68/0.0317= 84.54s→ 1.41min

Durante la operación de la planta de tratamiento se deberá calibrar la dosificación del cloro en función de los parámetros de calidad de agua y la recomendación del PARAGRAFO 2 -ARTICULO 121-0799-2021, asi:

Tabla 10. Parámetros de Desinfección por cloración (< 1 UNT).

Valores de C * t (mg-min/l) para inactivación de Coliformes totales por Cloro libre para log 2.
Donde C hace referencia al residual de desinfectante y no a la dosis aplicada.

	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C

Calle 17 No. 9 – 38 Bogotá, Colombia
Conmutador (571) 332 34 34 -

Versión: 8.0
Fecha 17/03/2021
Código GDC-PLA-10
Página 34 de 82

Resolución No. **0799** Del **09 DIC** de **2021** Hoja No. 31

"Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017"

Dosis de Cloro Aplicada mg/l	pH				pH				pH				pH			
	6.0	6.5	7.0	7.5	6.0	6.5	7.0	7.5	6.0	6.5	7.0	7.5	6.0	6.5	7.0	7.5
<=0.40	24	29	35	42	16	20	23	28	12	14	17	21	8	10	12	14
0.6	26	30	36	43	17	20	24	29	13	15	18	21	8	10	12	14
0.8	26	31	37	44	17	20	24	29	13	15	18	22	9	10	12	15
1.0	26	31	37	45	18	21	25	30	13	16	19	22	9	10	12	15
1.2	27	32	38	46	18	21	25	31	13	16	19	23	9	11	13	16
1.4	27	33	39	47	19	22	26	31	14	16	19	23	9	11	13	16
1.6	28	33	40	48	19	22	26	32	14	17	20	24	9	11	13	16
1.8	28	34	41	49	19	23	27	33	14	17	20	25	10	11	14	16
2.0	29	35	41	50	19	23	28	33	15	17	21	25	10	12	14	17
2.2	30	35	42	51	20	23	28	34	15	18	21	26	10	12	14	17
2.4	30	36	43	52	20	24	29	35	15	18	22	26	10	12	14	17
2.6	31	37	44	53	20	24	29	35	15	18	22	27	10	12	15	18
2.8	31	37	45	54	21	25	30	36	16	19	23	27	10	13	15	18
3.0	32	38	46	55	21	25	30	37	16	19	23	28	11	13	15	18

Tabla 21- Referencia normativa para calibración de dosis de cloro durante la operación de la planta de tratamiento de agua potable.

Tabla 11. Parámetros de Desinfección por cloración (1 - 2 UNT)

Valores de C * t (mg-min/l) para inactivación de Coliformes totales por Cloro Libre para log 3
Donde C hace referencia al residual de desinfectante y no a la dosis aplicada

Dosis de Cloro Aplicada mg/l	10 °C				15 °C				20 °C				25 °C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0,40	37	44	52	62	25	30	35	42	18	22	26	31	12	15	18	21
0,6	38	45	54	64	25	30	36	43	19	22	27	32	13	15	18	22
0,8	39	46	56	66	26	31	37	44	20	23	28	33	13	16	19	22
1,0	40	47	56	67	27	32	38	45	20	24	28	34	13	16	19	23
1,2	40	48	57	68	27	32	38	46	20	24	29	35	14	16	19	23
1,4	41	49	58	70	28	33	39	47	21	25	29	35	14	17	20	24
1,6	42	50	30	72	28	33	40	48	21	25	30	36	14	17	20	24
1,8	43	51	61	74	29	34	41	49	22	26	31	37	15	17	21	25
2,0	44	52	62	75	29	35	42	50	22	26	31	38	15	18	21	26
2,2	45	53	64	77	30	35	43	51	22	27	32	39	15	18	21	26
2,4	46	54	65	79	30	36	43	53	23	27	33	39	15	18	22	26
2,6	46	55	66	80	31	37	44	54	23	28	33	40	16	19	22	27
2,8	47	56	67	82	31	37	45	55	24	28	34	41	16	19	23	28
3,0	48	57	68	83	32	38	46	56	24	29	34	42	16	19	23	28

Tabla 22- Referencia normativa para calibración de dosis de cloro durante la operación de la planta de tratamiento de agua potable.

-Definición De Bomba Dosificadora: Equipo que cuenta con Señal de entrada: 0-20 mA ó 4-20 mA, Para garantizar la aplicación de hipoclorito de sodio en las concentraciones recomendadas se usará una bomba dosificadora de similares características a las del coagulante, el equipo se puede programar para que sea auto regulable o se regule de forma manual



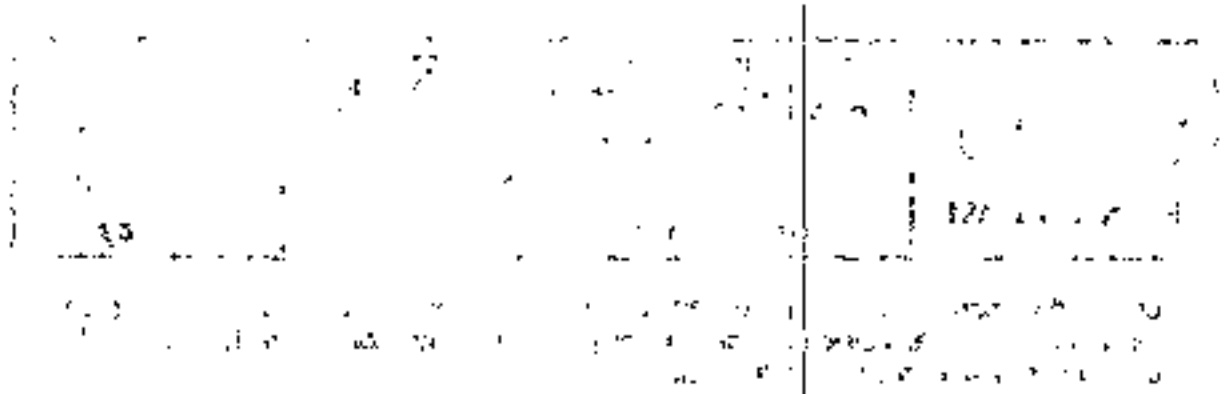
Ilustración 5-Referencia de bomba dosificadora de cloro

Otro elemento a tener en cuenta para la planta de tratamiento es un analizador de cloro libre en línea marca EMEC, Modelo LDSCLPLUS-ECL6E, de fabricación europea, el cual incluye indicador digital, celda de cloro libre y control de flujo, este equipo hará lecturas en tiempo real de la concentración de cloro en tiempo real y se comunicara con la bomba

dosificadora para modificar la cantidad de agente desinfectante aplicado a partir de un valor de referencia, adicionalmente el equipo permite monitorear en tiempo real la concentración del cloro y sus variaciones.



Ilustración 6-Referencia de analizador de cloro en línea.



1.3.6.1 Modelo CFD-Clorador:

Para el tanque clorador se desarrolló un modelo numérico con la finalidad de verificar las velocidades al interior del mismo, toda vez que son cruciales para la mezcla del cloro en el flujo, se implementa el software OPEN FOAM, de libre distribución, considerando las 3 etapas claves que constituyen el modelo.

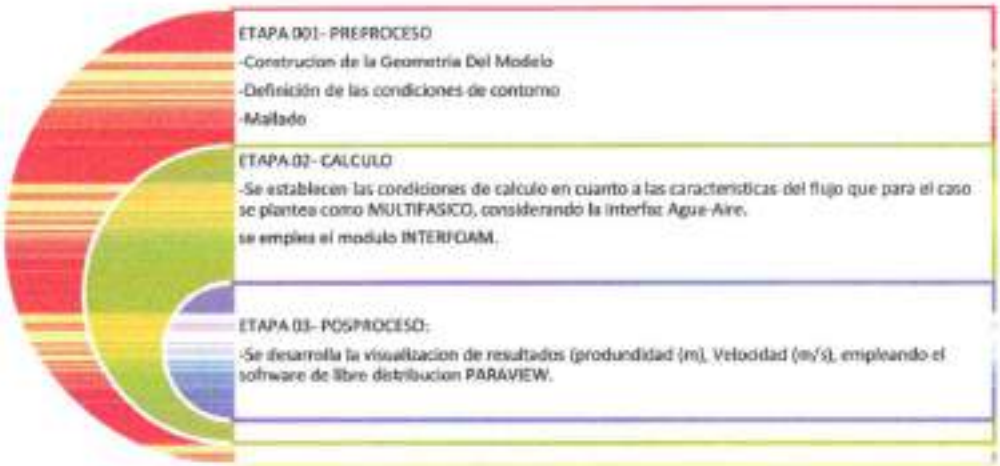


Figura 75-Referencia de las etapas del proceso para la modelación numérica del clorador.

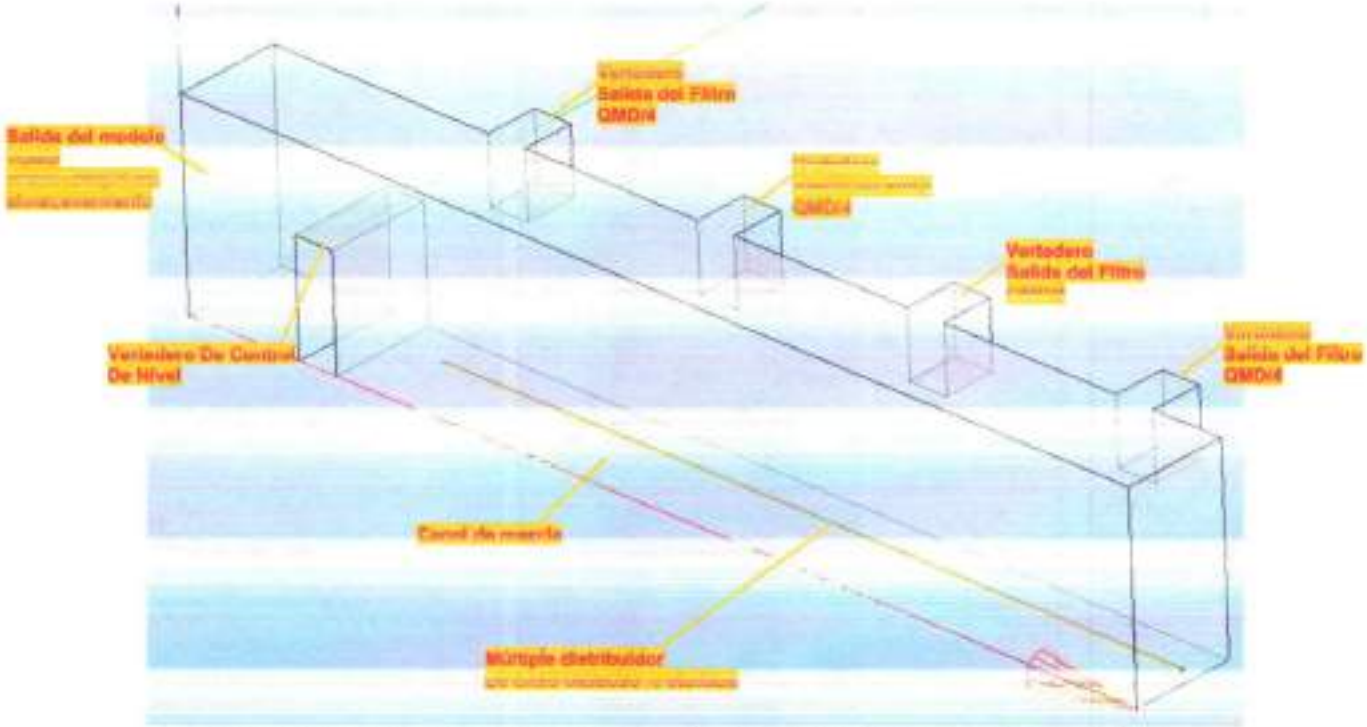


Figura 76-Modelo geométrico de clorador, como condición previa para modelación numérica.

- Preproceso:

Una vez se tiene el modelo geométrico de la zona a estudiar, se implementa el software de libre distribución salome v 9.14, para la construcción de un sólido teniendo como grupos asociados al mismo las condiciones de contorno inlet, outlet, atmosphere y walls, considerando en todo momento el aspecto ratio de la malla el cual se establece como una buena práctica de mallado <10, para alcanzar la convergencia y estabilidad del modelo numérico.

-grupo inlet: se especifica en el modelo numérico una condición de contorno de tipo inlet, la cual corresponde al QMD que la planta de tratamiento va a tratar en el horizonte de diseño 2025-2050 (31.7LPS), si bien en la PTAP, se contemplan cuatro (4) módulos en paralelo, considerando la descarga de la zona de filtración al tanque de clorado.

-grupo outlet: para garantizar la continuidad en todo el modelo, se establece una condición de contorno de tipo salida al termino del modelo.

-grupo atmosphere: al tratarse de una modelación transitoria a flujo libre (no presurizado), se define la cara superior del modelo con la condición atmosphere.

-grupo Walls: de define como pared, todas las caras diferentes al inlet, outlet y atmosphere.

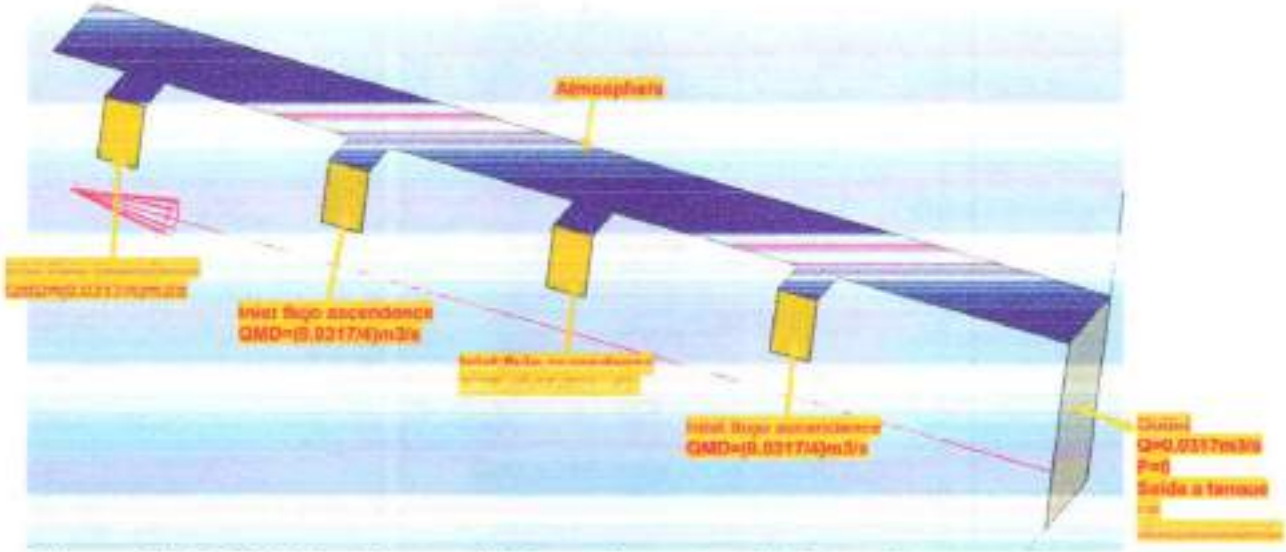


Figura 77- Definición de las condiciones de contorno inlet, outlet, atmosphere, en el modelo como grupos del sólido, software SALOME V9.14.

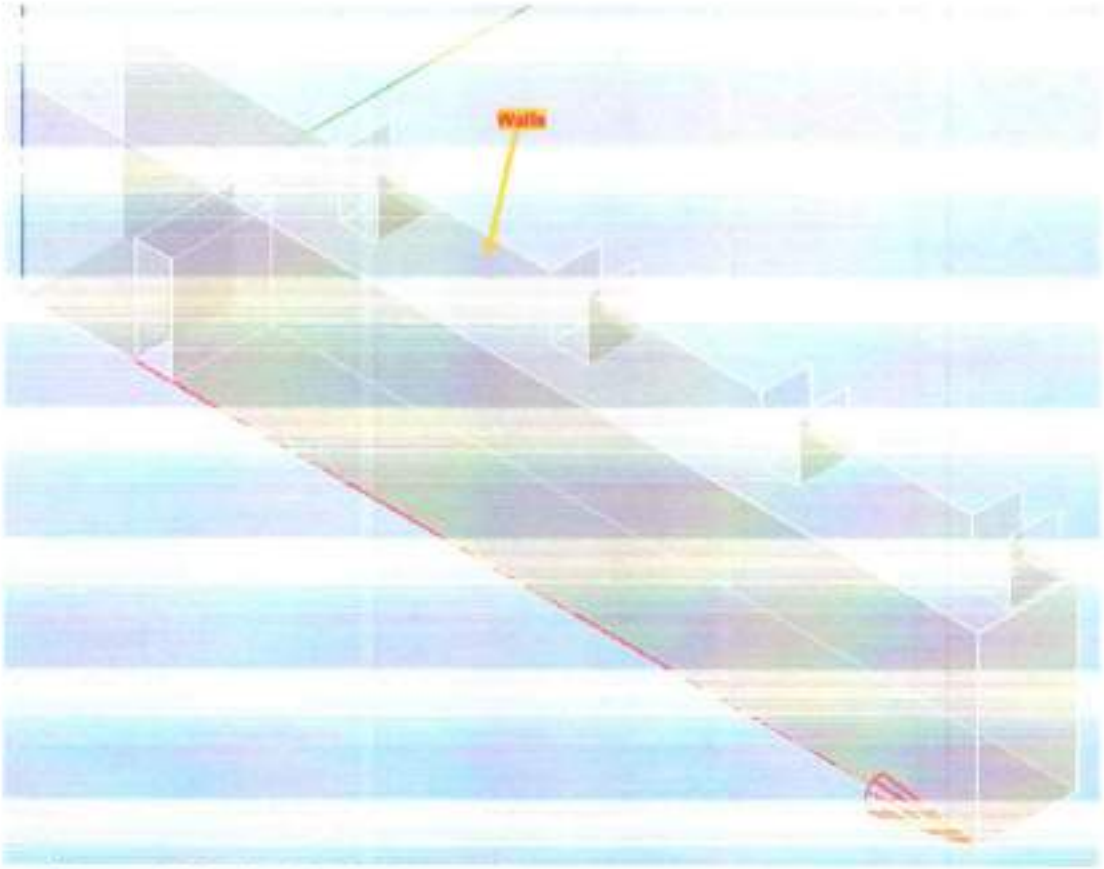


Figura 78- Definición de la condición de contorno Wall, en el modelo como grupos del sólido, software SALOME V9.14.

Una vez definida las condiciones de contorno se procede al mallado del volumen de control, realizando un análisis de sensibilidad de la malla para elementos de tipo tetraédricos en malla no estructurada, teniendo en todo momento la relación Aspect Ratio lo más cercano a la unidad. Son aceptables valores entre 1-100, lo cual requiere un ajuste en el número de Courant del modelo el cual deberá ser menor a 1 con valores aceptables entre (1-10) y (1-20), lo anterior es directamente proporcional al valor de tamaño de malla que se empleara en el modelo.



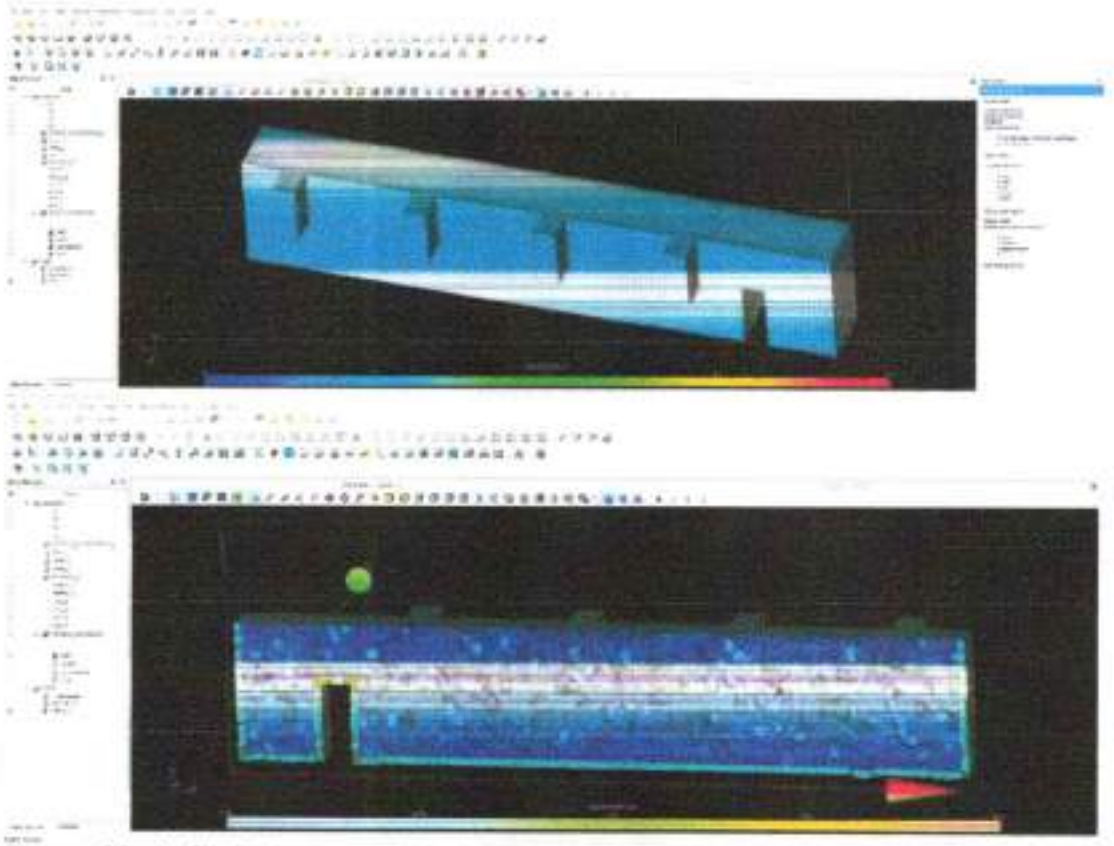
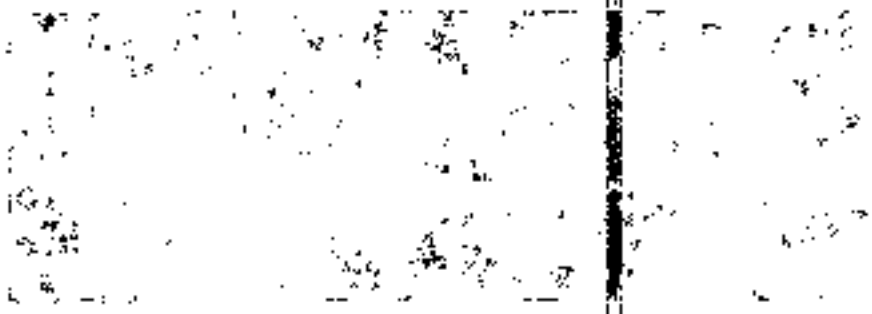


Figura 79- Análisis de sensibilidad de la malla tetraédrica del modelo, ARmax=14.3







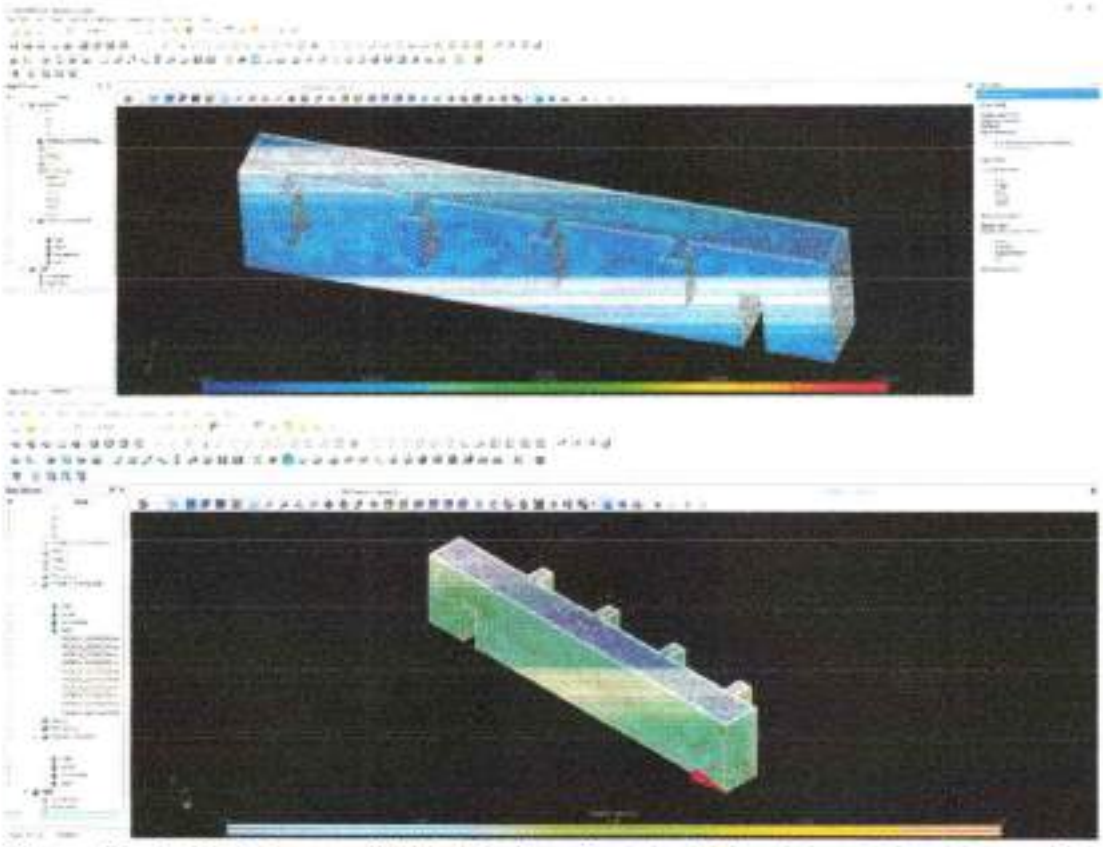
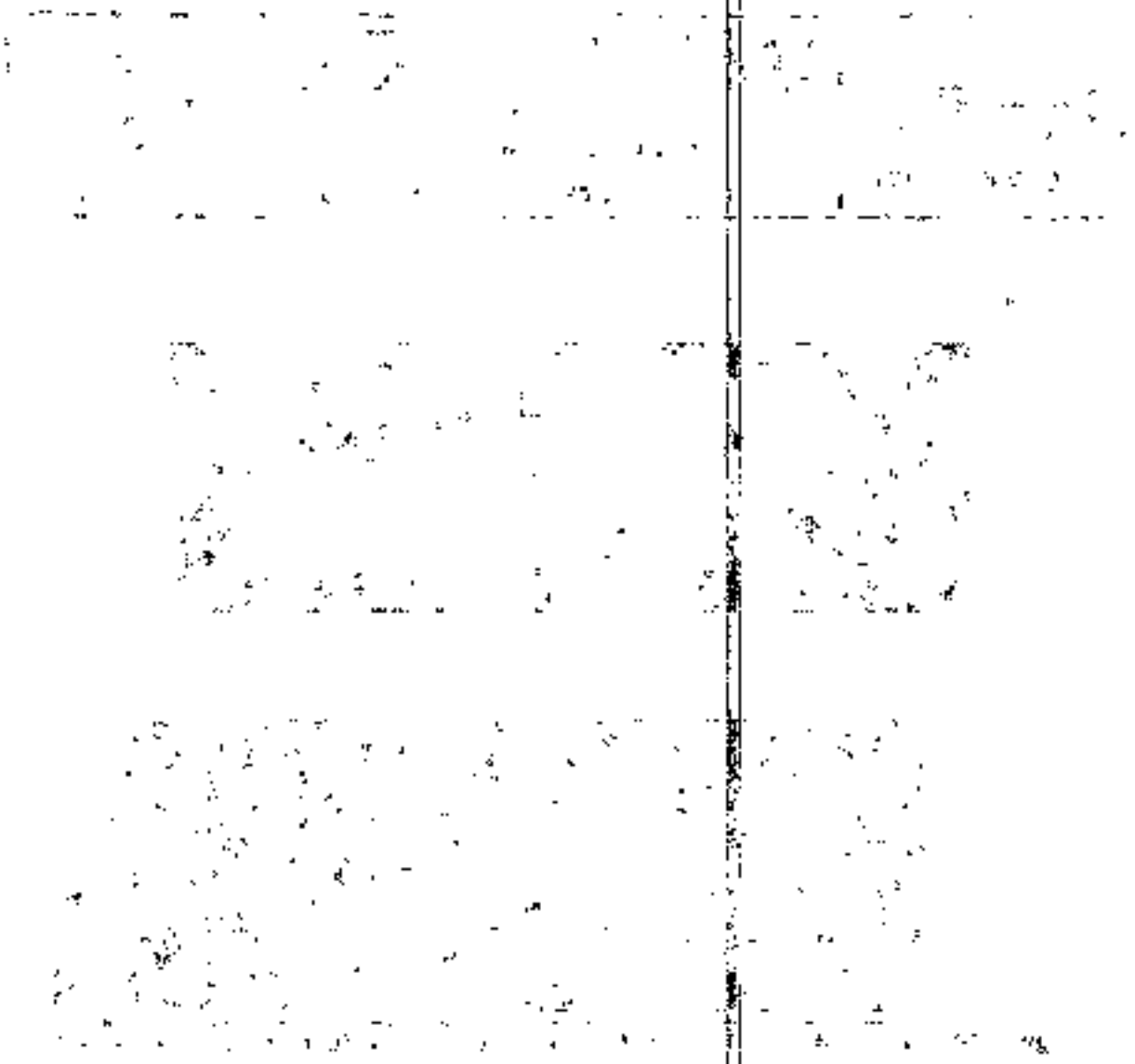


Figura 80- Análisis de sensibilidad de la malla tetraédrica del modelo, ARmax=11.9



- Cálculo: como se especificó anteriormente se define como software CFD OPEN FOAM, en su en su aplicación foamRun, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

-Número de Courant:

Siendo un numero adimensional que indica la convergencia de una simulación, este número está representado entre el cociente de la velocidad física de la propagación (U) y la velocidad numérica ($\Delta x/\Delta t$).

$$C = \frac{U_x \Delta t}{\Delta X} + \frac{U_y \Delta t}{\Delta Y} + \frac{U_z \Delta t}{\Delta Z}$$

Donde,

C - Número de Courant

U - Velocidad

Δt - delta de tiempo (timestep)

ΔX - Tamaño de elemento de malla en el eje X

ΔY - Tamaño de elemento de malla en el eje Y

ΔZ - Tamaño de elemento de malla en el eje Z

El valor del número de Courant es variable dependiendo del tipo de simulación, por ejemplo, para casos de una sola dimensión es común definir un C<=1, para dos dimensiones C (5-10), para tres dimensiones C <=20. Para el caso de la presente consultoría se establece un valor de 10, considerando el tamaño del aspect ratio en el mallado del volumen de control del modelo.



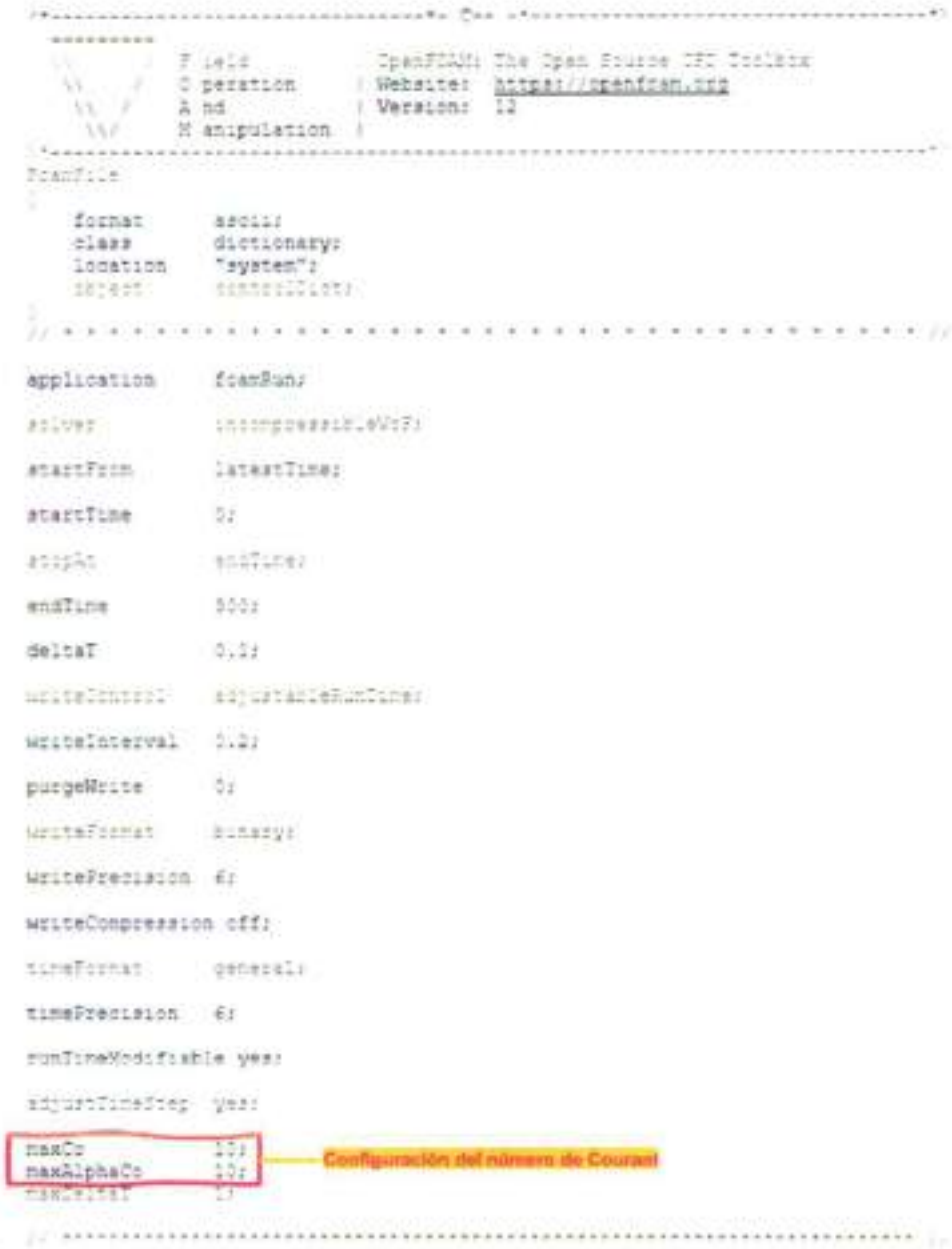


Figura 81-Configuración del número de Courant en OPEN FOAM-controlDict

-Caracteristicas del modelo multifásico:

Como se explicó con anterioridad en el canal de entrada se presenta una interacción de flujo multifásico entre los fluidos Aire y Agua, a continuación, se muestra la definición de los mismos en el modelo numérico.

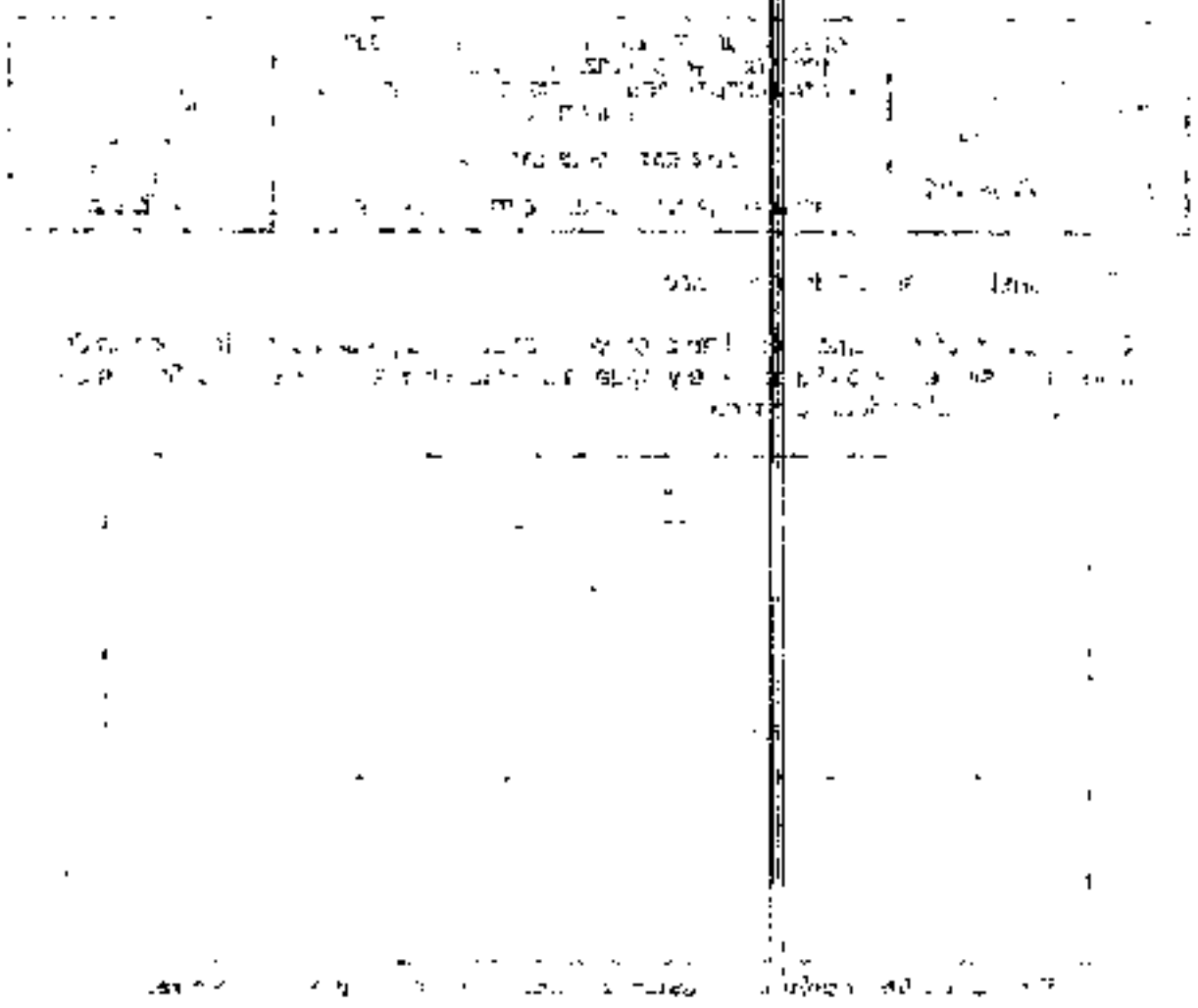
```
 *********
 \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
  \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
   \\  /    A nd           | Version:  11
    \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      phaseProperties;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

phases          (water air);

sigma           0.07;


// ************************************************************************* //
```

Figura 82-Definición multifásica del modelo para el flujo agua + aire.

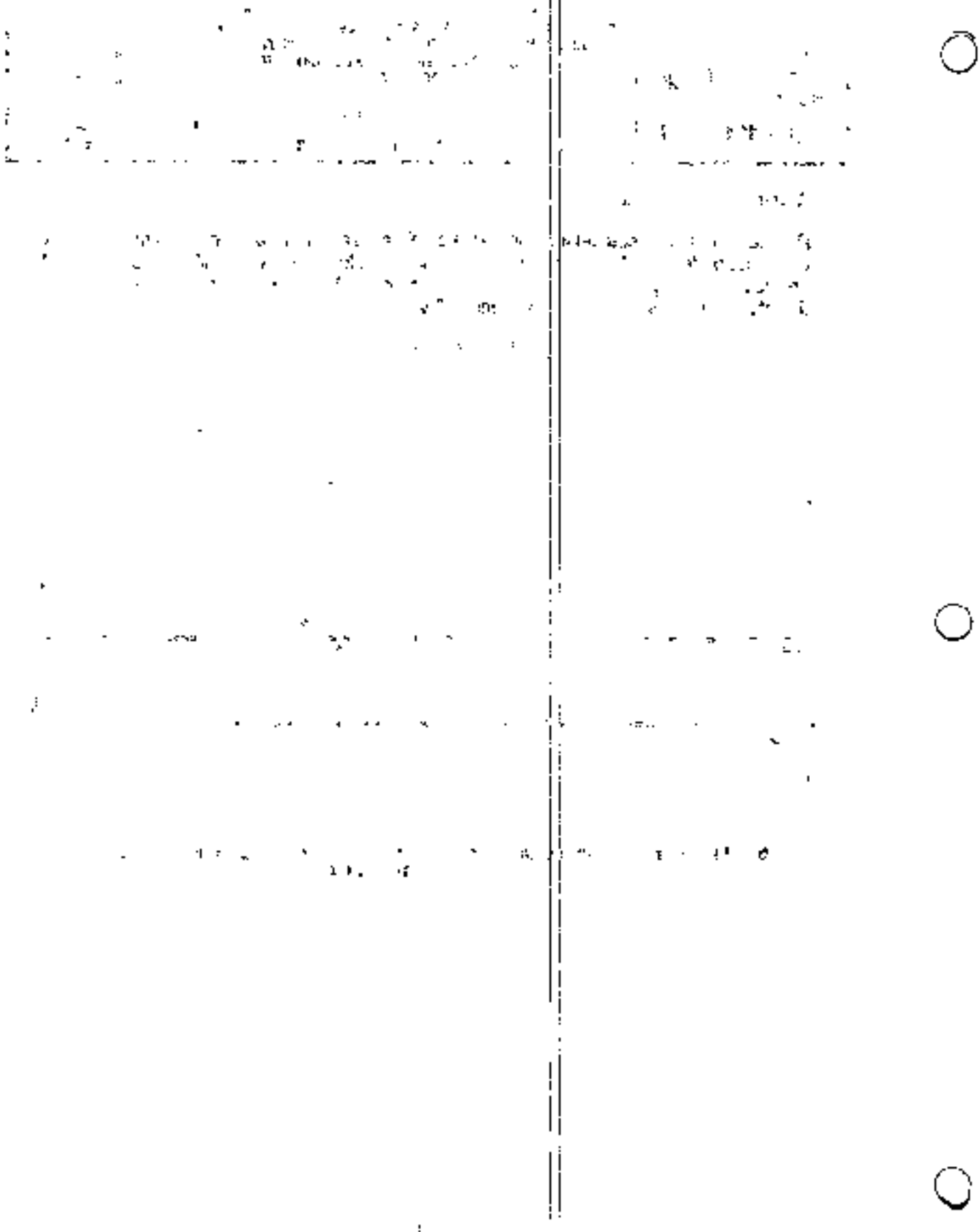


-Definición del modelo de turbulencia:

Para las características del flujo presente en el canal de entrada, es necesario configurar un modelo de turbulencia, para el caso se establece una condición RAS (Reynold promediado) de tipo K-omega sst. A continuación, se describen las características de los distintos tipos de modelo de turbulencia RAS.

Modelo	Ecuaciones	Precisión cerca de paredes	Estabilidad Computacional	Aplicaciones Típicas	Ventajas	Limitaciones	Requerimientos Computacionales
k-ε Estándar	2 ecuaciones	Baja (requiere funciones de pared)	Alta	Flujos externos, geometrías complejas, industria general	Robusto, bajo costo computacional, amplia validación industrial	Pobre rendimiento en gradientes de presión adversos, separación de flujo y curvaturas fuertes	Bajos
k-ε RNG	2 ecuaciones	Moderado	Moderada-Alta	Flujos con rotación, estratificación, jets	Mejora el k-ε estándar para flujos con altas deformaciones y rotación	Similar al k-ε estándar en limitaciones básicas	Moderados
k-ε Realizable	2 ecuaciones	Moderado	Moderada	Flujos con altos gradientes de velocidad, jets, mezcla	Cumple condiciones matemáticas de tensión de Reynolds, mejor para flujos complejos	Limitado en capas límite adversas	Moderados
k-ω Estándar	2 ecuaciones	Alta (modelo bajo Re)	Moderada	Aerodinámica externa, flujos con separación, baja Re	Precisión en capa límite, buen rendimiento en gradientes de presión adversos y flujos separados	Sensible a condiciones de entrada libre, sobreestima energía cinética turbulenta en algunas zonas	Moderados
k-ω SST	2 ecuaciones	Muy Alta (blending k-ω/k-ε)	Moderada-Alta	Aerodinámica (alas, turbomaquinaria), Flujos con separación	Combina ventajas de k-ω cerca de pared y k-ε en flujo libre, preciso para gradientes de presión adversos	Computacionalmente más costoso que k-ε estándar, requiere mayor resolución de malla cerca de pared	Moderados-Altos
Spalart-Allmaras (SA)	1 ecuación	Alta (modelo bajo Re)	Muy Alta	Aeronáutica (aviación, turbinas eólicas), flujos attached	Muy rápidos, bajo coste computacional, buen rendimiento en capa límite	Poco preciso en flujos con separación fuerte, cuenta libre o turbulencia decayendo	Bajos
RSM (Reynolds Stress)	7 ecuaciones	Variable (depende de cierre)	Baja-Moderada	Flujos altamente anisotrópicos (swirl, combustión, ciclones)	Modela anisotropía de turbulencia directamente, preciso para flujos complejos 3D y rotativos	Muy alto coste computacional, difícil convergencia, requiere calibración experta	Muy Altos

Tabla 23- Definición del modelo de turbulencia de tipo RAS, a implementar en OPENFOAM.





```
/*---------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  12
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      momentumTransport;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

simulationType  RAS;

RAS
{
    model           kOmegaSST;

    turbulence      on;

    printCoeffs     on;
}

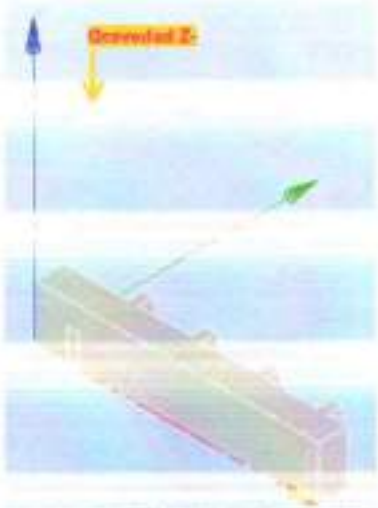

// ************************************************************************* //
```

Figura 83-Definición del modelo de turbulencia en el programa OPEN FOAM.



-Definición de la gravedad:

La gravedad en el modelo numérico depende de la dirección de los ejes del modelo geométrico, para el caso del canal de entrada + parshall, se establece en dirección negativa en el eje -Z




```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
  =========                 |
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | Website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | Version:  10
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    format      ascii;
    class       uniformDimensionedVectorField;
    location    "constant";
    object      g;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [0 1 -2 0 0 0 0];
value           (0 0 -9.81);   Gravedad en eje z-

// ************************************************************************* //
```

Figura 84-configuración de la gravedad en el modelo multifásico, programa OPEN FOAM

-Caudal De Diseño:

El caudal de diseño se define como 1QMD=31.7 LPS→0.0317m3/s, repartido en los 4 vertederos de salida del filtro. Se muestra a continuación como se configura en OPEN FOAM como un VolumetricFlowRate.

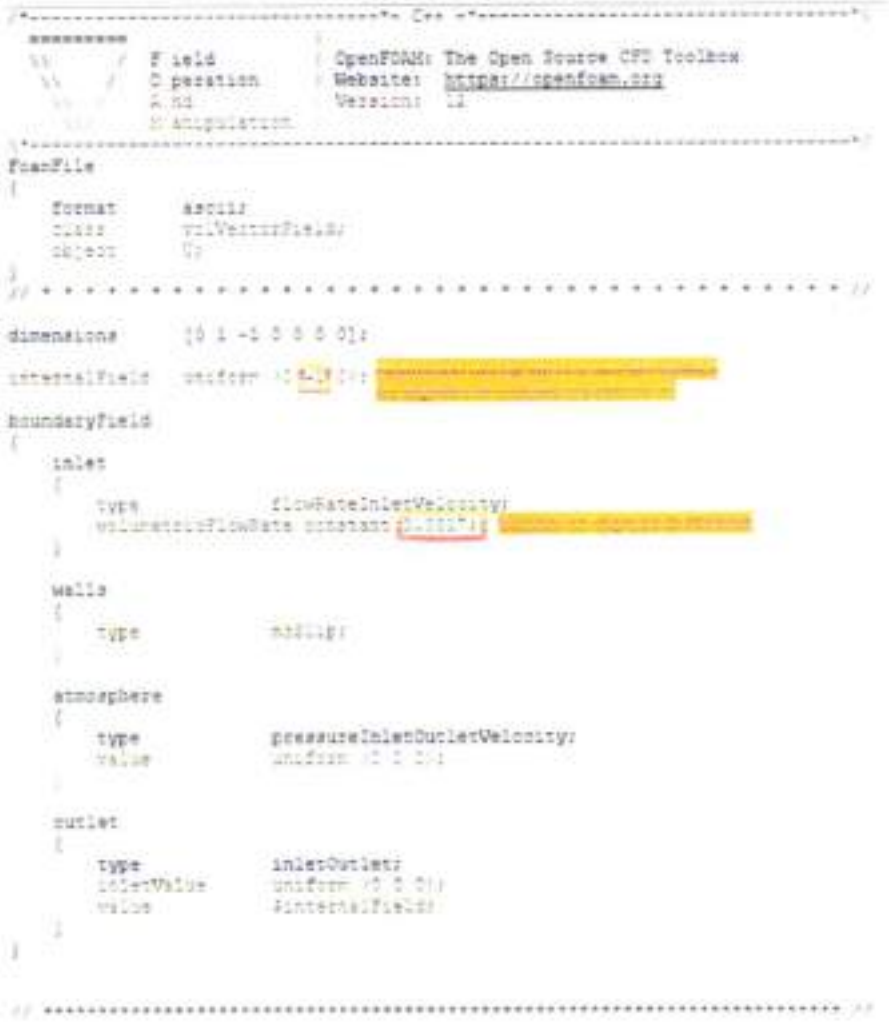
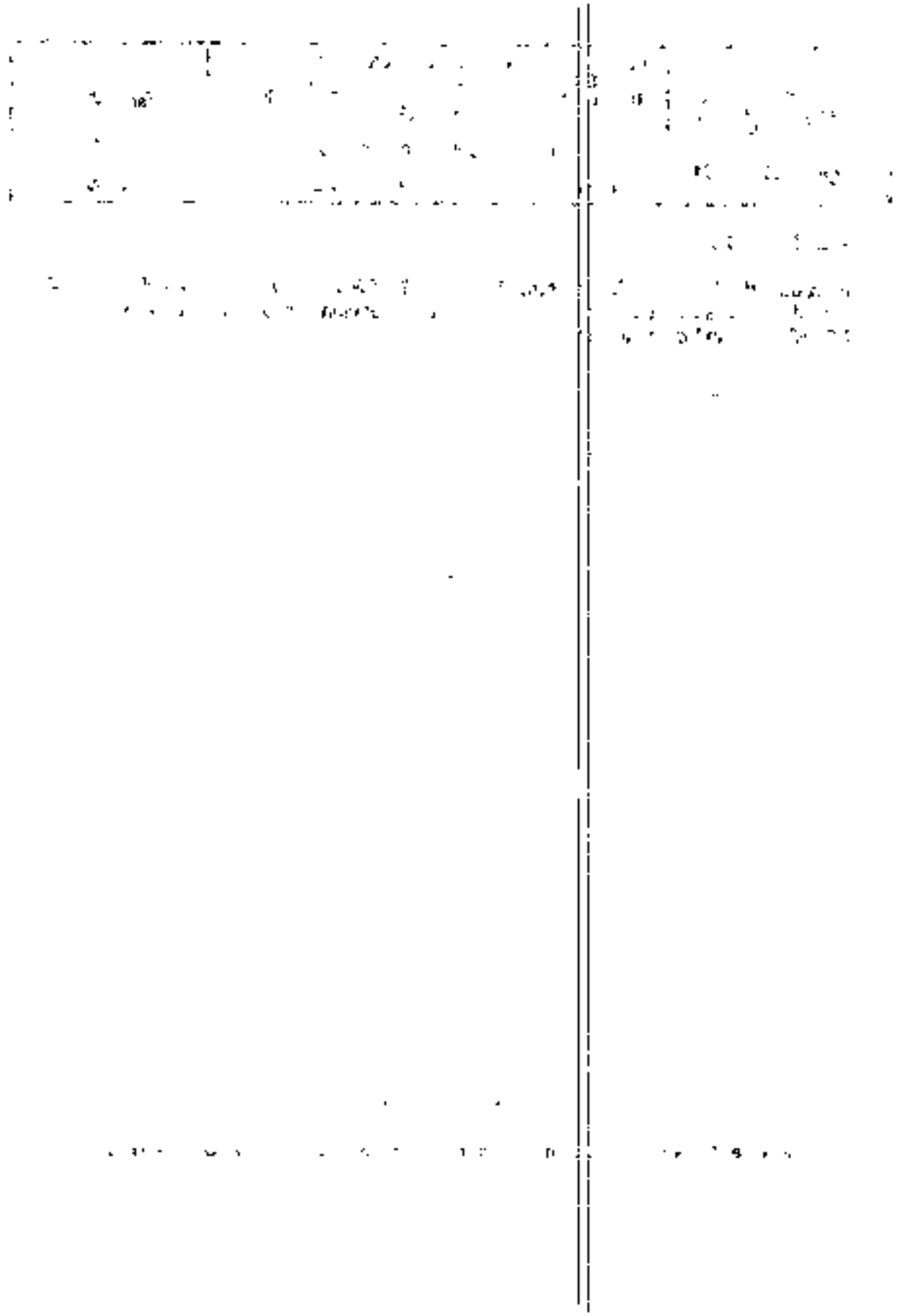


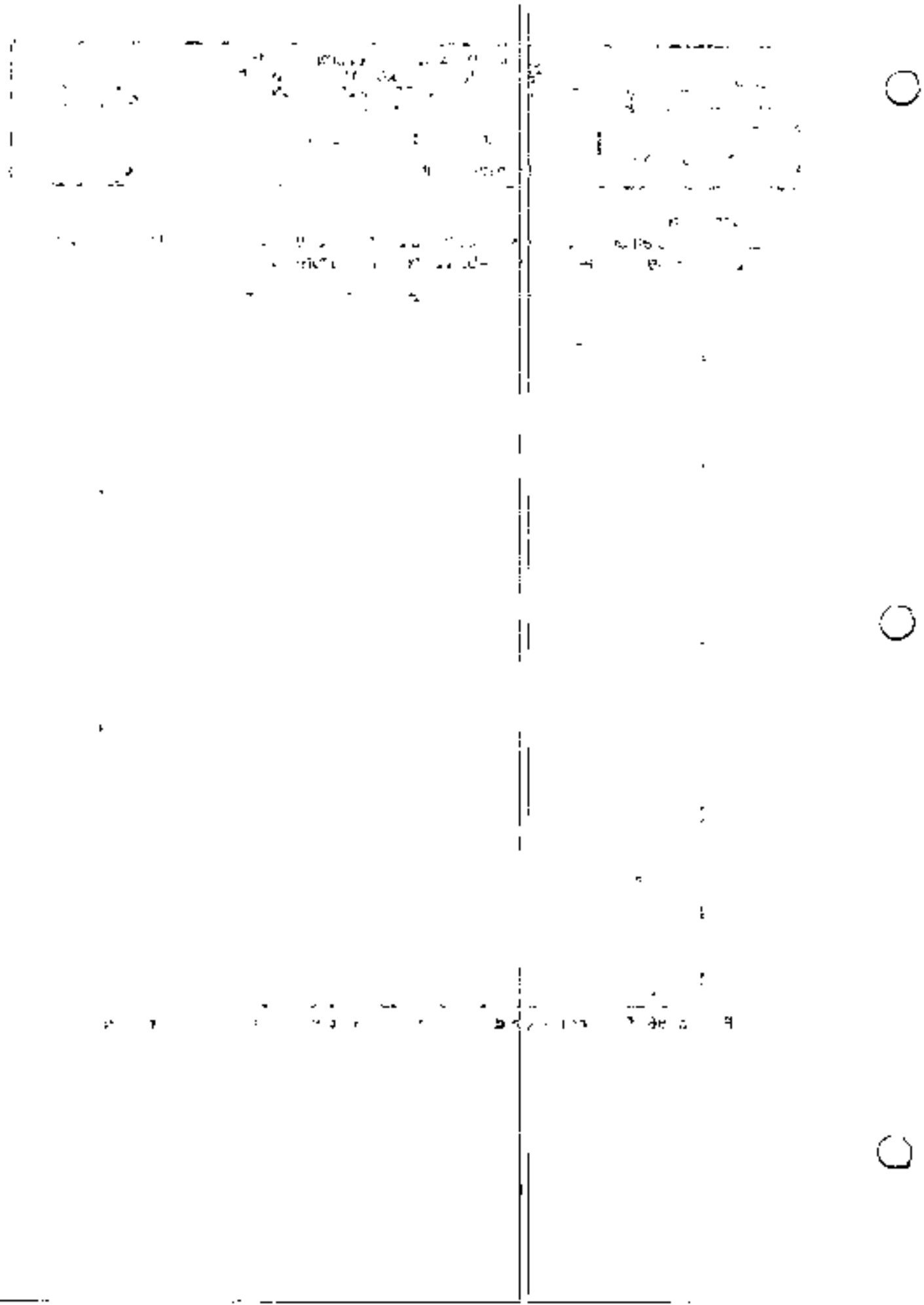
Figura 85- Configuración del caudal de diseño en el modelo numérico



-Rugosidad:
La rugosidad en el modelo, se establece a partir de la rugosidad relativa del material, para el concreto se establece como Ks=0.003, con una uniformidad Cs=50%.



Figura 86- Configuración de la rugosidad de diseño en el modelo numérico



-Condición inicial:

La condición inicial en el modelo se establece a través de Alpha water, con la presunción de que en un estado inicial todo el dominio computacional estará vacío y se ira llenando en el transcurso del tiempo se simulación.

```
/*--------------------------------*- Cee -*----------------------------------*\
  =========
  \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
   \\    /   O peration     | website:  https://openfoam.org
    \\  /    A nd           | version:  12
     \\/     M anipulation  |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    format      ascii;
    class       volScalarField;
    object      alpha.water;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [];

internalField   uniform 0;   Condición inicial del modelo (0=0% lleno (vacio) 1=100% lleno

boundaryField
{
    inlet
    {
        type            fixedValue;
        value           uniform 1;   Ingreso del 100% del caudal en la condición de contorno inlet
    }

    walls
    {
        type            zeroGradient;
    }

    outlet
    {
        type            zeroGradient;
        value           uniform 0;
    }

    atmosphere
    {
        type            inletOutlet;
        inletValue      uniform 0;
        value           uniform 0;
    }
}

// ************************************************************************* //
```

Figura 87- configuración de las condiciones iniciales del modelo

-Resultados:

Los resultados de la etapa de cálculo del modelo numérico, se expresan en función del tiempo considerando el paso de escritura configurado en el modelo para el cumplimiento de los residuales en la estabilidad y convergencia del modelo para la continuidad del flujo.

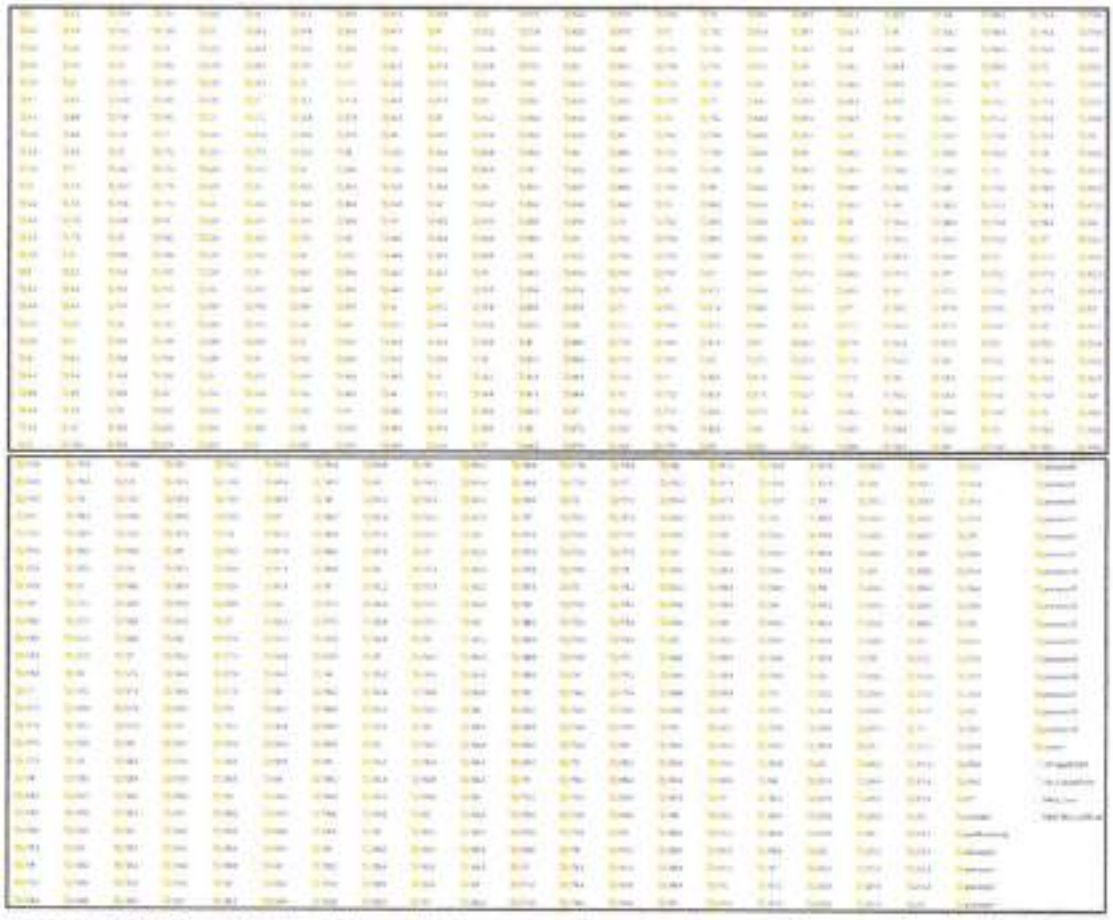
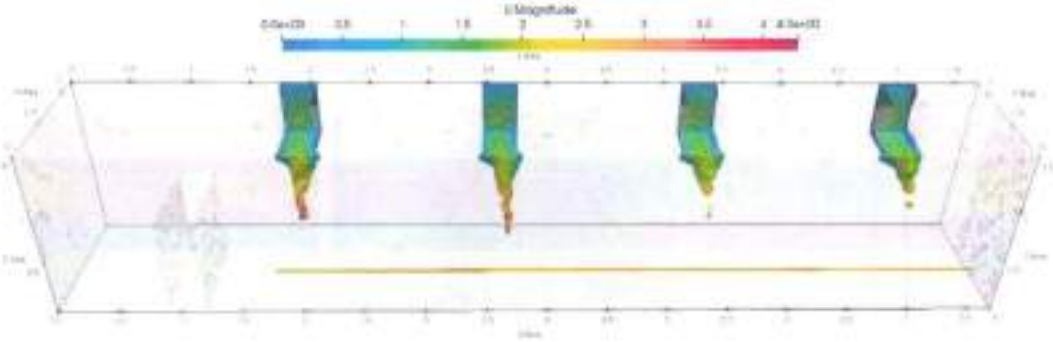


Figura 88- Resultados del modelo para cada paso de escritura en la simulación.

- Post-Proceso: para la visualización de los resultados, se emplea el software de libre distribución PARAVIEW V5.11.2, configurando un ISOVOLUMEN, derivado de los resultados.

t=6s



t=20s

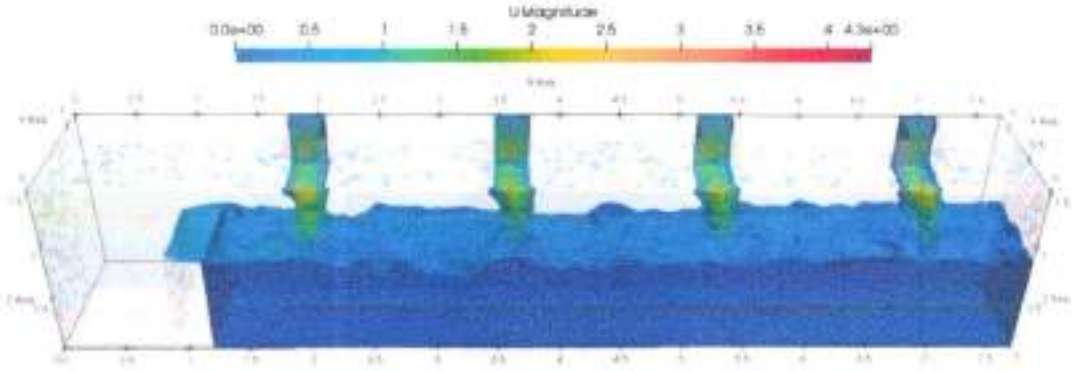
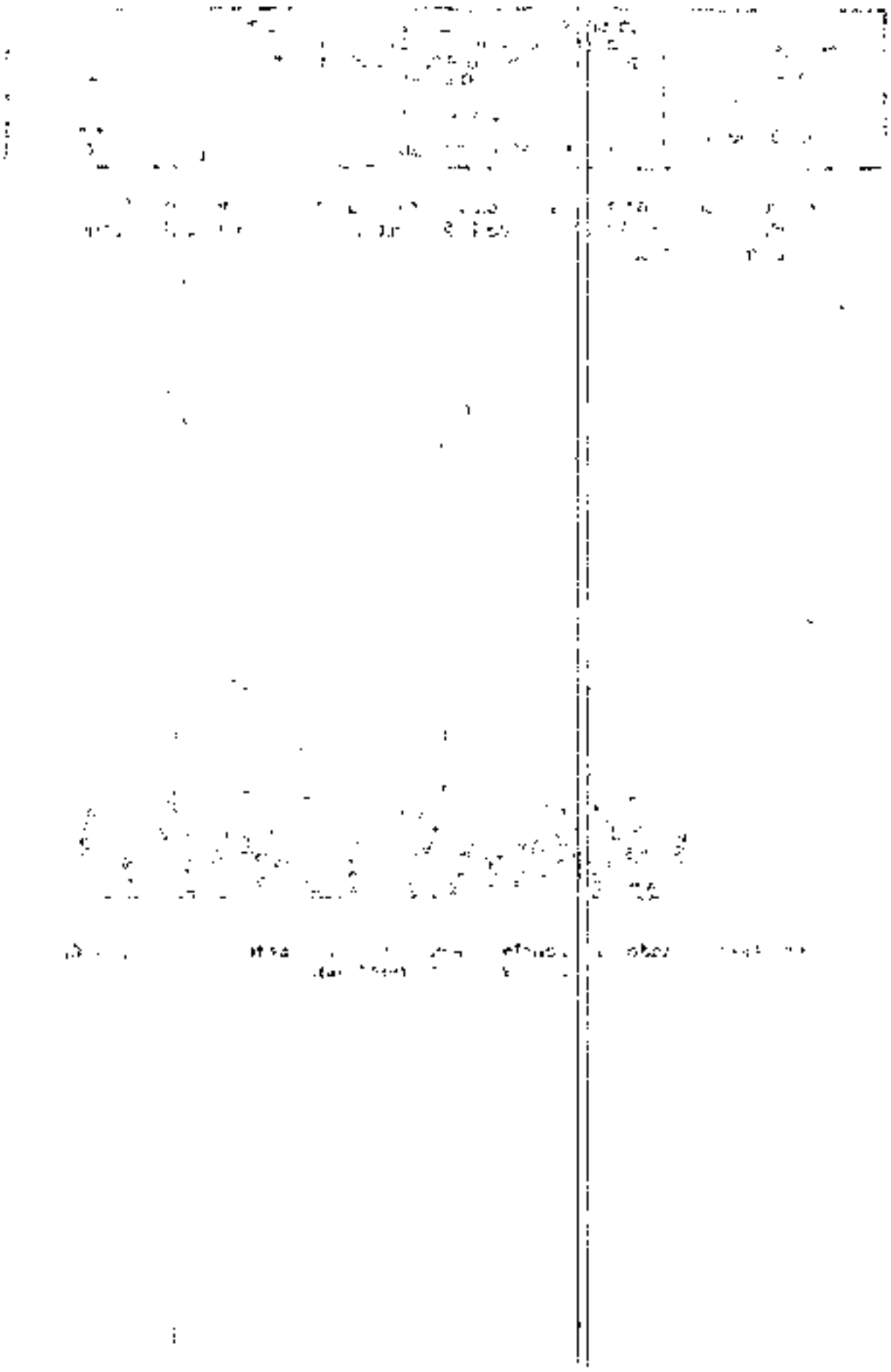
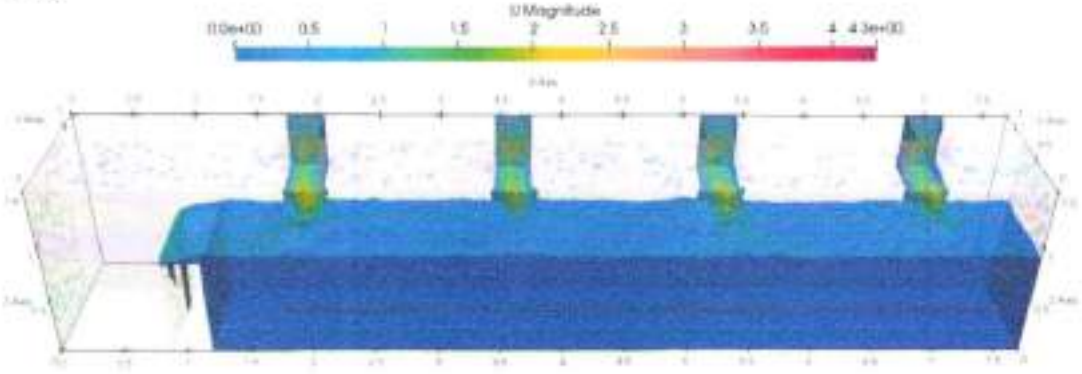


Figura 89- Resultados del modelo para cada paso de escritura en la simulación superior (6s), inferior (20s).



t=50s



t=150s

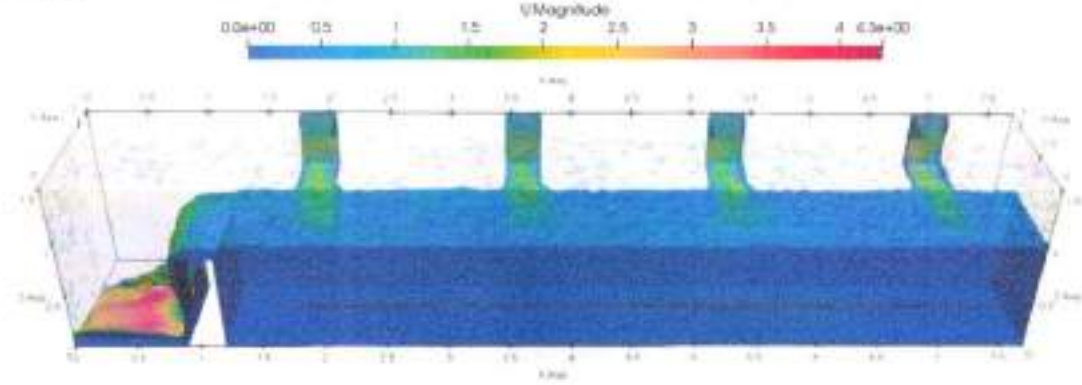
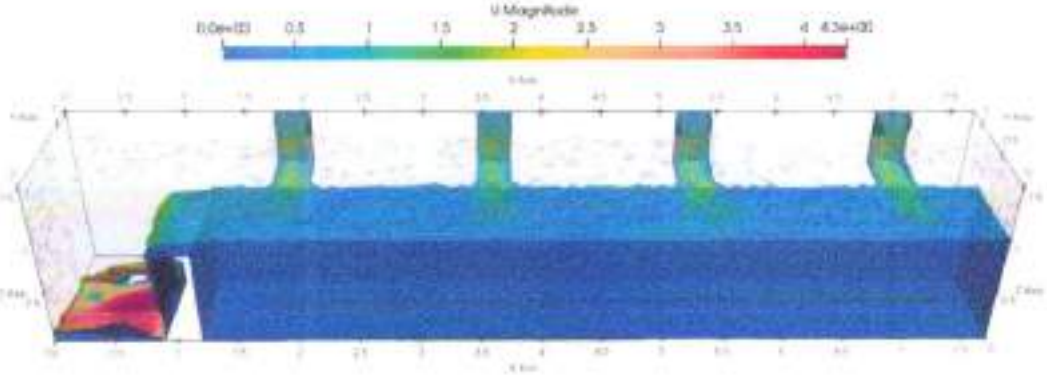


Figura 90- Resultados del modelo para cada paso de escritura en la simulación superior (50s), inferior (150s).



t=200s



t=300s

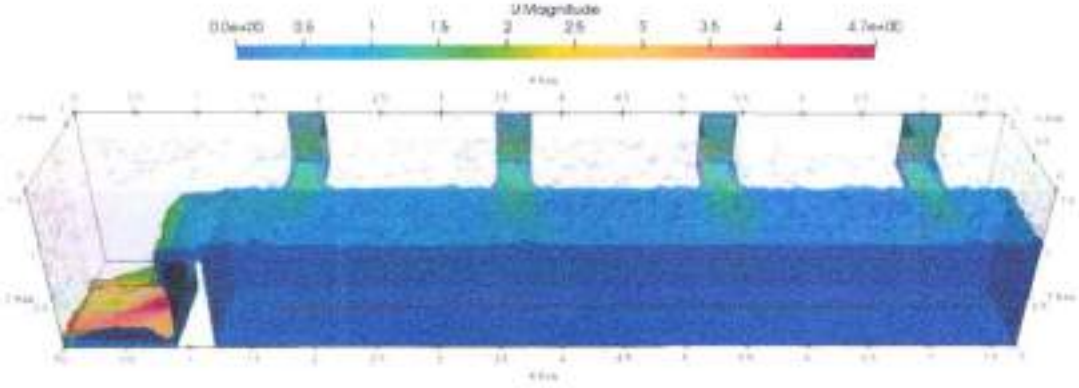
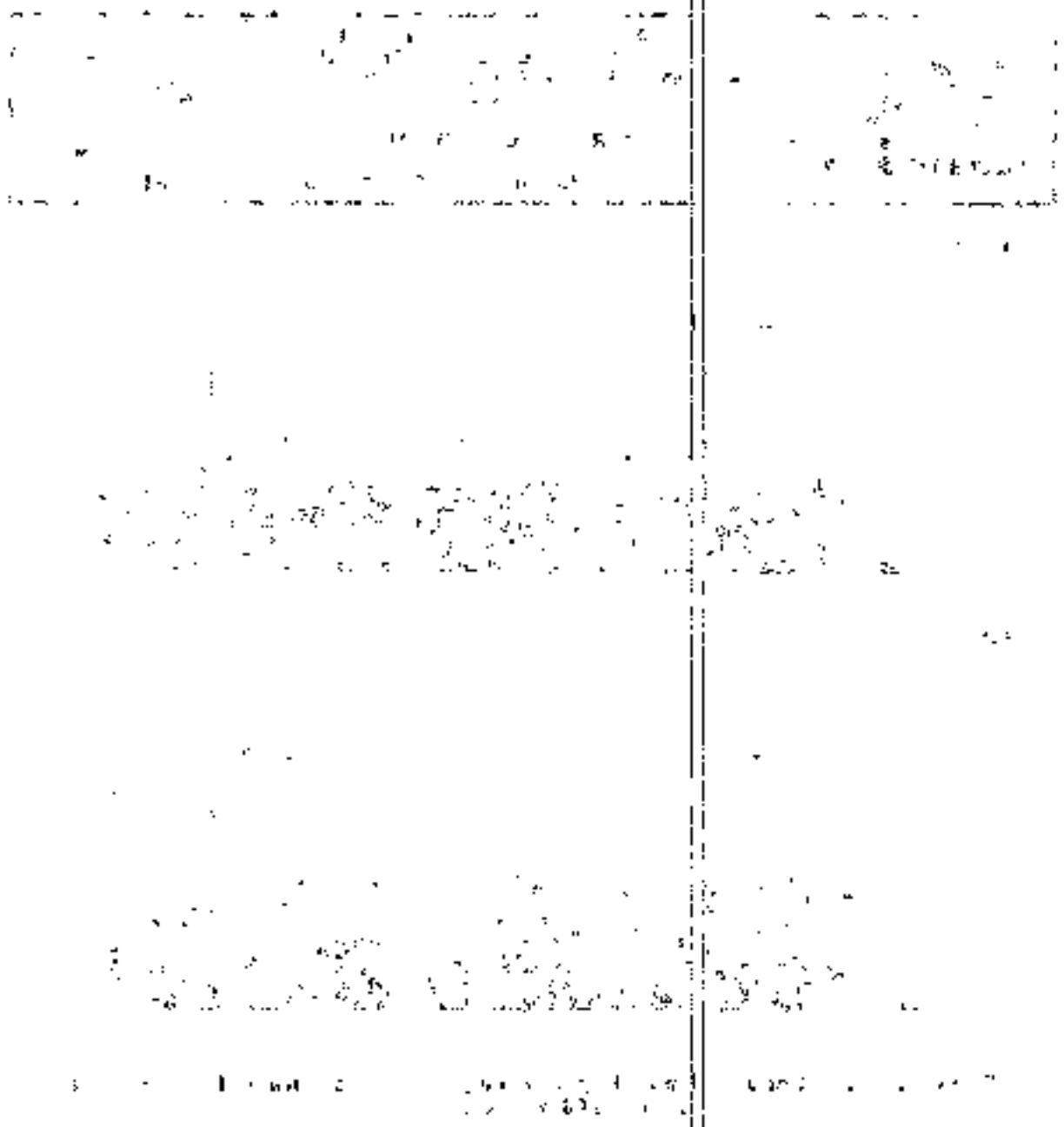


Figura 91- Resultados del modelo para cada paso de escritura en la simulación superior (200s), inferior (300s).



→Resultados magnitud velocidad 2D—Vista Y-Z:

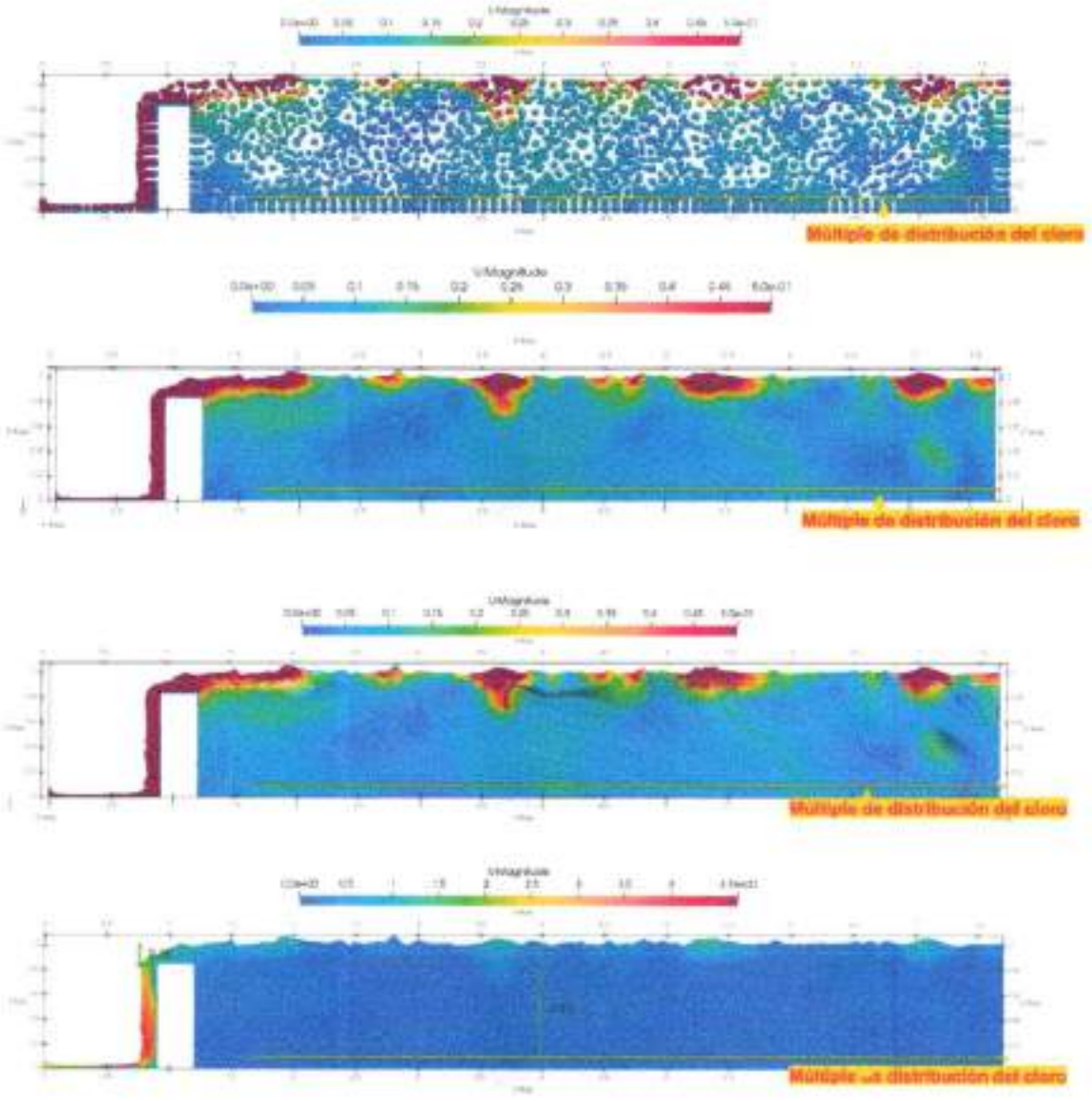


Figura 92- Perfil de velocidad (sección Y-Z), tanque de contacto con cloro

1.3.7-TANQUE DE ALMACENAMIENTO:

Como se cuantifica en el componente de Diagnóstico y análisis de alternativas, se plantean para el proyecto dos tanques de almacenamiento en PRFV.

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
Año	Población De Diseño (Hab)	% Perdidas	DOTACION NETA (L/Hab.Dia)	DOTACION BRUTA (L/Hab.Dia)	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)	ANALISIS DEL ALMACENAMIENTO (m3) Reserva Actual = 430	DEFICIT DE ALMACENAMIENTO
	Habitantes					1.3	1.6		M³
				$[5]=\frac{[4]}{1-[3]}$	$[6]=\frac{[2]*[5]}{86400}$	[7]=[6]*1.3	[8]=[7]*1.6	$[9]=\frac{[7]*[8640/2]}{1000}$	[10]=[9]-Actual
2018	7,413	25%	130.00	173.33	14.89	19.4	31.0	557.5	127.5
2019	7,558	25%	130.00	173.33	15.17	19.7	31.5	566.2	136.2
2020	7,704	25%	130.00	173.33	15.56	20.0	31.9	574.9	144.9
2021	7,772	25%	130.00	173.33	15.59	20.3	32.4	583.8	153.8
2022	7,893	25%	130.00	173.33	15.81	20.6	32.9	592.8	162.8
2023	8,015	25%	130.00	173.33	16.08	20.9	33.4	601.9	172.0
2024	8,138	25%	130.00	173.33	16.33	21.2	34.0	611.1	181.3
2025	8,264	25%	130.00	173.33	16.58	21.6	34.5	620.7	190.7
2026	8,391	25%	130.00	173.33	16.84	21.9	35.0	630.4	200.4
2027	8,522	25%	130.00	173.33	17.10	22.2	35.6	640.1	210.1
2028	8,654	25%	130.00	173.33	17.36	22.6	36.1	650.0	220.0
2029	8,788	25%	130.00	173.33	17.63	22.9	36.7	660.1	230.1
2030	8,924	25%	130.00	173.33	17.90	23.3	37.2	670.3	240.3
2031	9,063	25%	130.00	173.33	18.18	23.6	37.8	680.7	250.7
2032	9,204	25%	130.00	173.33	18.46	24.0	38.4	691.3	261.3
2033	9,346	25%	130.00	173.33	18.75	24.4	39.0	702.0	272.0
2034	9,492	25%	130.00	173.33	19.04	24.8	39.6	712.9	282.9
2035	9,639	25%	130.00	173.33	19.34	25.1	40.2	724.0	294.0
2036	9,789	25%	130.00	173.33	19.64	25.5	40.8	735.2	305.3
2037	9,941	25%	130.00	173.33	19.94	25.9	41.5	746.7	316.7
2038	10,096	25%	130.00	173.33	20.25	26.3	42.1	758.3	328.3
2039	10,253	25%	130.00	173.33	20.57	26.7	42.8	770.1	340.1
2040	10,413	25%	130.00	173.33	20.89	27.2	43.5	782.2	352.2
2041	10,576	25%	130.00	173.33	21.22	27.6	44.2	794.4	364.4
2042	10,741	25%	130.00	173.33	21.55	28.0	44.8	806.8	376.8
2043	10,909	25%	130.00	173.33	21.89	28.5	45.5	819.4	389.4
2044	11,080	25%	130.00	173.33	22.23	28.9	46.2	832.2	402.2
2045	11,254	25%	130.00	173.33	22.58	29.4	47.0	845.3	415.3
2046	11,430	25%	130.00	173.33	22.93	29.8	47.7	858.5	428.5
2047	11,609	25%	130.00	173.33	23.29	30.3	48.4	872.0	442.0
2048	11,792	25%	130.00	173.33	23.66	30.8	49.2	885.7	455.7
2049	11,978	25%	130.00	173.33	24.03	31.2	50.0	899.7	469.7
2050	12,167	25%	130.00	173.33	24.41	31.7	50.8	913.9	483.9

Tabla 24- Calculo del tanque de almacenamiento, considerando un balance entre lo disponible y proyectado en el horizonte de diseño 2025-2050.

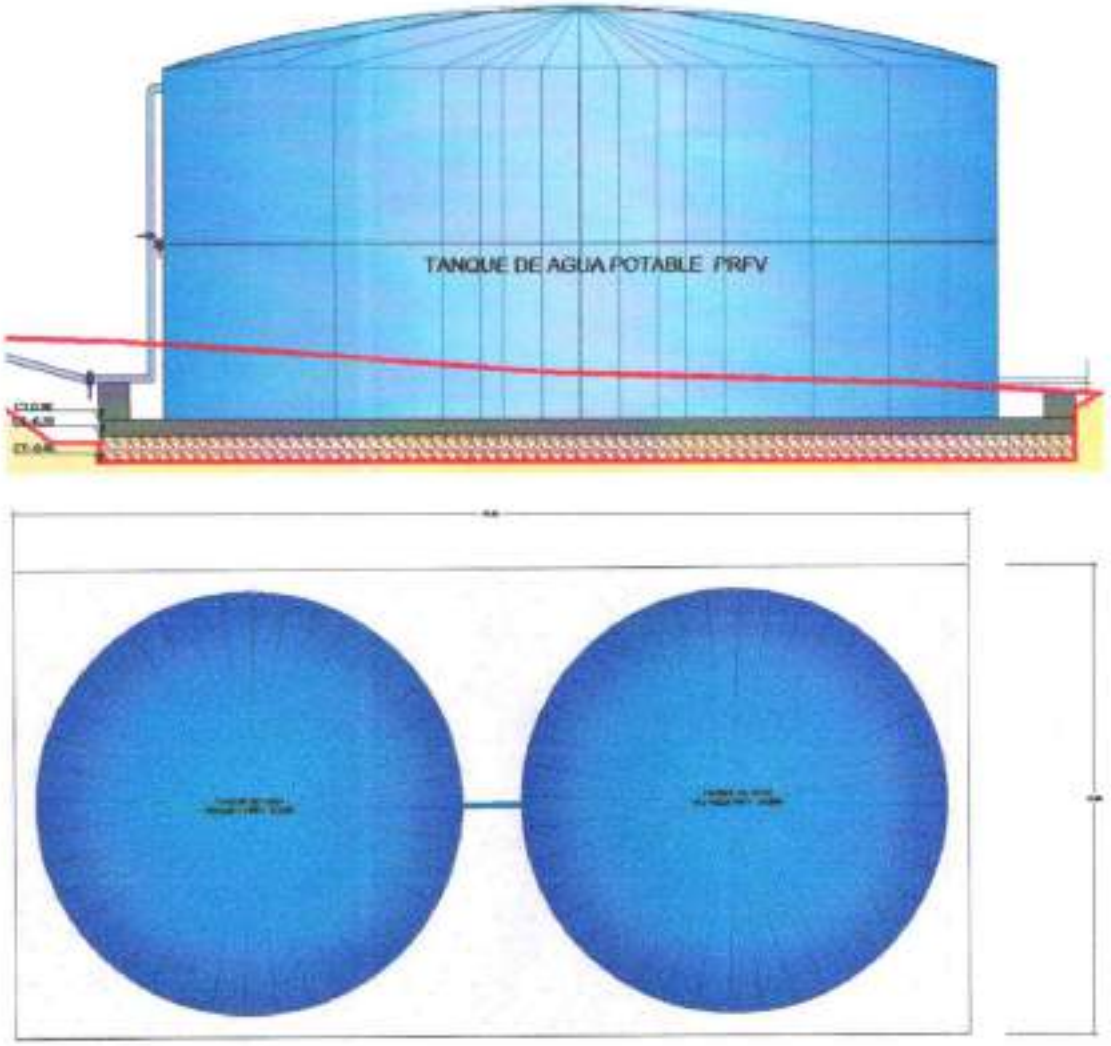


Figura 93- Dimensionamiento del tanque en PRFV, PTAP-Cocorná.

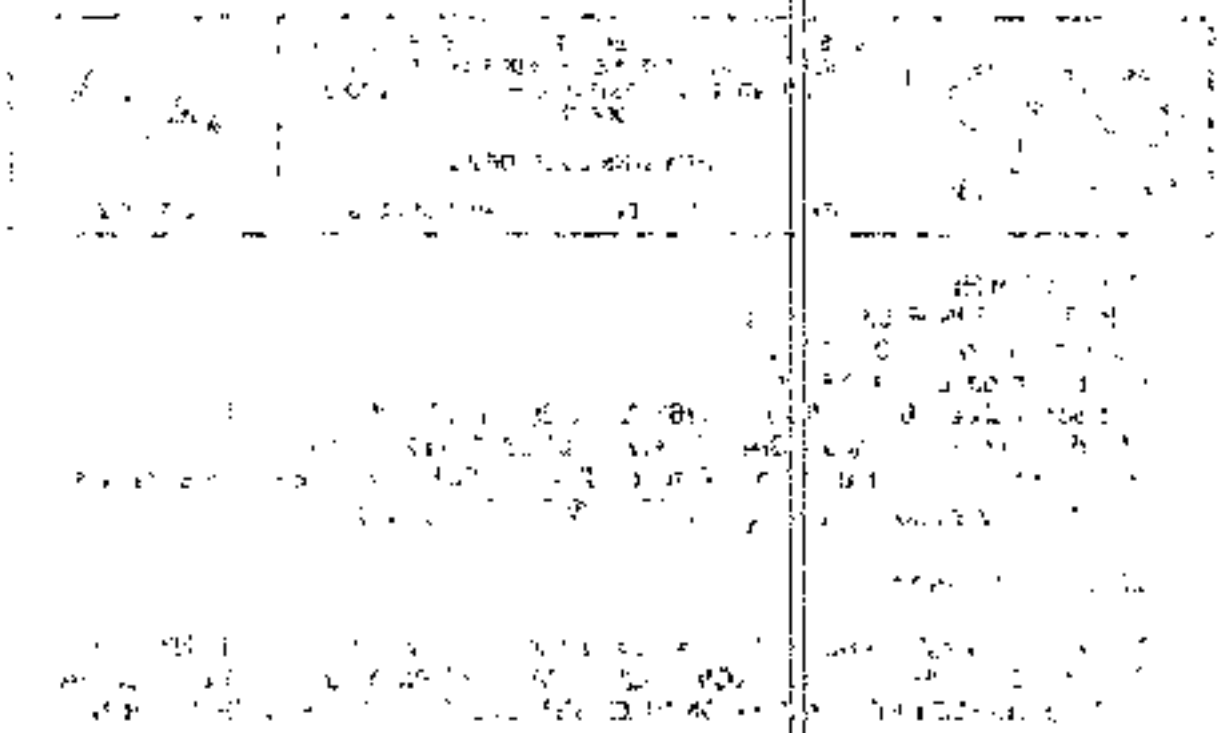
Dimensiones x tanque:

Diametro (m)	Área (m2)	Altura (m)	Volumen (m3)
8	50.2656	4.82	242.280192

-Verificación Hidráulica:
QDiseño: 31.7 l/s → 0.0317m3/s
⌀tuberia_entrada: 0.20m →8pulg
⌀tuberia_salida: 0.20m →8pulg
Área Seccinal de tubería = 0.25*3.1416*⌀^2 = 0.25*3.1416*0.20^2= 0.031416m2
velocidad entrada x tanque = Q/A = 0.0317m3/s/0.031416m2= 1.00m/s
tiempo de llenado x tanque = Vol./QDiseño = 242m3/0.0317m3/s = 7634s → 2.24horas
velocidad de vaciado x tanque= $\sqrt{2 * g * h} = \sqrt{2 * 9.81 * 4.82} = 9.72m/2$

-Diseño estructural:

Para el diseño estructural del tanque será aplicable lo especificado en la NTC 2889 (PLASTICOS DE RESISTENCIA QUIMICA FABRICADOS CON RESINA TERMOESTABLE REFORZADA CON HILOS ENROLLADOS DE FIBRA DE VIDRIO).



2.0-RECOMENDACIONES GENEREALES:

En el presente documento, se realiza el dimensionamiento hidráulico de todos los procesos requeridos para la planta de tratamiento de agua potable auxiliar en el municipio de Cocorná Antioquia con una capacidad de tratamiento de 31.7l/s y de almacenamiento de 242m3 por tanque, con la finalidad de abatir el déficit actual en el municipio.

En los planos de dimensionamiento anexo, se detallan todas las especificaciones constructivas del proyecto.

Para constancia firman,

YEISON MOSQUERA VALENCIA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS
OPTANTE A TITULO MAGISTER EN INGENIERIA.

REVISÓ:

JOHN FREDY GIL CASTAÑO
INGENIERO SANITARIO

ANEXOS: 001-PLANOS DE DIMENSIONAMIENTO FINAL

MEDELLIN, 19 DE SEPTIEMBRE DE 2025

REFERENCIA: MEMORIAL RESPONSABILIDAD

Señores:
EMPRESA AUTONOMA DEL PENOL

Yo, YEISON MOSQUERA VALENCIA, identificado como aparece al pie de mi firma y matrícula profesional No. 050202-287268 ANT del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías, certifico que he realizado el COMPONENTE DE DISEÑO DE PTAP DE 31.7LPS, MUNICIPIO DE COCORNA, en el marco del estudio anteriormente citado, basado en las normas vigentes y buenas prácticas. Por lo tanto, asumo la responsabilidad de cualquier eventualidad, bajo las condiciones anteriormente expuestas.

Atentamente,

YEISON MOSQUERA VALENCIA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HIDRICOS
OPTANTE A TITULO MAGISTER EN INGENIERIA.

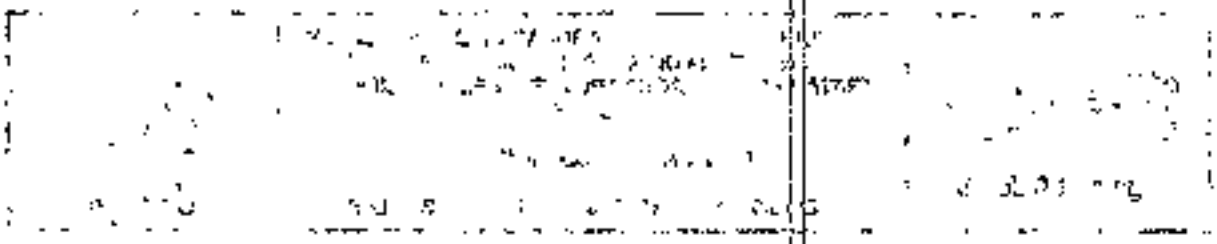


MATRICULA PROFESIONAL



DIPLOMAS ESPECIALISTA





Universidad de Medellín
Ciencia y Libertad

La Universidad de Medellín con personería jurídica reconocida mediante Resolución número 161 de 31 de julio de 1950 del Ministerio de Justicia

EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
Y CON AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

OTORGA EL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS

A

YEISON AUSBERTO MOSQUERA VALENCIA

C.C. 1,035,421,708

POR HABER CUMPLIDO LOS REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS

Expedido en Medellín el 02 de septiembre de 2022

El Rector,

FERNANDO RESTREPO PONADA

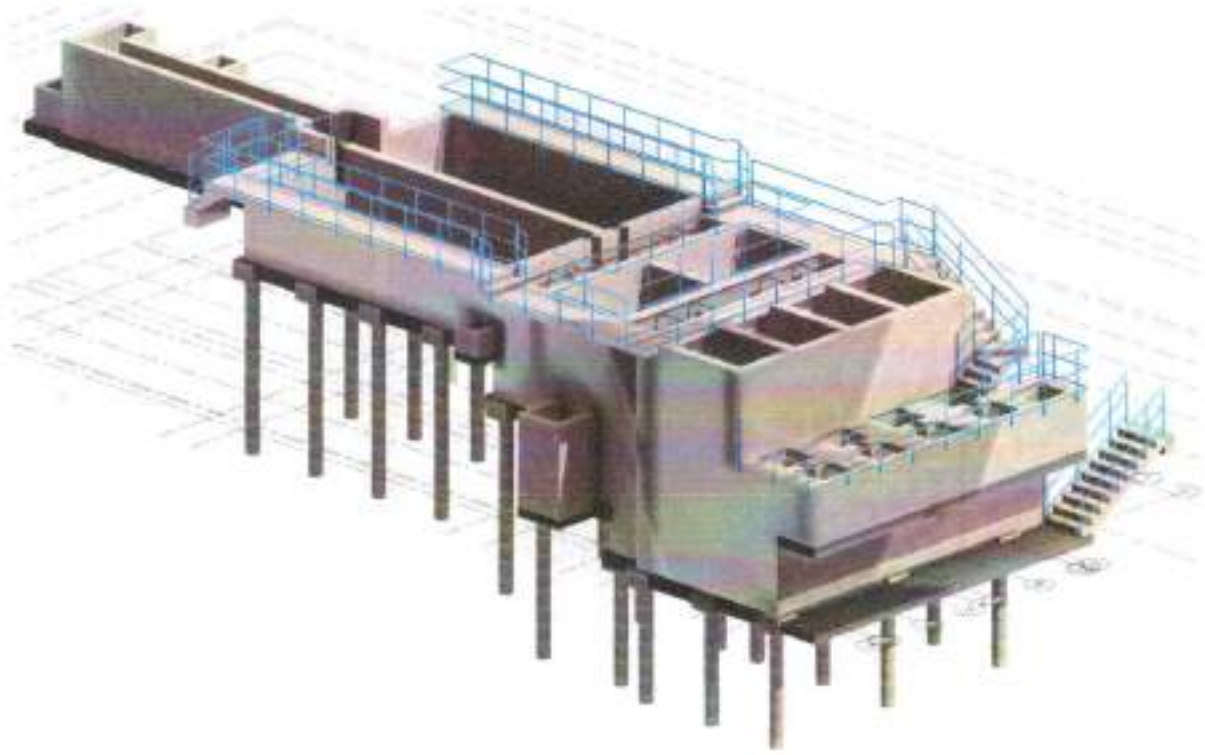
El Secretario General,

JAVIER BOTERO MARTÍNEZ

28185

DISENO HIDRAULICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

(PTAP: 31.7 LPS)



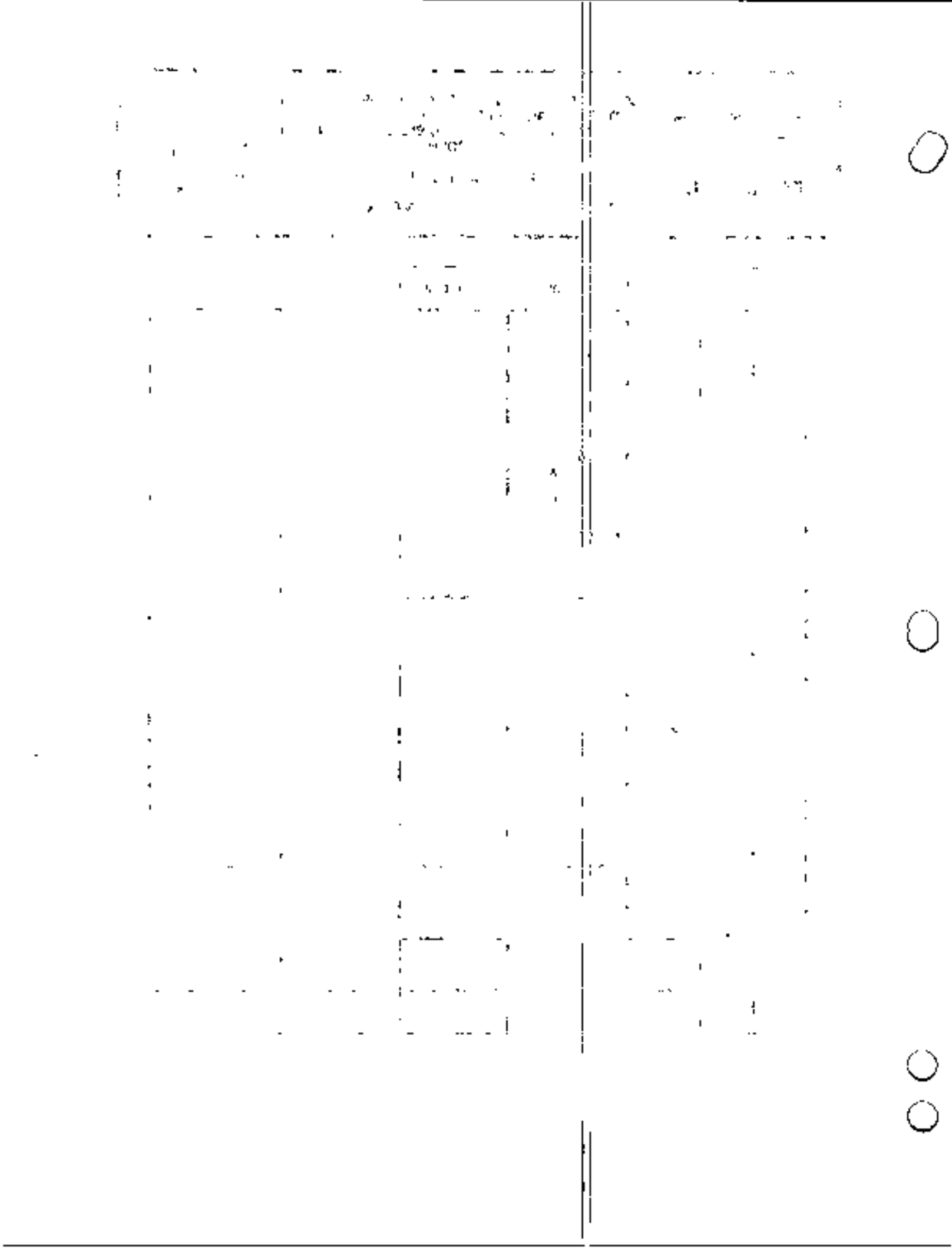
INFORME DE CONSULTORIA GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA REGIONAL

AGOSTO DE 2025

VERSION 1

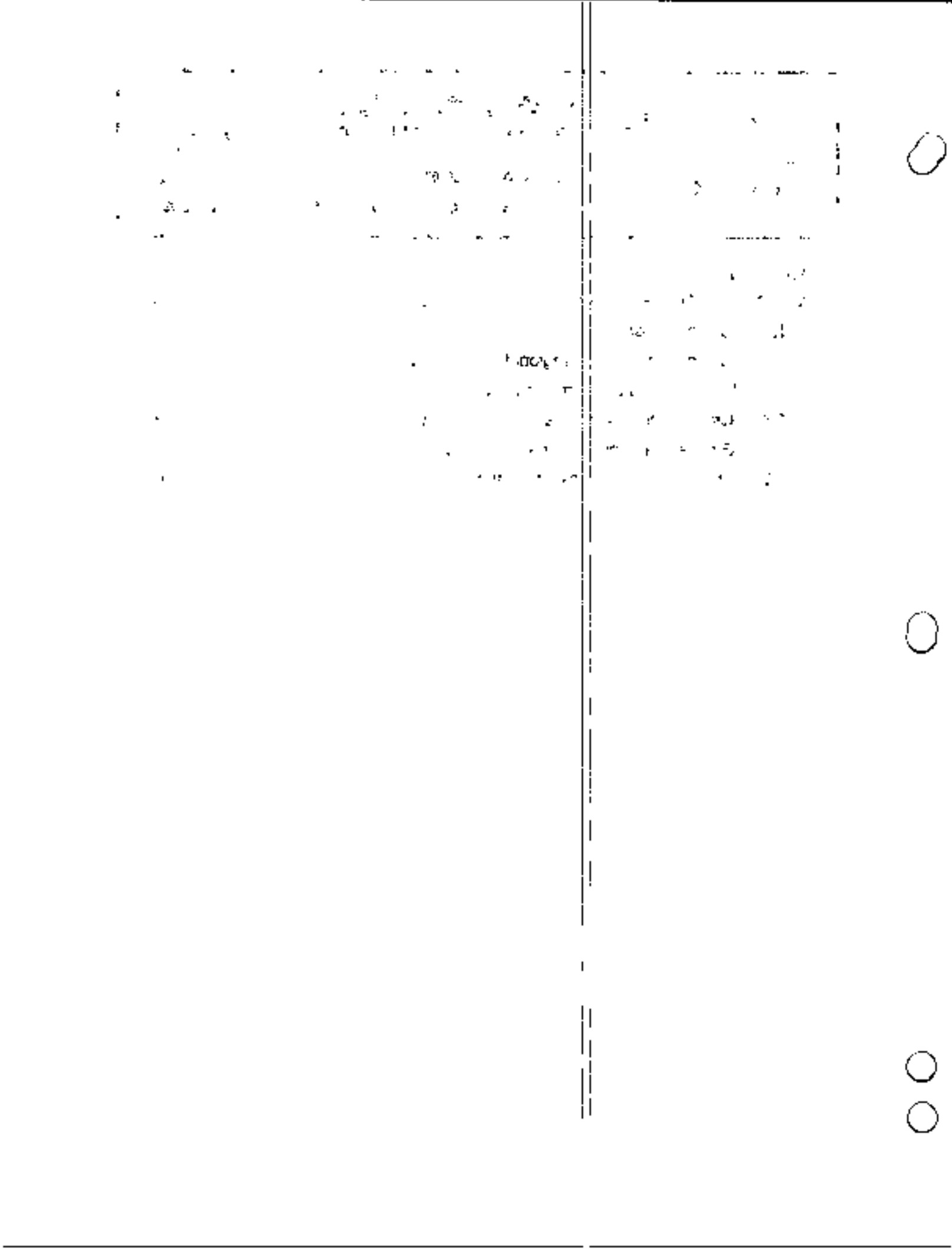


REVISIÓN Y APROBACIÓN	VERSIÓN :		01-DISEÑADOR	02-REVISOR	03	06
	ELABORÓ:	NOMBRE:	LAURA SABIA VAHOS INGENIERA GEOLOGIA ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES			
		FIRMA:	Sabina Vahos			
	REVISÓ:	NOMBRE:				
		FIRMA:				
		FECHA :				



Contenido

1. CONTEXTO GEOLÓGICO 4
1.1 Geología Regional 4
1.2 Geología estructural regional 5
1.2.1 Condiciones sísmicas 7
1.3 Geomorfología Regional 8
1.4 Procesos morfodinámicos 10
1.5 Amenaza por movimiento en masa 12



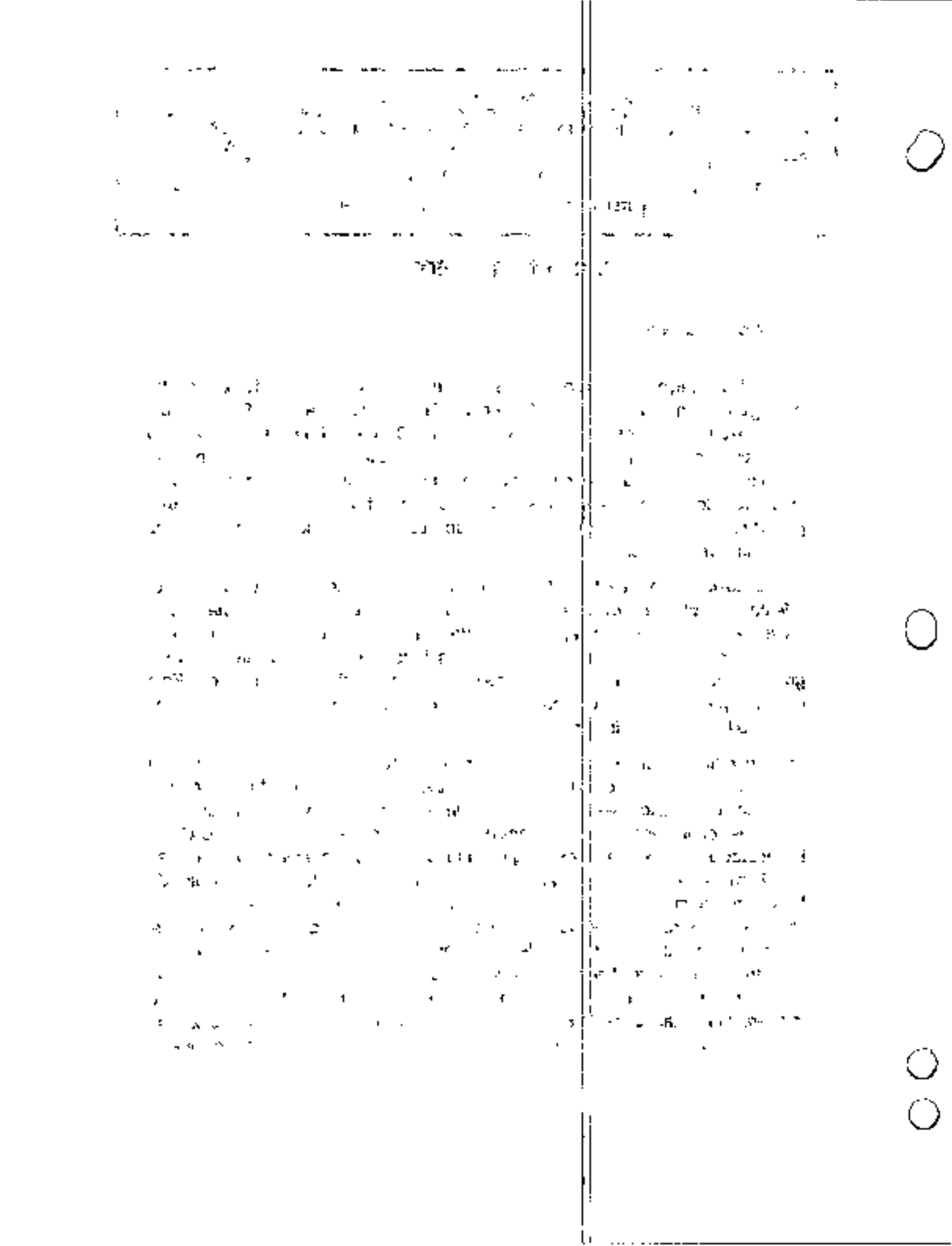
1. CONTEXTO GEOLÓGICO

1.1 Geología Regional

La geología regional del área de estudio fue obtenida a partir de la plancha geológica y memoria explicativa 147 Medellín Oriental, a escala 1:25.000, en la cual se localiza la cabecera urbana del municipio de Cocorná. Teniendo en cuenta la información cartográfica encontrada en dicha plancha se tiene que la zona de estudio en su totalidad se encuentra sobre la unidad geológica denominada como Depósitos de Vertiente (Q2v) los cuales se encuentran cubriendo a la unidad geológica Batolito Antioqueño (K2ta). A continuación, se describen las unidades geológicas regionales.

Los Depósitos de Vertiente (Q2v), uno de los más representativos del sector sur oriental de la plancha 147 se encuentra cerca del casco urbano de Cocorná, el cual presenta unas dimensiones aproximadas de 2 km de largo y 400 m de ancho con pendientes suaves conformado por bloques heterométricos angulares de roca granítica meteorizada (15 – 30%) en una matriz areno – lodosa de color pardo. Este depósito presenta una morfología en forma de cubeta invertida con superficies planas a levemente onduladas.

La unidad del Batolito Antioqueño (K2ta): en la Plancha 147 Medellín Oriental, son relativamente escasos los afloramientos del Batolito Antioqueño y la mayor parte del área donde aflora está cubierta por un suelo arcilloso y saprolito arenoso, formados por procesos de meteorización física y química bajo la influencia del clima, la vegetación y la acción antrópica que en muchos casos ha acelerado el proceso debido a la tala del bosque primario para el desarrollo agropecuario y urbanístico de la región; además, las características físicas del macizo rocoso, tales como el fracturamiento, diaclasamiento y presencia de zonas de cizalladura, así como el empaquetamiento de los cristales facilitan el acceso de los agentes de meteorización, especialmente el agua, y por lo tanto el debilitamiento de la estructura de la roca acelerando el proceso de meteorización. La baja resistencia a la alteración de las rocas de Batolito Antioqueño origina un perfil de meteorización muy profundo, 10 a 50 m, donde es común encontrar bloques esféricos residuales



parcialmente meteorizados, constituidos por gravas y arenas y que en conjunto forman un paisaje de colinas subredondeadas de baja altura.

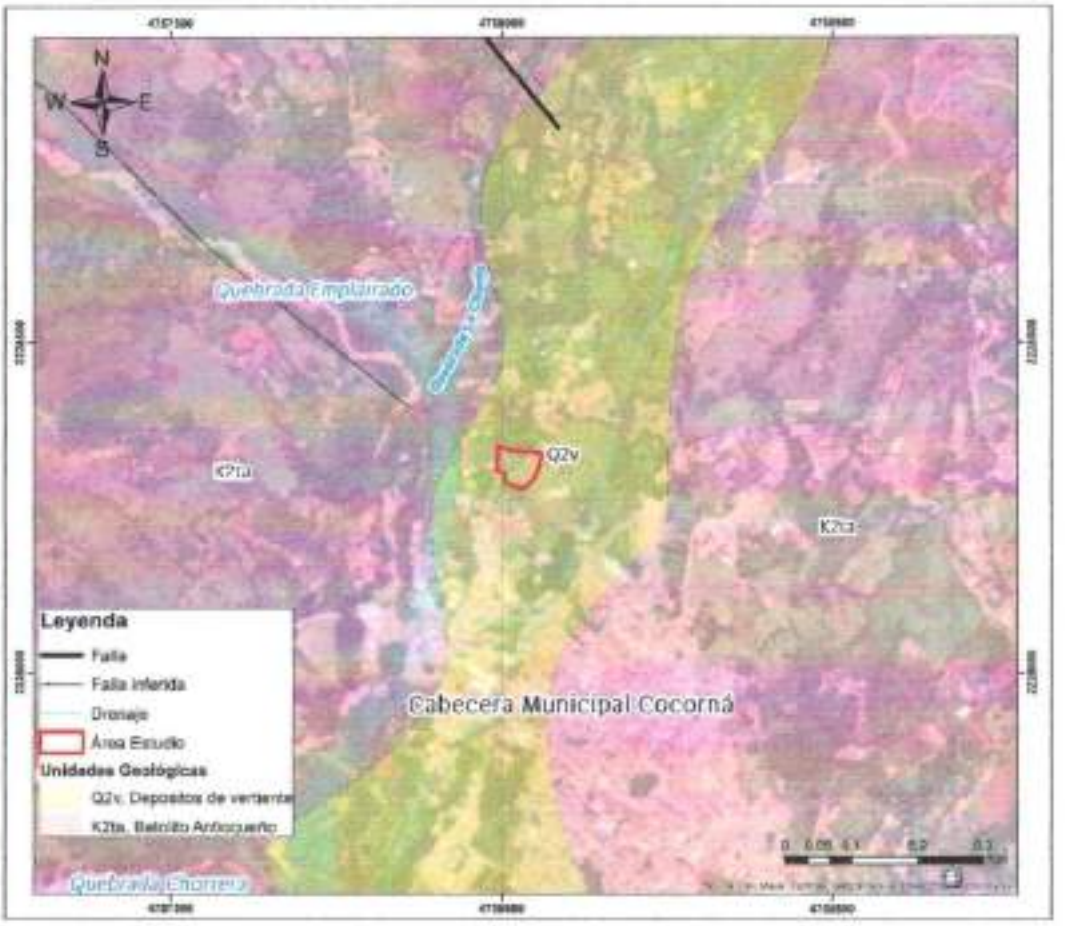
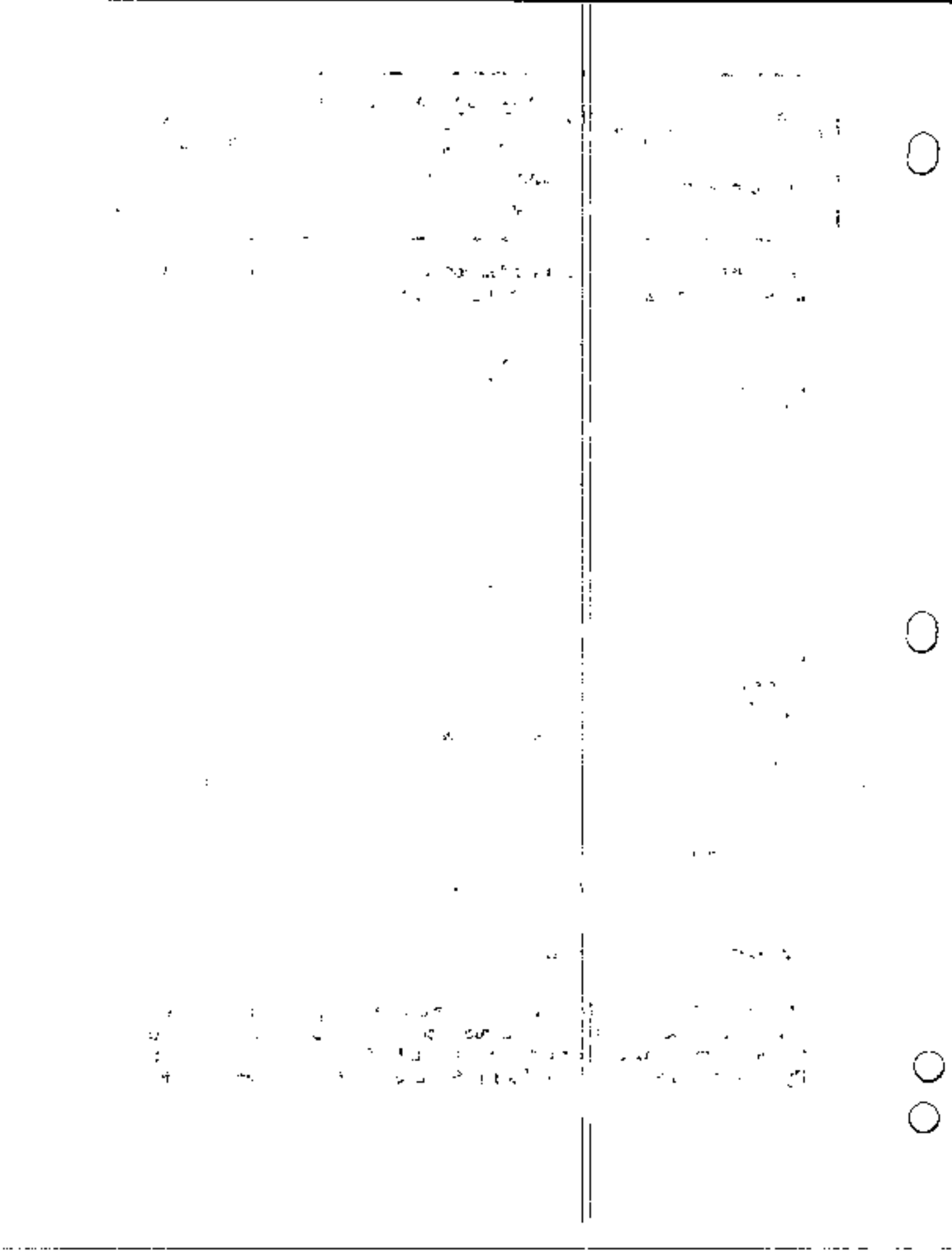


Figura 1. Geología Regional de la zona de estudio.

1.2 Geología estructural regional

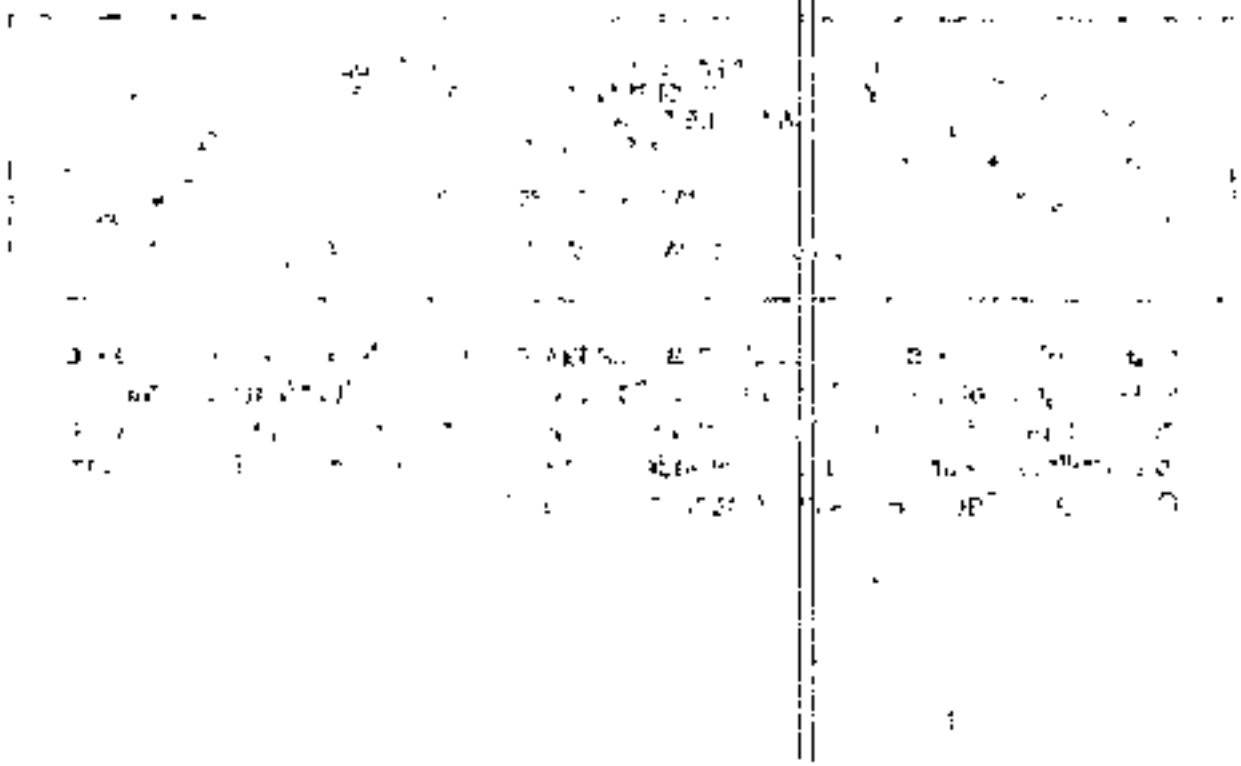
El área de la Plancha 147 Medellín Oriental se encuentra bajo la influencia de dos sistemas de fallas: 1) el Sistema del Borde Occidental de la Cordillera Central que incluye el Sistema Cauca-Romeral y comprende las fallas San Jerónimo, Silvia-Pijao, Cauca-Almaguer, Tonusco, Espíritu Santo, Santa Rita y Sabanalarga entre



otras, junto con las fallas satélites asociadas a estos sistemas. 2) Un segundo sistema que comprende las fallas del Borde Oriental de la Cordillera Central o lo que denomina Page (1986) la Zona de Falla de Palestina en el segmento norte de la Cordillera Central, el cual comprende entre otras las fallas de Otú-Pericos, Nus, Cimitarra, El Bagre, Palestina, Cocorná, Jetudo y Mulato.



Figura 2. Principales Fallas en la Plancha 147 Medellín Oriental



1.2.1 Condiciones sísmicas

Con base en la información del catálogo de sismos del Servicio Geológico Colombiano (SGC), se identifica que en el municipio de Cocorná, durante el período 1993-2018, se registraron 9 eventos sísmicos con magnitudes (Mw) entre 1.1 y 2.9, y profundidades que oscilaron entre 1.8 y 92 km. En el período comprendido entre 2018 y la fecha actual, se han registrado otros 9 eventos con magnitudes que van desde 1.0 hasta 1.3, y profundidades entre 1.8 y 96 km. Por lo tanto, la mayoría de los sismos registrados en este municipio corresponden a eventos de baja magnitud.



Figura 3. Registros sísmicos 1993-2018, municipio de Cocorná.

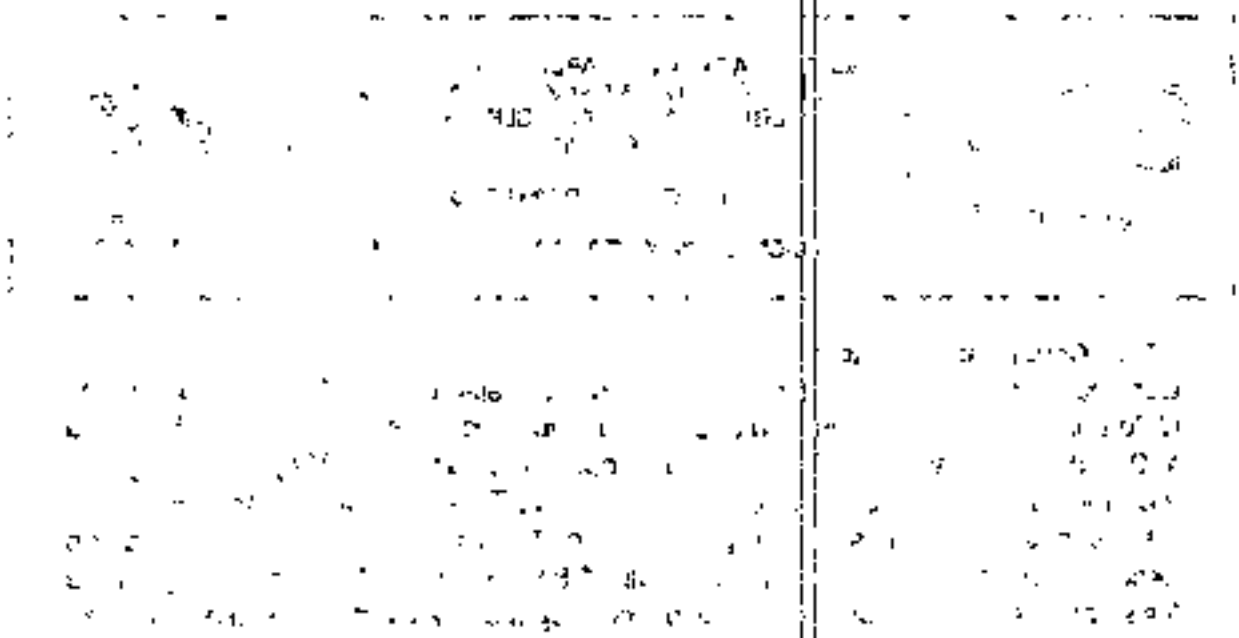




Figura 4. Registros sísmicos 2018-2025, municipio de Cocorná.

Según lo definido en la norma sismorresistente NSR-10, em municipio de Cocorná se clasifica en una zona de amenaza sísmica intermedia, con un valor de aceleración pico efectiva de 0.20 g

1.3 Geomorfología Regional

La geología regional del área de estudio fue obtenida a partir de la memoria explicativa y Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa Plancha 147 Medellín Oriental, a escala 1:100.000, en la cual se localiza la zona de estudio. Dentro de la cartografía, se tiene que la zona de estudio se encuentra sobre un ambiente geomorfológico principalmente denudacional, el cual ha tenido intervenciones antrópicas, y también con algunos ambientes fluviales A continuación, se describen las unidades geomorfológicas de que se encuentran en la zona de estudio y sus alrededores.

Cono y Lóbulo Coluvial y de Solifluxión (Dco): Geoformas en forma de cono o de lóbulos alomados bajos, corresponden principalmente al producto de fenómenos

de inestabilidad o movimientos de masa ocurridos en las vertientes, generados por una combinación de factores como la gravedad, el agua y la intervención humana, entre otras; están asociados a las vertientes de las colinas residuales disectadas, laderas onduladas

Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl): Corresponden al conjunto de lomos o filos ubicados a diferentes alturas con índice un relieve relativo para este caso menor de 300 m, la longitud del eje principal es mayor a 1000 m, el tope del lomo es subredondeado a agudo y de forma alargada en dirección perpendicular al drenaje principal; las laderas que se derivan del lomo son largas, de formas convexas a planas, inclinaciones abruptas a escarpadas, valles en V abierto y un grado de incisión muy alto. La inclinación y orientación del eje del lomo puede informar de procesos y velocidades de levantamiento del conjunto cordillerano o de la velocidad de la erosión del río principal. Los principales movimientos en masa que se registran son deslizamientos rotacionales y traslacionales y además tienen susceptibilidad alta a media por movimientos en masa.

Cauce Aluvial (Fca): Corresponde al canal excavado por las corrientes permanentes constituidas por los sedimentos aluviales actuales, son de forma irregular con anchos que oscilan entre los 30 y 50 metros.

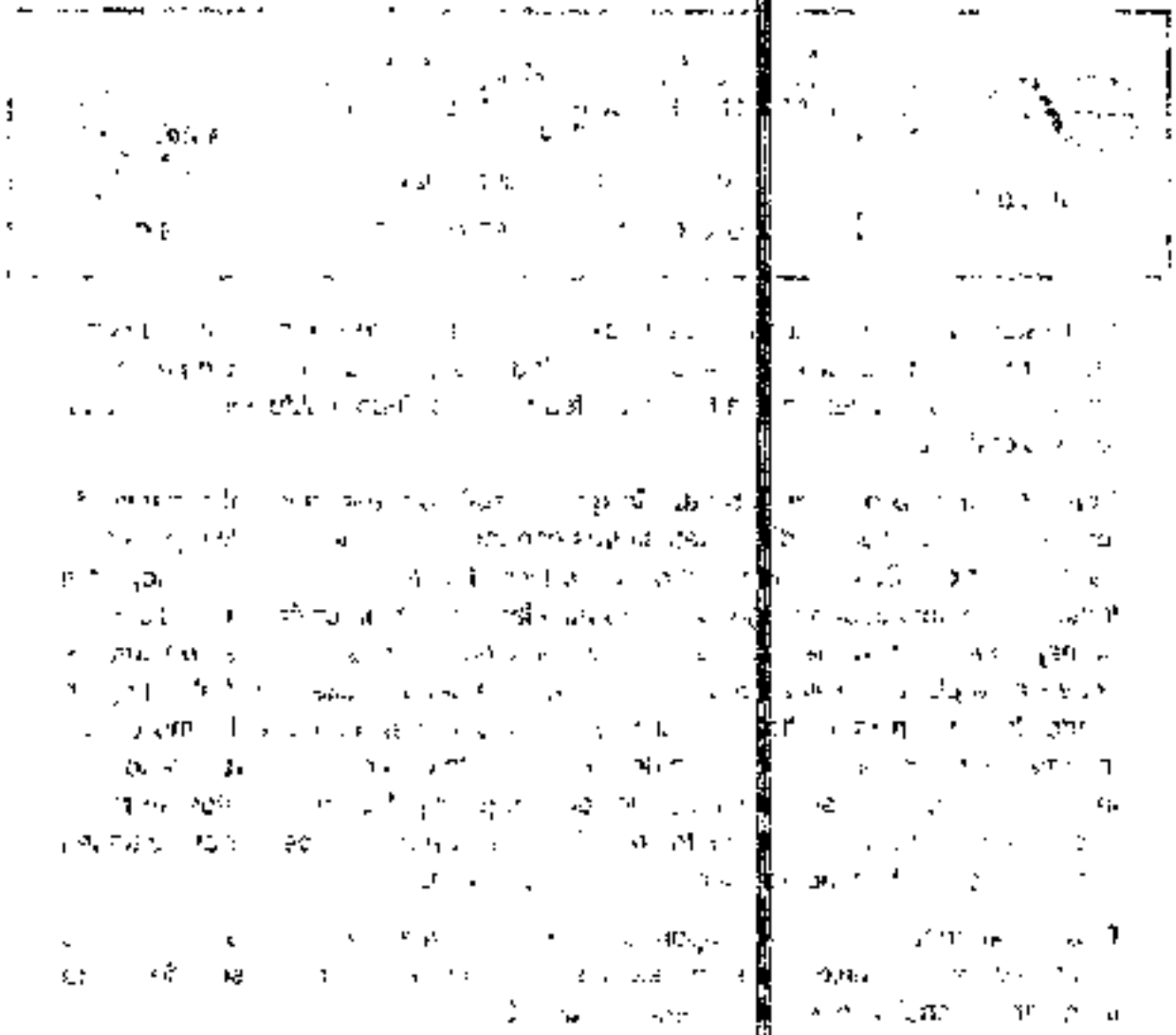




Figura 5. Geomorfología Regional de la zona de estudio.

1.4 Procesos morfodinámicos

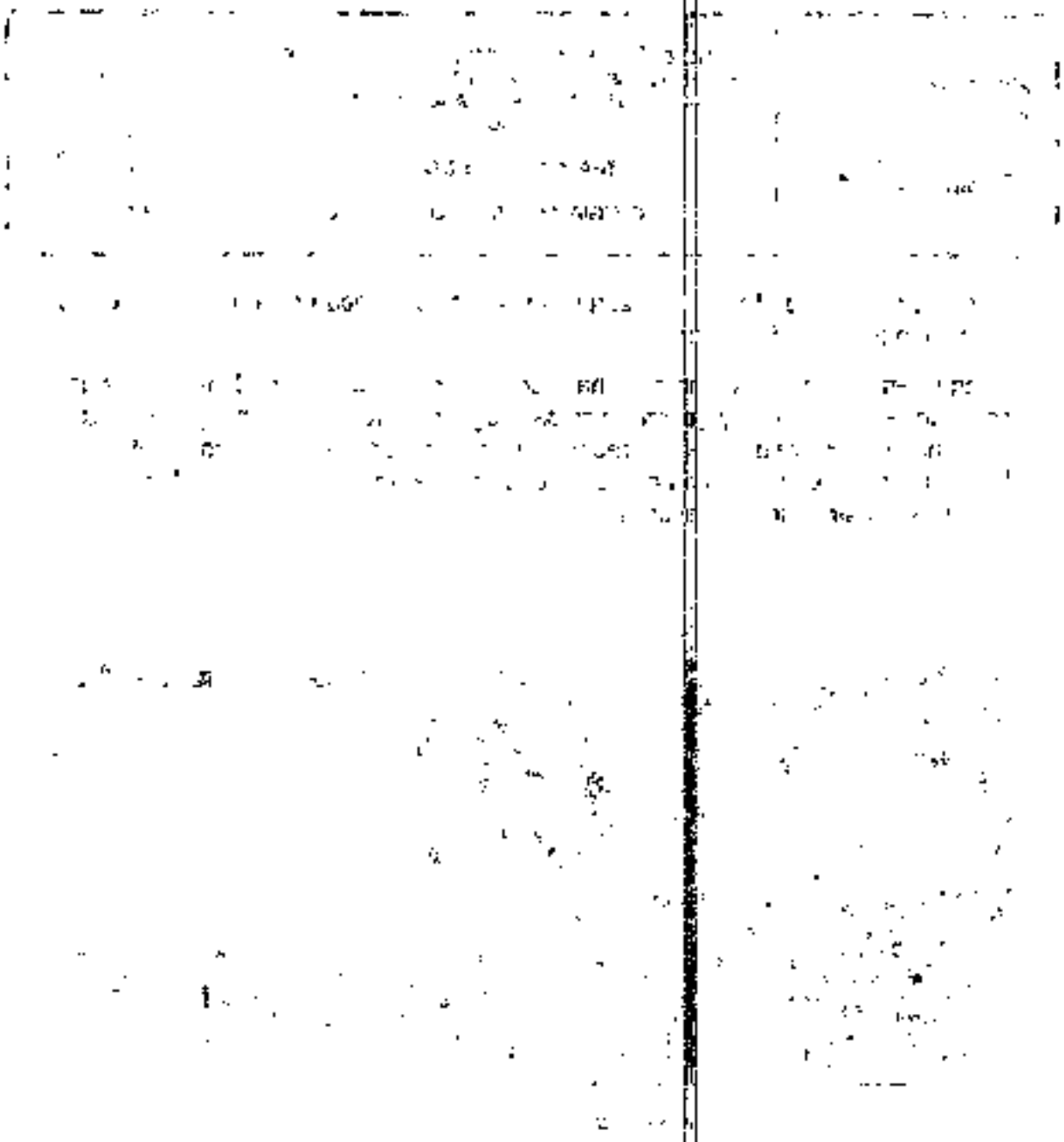
Respecto a los procesos morfodinámicos, se consultó la base de datos del Sistema de Información de Movimientos en Masa del Servicio Geológico Colombiano (SGC), donde se registran 73 procesos en la base de datos del Catálogo y 8 en la base del Inventario. Los procesos del Catálogo no se encuentran dentro del área de estudio, sino al noroccidente, donde se reportan flujos de lodos y escombros, y al suroriente, donde se registran deslizamientos. Por otro lado, en la base del Inventario

únicamente se reporta un deslizamiento traslacional ocurrido en 1993 hacia el suroriente del área de estudio.

Aunque en el área de estudio no hay registros de procesos morfodinámicos, las condiciones geológicas y geomorfológicas sugieren que el municipio presenta una alta dinámica. Por esta razón, se recomienda realizar una revisión más detallada de los procesos morfodinámicos a escala local, con el fin de mitigar posibles riesgos para la infraestructura proyectada.



Figura 6. Registro del Catalogo en SIMMA



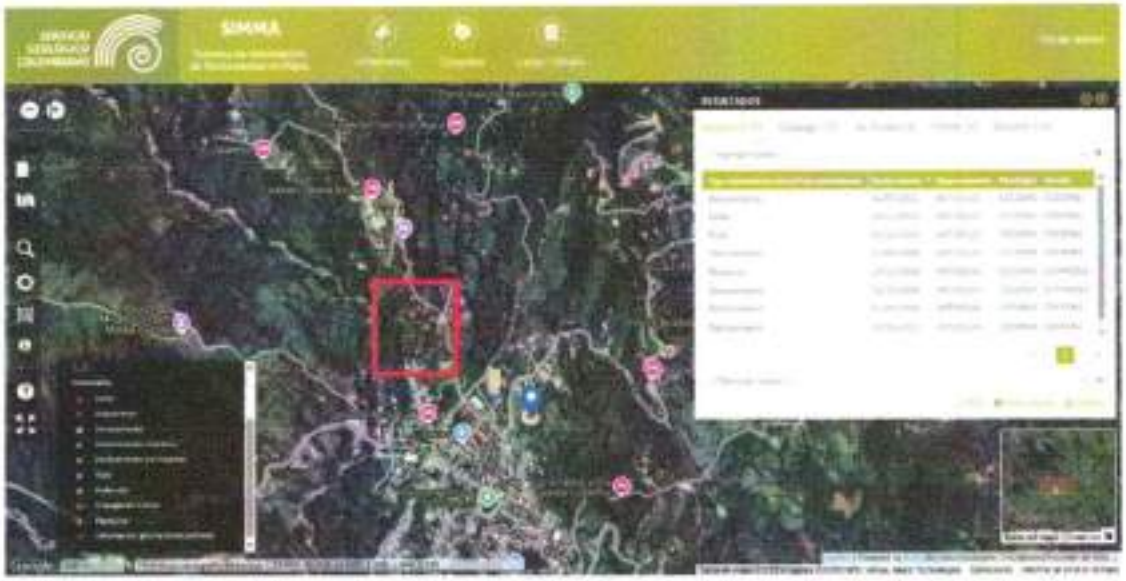


Figura 7. Registro del Inventario en SIMMA

1.5 Amenaza por movimiento en masa

Acorde con el estudio de zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa de la plancha 147 Medellín Oriental, la zona de estudio presenta una categorización Media a Muy alta. A continuación, se describen las condiciones de amenaza.

Amenaza Muy Alta: Esta categoría comprende las áreas de susceptibilidad muy alta de movimientos en masa. Están asociadas a los depósitos de vertiente que conforman las unidades geomorfológicas de conos y lóbulos coluviales y de solifluxión. Los valores del detonante sismo son muy bajos a bajos, no superan los 150 cm/s^2; pero el valor del detonante climático comprende los valores muy altos, altos y medio donde la precipitación diaria varía entre 100 y 150 mm para un periodo de retorno de 25 años y los valores de la precipitación promedio multianual fluctúa entre los 3000 y 4000 mm. Por lo tanto, el detonante clima es el de mayor peso en la posibilidad de ocurrencia de estos movimientos, y favorecido por el tipo de material que involucra antiguos movimientos en masa.

Amenaza Alta: Comprende las áreas de susceptibilidad muy alta y alta donde la ocurrencia de movimientos en masa es muy frecuente. Los valores del detonante sismo son muy bajas a bajos, no superan los 150 cm/s^2 y el valor del detonante climático registra todos los valores encontrados en la plancha, lo que indica que las condiciones del terreno marcan claramente la condición de amenaza.

El mayor número de movimientos en masa se localizan en esta categoría, y son deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales y flujos de detritos, sobre rocas con desarrollo de suelos residuales muy espesos. Es importante destacar que este rango ocupa las zonas con mayor cobertura de tejido urbano y en donde además se presentan mosaicos de pastos y cultivos con espacios naturales y pastos limpios que implican un bajo estado de protección para el suelo. Estos procesos afectan principalmente la red vial primaria y secundaria, también en algunos casos están involucradas viviendas, instituciones educativas, cultivos y áreas para ganadería y agricultura.

Amenaza Media: Es el grado de mayor representatividad en la plancha 147 y comprende las áreas de susceptibilidad media donde la ocurrencia de movimientos en masa es menos frecuente. Los valores del detonante sismo son muy bajas a bajos que no superan los 150 cm/s^2 el valor del detonante climático es medio a muy alto, con la probabilidad de aumentar la ocurrencia de movimientos en masa, como los observados del tipo deslizamientos rotacionales, traslacionales y fenómenos de reptación, con alta a moderado grado de erosión hídrica laminar.

El aumento de la humedad en estas zonas aumenta la saturación de los suelos residuales espesos y las rocas altamente meteorizadas y fracturadas donde las coberturas son principalmente mosaicos de pastos y cultivos con espacios naturales. El uso intensivo del suelo y las pocas prácticas de conservación de suelo existentes para las zonas agrícolas y ganaderas aumentan cada vez, incrementando la posibilidad de movimientos en masa.

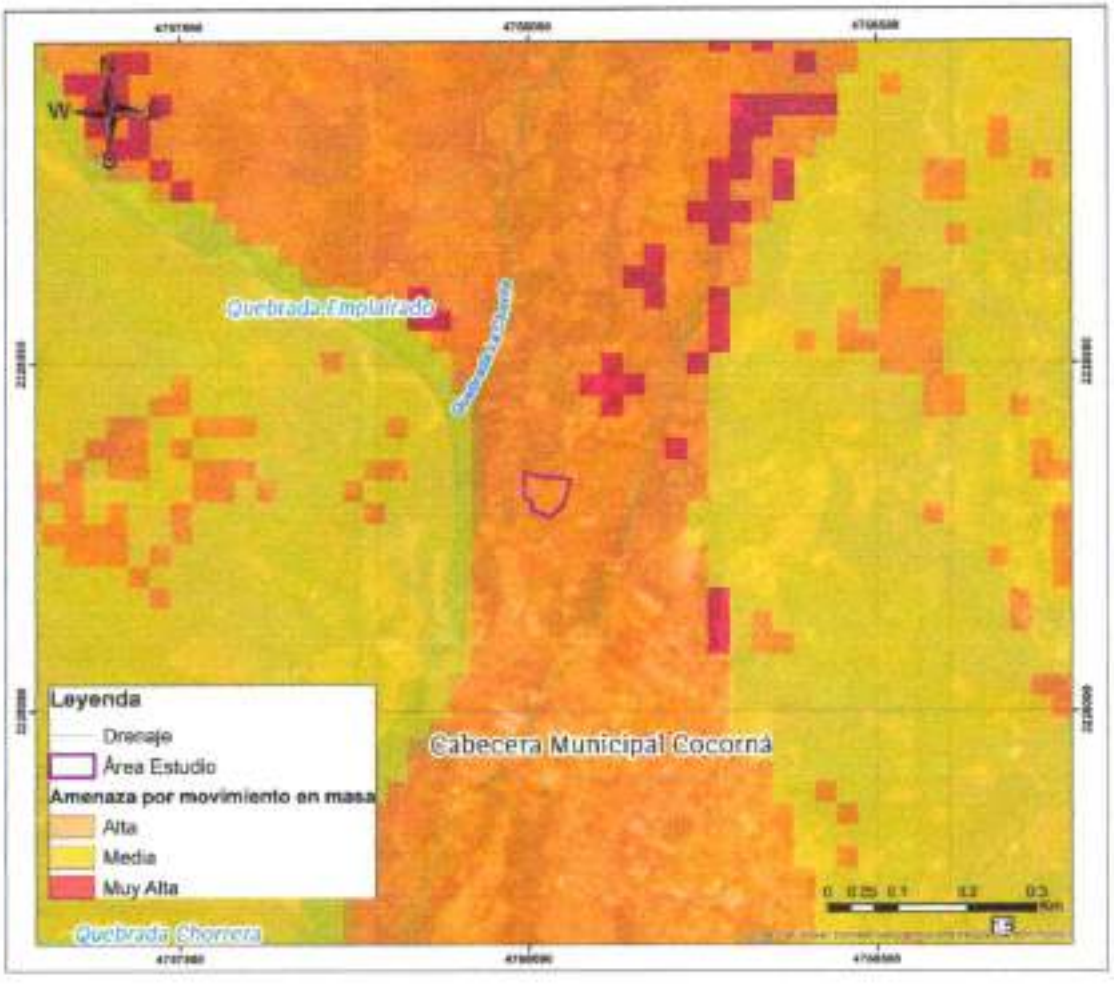


Figura 8. Mapa de amenaza regional por movimientos en masa

MEDELLIN, AGOSTO DE 2025

REFERENCIA: MEMORIAL RESPONSABILIDAD

Señores:

EDUAN

Yo, LAURA SAVINA VAHOS, identificado como aparece al pie de mi firma y matrícula profesional No. 05223-340311 ANT del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías, certifico que he realizado EL COMPONENTE DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA REGIONAL, EN EL MARCO DEL CONTRATO EN MENCION, basado en las normas vigentes y buenas prácticas. Por lo tanto, asumo la responsabilidad de cualquier eventualidad, bajo las condiciones anteriormente expuestas.

Atentamente,

Sabina Vahos

LAURA SAVINA VAHOS
ING GEOLOGA
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA-
ESPECIALISTA EN ESTABILIDAD DE TALUDES.


REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería
Matrícula Profesional No.
0223-340311 ANT
Fecha de Expedición: 16/09/2016
Nombre:
LAURA SABINA
VAHOS AGUDELO
Cédula:
C.C. 1152445357
Profesión:
INGENIERA GEOLOGA
Institución:
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA
VALIDO PTAP COCORNA



LA UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
Y CON AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

OTORGA EL TÍTULO DE

Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes

LAURA SABINA VAHOS AGUDELO

C.C. 1152462207

POR HABER CUMPLIDO LOS REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS

Expedido en Medellín el doce de abril del año dos mil diecinueve

El Rector

Secretario General

La Secretaria General

Directora del Instituto de Idiomas

VALIDO PTAP COCORNA

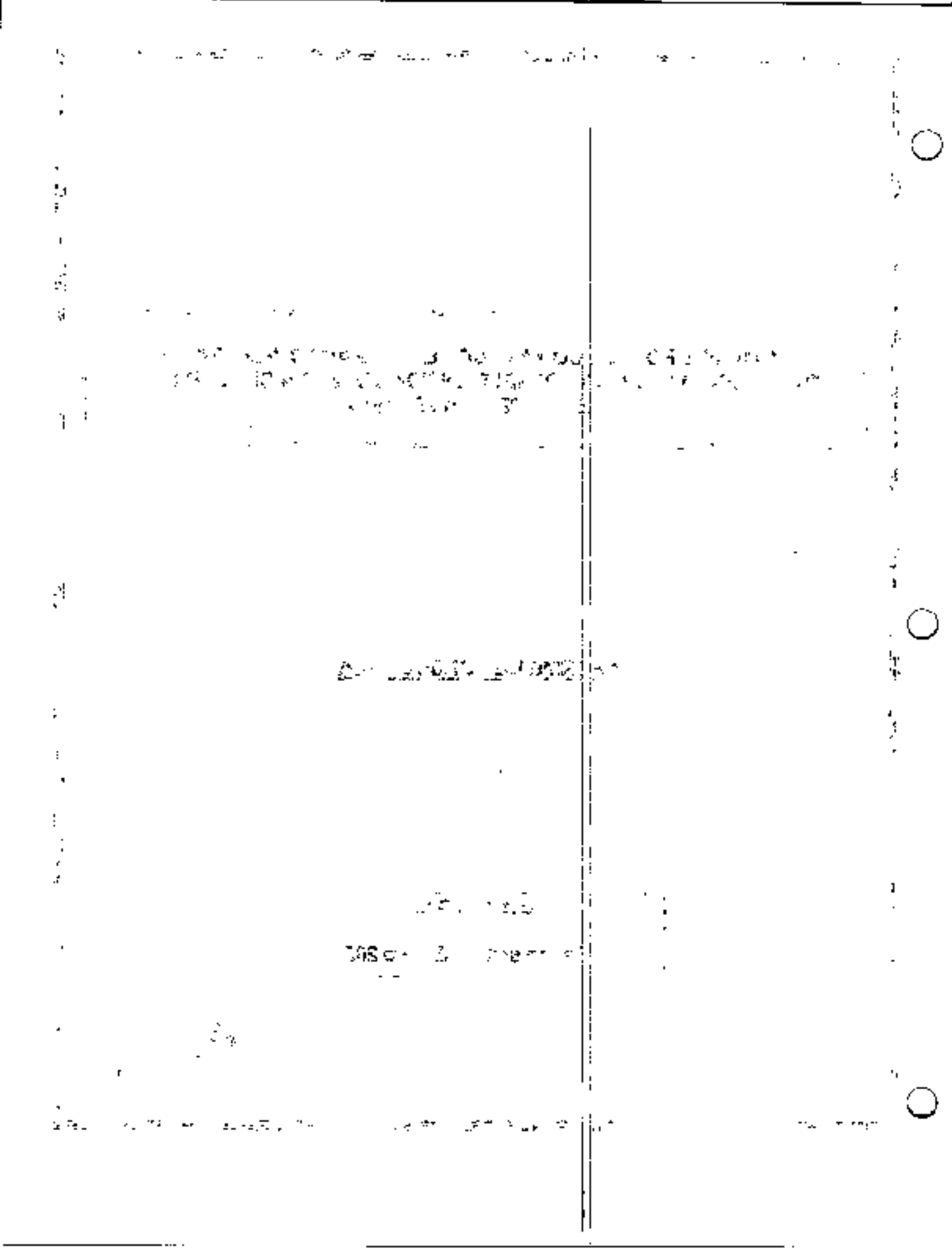
ESTUDIO GEOTÉCNICO TANQUE DESARENADOR, PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE COCORNA ANTIOQUIA

INFORME DE CONSULTORIA

Medellín - 2025.

Actualizado septiembre de 2025

INGENIERIA CENERAL &
SERVICIOS INTEGRALES S.A.S



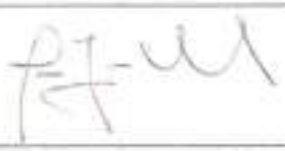
FORMATO DE REVISIÓN Y ELABORACIÓN (NSR-2010, H.1.1.2.1)					
Proyecto: ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTECNIA, PTAP ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE COCORNA					
Fecha: septiembre de 2025 (Actualizado)					
Propietario: Municipio de Cocorná.					
Revisión		0	1	2	3
ELABORACIÓN	Nombre	William Ulbey Gómez Botero			
	Profesión	Ingeniero Geólogo (U.N.) Especialista en Mecánica de suelos y Cimentaciones (EAFIT)			
	M.P.	0522369777 ANT			
	Firma				
	Nombre				
	Profesión				
	M.P.				
	Firma				
	Nombre				
	Profesión				
	M.P.				
	Firma				
	Nombre				
	Profesión				
	M.P.				
	Firma				

TABLA DE CONTENIDO

1- Presentación 4

2- Objetivos 4

3- Metodología 5

4- Descripción Del Proyecto 6

5- Exploración Geotécnica 7

6- Contexto Geológico-Geomorfológico 9
6.1- Geología 9
6.2- Geomorfología 10
6.3- Geología Estructural 11

7- Perfil Geotécnico 12
7.1- Capa Orgánica (Org) 12
7.2- Limo Arenoso denso (Q) 12

8- Consideraciones Sísmicas 13

9- Parámetros De Cimentación 14

10- Recomendaciones Constructivas Generales 21

11. Limitaciones 23

1- PRESENTACIÓN

En el presente informe se consignan los resultados obtenidos en el marco del estudio geotécnico efectuado en un lote PTAP ZONA URBANA, jurisdicción del Municipio de Cocorná, Antioquia; en el sitio se proyecta la construcción de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) + ampliación del almacenamiento con la finalidad de abatir el déficit proyectado para el horizonte 2025-2050.

El presente estudio geotécnico se ha efectuado conforme a lo establecido en el título H de la Norma Colombiana para diseño y construcción Sismo Resistente NSR-2010; el mismo se ha basado en los resultados de la exploración de campo, estudios de laboratorio y análisis geológico-geomorfológico llevado a cabo por parte de los profesionales participantes.

2- OBJETIVOS

El objetivo general del estudio consiste en evaluar las condiciones geológico-geomorfológicas de la zona de inserción del proyecto, así como las características geotécnicas de los distintos horizontes de suelo que ofrezcan potencialidad para la cimentación de la estructura.

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

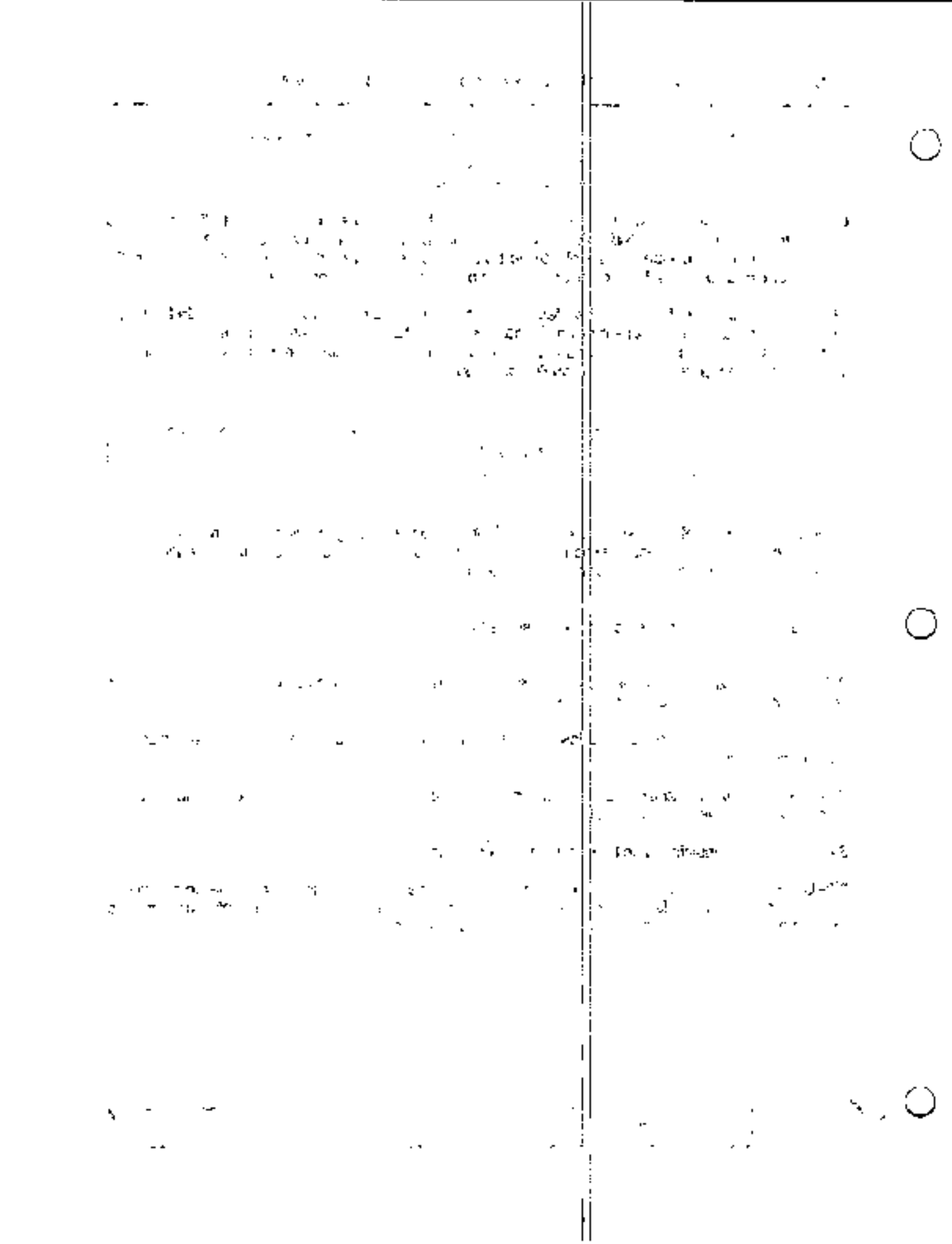
2.1- Determinar las formaciones superficiales que conforman el perfil geotécnico del área, en términos de tipo, espesores y disposición estratigráfica.

2.2- Evaluar la resistencia insitu de los materiales mediante la ejecución de ensayos resistencia a la penetración estándar (S.P.T.).

2.3- Caracterizar los horizontes de suelo que ofrezcan potencialidad para la cimentación de la estructura, mediante estudios de laboratorio.

2.4- Evaluar las condiciones de humedad interna del suelo.

2.5- Diseñar y calcular el tipo de solución de cimentación de mayor pertinencia de acuerdo con el tipo de obra, características físicas y geomecánicas del perfil geotécnico para el sitio de intervención, y de manera general condiciones geológico-geomorfológicas del entorno.



3- METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización del presente estudio se ajusta a los lineamientos propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (ISSMGE) en su capítulo correspondiente a Geotecnia de Suelos Residuales en el cual se hace relevancia a la caracterización y diagnóstico del entorno geotécnico donde se realizará el proyecto, incluyendo criterios de estabilidad, además de la observación macroscópica de las muestras de suelo recuperadas en la etapa de exploración en la cual se distinguen los grados y zonas de meteorización propias del perfil geotécnico característico del lugar, así como su material parental, presencia o ausencia de estructuras relictas, complementado además con la ejecución e interpretación de los ensayos de laboratorio pertinentes.

De manera concreta se siguieron los siguientes pasos en el proceso metodológico:

3.1- Revisión y Análisis de información secundaria disponible sobre el área de inserción del proyecto: se consultaron diferentes fuentes tales como Alcaldía municipal, CORNARE, Gobernación de Antioquia (DAPARD), Servicio Geológico Colombiano.

3.2- Evaluación geológico-geomorfológica: Con el propósito de identificar rasgos morfogéneticos, procesos antiguos, activos y/o potenciales; así como facilitar los procesos de interpolación a partir de la exploración geotécnica, se efectúo un proceso de cartografía geológico-geomorfológica para la zona de inserción del proyecto.

3.3- Exploración geotécnica: Comprendió la ejecución de sondeos exploratorios con equipo mecánico orientados a determinar el tipo y características de las formaciones superficiales presentes en la zona, así como la realización de ensayos de resistencia insitu.

3.4- Estudio de Laboratorio: Consistió en estudio macroscópico de la totalidad de las muestras recuperadas, así como en la ejecución de pruebas de laboratorio para caracterización física del material.

3.5- Diseño y cálculo de la solución de cimentación más pertinente conforme a las características geotécnicas de los suelos en el área y aspectos estructurales de la obra a implementar.

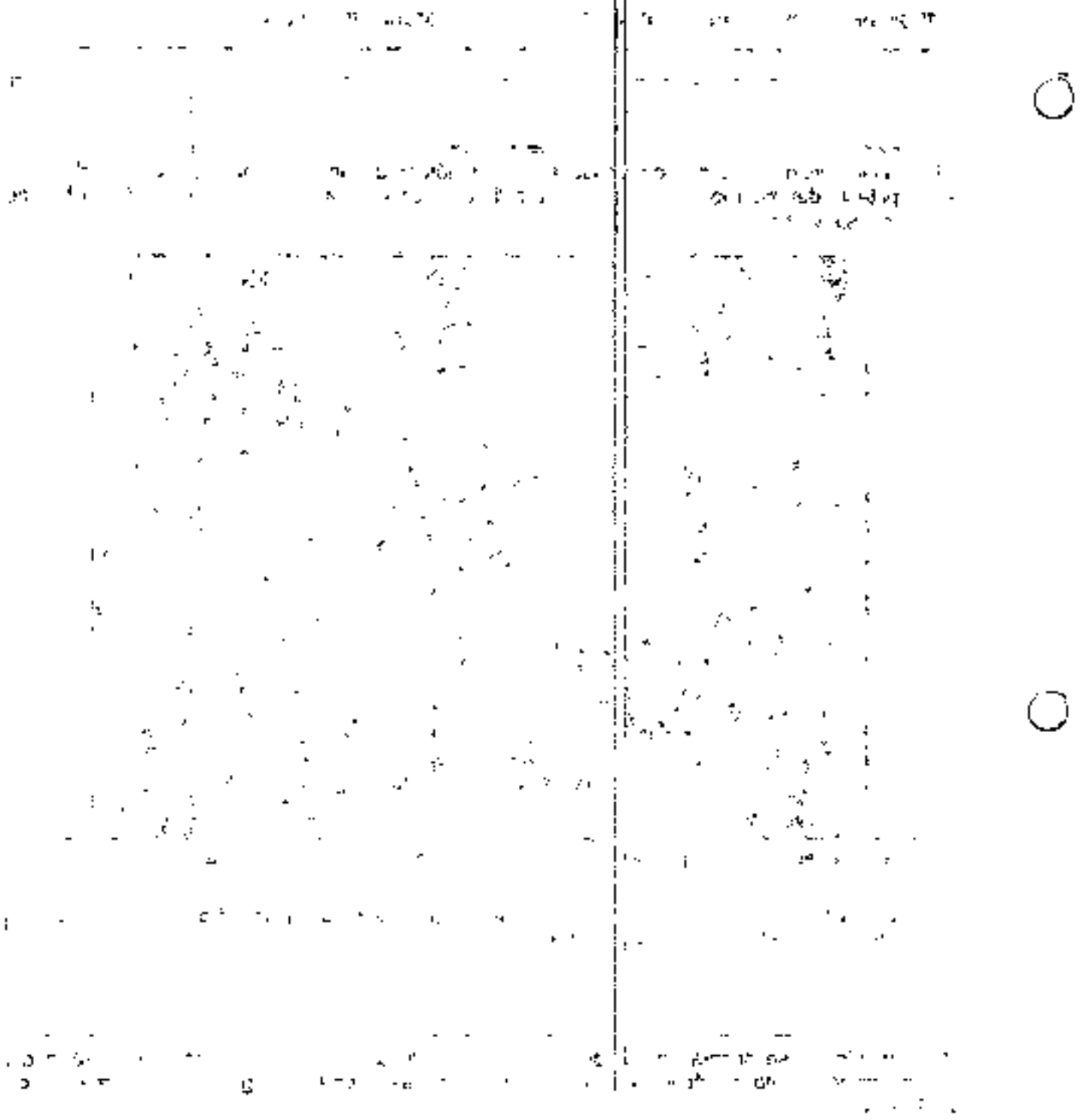
El proyecto objeto de estudio comprende la construcción de un tanque desarenador para la planta de agua potable del municipio de Cocorná. Para llevar a cabo el proyecto se dispone de un lote de pendiente suave a plana. (Figura 01).



Figura 01. Aspecto del lote objeto de estudio, Vereda La Chonta, Municipio de Cocorná- Antioquia.

Descripción: Fotografía de referencia disponibilidad de espacio en zona de entrada, coincidente con aducción que viene de la bocatoma sobre la quebrada la Chonta.

Aun cuando no se cuenta con datos precisos respecto a cargas de servicio, para efectos del predimensionamiento geotécnico del cimiento, se ha considerado una carga transmitida máxima de 20.24KPa.



Como aspecto fundamental en el desarrollo del presente estudio, se efectúo un proceso de investigación del suelo mediante las siguientes etapas:

5.1 Reconocimiento geológico-geomorfológico del sector y de sus alrededores, con el fin de evaluar la existencia de procesos morfodinámicos activos y/o potenciales, así como las condiciones generales de estabilidad y de esta manera contextualizar el área desde el punto de vista geológico-geomorfológico a fin de posibilitar los procesos de correlación, interpolación e interpretación de los resultados obtenidos en las fases de exploración y laboratorio.

5.2 Se ejecutaron sondeos exploratorios consistentes en 3 perforaciones mecánicas a percusión con profundidad máxima de 6.50 m; se efectúo recuperación de muestras metro a metro, y realización del ensayo de resistencia a la penetración estándar (S.P.T.) de acuerdo con la norma ASTM D 1586; el propósito de la exploración geotécnica es establecer la disposición estratigráfica de los materiales, identificar las formaciones superficiales, estructura del suelo, presencia de discontinuidades, anisotropía, condiciones de humedad natural y recuperar muestras de suelo para los análisis de laboratorio respectivos.



Figura 02. Detalle de proceso de exploración geotécnica en el predio objeto de estudio; PTAP MUNICIPAL.

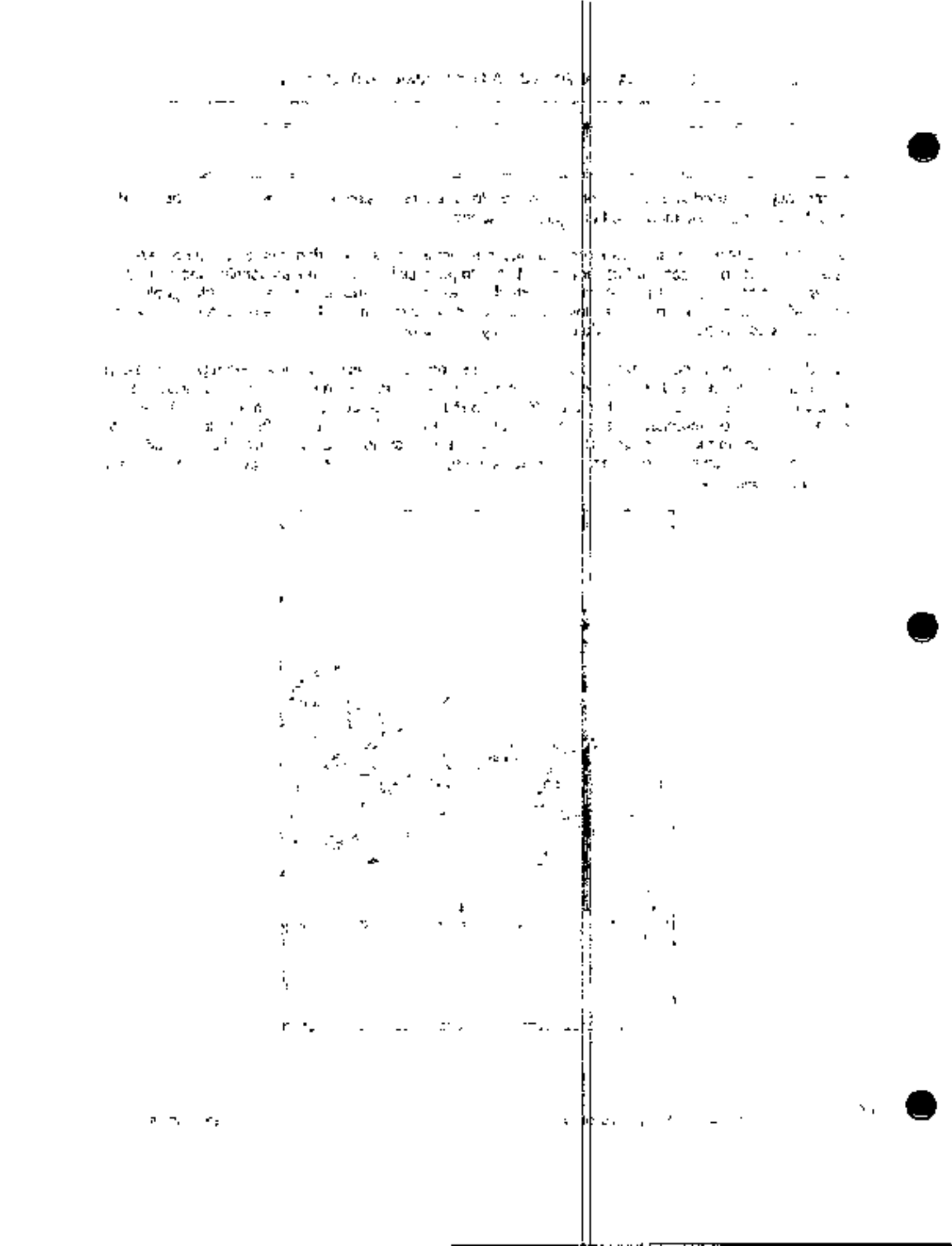


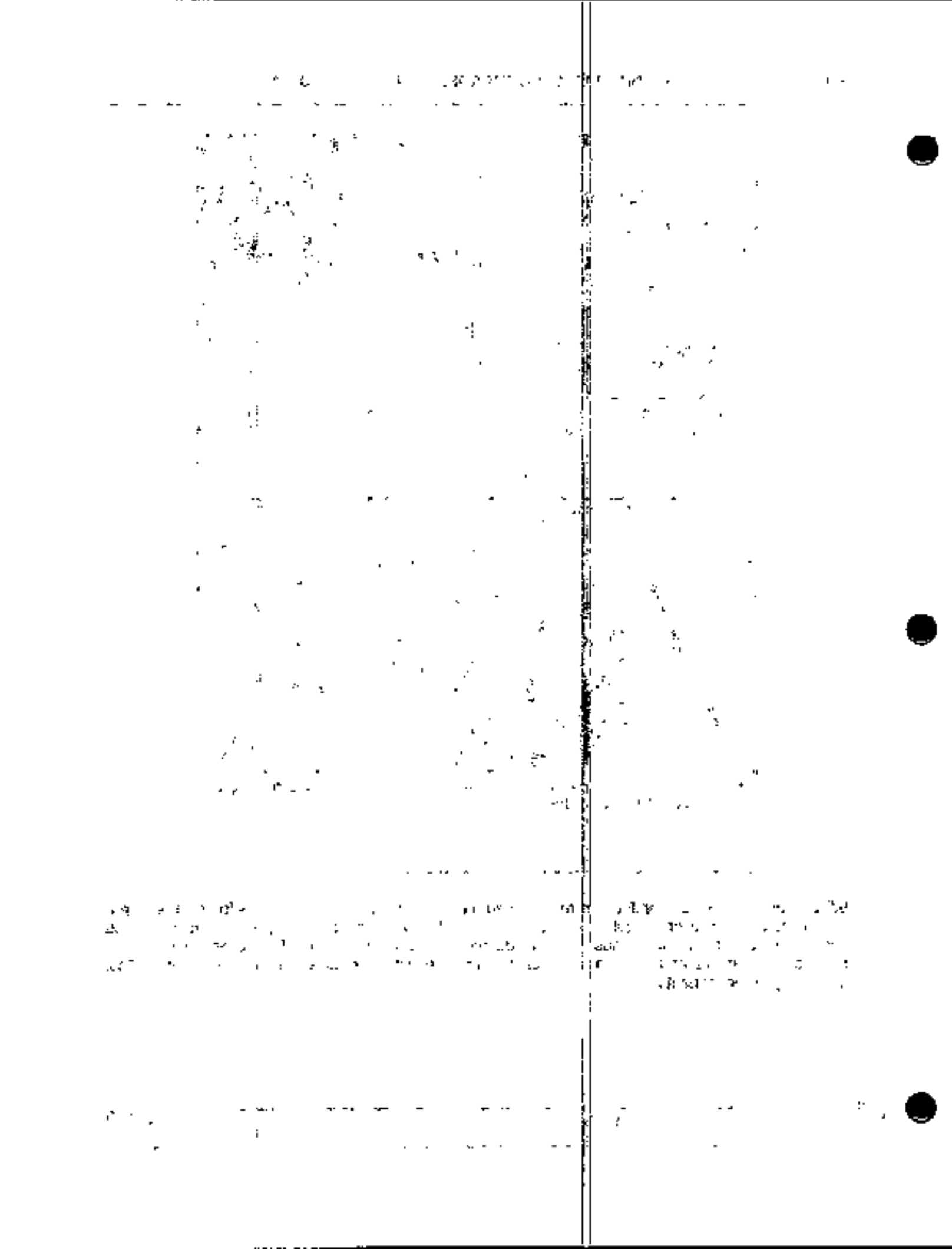


Figura 03. Detalle de proceso de exploración geotécnica en el predio objeto de estudio; PTAP MUNICIPAL.



Figura 03. Detalle de proceso de exploración geotécnica en el predio objeto de estudio; PTAP MUNICIPAL.

5.3 En cada uno de los sondeos se recuperaron muestras alteradas e inalteradas las cuales fueron sometidas a observación y análisis macroscópico en el laboratorio, con el propósito de identificar su textura, origen, inferir los grados y zonas de meteorización propias de los perfiles geotécnicos característicos del lugar, así como su material parental, presencia o ausencia de estructuras relictas, mineralogía predominante, etc.



6.1- Geología

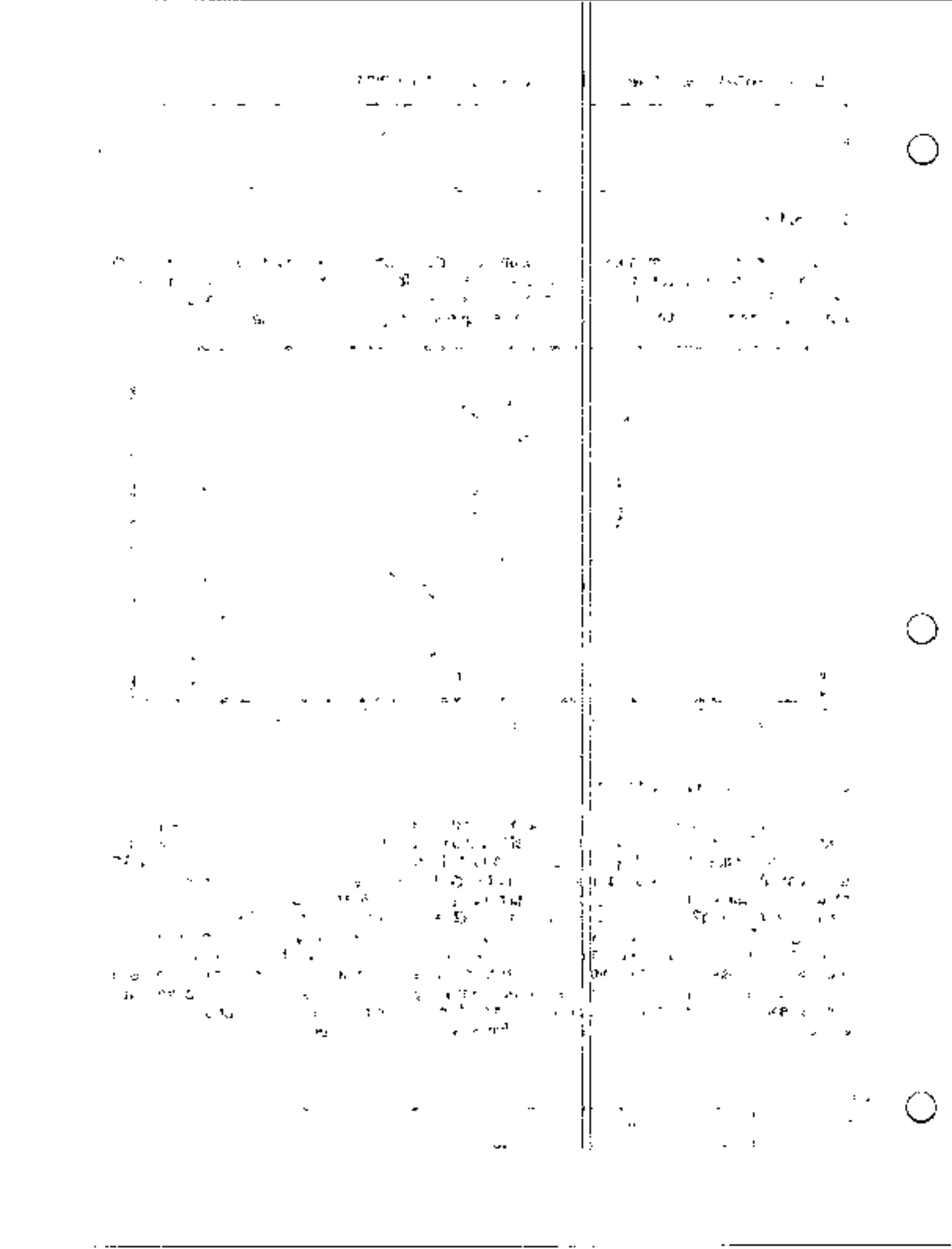
El contexto geológico-geomorfológico para el municipio de Cocorná está comprendido por una zona de vertiente labrada en rocas graníticas pertenecientes a la formación geológica Batolito Antioqueño (Figura 04) con el predominio de procesos morfodinámicos asociados a la fuerte pendiente y torrencialidad característica de los diferentes ríos y quebradas que drenan la zona.



Figura 04. Contexto Geológico para el municipio de Cocorná –Antioquia; fuente: INGEOMINAS.

6.1.1- Batolito Antioqueño (Ksta)

Las rocas de este cuerpo constituyen el núcleo de la cordillera central en el departamento de Antioquia; Botero (1942), reconoce las características del Batolito y le da el nombre con el cual se reconoce en la literatura geológica. Los trabajos de Botero (1963), Feininger et al (1972) y Hallet et al, (1972) complementaron su delimitación, mientras que los de Feininger y Botero (1982) y Alvarez (1983), resumen sus características petrográficas y químicas (Gonzáles, 2001). El Batolito Antioqueño cubre un área de 7221 Km2 y sus cuerpos satélites 322 Km2, en el centro yu parte oriental del departamento (Feininger y Botero, 1982); está caracterizado por su homogeneidad litológica con poca variación de un lugar a otro. La facies normal tiene composición entre tonalita y granodiorita (Gonzáles, 2001). Las rocas son macizas, de grano medio a grueso, hipidiomórficas equigranulares de color moteado, están compuestas por cuarzo, feldespato, horblenda, biotita y minerales accesorios. Las condiciones tropicales favorecen que la roca se transforme en suelo de color rojo, amarilloso de granulometria limo-arenosa que grada a limos-arcillosos o arenas-limosas, es raro encontrar roca aflorante.



6.2- Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, el predio de inserción del proyecto se ubica sobre una zona rural en ladera de pendiente suave a plana, el sector está labrado en suelos de textura limo arenosa, de plasticidad baja y compacidad densa a muy densa hacia profundidad. Se ha realizado un análisis multitemporal a partir de imágenes satelitales y en el sector no se observan rasgos de inestabilidad activos o potenciales que comprometan el desarrollo del proyecto; en términos generales las condiciones geológico-geomorfológicas se consideran favorables. (Figura 05).

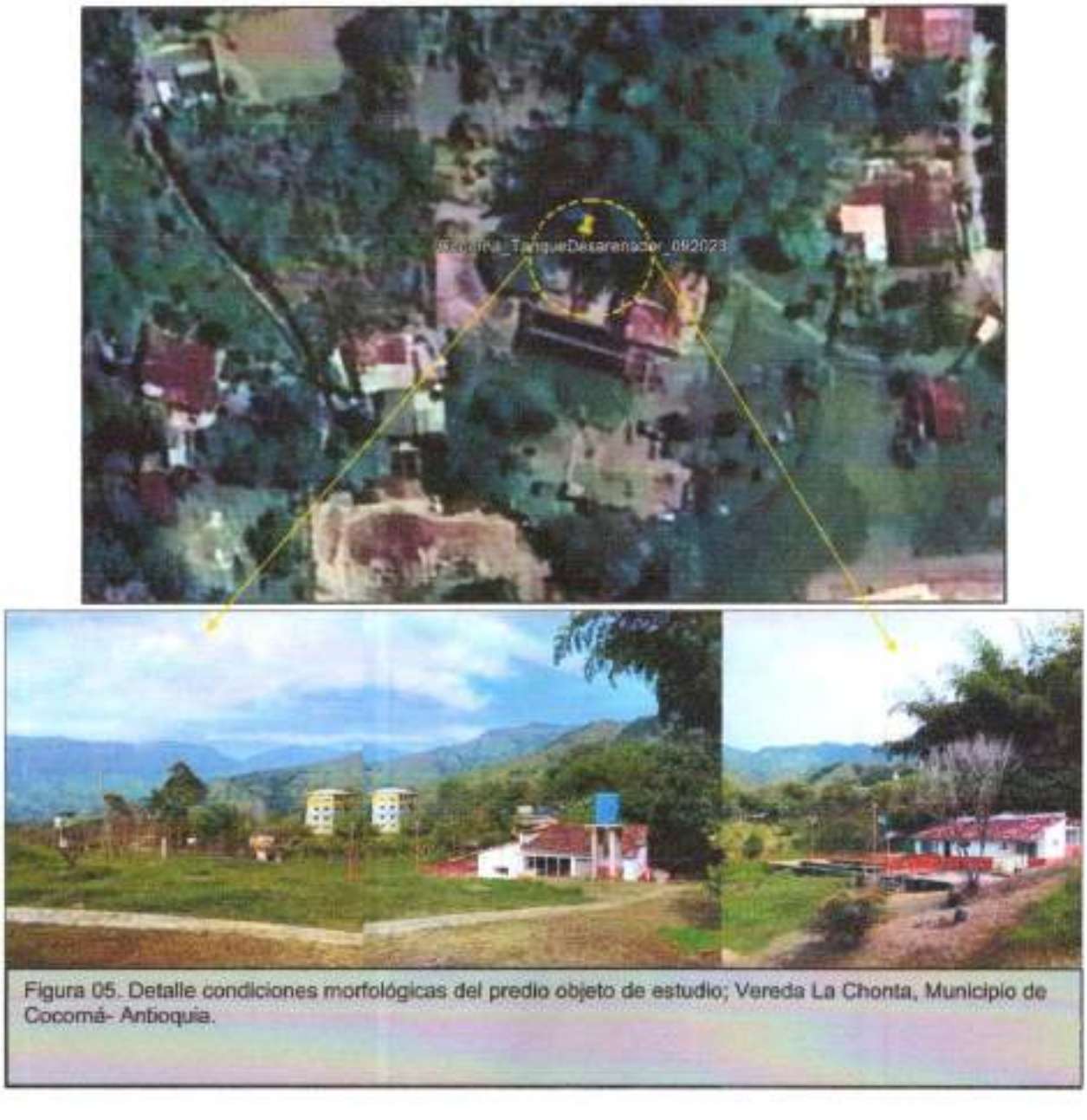
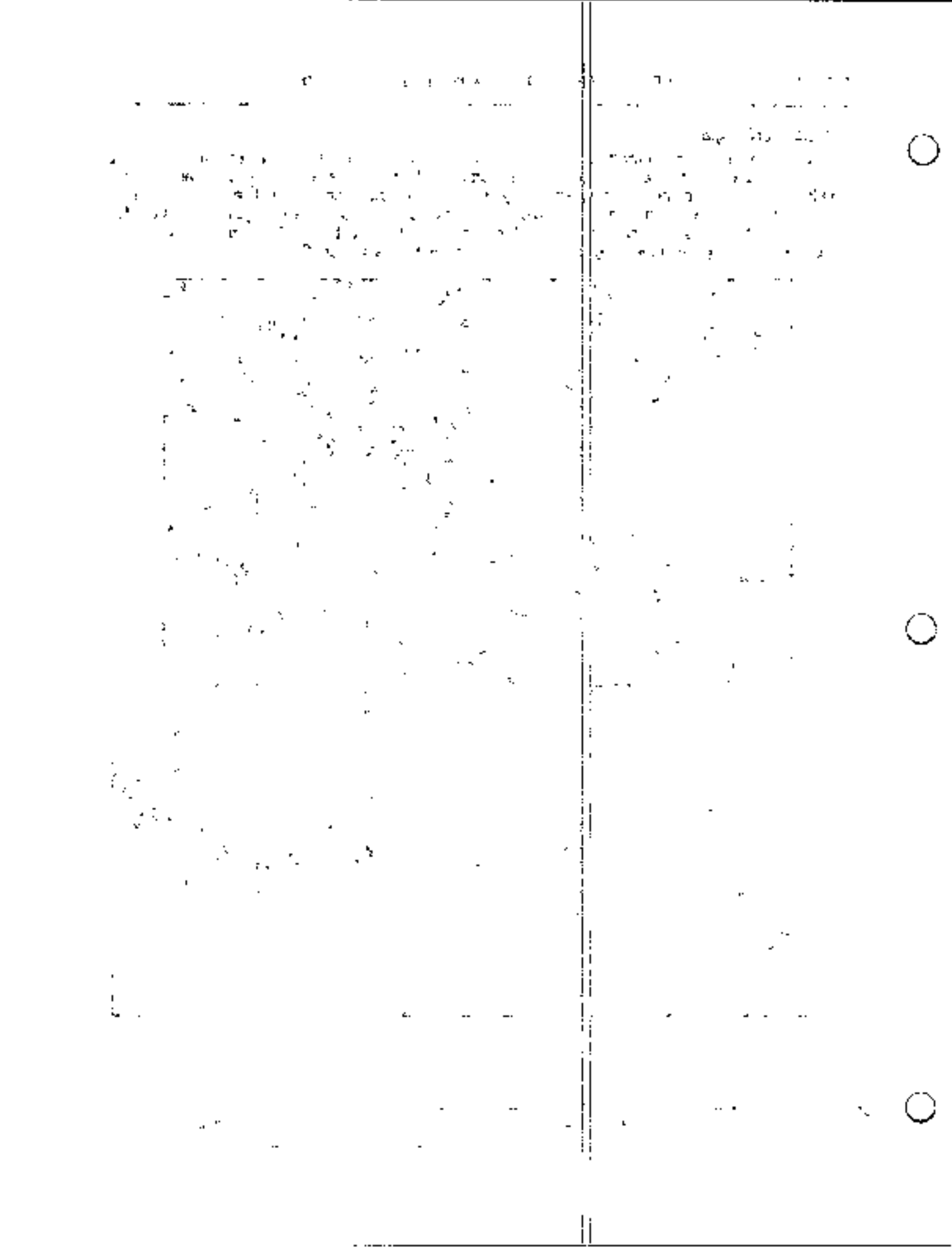


Figura 05. Detalle condiciones morfológicas del predio objeto de estudio; Vereda La Chonta, Municipio de Cocorná- Antioquia.



6.3- Geología Estructural.

La región del oriente antioqueño, y en particular el municipio de Cocorná, se encuentra comprendida entre dos grandes sistemas de fallas: Palestina, al oriente y Romeral al occidente.

Sistema Palestina: tiene un rumbo de N10° a 20°E y una longitud aproximada de 500 Km; las principales fallas que constituyen este sistema son Palestina, Mulato, Jetudo y Cocorná sur. Collins y otros (1981) hallaron evidencias de actividad cuaternaria, mientras que según page (1986) la tasa de desplazamiento para la zona de falla de Palestina como un todo es superior a 0.2 mm/año.

Sistema Romeral: es un conjunto de fallas paralelas a subparalelas, que se extiende desde la dorsal de Grijalba y Alvarado en el pacífico ecuatorial, hasta el mar caribe en la parte norte de Colombia. De este sistema forman parte –entre otras- las fallas de Murindó, Murrí-Mutatá y Espiritu santo. En términos generales, las fallas que constituyen este sistema presentan una tasa de desplazamiento de baja a moderada y algunos rasgos indicativos de actividad neotectónica (París y Romero, 1994).

Fallas de dirección NW: En el oriente antioqueño, ubicadas al occidente del sistema Palestina, se encuentra un conjunto de fallas con dirección aproximada N40°W, entre las cuales se destacan las fallas de Caldera, Bizcocho, Balseadero, Nare, Aquitania y Cisneros. De éstas, la falla Cisneros es la única que presenta evidencias de actividad cuaternaria (WWC, 1980 en Viana, 1994).

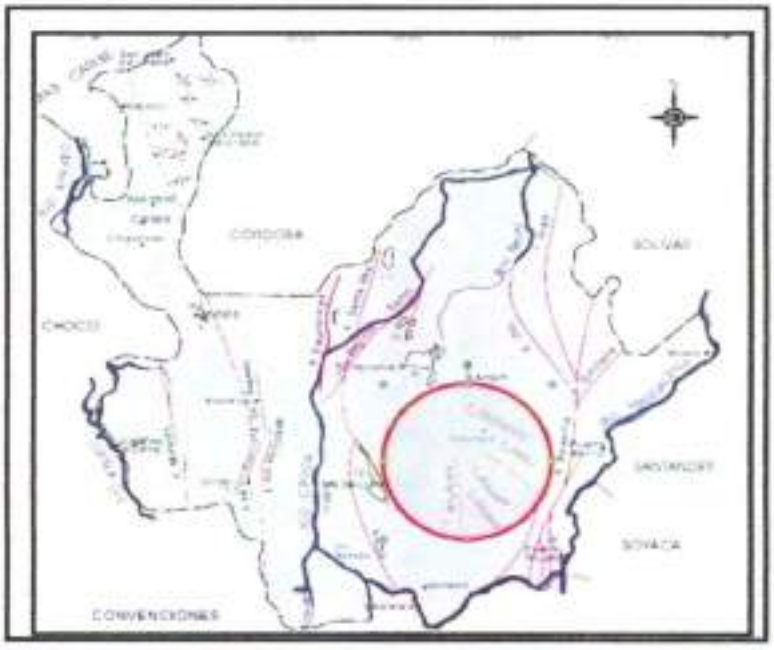


Figura 06. Contexto geológico-estructural para el municipio de Cocorná-Antioquia; fuente: Ingeominas.



De acuerdo con los resultados obtenidos en los sondeos exploratorios, el perfil geotécnico para la zona de estudio comprende la presencia de suelos arenosos con las siguientes características:

7.1- Capa Orgánica (Org): Está comprendido por un material de color negro, con olor característico y presencia de raíces; encontrado en todas las perforaciones hasta una profundidad promedio de 0.5m.

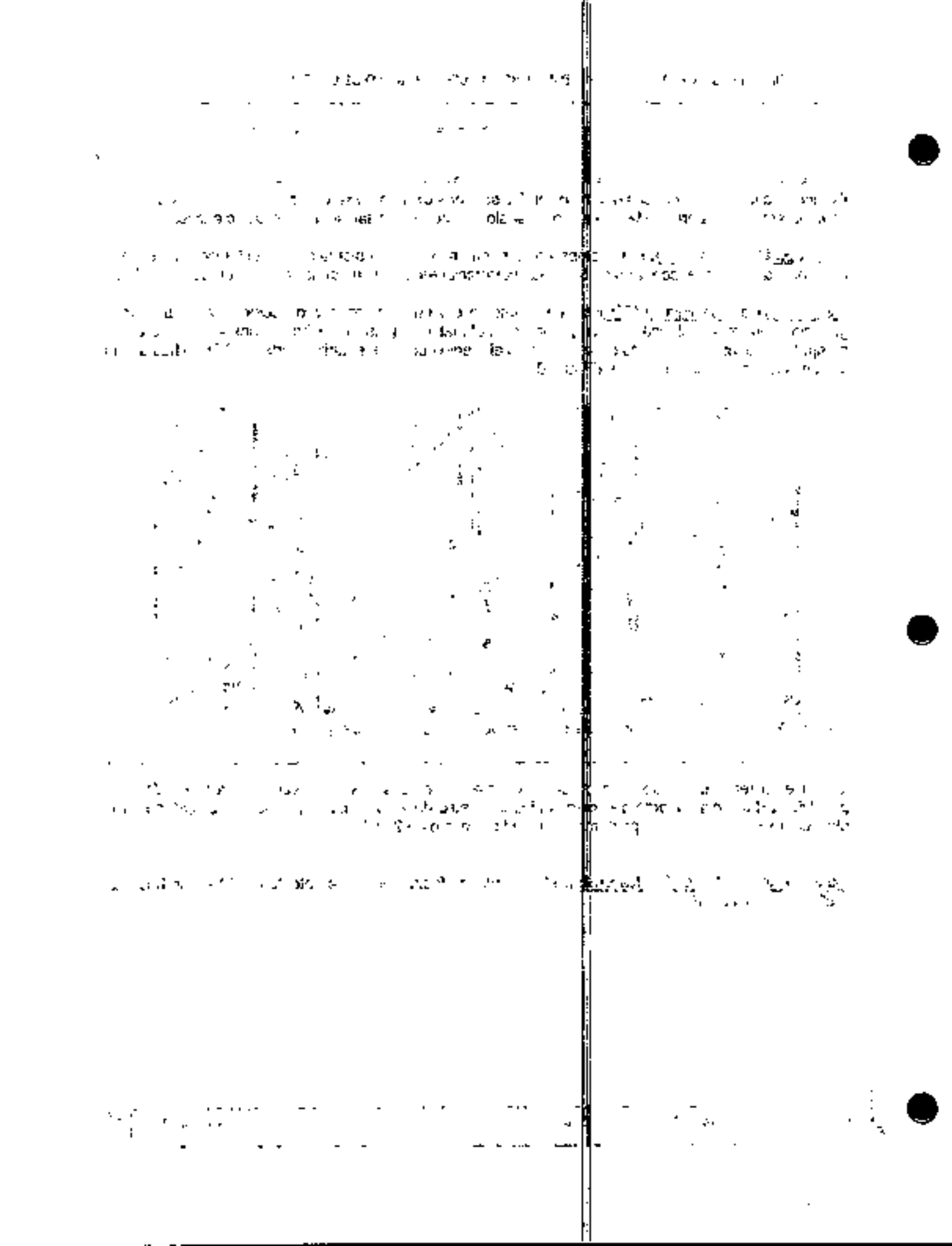
7.2- Limo Arenoso denso (Q): Está comprendido por un limo arenoso de color café amarillento y grisáceo con zonas blancas, rojas y negras; material con plasticidad baja, consistencia dura y/o compacidad densa a muy densa. Detectado en el predio objeto de estudio desde los 0.50 m hasta una profundidad promedio de 6.50 m. (Figura 07).



Figura 07. Aspecto de Horizonte de suelo arenoso detectado en el predio objeto de estudio.

Según el sistema unificado se clasifica como arenas limosas (SM) con variación a limos de baja plasticidad (ML); con valores de límite líquido promedio del 42.7%, límite plástico de 35.3% e índice plástico de 7.3%; el material presenta humedad promedio de 22.5%.

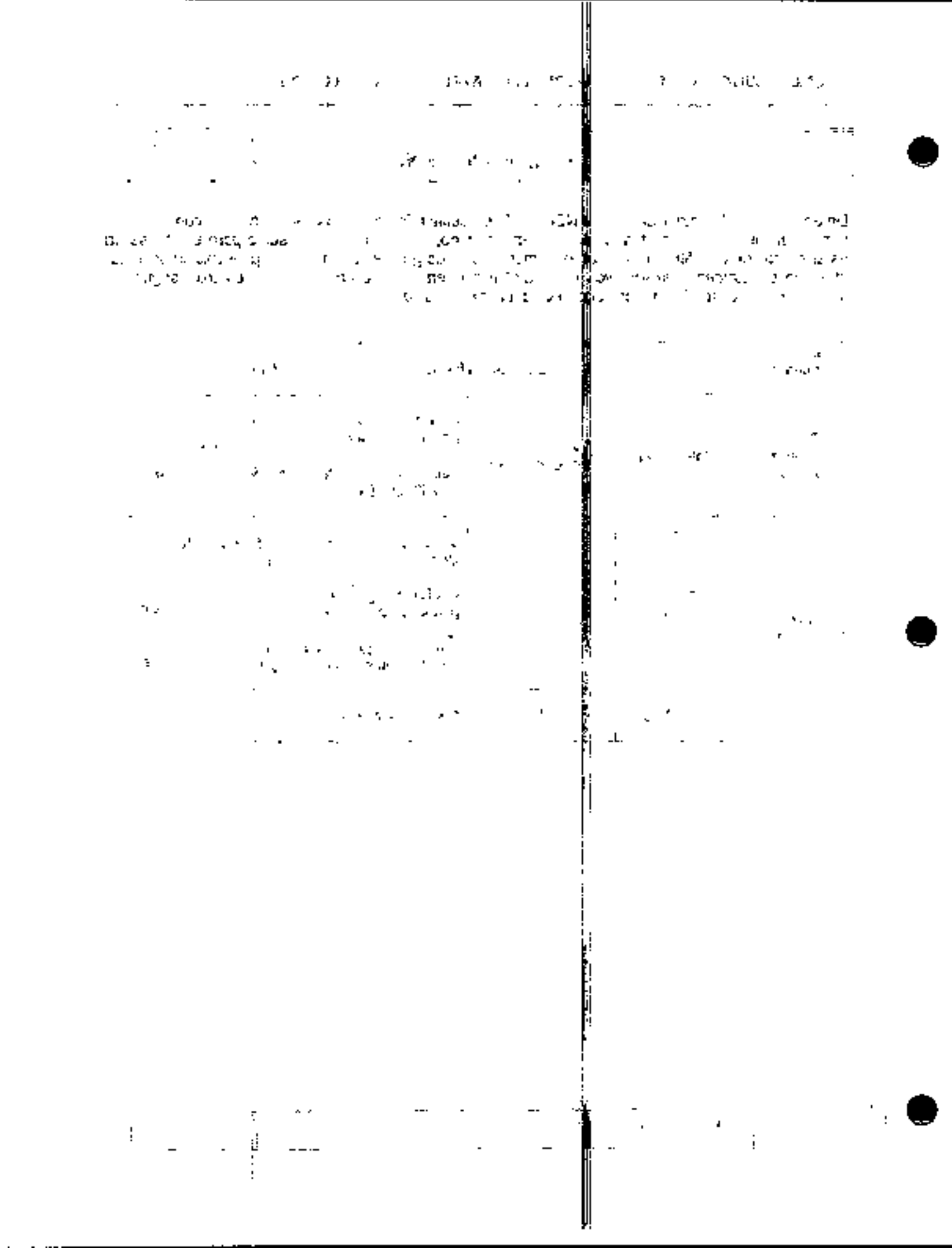
Condiciones de Humedad Natural: En los sondeos efectuados no se detectó nivel freático hasta la profundidad alcanzada.



8- Consideraciones Sísmicas

De acuerdo con lo establecido en la NSR-2010, se definen los aspectos sísmicos a ser considerados para el análisis de los efectos locales; en este sentido, el tipo de perfil de suelo para el sitio se ha establecido con el criterio basado en el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar obtenido directamente de ensayos insitu efectuados en el marco del presente estudio, según las características de los 30 metros superiores del perfil de suelo.

Parámetro Considerado	Caracterización en función del Parámetro considerado			
Zona de Amenaza Sísmica	Intermedia	Movimientos Sísmicos de Diseño	Aceleración horizontal pico efectiva para diseño (**Aa**)	0.15
			Velocidad Horizontal Pico Efectiva para Diseño (**Av**)	0.20
Análisis de Efectos Locales	Tipo de Perfil de Suelo	D	Velocidad media de la Onda de Cortante (**Vs**) expresada en m/s	180 <Vs<360
			Coeficiente **Fa** para la zona de períodos cortos del espectro	1.5
			Coeficiente **Fv** para la zona de períodos intermedios del espectro	2.0
	Grupo de Uso	I	Coeficiente de Importancia I	1.0



9- PARÁMETROS DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con las caracteristicas geotécnicas del suelo encontrado en el sitio, la pendiente del terreno y características estructurales del proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones de cimentación:

9.1- Se recomienda un sistema de cimentación superficial por apoyo directo consistente en una losa de cimentación, desplantada a 0.50 m de profundidad promedio y apoyada sobre un reemplazo en base granular compactada de 30 cm de espesor; se debe garantizar que el material de apoyo corresponda al descrito en el ítem 7.2 del presente informe.

9.2- Para efecto de cálculo estructural esta losa se podrá diseñar con una capacidad geotécnica admisible de 177 Kpa

MEMORIAS DE CÁLCULO PARA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

LOSA DE CIMENTACIÓN

proyecto: Estudio de suelos y geotecnia, PTAP zona urbana del municipio de Cocorná

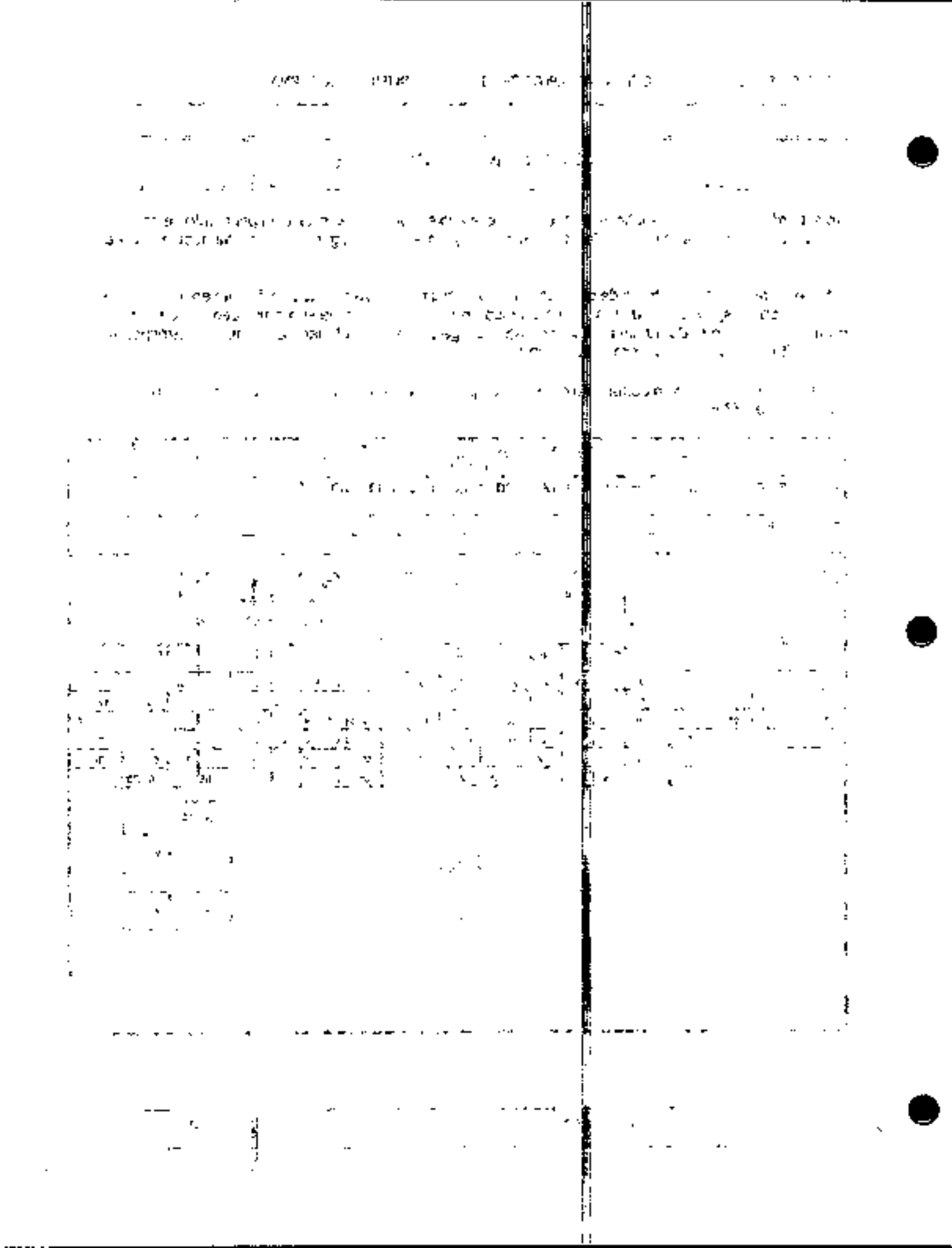
FECHA: septiembre de 2025

N.F (m)	N.A.		Parámetros del suelo	C (KPa)=	10	h (KN/m3)=	17	B (m)=	6	F.S.=	4	Método de Cálculo: Meyerhoff, 1963; carga vertical céntrica.
				□ □ □	25	Kp=	2.46391	L (m)=	14	Qa (KN)=	1700	

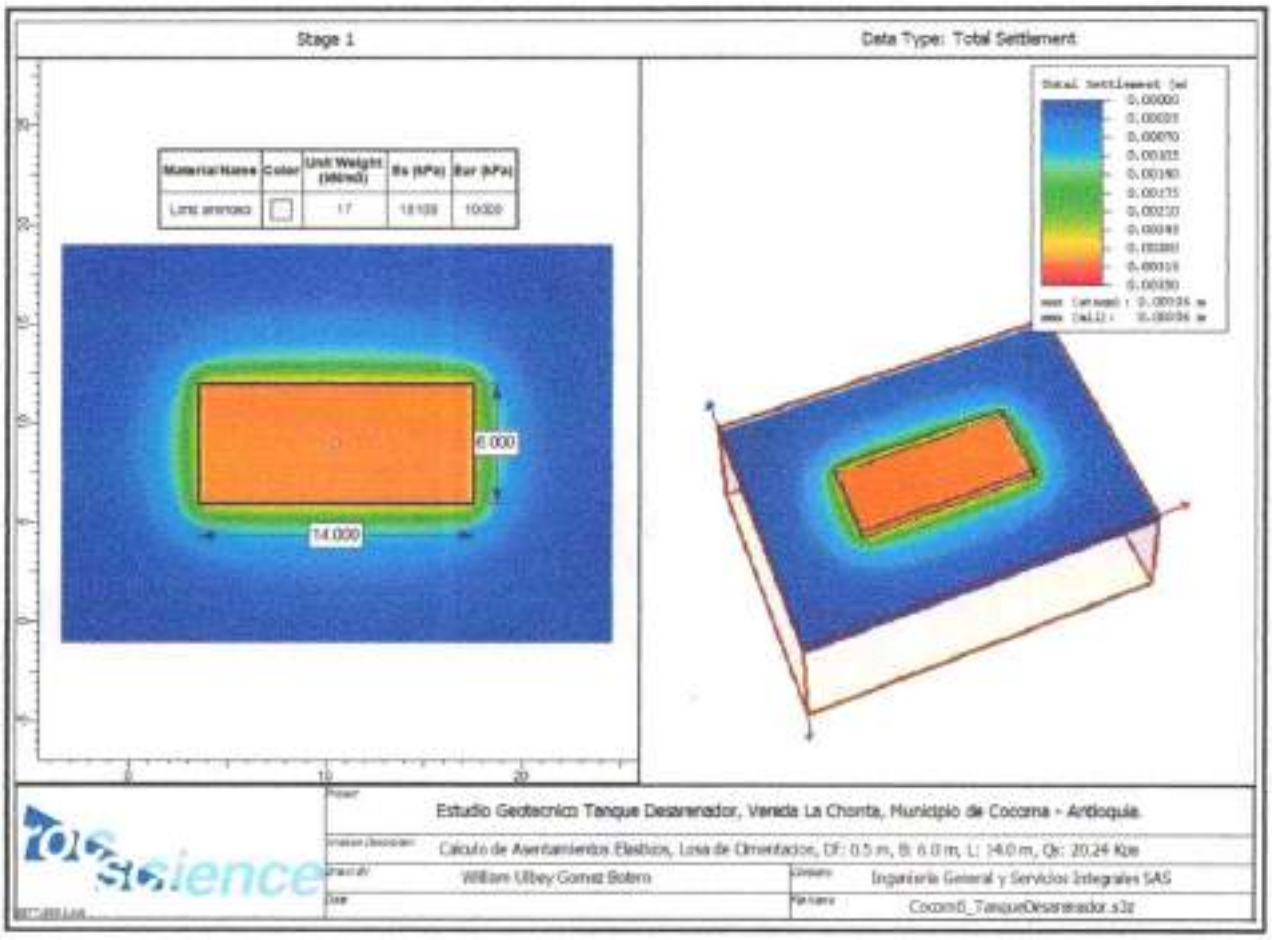
Análisis de Esfuerzos Geostáticos					Cálculo de Capacidad de Carga												
Z (m)	h (KN/m3)	□ (Kpa)	□ (Kpa)	□* (Kpa)	B (m)	L (m)	Df (m)	Nc	Sc	dc	Nq	sq	dq	N□	s□	d□	Qf (KPa)	Qadm (KPa
0.2	17	3.4	0	3.4	6	14	0.2	20.72	1.2112	1.0104646	10.66	1.1056	1.01	6.77	1.106	1.01	677.35	185.94
0.5	17	8.5	0	8.5	6	14	0.5	20.72	1.2112	1.0261614	10.66	1.1056	1.01	6.77	1.106	1.01	745.51	177.88
0.7	17	11.9	0	11.9	6	14	0.7	20.72	1.2112	1.038626	10.66	1.1056	1.02	6.77	1.106	1.02	791.47	185.97
1	17	17	0	17	6	14	1	20.72	1.2112	1.0523229	10.66	1.1056	1.03	6.77	1.106	1.03	861.19	198.30
1.2	17	20.4	0	20.4	6	14	1.2	20.72	1.2112	1.0627874	10.66	1.1056	1.03	6.77	1.106	1.03	908.20	206.65
1.5	17	25.5	0	25.5	6	14	1.5	20.72	1.2112	1.0784843	10.66	1.1056	1.04	6.77	1.106	1.04	979.50	219.37

Análisis Carga Servicio	
Qapl (Kpa)	20.2381
F.S.	8.789





9.3- Para esta solución de cimentación planteada y una presión transmitida máxima de 20.24 Kpa, se han calculado asentamientos elásticos máximos del orden de 0.31 cm; se descarta la ocurrencia de asentamientos edométricos por nivel freático profundo y características granulométricas del material.



9.4- Para efectos de diseño estructural se recomienda adoptar los siguientes parámetros geotécnicos para la formación superficial encontrada en el predio objeto de estudio:

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS MEMORIAS DE CÁLCULO									
Parámetro:	Varios								
Proyecto:	Estudio De Suelos Y Geotecnia, Ptap Zona Urbana Del Municipio De Cocorná								
Fecha:	Septiembre de 2025								
Z(m)	γ (KN/m3)	C (Kpa)	ϕ°	Ka	Kp	Es (Kpa)	v	Ks (KN/m3)	Suelo
0.5 6.5	17	10	25	0.4	2.5	18109	0.30	20959	Limo arenoso

9.5 Condiciones Geotécnicas especiales.

De acuerdo con lo establecido en el capítulo H.9 de la norma para diseño y construcciones sismo-resistentes (NSR-2010), se establecen algunas condiciones geotécnicas especiales que deberán ser objeto de consideración dentro de los estudios geotécnicos; el nivel de análisis estará en función de la relevancia o susceptibilidad del proyecto en particular a ser objeto de tal condición según las características de los materiales y entorno geológico del área de inserción del proyecto.

9.5.1- Potencial de Expansión

Los suelos finogranulares compuestos por minerales arcillosos del grupo de las montomorillonitas, con elevada plasticidad (IP>35%), clasificación U.S.C. de arcillas de alta plasticidad (CH) y con actividad de la arcilla mayor a 1.25, se catalogan como suelos con potencial expansivo.

Con base en los análisis de laboratorio efectuados en el marco del estudio, se procedió a calcular la magnitud definida como Actividad de una Arcilla establecida por Skempton para estimar el potencial de ésta a la expansión y/o la retracción.

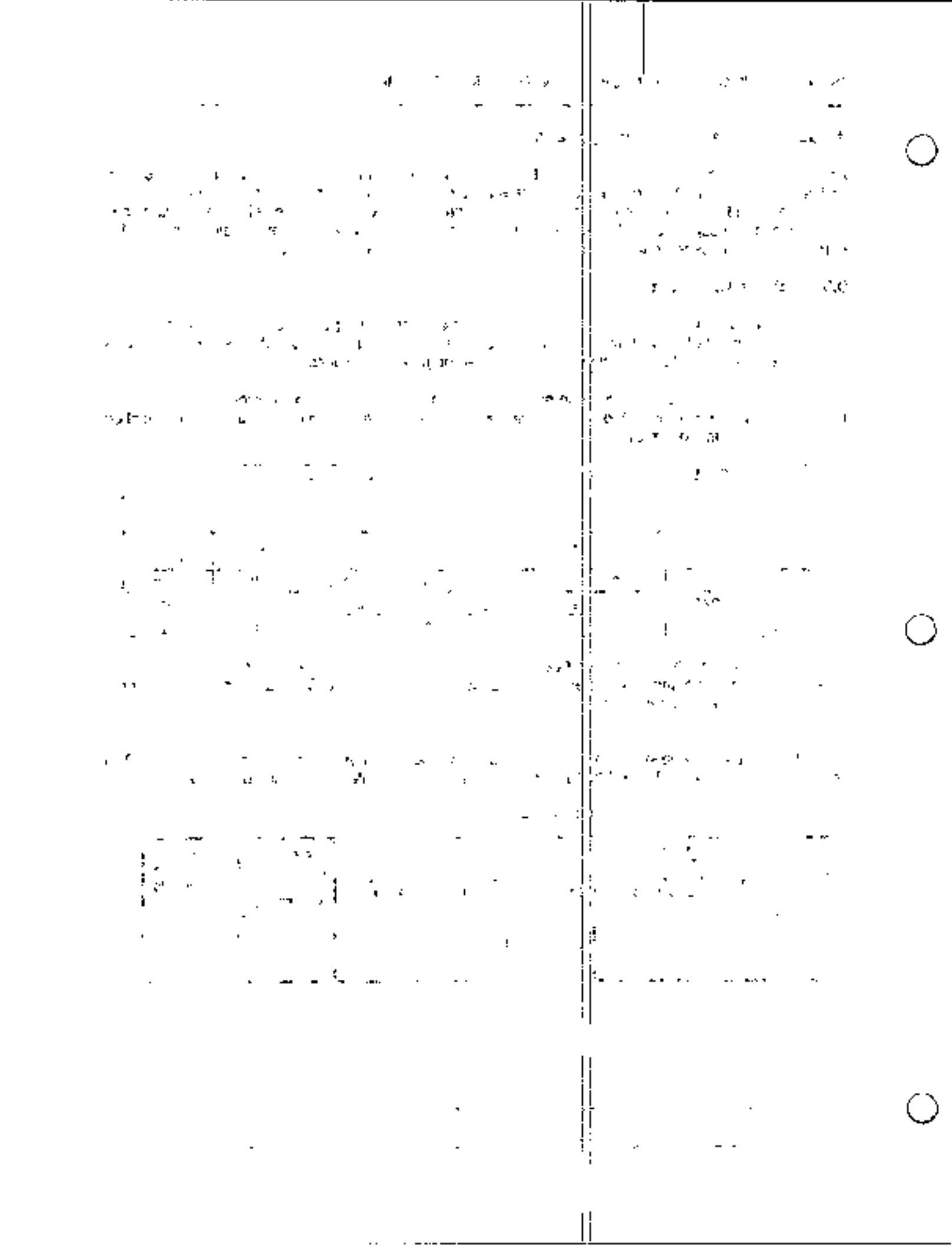
ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTECNIA, PTAP ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE COCORNA							
Muestra	w (%)	LL (%)	IP (%)	Finos (%)	AA (Skempton)	U.S.C.	Potencial Expansivo
P1-M2	22.2	38	13	55.6	0.234	ML	Bajo
P2-M5	22.7	42	5	34.9	0.143	SM	Bajo
P3-M4	22.5	48	4	21.1	0.190	SM	Bajo

En este orden de ideas, se concluye que, de acuerdo con los valores de límites de Atterberg, índice plástico, contenido de finos vs contenido de gruesos, clasificación U.S.C. y valor de AA, el material analizado presenta bajo potencial expansivo.

Ahora bien, considerando los valores de índice plástico característicos del material estudiado (IP<20%) según la tabla H.9.1-1 de la NSR-2010, el suelo se clasifica con potencial de expansión bajo.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50



9.5.2- Potencial de Licuación

El fenómeno de licuación es definido como la pérdida rápida de la resistencia al esfuerzo cortante de suelos saturados debido al incremento súbito en las presiones de poros, bajo condiciones no drenadas en presencia de cargas cíclicas principalmente. La ocurrencia de este fenómeno genera grietas en pavimentos, desprendimientos laterales, fallas de taludes, e incluso el colapso de cualquier estructura cimentada sobre el suelo licuable. Los suelos más susceptibles a este fenómeno ante eventos dinámicos son las arenas finas mal gradadas y limos, cuando se encuentran con baja compacidad relativa. Para que este fenómeno ocurra, el suelo debe estar saturado y debe haber presencia de niveles freáticos altos cerca de superficie. Las características de los suelos donde ha ocurrido licuación han sido en su mayoría conos aluviales formados por sedimentación, suelos ubicados junto a las riberas de los ríos o en los bordes costeros.

El fenómeno de la licuación a través del tiempo ha generado grandes catástrofes que incluyen pérdidas humanas y materiales. Entre los terremotos más catastróficos con presencia de licuación se reportan: terremoto de Niigata (Japón en 1964), terremoto de Loma Prieta, de (San Francisco (USA) en 1989), terremoto de Golcuk (Turquía 1999), el terremoto de Japón (2011) y el sismo de Murindó (Colombia 1992); (Fuente: Viafara, 2014).

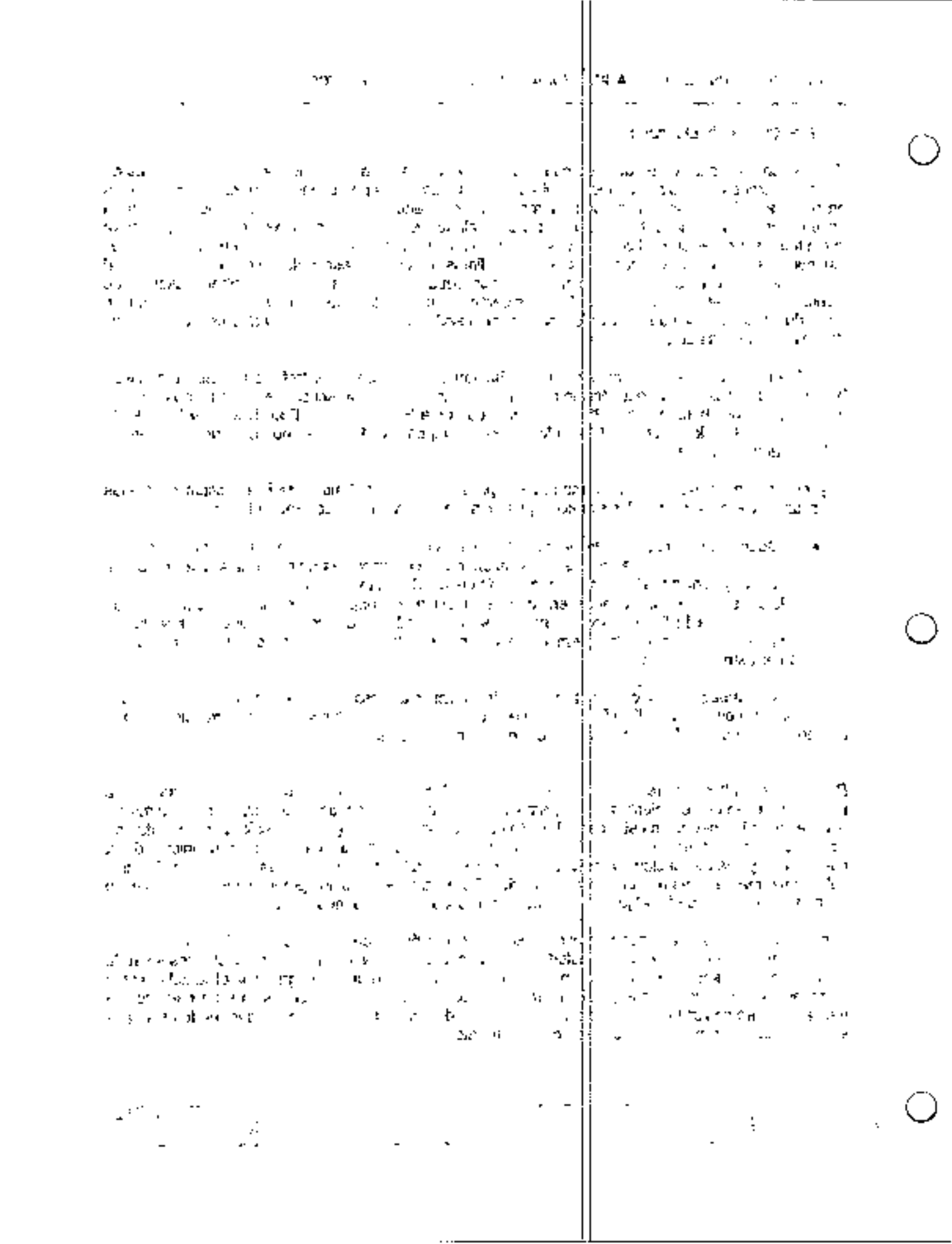
Hay que destacar, dos enfoques importantes para evaluar el potencial de licuefacción de suelos granulares sujeto a movimientos sísmicos, planteamiento corroborado por Seed (1979):

- Métodos empíricos. Basado en observaciones in situ del comportamiento de depósitos tipo arena durante movimientos sísmicos anteriores y correlaciones entre predios que no se han licuado, y densidad Relativa del número de golpes de ensayos SPT.
- Métodos analíticos. Basados en la determinación en laboratorio de las caracteristicas de resistencia a la licuefacción de muestras no alteradas y el uso de análisis de respuestas dinámica del predio para determinar la magnitud de las tensiones de corte inducidas por los movimientos sísmicos.

No obstante, ambas metodologías solicitan definir el nivel de aceleración del terreno como prerrequisito para evaluar el potencial de licuefacción. A menudo este nivel se establece a partir de relaciones entre la magnitud del sismo, la distancia al epicentro y la aceleración pico.

Dadas las dificultades para obtener muestras inalteradas de los depósitos de suelos licuables, en la práctica se usan procedimientos in situ para evaluar la capacidad de los suelos arenosos para resistir la licuación: a) penetración estándar (SPT); b) penetración con cono (CPT); c) velocidad de ondas de corte (vs); y d) penetración Becker en gravas (BPT). Para asegurar una adecuada definición de la estratigrafía y una evaluación consistente de la resistencia a la licuación, en cada sitio se debe llevar a cabo dos o más de los procedimientos indicados. Por varias ventajas, los procedimientos que más se llevan a cabo son el SPT y algunas veces las mediciones de Vs (Obando, 2009).

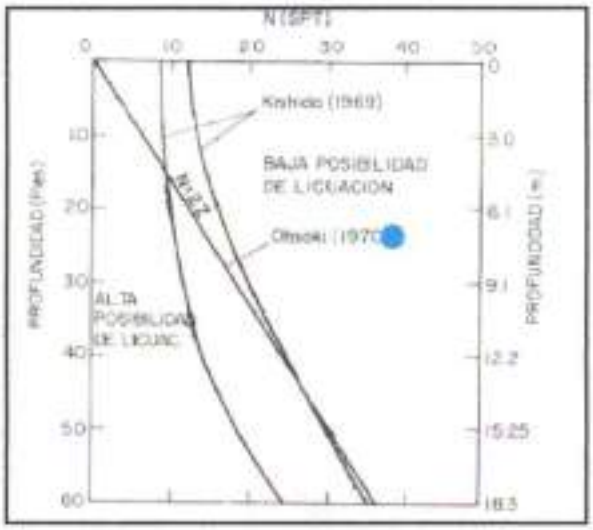
El primer parámetro a considerar en el proceso de evaluación del potencial de licuación se refiere a los antecedentes de la zona objeto de estudio; en este sentido, no se tienen registros históricos sobre la ocurrencia del fenómeno en la zona objeto de estudio; de igual manera, la granulometría del material corresponde a suelos limosos parcialmente saturados y saturados, con cohesión y de compacidad media a densa según los resultados del SPT efectuados en el proceso exploratorio; en los sondeos exploratorios no se encontró presencia de nivel freático.



En este orden de ideas, se considera bajo el potencial de licuación para los suelos del predio objeto estudio.

De igual manera, y aplicando el método empírico de Kishida (1969), basado en la evaluación del potencial de licuación para un sismo de magnitud M >=7, para que se presente licuación debe cumplir:

- Saturación: el nivel freático esté cerca de la superficie, **No cumple**
- Características granulométricas: 0.074 mm < D_{50} < 2 mm: **No Cumple**
- Coeficiente de Uniformidad, Cu < 10: **No Cumple**
- Compacidad medida a partir del SPT (ábaco): **No Cumple**



Conclusión: Bajo potencial de Licuación.



9.5.3- Potencial de Colapso

La NSR-2010, en H.9.3.1, establece: "Se identifican como suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales (Carbonato de Calcio), que, si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan".

De otra parte,

Zur y Wisemam (1973) definen como colapso a cualquier disminución rápida de volumen del suelo, producida por el aumento de cualquiera de los siguientes factores:

- Contenido de humedad (w)
- Grado de saturación (Sr)
- Tensión media actuante (τ)
- Tensión de corte (σ)
- Presión de poros (u)

Reconociendo por lo tanto que el colapso de la estructura del suelo puede producirse por una variedad de procesos diferentes de la saturación. Reginatto (1977) sugiere que, a esta lista de factores puede agregarse la interacción química entre el líquido saturante y la fracción arcillosa.

A efectos de definir y diferenciar los distintos tipos de colapso Uriel y Serrano (1973,1974) clasifican a los suelos colapsables o desmoronables en:

Grupo I: Suelos en los que tiene lugar un rápido cambio de la relación entre presiones efectivas y las deformaciones sin que se alcance la resistencia última del material. De acuerdo con esto la causa del colapso es únicamente el cambio de las presiones efectivas. A este grupo pertenecen los limos o arcillas cementadas y las rocas de gran porosidad. Cuando se ensaya a humedad constante, se detecta una notable modificación de su módulo de compresibilidad al alcanzar un cierto valor las presiones efectivas.

Grupo II: Suelos en los que, sin la presencia o cambio de las condiciones que producen el colapso, no hay cambio abrupto en la relación presión-deformación. Tal es el caso de los loess y algunas arcillas que contienen sulfatos. Si se ensayan a humedad constante, la relación tensión- deformaciones es una curva suave y continua y sin agudos quiebros. La saturación produce, sin embargo, un importante cambio volumétrico, debido probablemente a un incremento de la presión de los poros que origina el agotamiento de la resistencia al corte del suelo.

Reginatto (1977) señala que, en general, los suelos colapsables presentan una serie de características comunes, tales como:

- Estructura macroporosa, con relación de vacíos (e), entre relativamente alto, a muy alto.
- Granulometría predominantemente fina, con predominio de fracciones de limos y de arcilla. El tamaño de los granos es generalmente poco distribuido y con los granos más grandes escasamente meteorizados. La mayoría de las veces, la cantidad de la fracción arcilla es relativamente escasa, pero, sin embargo, tiene una influencia importante en el comportamiento mecánico de la estructura intergranular.

- Estructura mal acomodada, con partículas de mayor tamaño separadas por espacios abiertos, y unidas entre sí por acumulaciones o "puentes" de material predominantemente arcilloso. En muchos casos existen cristales de sales solubles insertados en tales puentes o uniones arcillosas.

Los suelos presentes en el predio en estudio, corresponde a materiales fino-granulares, de origen ígneo, insolubles en agua, parcialmente saturados, cohesivos y de compacidad densa hacia profundidad. En este orden de ideas, y de acuerdo con las consideraciones anteriores, sumado a las bajas cargas de servicio y grado de densificación media del suelo, se considera muy bajo el potencial de colapso para la unidad geotécnica presente en el predio objeto de estudio.

De igual manera, según el criterio de Colapsabilidad de Gibbs, se puede estimar el potencial de colapso de acuerdo con los valores de Límite Líquido y peso unitario seco; para el proyecto objeto de estudio, y basados en los resultados de laboratorio, se efectúa la evaluación para un valor de Límite líquido promedio del 42.67% y un peso unitario seco promedio de 1.39 ton/m3; se obtiene un punto ubicado en la zona correspondiente a bajo riesgo de colapso.



Por otro lado, se ha realizado la identificación de colapsabilidad que establece la norma en el ítem H.9.3.3, cuyos resultados han arrojado que el suelo es estable, como se presentan a continuación.

ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTECNIA, PTAP ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ				
Datos de entrada		γdcrit (t/m3)	γd (t/m3)	Conclusión
γw (t/m3)	1.0	1.25	1.39	EL SUELO ES ESTABLE
Gs	2.67			
Wl	0.4266667			

10- Recomendaciones Constructivas Generales

Las recomendaciones constructivas son de vital importancia ya que permiten comprobar y verificar las condiciones del subsuelo encontradas durante la etapa de exploración del estudio también permiten comprobar las hipótesis de trabajo establecidas durante los cálculos; por lo tanto, se deben cumplir rigurosamente para garantizar el correcto funcionamiento de la solución propuesta.

10.1 - Excavaciones para Cimentaciones

10.1.1 Durante la ejecución de los cimientos, los materiales de suelo excavados deberán evacuarse rápidamente y no se permitirá su almacenamiento temporal a menos de 0.5 m del borde de las excavaciones.

10.1.2 Los materiales de lleno u orgánicos, provenientes de las zonas superiores de las excavaciones no podrán utilizarse en los rellenos compactados, en caso de realizarse estos se deberá utilizar arenilla u otro material tipo sub-base bien compactado.

10.1.3 A medida que se avance en las excavaciones y se llegue a los niveles de cimentación recomendados, se debe chequear el fondo de los mismos por parte del Ingeniero Geotecnista o por quien él designe; con el objeto de comprobar las condiciones del suelo y establecer si se da lugar a algún ajuste en la profundidad recomendada inicialmente.

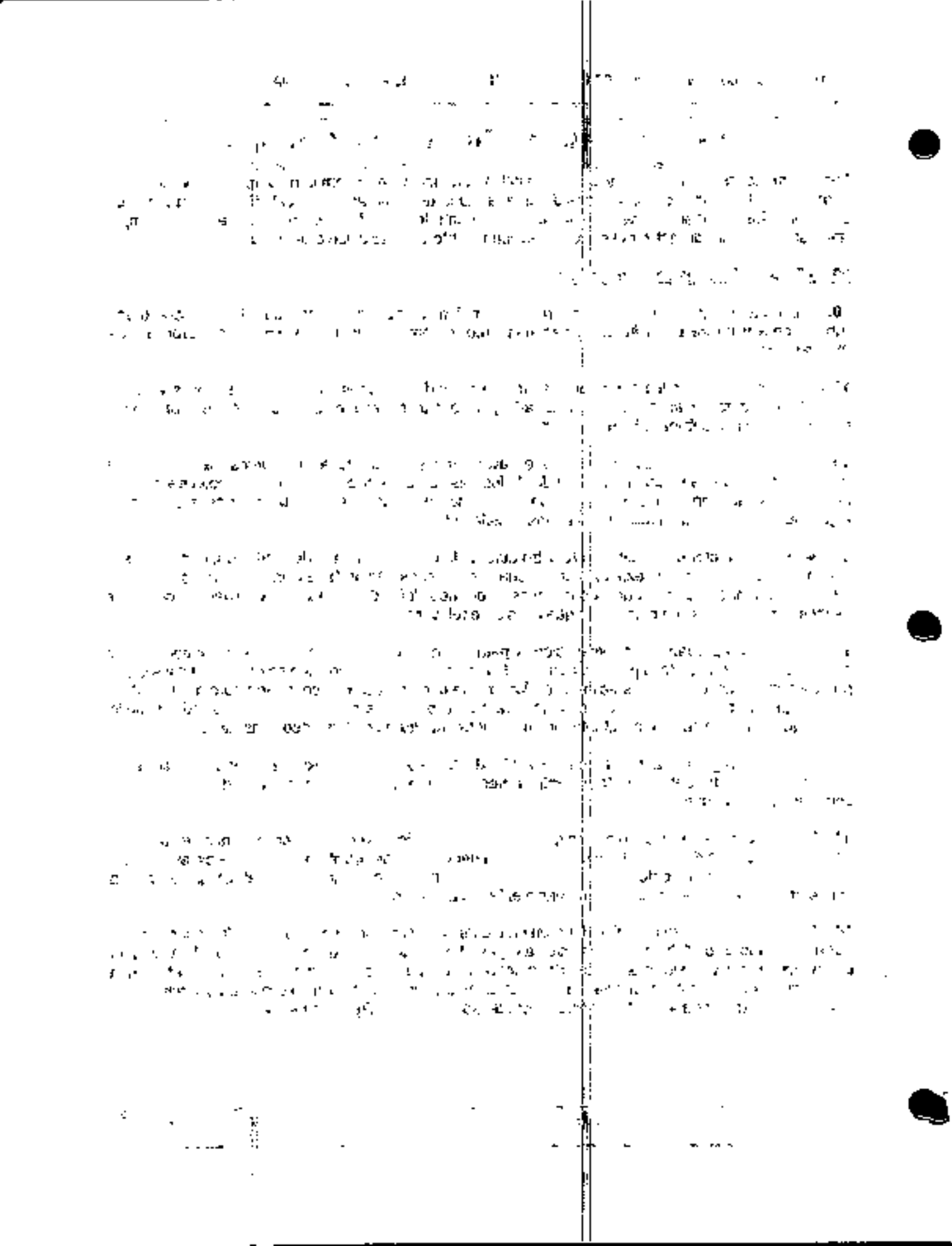
10.1.4 El constructor debe llevar un registro durante la excavación de cada fundación, donde conste claramente su localización exacta, cota, fecha, condiciones atmosféricas predominantes, tipos de suelos encontrados y atravesados, condiciones de permeabilidad de los estratos, y en general cualquier aspecto de la cimentación o del suelo que considere relevante.

10.1.5 Una vez aprobadas las excavaciones para el vaciado de las fundaciones se deberá retirar cuidadosamente del fondo el pantano que por alteración se va formando, este se encuentra constituido por materiales sueltos, se debe sellar cuidadosamente con una capa de concreto pobre de unos 0.10 m de espesor; lo anterior es muy importante ya que la presencia de este material alterado y suelto puede generar asentamientos instantáneos posteriormente durante el proceso constructivo.

10.1.6 Se deberá garantizar una buena continuidad entre las etapas de excavación y construcción de los cimientos por lo tanto debe transcurrir el menor tiempo posible entre la etapa de excavación y construcción de la fundación.

10.1.7 De acuerdo con las condiciones geológico-geomorfológicas del área y condiciones de humedad interna encontradas durante la fase de exploración geotécnica, se prevé un proceso de excavación en seco, por lo que el manejo de aguas se reduce a la construcción de cunetas perimetrales para evitar la concentración de aguas de escorrentía hacia el frente activo de obra.

10.1.8 Los procesos de excavación deberán efectuarse con precaución para prevenir la generación de derrumbes sobre los taludes de las mismas; para tal efecto, en cada caso se deberá evaluar la pertinencia de adoptar sistema de soporte temporal mediante entibados en madera consistentes en la combinación de elementos verticales y horizontales en tramos de 1.50 m de altura y con espaciamiento horizontal no superior a 4.0 m tal y como se puede apreciar en la siguiente Figura.



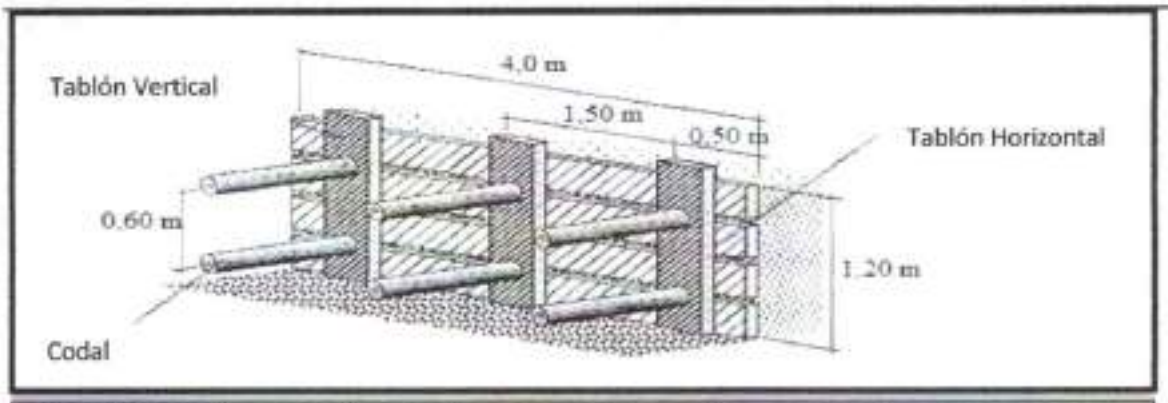


Figura 08. Detalle proceso de entibado para soporte temporal en procesos de excavación para cimentaciones.

10.2- Taludes en Corte y Lleno

Las características geotécnicas de los suelos encontrados en el área corresponden a un material con un comportamiento geomecánico mixto, esto es, su resistencia está determinada fundamentalmente por fuerzas de fricción, pero con aportes de cohesión por la presencia de finos; esto favorece la estabilidad de taludes y cortes. En este orden de ideas, y de manera general, se recomienda la conformación de taludes con pendiente 1.0 H:1.0 V, equivalente a una pendiente de 45°; no obstante, y para efectos de aprovechamiento del lote, si se requieren cortes subverticales estos deberán ser estabilizados con las respectivas estructuras de contención.

10.3- Conformación de Llenos

La conformación de llenos no estructurales que eventualmente se requieran en el marco de las labores de adecuación de la obra, se podrán acometer con los materiales presentes en el área siempre que éstos no se contaminen con materia orgánica, residuos de pastura u otros similares. La formación superficial constituyente de los suelos de la zona corresponde a materiales granulares con presencia de finos de textura limosa y arcillosa de baja plasticidad, lo que favorece los procesos de compactación mecánica.

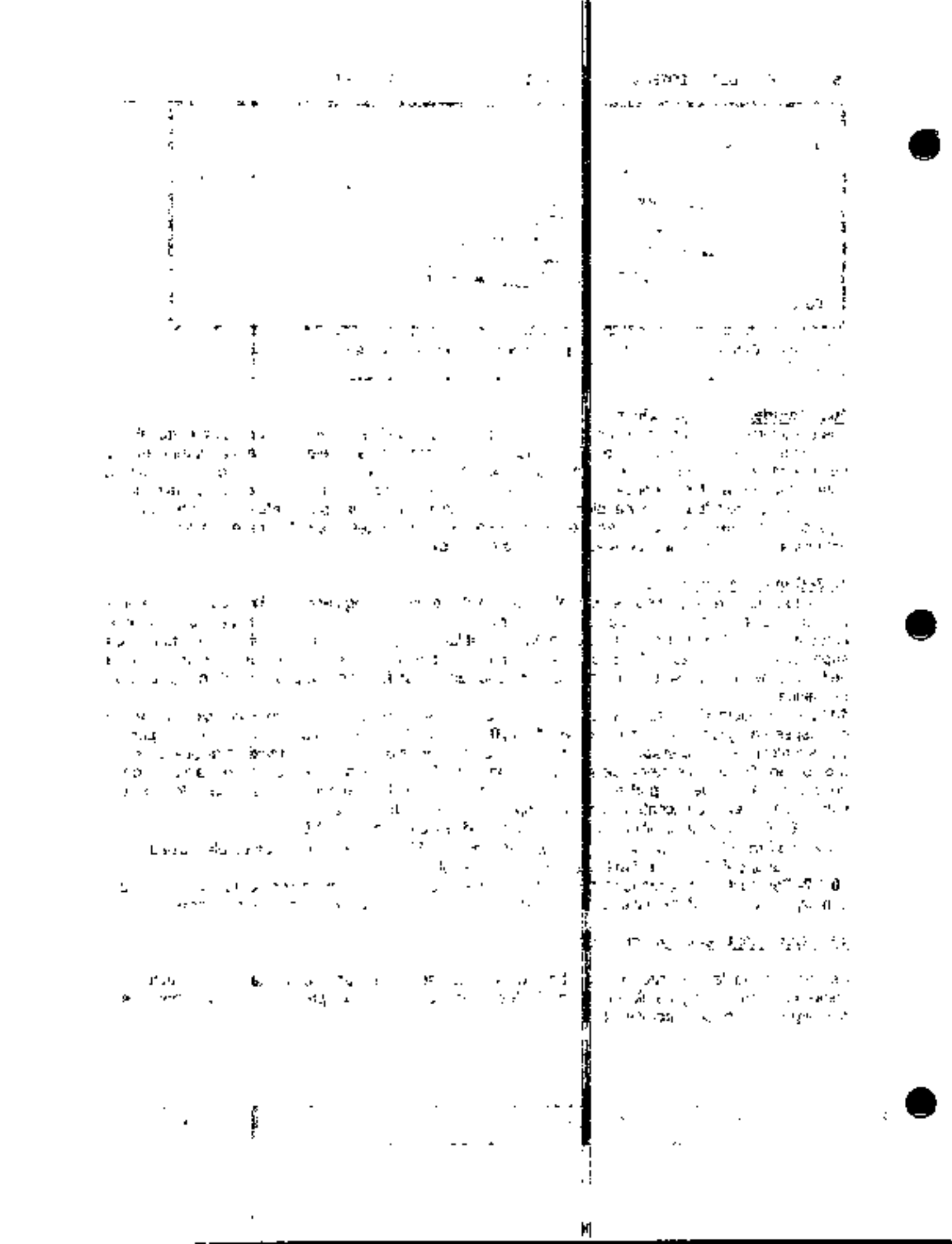
10.3.1- Compactación de Llenos Estructurales: Se recomienda un proceso de compactación mecánica con espesores que pueden oscilar entre 0.15 m, 0.20 m o 0.25 m, según el equipo del cual se disponga; y hasta alcanzar una densidad seca equivalente al 95% de la densidad seca máxima alcanzada en el proctor modificado. El material de sitio que se obtenga de las explanaciones en corte y excavaciones de la zona del proyecto, podrá usarse para llenos estructurales siempre y cuando la selección del mismo, de acuerdo con control de obra, cumpla con las siguientes características:

- Esté libre de material orgánico y fragmentos de roca mayores de 7.5 cm.
- La Fracción del material que pasa por el tamiz No. 40 no debe tener índice de plasticidad mayor del 15%, ni un límite líquido mayor de 40%.

10.3.2- Compactación de Llenos No Estructurales: se recomienda un proceso de compactación manual con espesores de 0.15 m, hasta alcanzar una densidad seca del 80% del proctor modificado.

10.4- Obras de Drenaje y/o subdrenaje

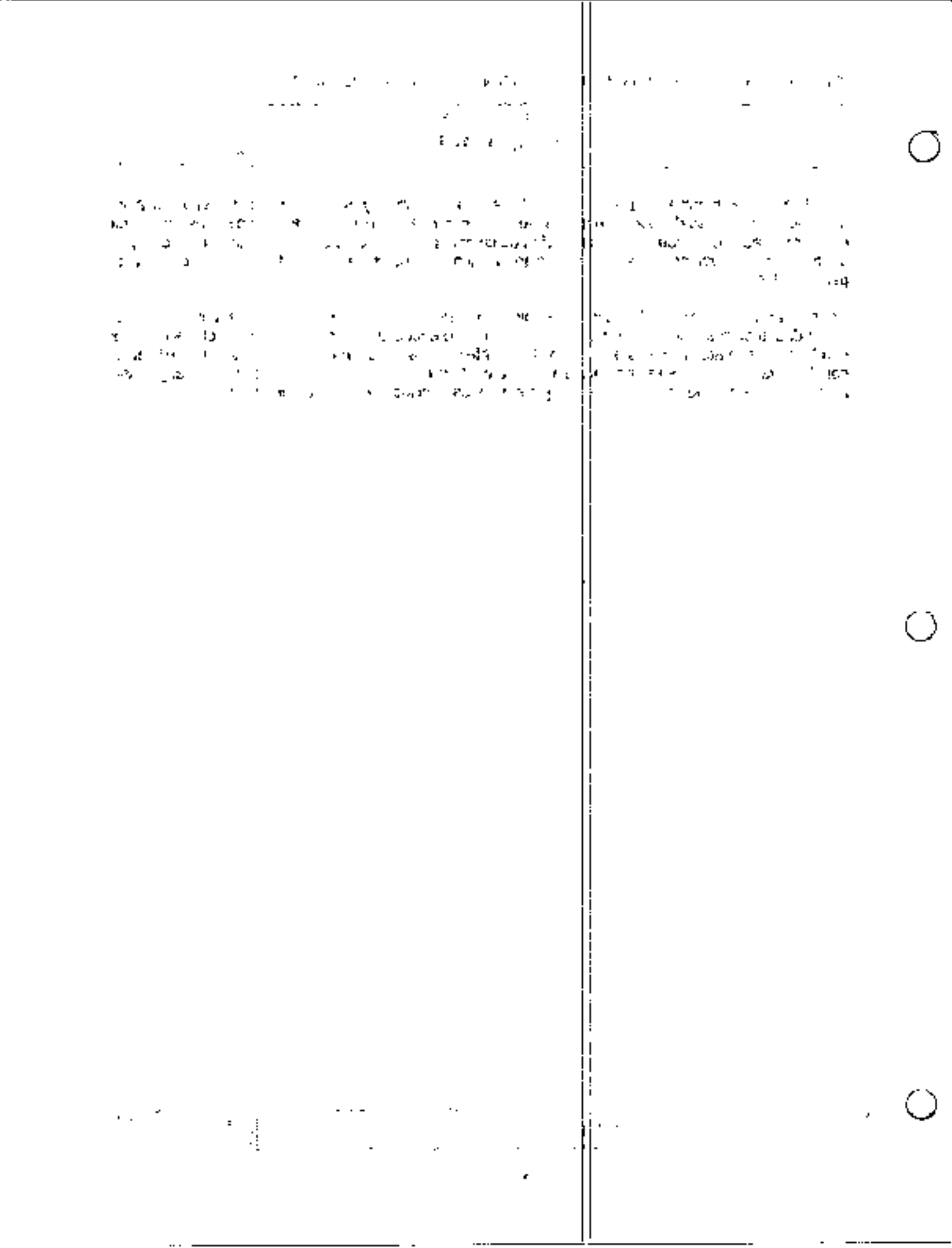
Se recomienda la construcción de obras de drenaje superficial para la captación, conducción y disposición de las aguas lluvias y residuales concentradas por el proyecto; éstas deberán ser descargadas a la red hidrológica local



11. LIMITACIONES

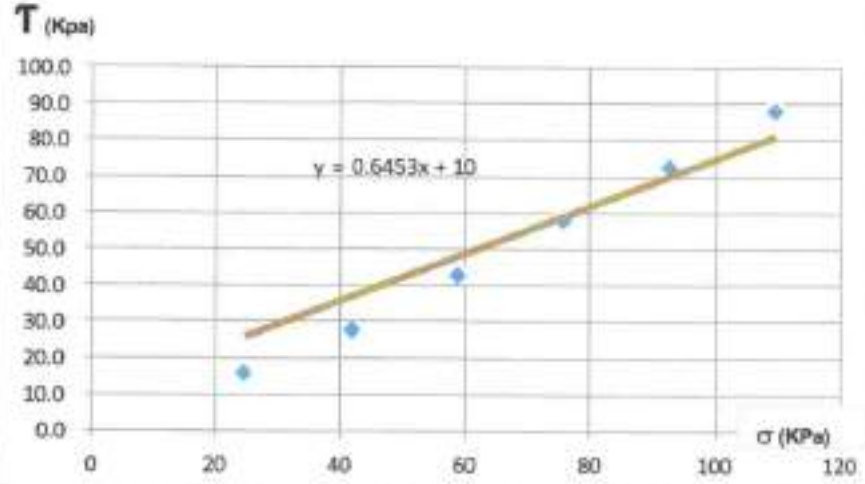
En el presente informe se han consignado las conclusiones y recomendaciones relativas a las condiciones naturales de la zona para la inserción del proyecto descrito; todo el análisis se ha basado en los resultados obtenidos en la exploración de campo, pruebas de laboratorio, estudio macroscópico de muestras y evaluación geológico-geomorfológica y geotécnica por parte de los profesionales participantes.

Considerando que los suelos son materiales sumamente heterogéneos, con variabilidad de sus propiedades en presencia de agua, es probable que se encuentren variaciones sustanciales entre las condiciones y características descritas en el presente informe con las reales del terreno durante la etapa constructiva, en cuyo caso se informara oportunamente al geotecnista para proceder a estudiar y revisar las nuevas condiciones con el fin de complementar las conclusiones y recomendaciones.

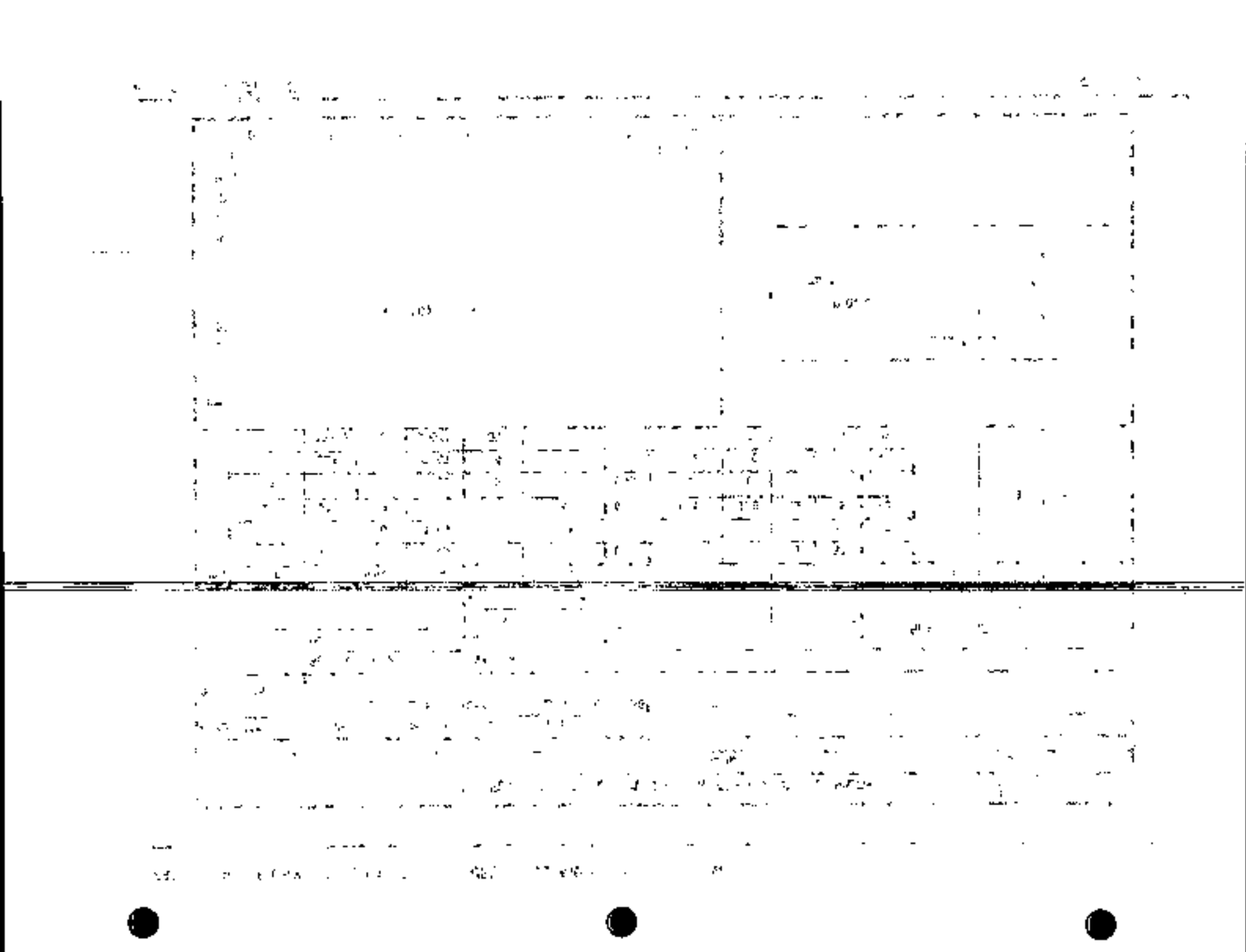


CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ϕ') y Cohesión a partir del Standard Penetration Testing (S.P.T.).																
pROYECTO:	Estudio de suelos y geotecnia, Ptap zona urbana del municipio de Cocorná																
Fecha:	Septiembre de 2025			Peso del martillo (Kg):		63.5											
Sondeo:	P-1			Altura de caída (m):		0.76	Método de Cálculo:		Gonzáles 1999		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)						
				ZNF(m)=	N.A.						Kishida ajustada a e=45%						
				F.S.	1.3												
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ'v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo		
1.45	17	24.65	0	24.65	18	26	0.247	1.41	1.47	25	33	15.7	10	32.834	Limo arenoso		
2.45	17	41.65	0	41.65	23	30	0.417	1.41	1.29	28	34	27.7					
3.45	17	58.65	0	58.65	32	38	0.587	1.41	1.18	35	36	42.6					
4.45	17	75.65	0	75.65	39	43	0.757	1.41	1.09	40	37	57.6					
5.45	17	92.65	0	92.65	44	45	0.927	1.41	1.03	42	38	72.2					
6.45	17	109.65	0	109.65	50	48	1.097	0.92	0.97	45	39	88.1					

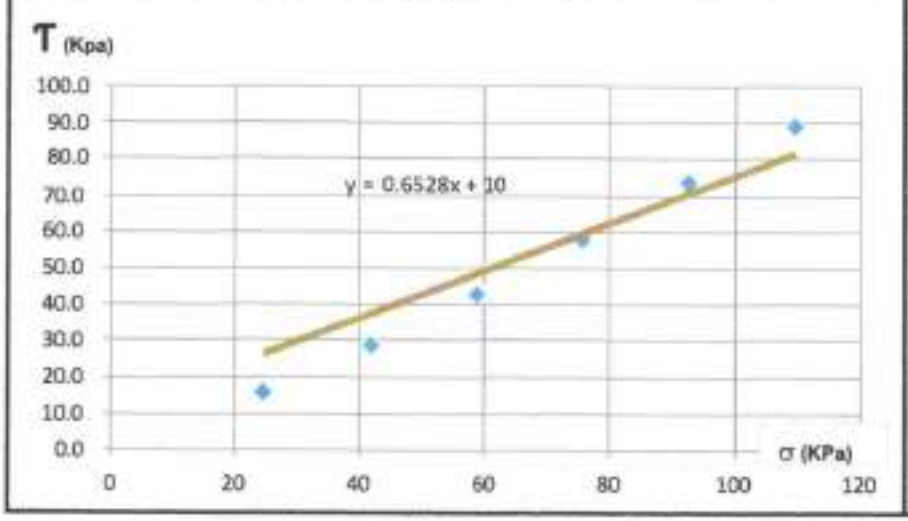


	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	10	25.257	Limo arenoso

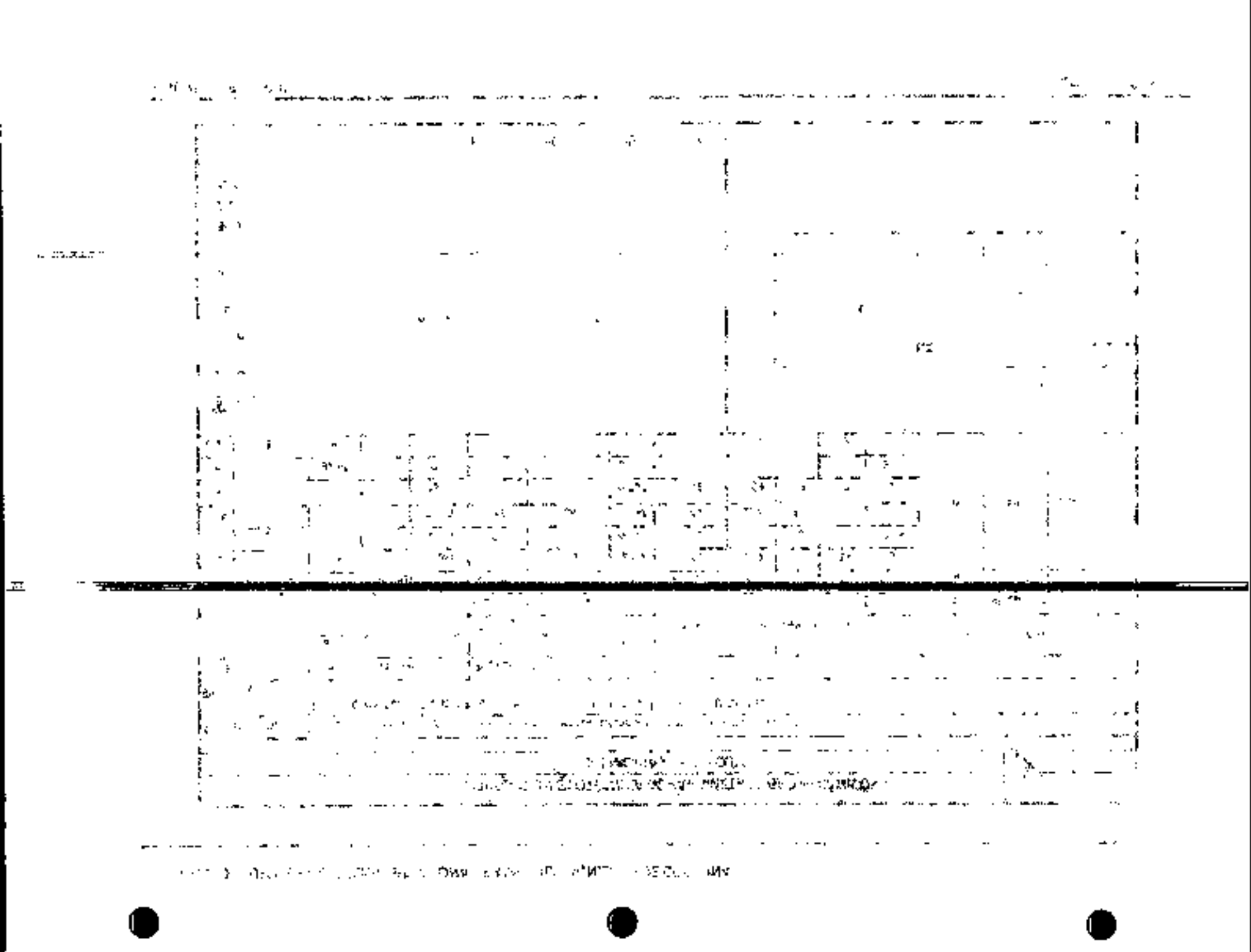


CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø') y Cohesión a partir del Standard Penetration Testing (S.P.T.).															
Proyecto:	Estudio de suelos y geotecnia, Ptap zona urbana del municipio de Cocorná															
Fecha:	Septiembre de 2025			Peso del martillo (Kg):		63.5										
Sondeo:	P-2			Altura de caida (m):		0.76	Método de Cálculo		Gonzales 1999		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)					
				ZNF(m)=	N.A.						Kishida ajustada a e=45%					
				F.S.	1.3											
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ'v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo	
1.45	17	24.65	0	24.65	18	26	0.247	1.41	1.47	25	33	15.7	10	33.137	Limo arenoso	
2.45	17	41.65	0	41.65	25	32	0.417	1.41	1.29	30	34	28.5				
3.45	17	58.65	0	58.65	32	38	0.587	1.41	1.18	35	36	42.6				
4.45	17	75.65	0	75.65	39	43	0.757	1.41	1.09	40	37	57.6				
5.45	17	92.65	0	92.65	46	47	0.927	1.41	1.03	44	38	73.6				
6.45	17	109.65	0	109.65	51	49	1.097	0.92	0.97	46	39	88.8				



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	10	25.490	Limo arenoso

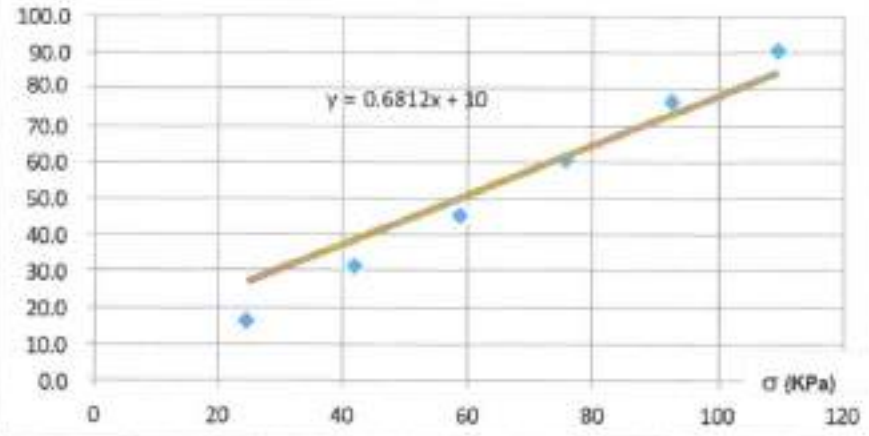


CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

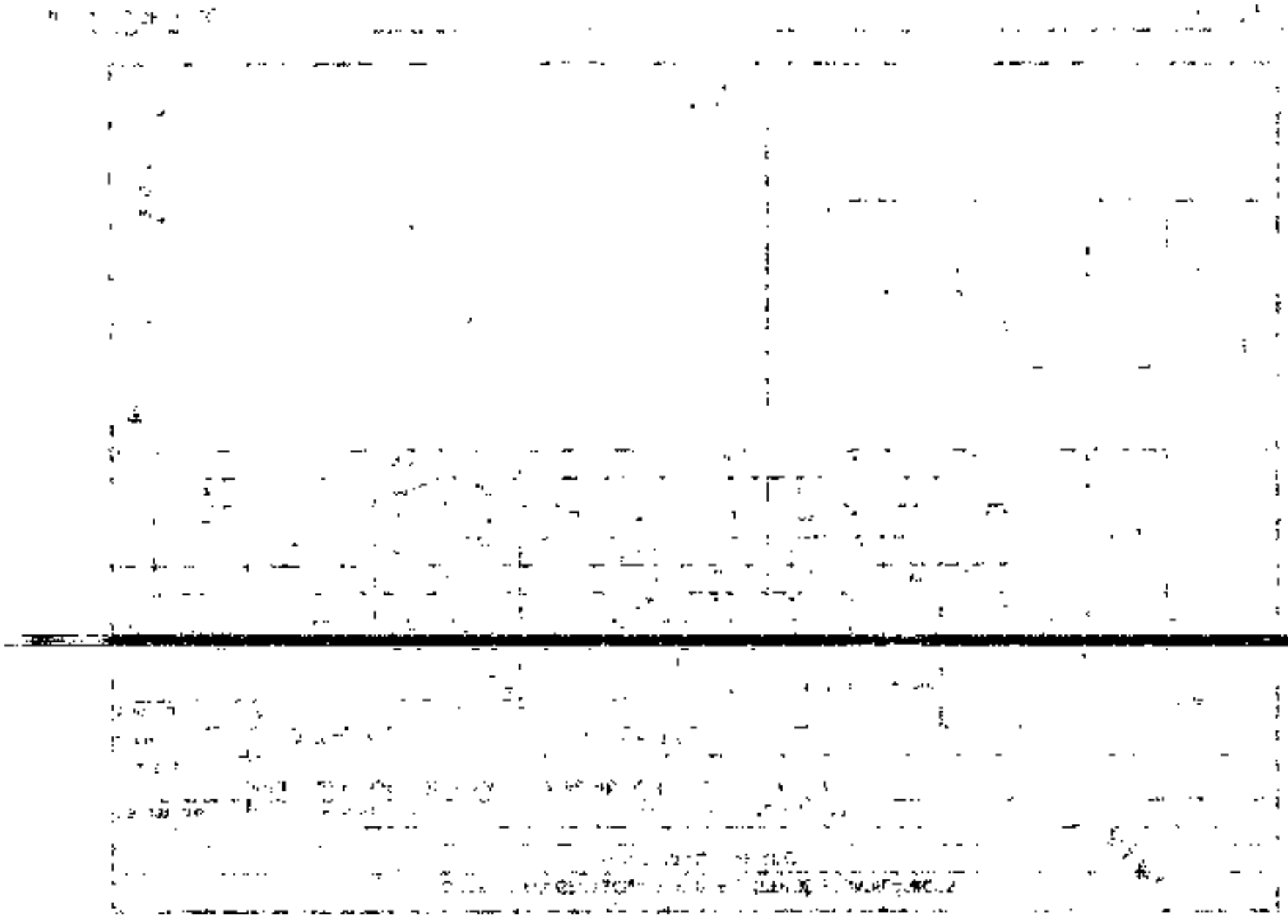
Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø') y Cohesión a partir del Standard Penetration Testing (S.P.T.).
Proyecto:	Estudio de suelos y geotecnia, Ptap zona urbana del municipio de Cocorná
Fecha:	Septiembre de 2025
Sondeo:	P-3

Peso del martillo (Kg):	63.5	Método de Cálculo:	Gonzalez 1999
Altura de caída (m):	0.75		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)
ZNF(m)=	N.A.		Kishida ajustada a e=45%
F.S.	1.3		

Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ'v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	Rb	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	20	29	0.247	1.41	1.47	27	34	16.3	10	34.263	Limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	32	41	0.417	1.41	1.29	39	37	31.3			
3.45	17	58.65	0	58.65	37	44	0.587	1.41	1.18	41	38	45.1			
4.45	17	75.65	0	75.65	44	48	0.757	1.41	1.09	45	39	60.6			
5.45	17	92.65	0	92.65	50	51	0.927	1.41	1.03	48	39	76.3			
6.45	17	109.65	0	109.65	53	51	1.097	0.92	0.97	48	39	90.3			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	10	26.356	Limo arenoso



CLASIFICACION DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO BASADO EN EL ENSAYO S.P.T.

MEMORIAS DE CÁLCULO

Parámetro:	Tipo de Perfil de Suelo para Analisis de efectos Locales.						
Proyecto:	Estudio de suelos y geotecnia, Ptap zona urbana del municipio de Cocorná						
Fecha:	Septiembre de 2025	Peso del Martinete (Kg):	63.5	di (m)			
		Altura de caida (m):	0.76		d1	d2	
					0	6.5	
Norma Tecnica	N.S.R. 2010	Capitulo	A-2	Zonas de Amenaza sísmica y Movimientos sísmicos de Diseno	di (m)	6.5	
	Titulo A	Sub-cap:	A.2.4.	Analisis de Efectos Locales			
			A.2.4.3.2.	Numero medio de golpes del ensayo de Penetracion estandar.			

		ANALISIS DE RESULTADOS Y PROCESAMIENTO ENSAYO DE CAMPO								
Z(m)	Formacion Superficial	P-1		Ni	P-2		Ni	P-3		Ni
		Nspt	N60		Nspt	N60		Nspt	N60	
1.45	Limo arenoso	18	12.6	24.033	18	12.6	24.617	20	14	27.533
2.45		23	16.1		25	17.5		32	22.4	
3.45		32	22.4		32	22.4		37	25.9	
4.45		39	27.3		39	27.3		44	30.8	
5.45		44	30.8		46	32.2		50	35	
6.45		50	35		51	35.7		53	37.1	
$\bar{N}i$				24.033			24.617			27.533

$\bar{N}$	25.394
Tipo de Perfil de Suelo	D

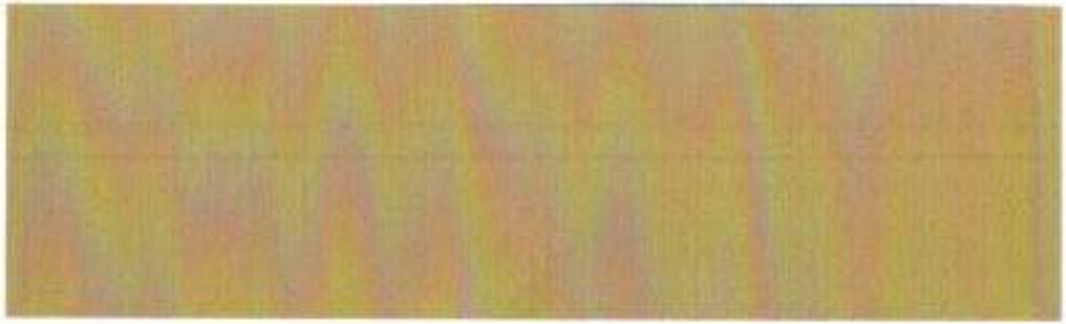
MEMORIAS DE CÁLCULO PARA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

LOSA DE CIMENTACIÓN

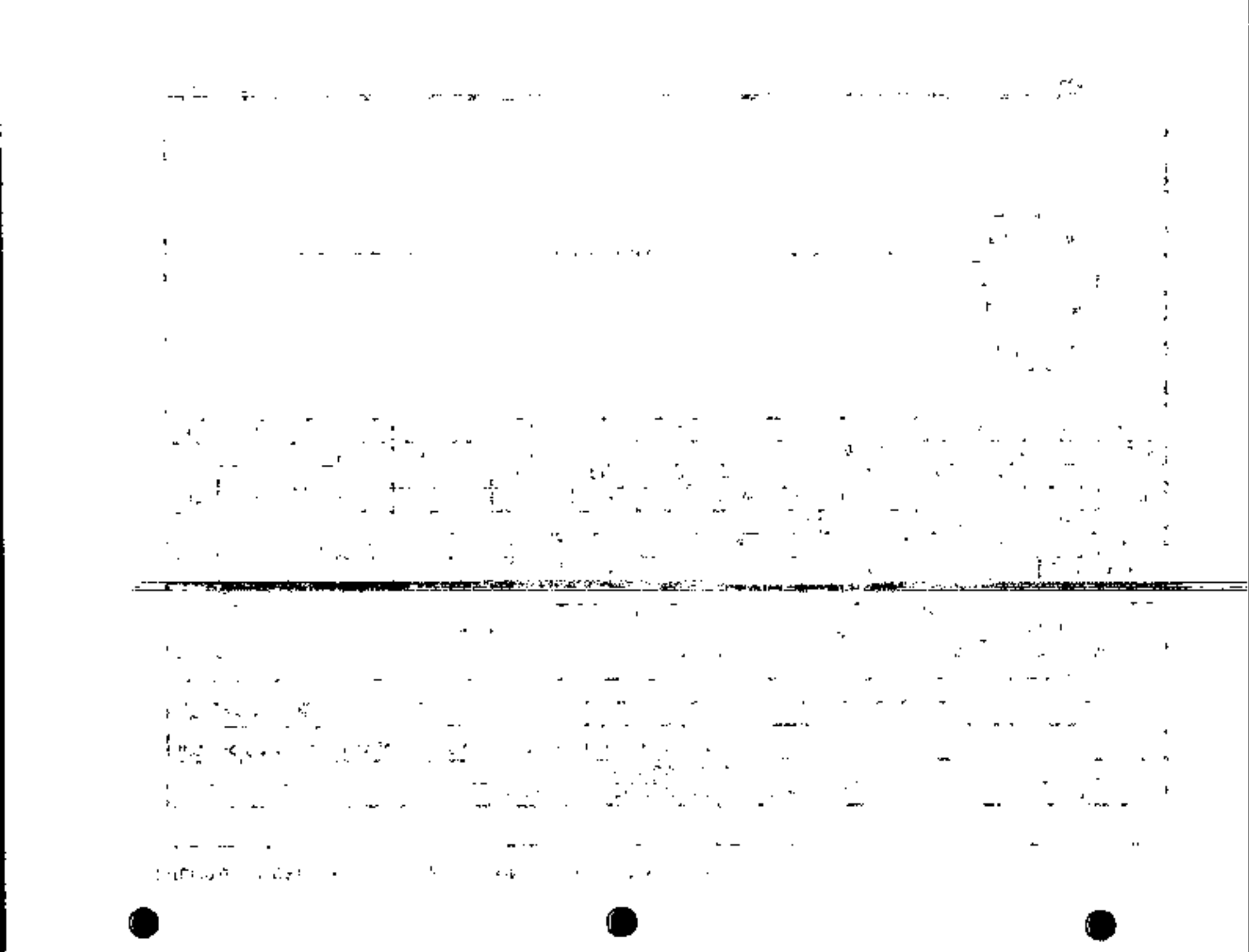
PROYECTO: Estudio de suelos y geotecnia, Ptap zona urbana del municipio de Cocorná.

FECHA: septiembre de 2025

N.F (m)	N.A.		Parámetros del suelo		C (KPa)=	10	γh (KN/m3)=	17	B (m)=	6	F.S.=	4	Método de Cálculo: Meyerhoff, 1963; carga vertical céntrica.					
					ϕ ° =	25	Kp=	2.46391	L (m)=	14	Qs (KN)=	1700						
Análisis de Esfuerzos Geostáticos					Cálculo de Capacidad de Carga													
Z (m)	γh (KN/m3)	σ (Kpa)	μ (Kpa)	σ'' (Kpa)	B (m)	L (m)	Df (m)	Nc	Sc	dc	Nq	sq	dq	Nγ	sγ	dγ	Qf (KPa)	Qadm (KPa
0.2	17	3.4	0	3.4	6	14	0.2	20.72	1.2112	1.0104646	10.66	1.1056	1.01	6.77	1.106	1.01	677.35	165.94
0.5	17	8.5	0	8.5	6	14	0.5	20.72	1.2112	1.0261614	10.66	1.1056	1.01	6.77	1.106	1.01	745.51	177.88
0.7	17	11.9	0	11.9	6	14	0.7	20.72	1.2112	1.036626	10.66	1.1056	1.02	6.77	1.106	1.02	791.47	185.97
1	17	17	0	17	6	14	1	20.72	1.2112	1.0523229	10.66	1.1056	1.03	6.77	1.106	1.03	861.19	198.30
1.2	17	20.4	0	20.4	6	14	1.2	20.72	1.2112	1.0627874	10.66	1.1056	1.03	6.77	1.106	1.03	908.20	206.65
1.5	17	25.5	0	25.5	6	14	1.5	20.72	1.2112	1.0784843	10.66	1.1056	1.04	6.77	1.106	1.04	979.50	219.37

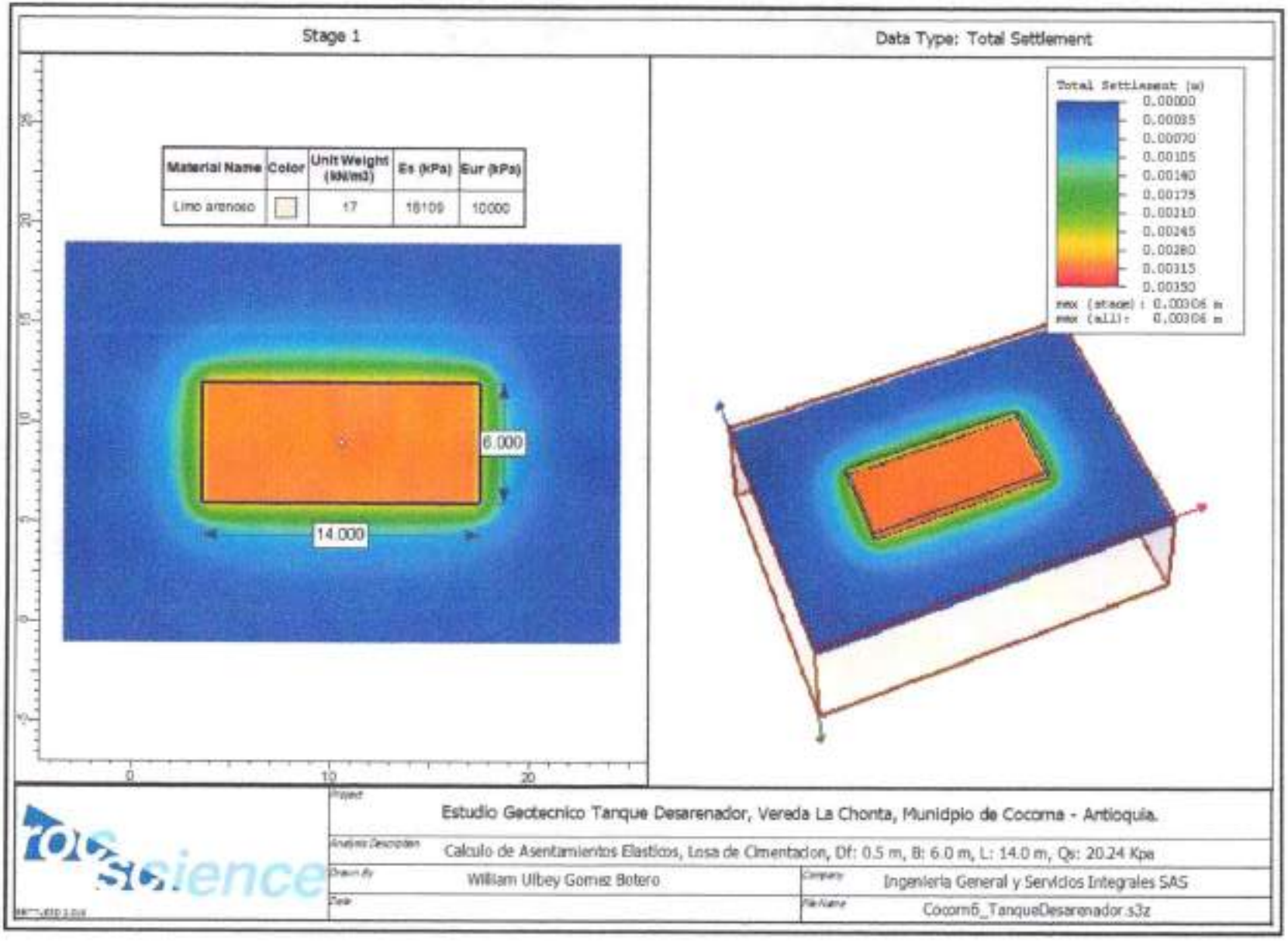


Análisis Carga Servicio	
Qapl (Kpa)	20.2381
F.S.	8.789



CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS MEMORIAS DE CÁLCULO	
Parámetro:	Varios
Proyecto:	Estudio de suelos y geotecnia, Ptap zona urbana del municipio de Cocorná
Fecha:	Septiembre de 2025

Z(m)	γ (KN/m3)	C (Kpa)	ϕ°	Ka	Kp	Es (Kpa)	v	Ks (KN/m3)	Suelo
0.5 6.5	17	10	25	0.4	2.5	18109	0.30	20959	Limo arenoso


Stage 1
Data Type: Total Settlement
Material Name | Color | Unit Weight (kN/m3) | Es (kPa) | Sur (kPa)
Limo arenoso | | 17 | 16109 | 10000
6.000
14.000
Total Settlement (m)
0.00000
0.00035
0.00070
0.00105
0.00140
0.00175
0.00210
0.00245
0.00280
0.00315
0.00350
max (stage) : 0.00306 m
max (all): 0.00306 m
0
10
20
Project
Estudio Geotecnico Tanque Desarenador, Vereda La Chonta, Munidpio de Cocorna - Antioquia.
Analysis Description
Calculo de Asentamientos Elasticos, Losa de Cimentacion, Df: 0.5 m, B: 6.0 m, L: 14.0 m, Qs: 20.24 Kpa
Drawn By
William Ulbey Gomez Botero
Company
Ingenieria General y Servicios Integrales SAS
Date
File Name
Cocorn6_TanqueDesarenador.s3z

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO :	Estudio Geotécnico Tanque Desarenador	FECHA:	Septiembre 25 de 2025
		PERF:	1
	Vereda La Chonta, Municipio de Cocorná- Antioquia.	MUESTRA Nº	2
CLIENTE:	Municipio de Cocorná	PROFUNDIDAD (m) :	2.0-2.46
DESCRIPCIÓN:	LIMO ARENOSO DE COLOR GRIS AMARILLENTO.		

CLASIFICACION DE SUELOS (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL 91.7 FINAL

TAMIZ Pulg	TAMIZ mm	PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2-1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
Nº4	4.76	0.0	0.0	100.0
Nº10	2.00	4.0	4.4	95.6
Nº20	0.84	0.0	0.0	95.6
Nº40	0.43	14.1	15.4	80.3
Nº80	0.18	0.0	0.0	80.3
Nº200	0.07	22.6	24.6	55.6
Pasan		51.0	55.6	

Totales = 91.7

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO Nº	1	2	3
TARA Nº	31	10	78
Nº DE GOLPES	14	24	36
PESO SUELO+TARA HUMEDO	25.05	28.89	26.54
PESO SUELO+TARA SECO	19.22	22.68	21.89
PESO TARA	6.99	6.5	7.3
% DE HUMEDAD	47.67	38.26	31.87

LIMITE PLASTICO

ENSAYO Nº	1	2	% Humedad Natural
TARA Nº	96	102	254
PESO SUELO+TARA HUMEDO	23.69	17.45	37.85
PESO SUELO+TARA SECO	20.32	15.28	32.28
PESO TARA	6.5	6.6	7.2
% DE HUMEDAD	24.38	25.00	22.2

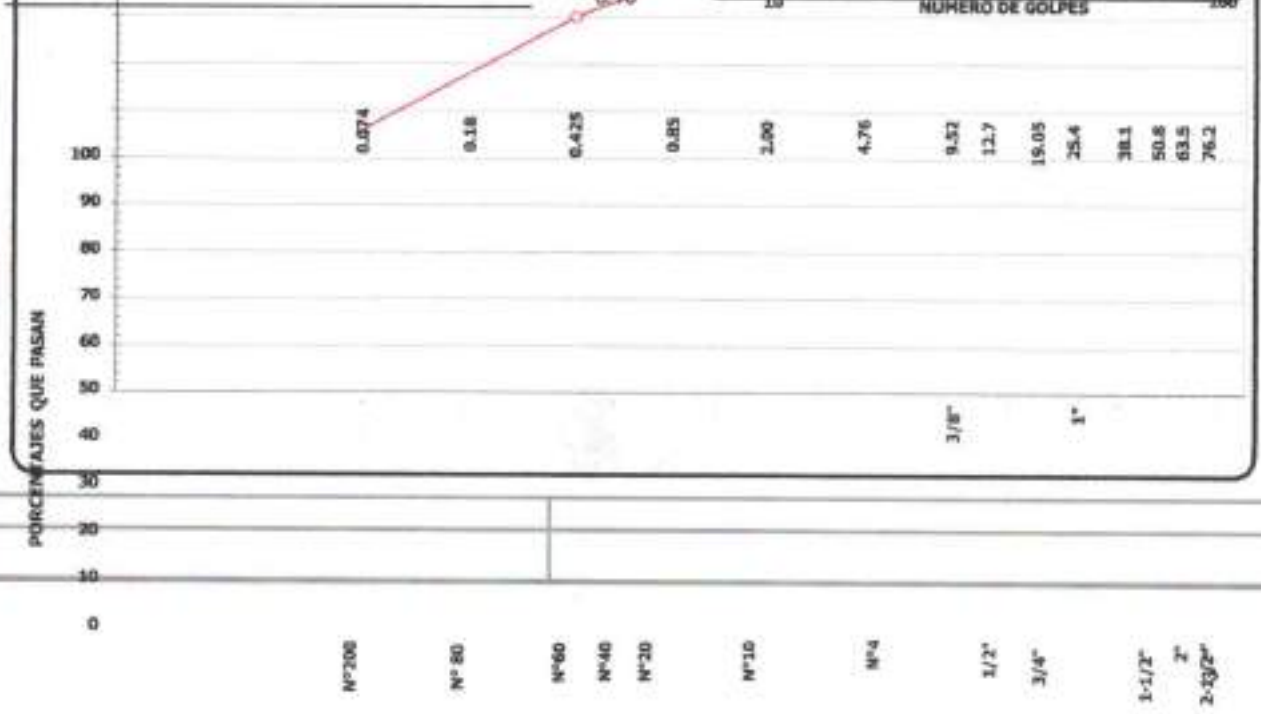
CU	
0.0	
CC	
0.0	
D 10	
0.00	
D 30	
0.00	
D 60	
0.10	

CLASIFICACION

LIMITE LIQUIDO	38	AASHTO
LIMITE PLASTICO	25	A-7-6
INDICE DE PLASTICIDAD	13	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	5	ML

OBSERVACIONES:





LABORATORIO

RESPONSABLE :

Elaborado por: V.T.B.

Aprobado por: W.G.B.

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Estudio Geotécnico Tanque Desarenador

Vereda La Chonta, Municipio de Cocorna- Antioquia.

FECHA: Septiembre 25 de 2025

PERF: 2

MUESTRA N° 5

CLIENTE: Municipio de Cocorná

PROFUNDIDAD (m) : 5.0-5.45

DESCRIPCION: ARENA LIMOSA GRIS AMARILLENTA Y NEGRA

CLASIFICACION DE SUELOS (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL TAMIZ		101.3 PESO. RET INDI	FINAL % RET.	% QUE
Pulg	mm		INDIV.	PASA
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2-1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.70	1.5	1.5	98.5
3/8"	9.52	3.4	3.4	95.2
N°4	4.76	2.0	2.0	93.2
N°10	2.00	15.7	15.5	77.7
N°20	0.84	0.0	0.0	77.7
N°40	0.43	23.6	23.3	54.4
N°80	0.18	0.0	0.0	54.4
N°200	0.07	19.7	19.4	34.9
Pasan		35.4	34.9	
Totales =		101.3		

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
TARA N°	158	305	273
N° DE GOLPES	12	25	35
PESO SUELO+TARA HUMEDO	30.85	27.89	26.20
PESO SUELO+TARA SECO	22.17	21.41	21.07
PESO TARA	6.4	6.2	6.5
% DE HUMEDAD	55.04	42.60	35.21

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2	% Humedad Natural
TARA N°	14	7	617
PESO SUELO+TARA HUMEDO	21.6	18.94	40.96
PESO SUELO+TARA SECO	17.6	15.49	34.20
PESO TARA	6.5	6.5	4.4
% DE HUMEDAD	36.0	38.38	22.7

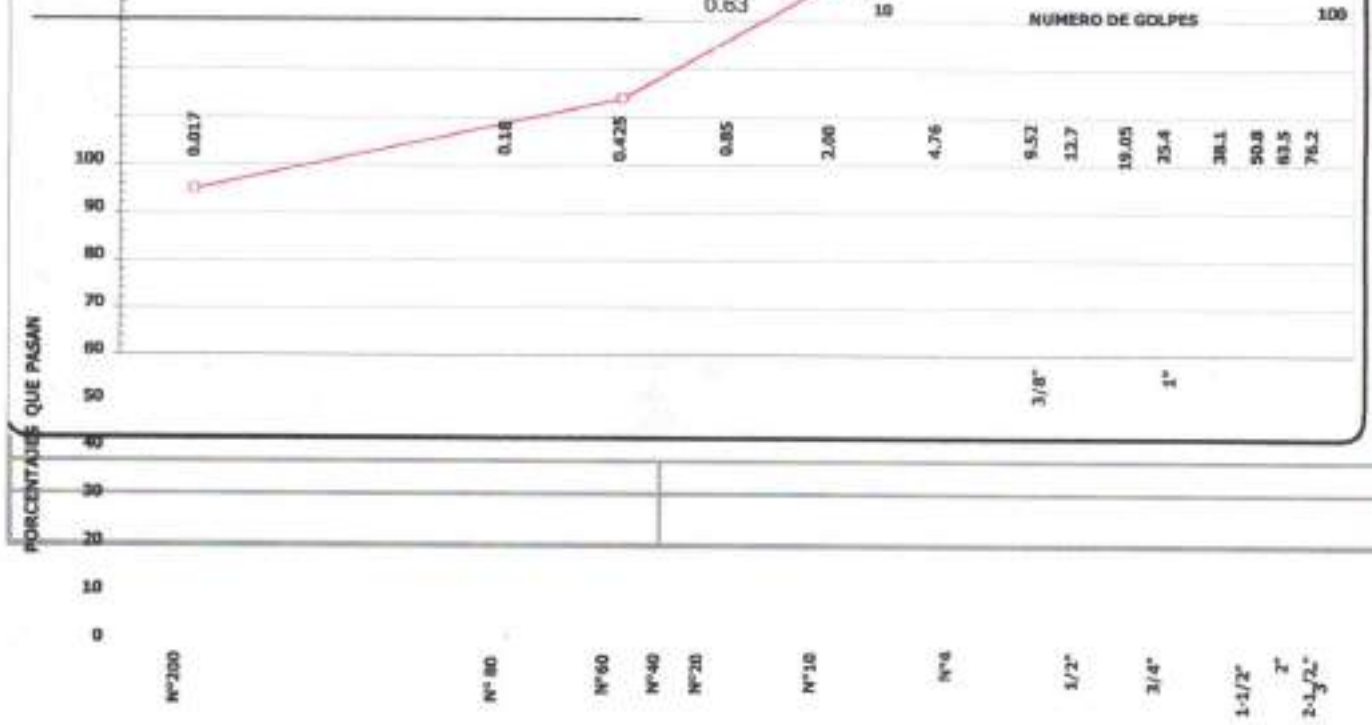


CU	
CC	
0.0	
D 10	
0.00	
D 30	
0.00	
D 60	
0.63	

CLASIFICACION

LIMITE LIQUIDO	42	AASHTO	A-2-5
LIMITE PLASTICO	37	U.S.C.S	SM
INDICE DE PLASTICIDAD	5		
INDICE DE GRUPO	0		

OBSERVACIONES:



LABORATORIO

Elaborado por: Y.T.B.

RESPONSABLE :

Aprobado por: W.G.R.

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO : Estudio Geotécnico Tanque Desarenador

FECHA: Septiembre 25 de 2025

PERF: 3

Vereda La Chonta, Municipio de Cocorná- Antioquia.

MUESTRA N° 4

CLIENTE: Municipio de Cocorná

PROFUNDIDAD (m) : 4.0-4.45

DESCRIPCION: ARENA LIMOSA AMARILLO PARDO Y GRIS

CLASIFICACION DE SUELOS (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	112.4	FINAL	
TAMIZ Pulg	mm	PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2-1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N°4	4.76	3.5	3.1	96.9
N°10	2.00	14.4	12.8	84.1
N°20	0.84	0.0	0.0	84.1
N°40	0.43	51.9	46.2	37.9
N°80	0.18	0.0	0.0	37.9
N°200	0.07	18.9	16.8	21.1
Pasan		23.7	21.1	
Totales =		112.4		

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
TARA N°	200	143	156
N° DE GOLPES	13	25	36
PESO SUELO+TARA HUMEDO	28.41	25.15	23.34
PESO SUELO+TARA SECO	19.44	20.43	18.82
PESO TARA	6.4	10.6	6.6
% DE HUMEDAD	68.79	48.02	36.84

LIMITE PLASTICO

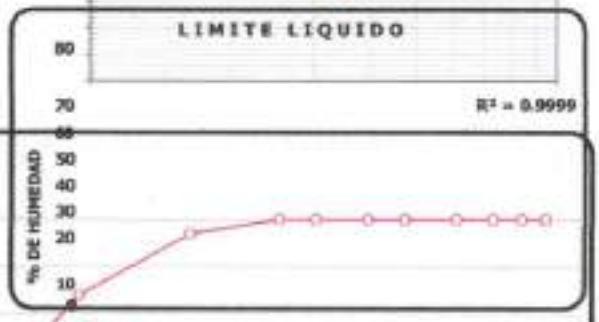
ENSAYO N°	1	2	% Humedad Natural
TARA N°	134	4	130
PESO SUELO+TARA HUMEDO	13.01	14.57	28.97
PESO SUELO+TARA SECO	10.96	12.08	24.85
PESO TARA	6.4	6.4	6.5
% DE HUMEDAD	44.47	43.84	22.5

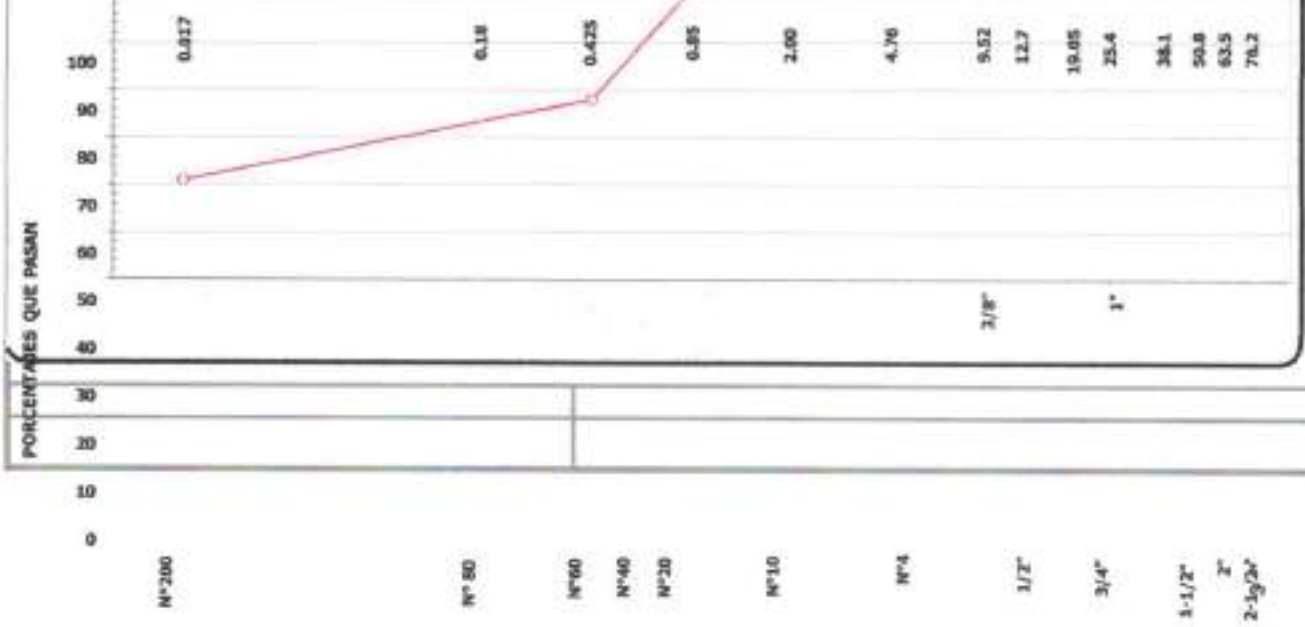
CU	0.0
CC	0.0
D 10	0.00
D 30	0.09
D 60	0.89

CLASIFICACION

LIMITE LIQUIDO	48	AASHTO
LIMITE PLASTICO	44	A-1-b
INDICE DE PLASTICIDAD	4	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	0	SM

OBSERVACIONES:





LABORATORIO

Elaborado por: Y.T.B.

RESPONSABLE :

Aprobado por: W.G.B.

REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Tanque Desarenador, Vereda La Chonta, Municipio de Cocorná - Antioquia.

Fecha: Septiembre 21 de 2025

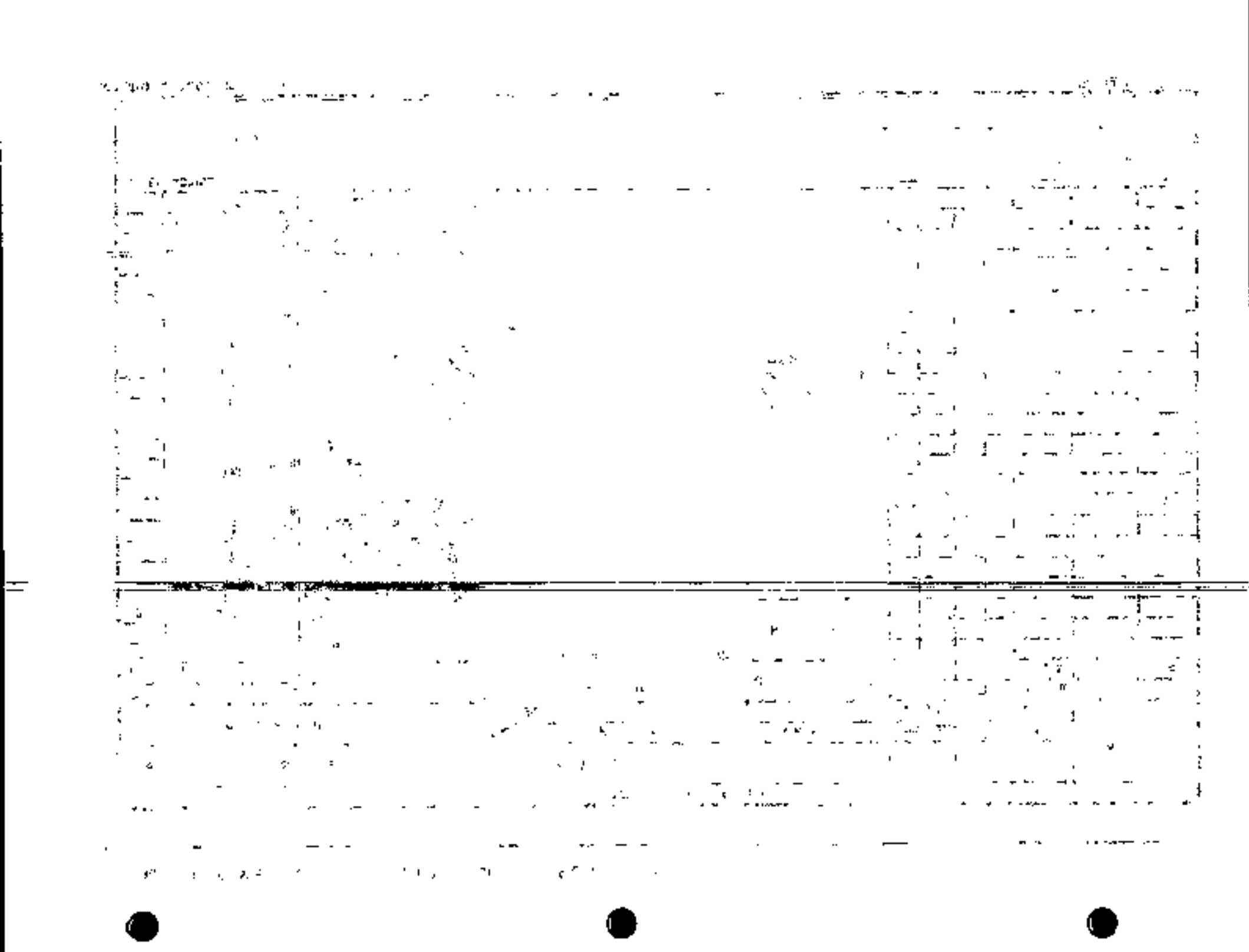
Identificación: P-1

N: 06°3'43.29" W: 75°11'13.974"

Caracterización del Sondeo

Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión		
Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Trípode y Motor		

Prof. Z (m)	Vista en Sondeo: Muestra Recuperada	Vista en Sondeo: Panorámica	Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio: w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte Orgánico.							
0.5											

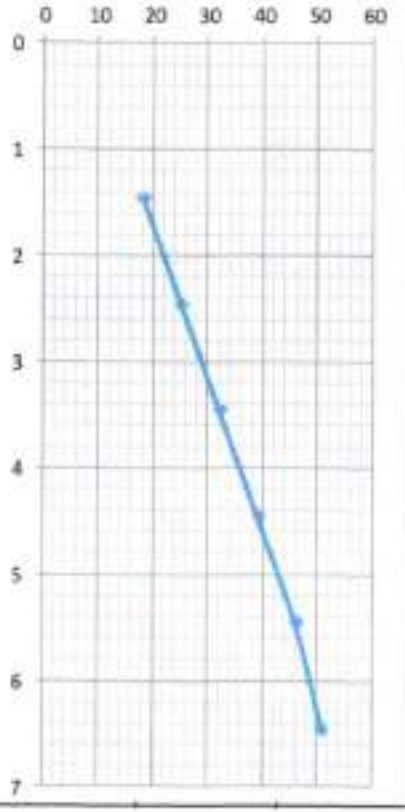


REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Tanque Desarenador, Vereda La Chonta, Municipio de Cocorná - Antioquia.

Fecha: Septiembre 21 de 2025

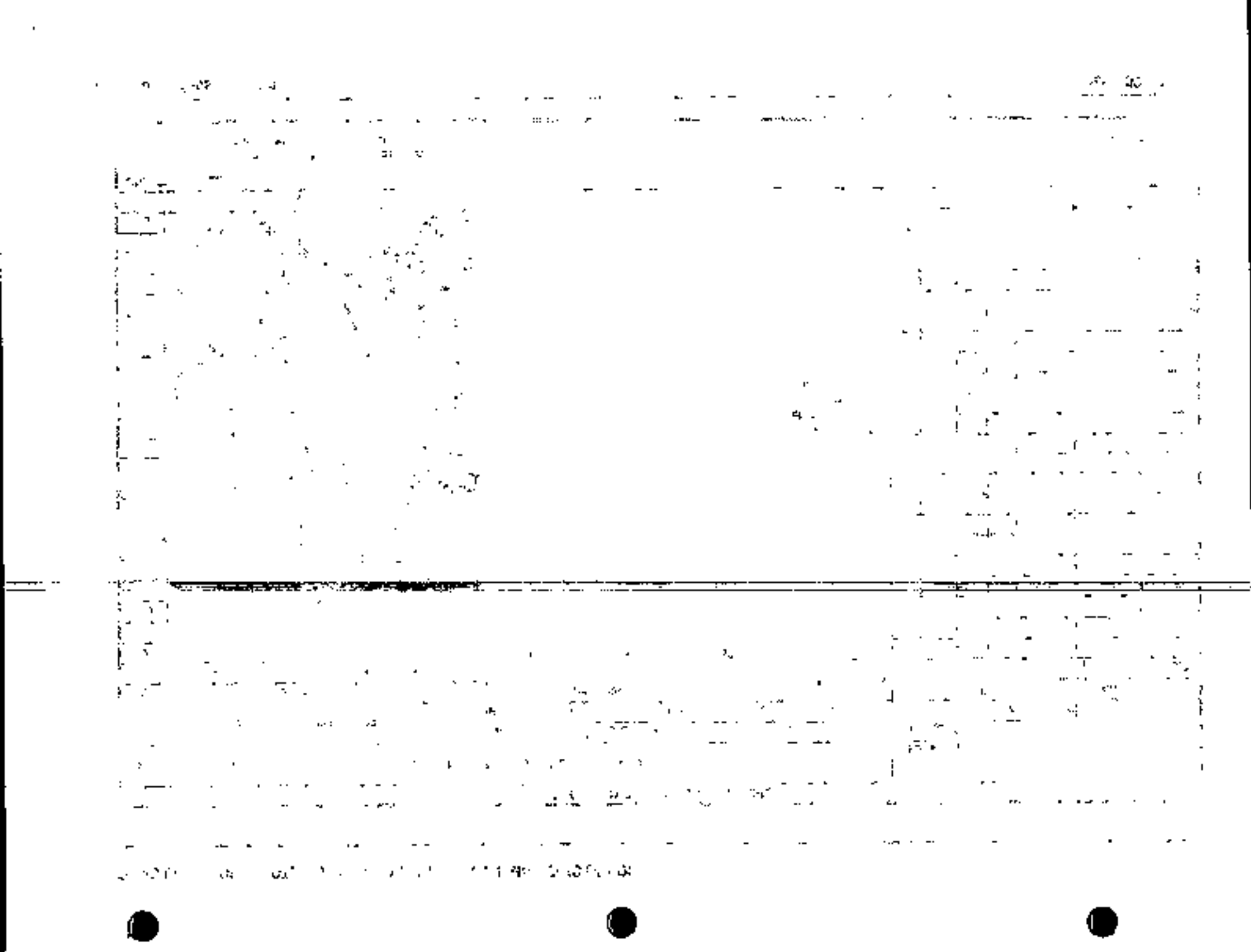
Caracterización del Sondeo							
Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión		**Identificación:**	P-2	
Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Trípode y Motor		N: 06°3'43.662"	W: 75°11'13.644"	

Prof.	Vista en Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra Recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Capa Orgánica.							
0.6				Limo arenoso de color gris amarillento con zonas de color negro, rojizo y blanco; el material presenta plasticidad baja y compacidad densa.	22.7	42	37	5			SM
6.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No hay presencia de nivel freático

Técnico Responsable Perforación:
Ing. Yacqueline Toro Buitrago
M.P. 011037-0848805 ANT



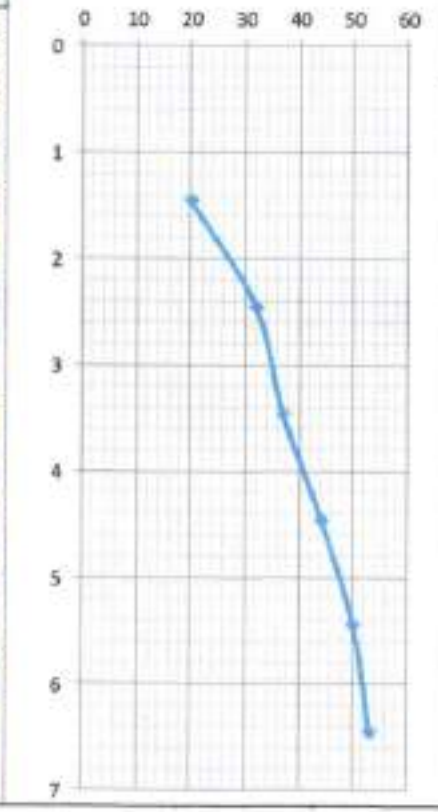
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Tanque Desarenador, Vereda La Chonta, Municipio de Cocorná - Antioquia.

Fecha: Septiembre 21 de 2025

Caracterización del Sondeo

Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-3
Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Trípode y Motor	N: 06°3'43.404"	W: 75°11'13.914"

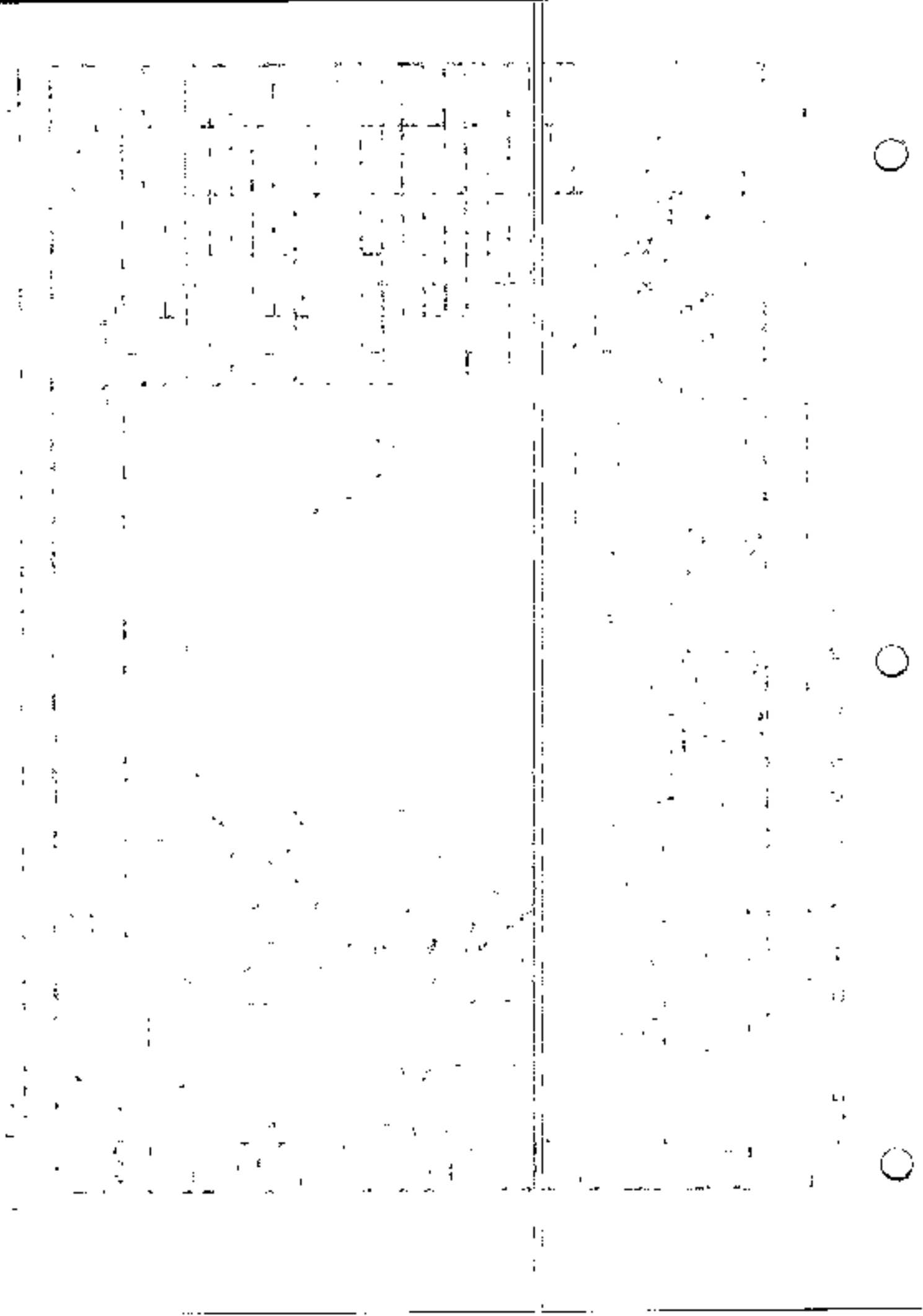
Prof. Z (m)	Vista en Sondeo: Muestra Recuperada	Vista en Sondeo: Panorámica	Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica
0				Capa Orgánica.
0.3				
				Limo arenoso de color amarillo pardo con zonas grisáceas, negras, blancas y rojizas; material con plasticidad baja y compacidad densa a muy densa hacia profundidad.
				
6.5				

Resultados Laboratorio						
w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
22.5	48	44	4			SM

OBSERVACIONES:

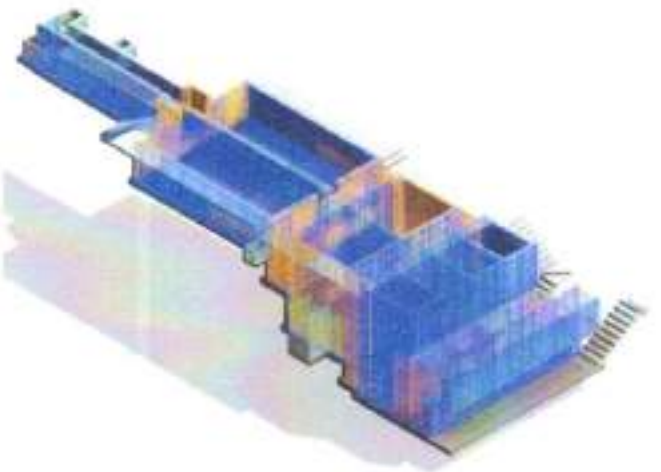
Recuperación de Muestras metro a metro.
No hay presencia de nivel freático

Técnico Responsable Perforación:
Ing. Yacqueline Toro Buitrago
M.P. 011037-0648805 ANT



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE COCORNÁ – ANTIOQUIA





MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

SEPTIEMBRE, 2025

PROYECTO / CONTRATO:			CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 030 DE 2025			
OBJETO:			ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPIO DE COCORNÁ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA			
CODIGO:			FICHA ITEM 000			
REVISIÓN Y APROBACIÓN	VERSIÓN:		CONSULTOR 001	CONSULTOR 002		
	ELABORÓ:	NOMBRE:	ÓBER GERALDO ÁLVAREZ INGENIERO CIVIL ESP ANÁLISIS Y DIS. ESTRUCTURAS	YEISON MOSQUERA VALENCIA ING CIVIL ESP IRH		
		FIRMA:				
		FECHA:	17 DE SEPTIEMBRE DE 2025	17 DE SEPTIEMBRE DE 2025		
	REVISÓ:	NOMBRE:				
		FIRMA:				
		FECHA:				
	APROBÓ:	NOMBRE:				
		FIRMA:				

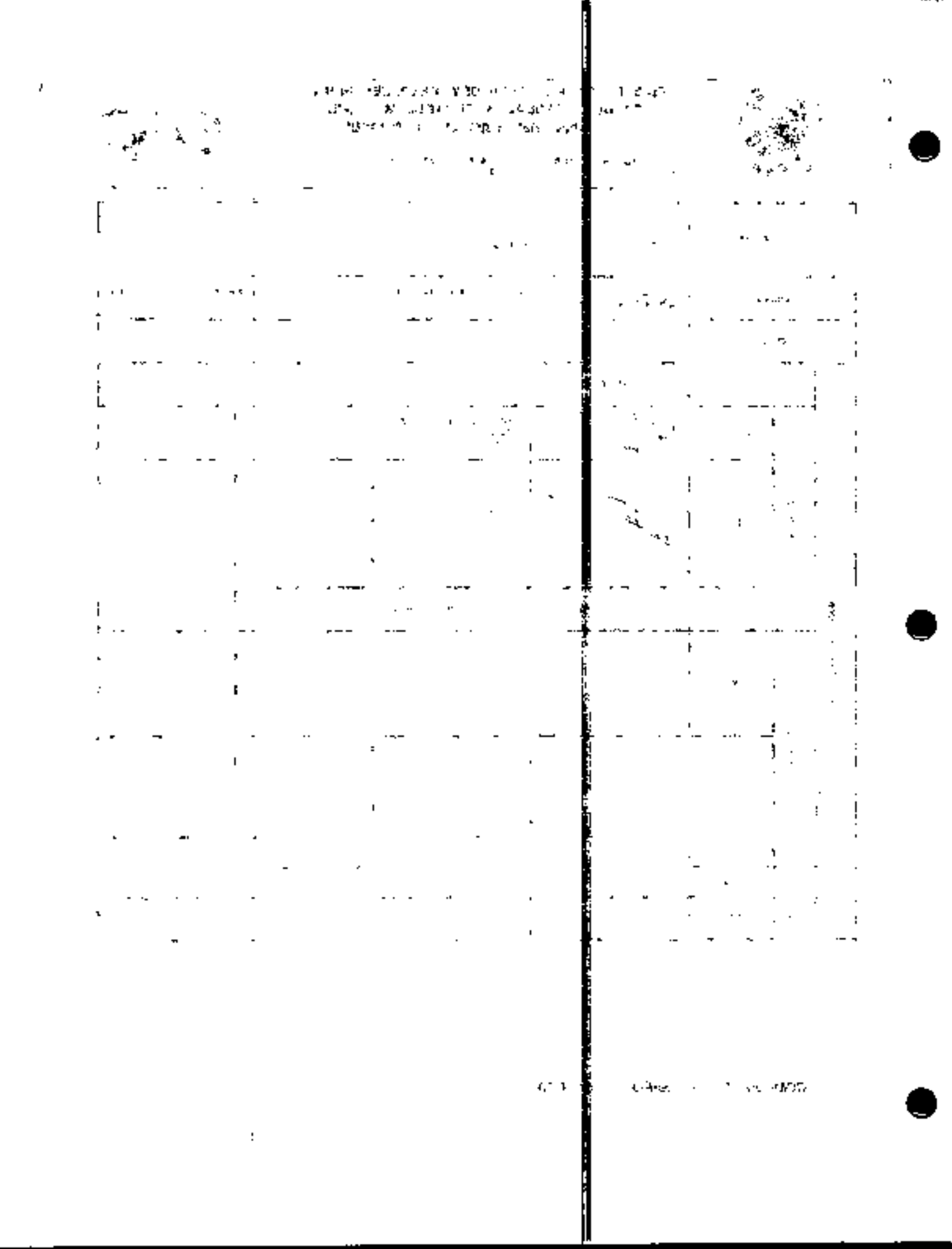


TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6
2 GENERALIDADES 6
2.1 Sistema de unidades 6
2.2 Descripción del proyecto 6
3 Ubicación 8
4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 8
4.1 Método de análisis 9
4.2 Normas aplicables 10
4.3 Materiales 10
4.3.1 Concreto 10
4.3.2 Acero de refuerzo 10
4.4 Acciones de carga considerada 10
4.4.1 Gravitatorias 11
4.4.2 Carga sísmica 11
4.5 Combinaciones de carga. 15
4.5.1 Combinaciones de carga de servicio 15
4.5.2 Combinaciones de carga de diseño (LRFD) 15
4.5.3 Factor de durabilidad ambiental (Sd) 16
5 MÉTODO DE DISEÑO. 16
5.1 Refuerzo mínimo en muros y losas. 16
5.2 Refuerzos calculados a flexión en la estructura 19
5.3 Diseño a cortante de muros y losas 22
5.4 Diseño de cimentaciones 24
5.4.1 Reacciones en la base 25
5.5 LONGITUDES DE DESARROLLO Y TRASLAPO 25
6 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 26
6.1 Resistencia de los elementos estructurales 26
7 ANEXOS 27

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1– Vista general PTAP 7
Ilustración 2- Vista superior de PTAP 7
Ilustración 3 - Ubicación general del proyecto 8
Ilustración 4 – Modelo estructural 9

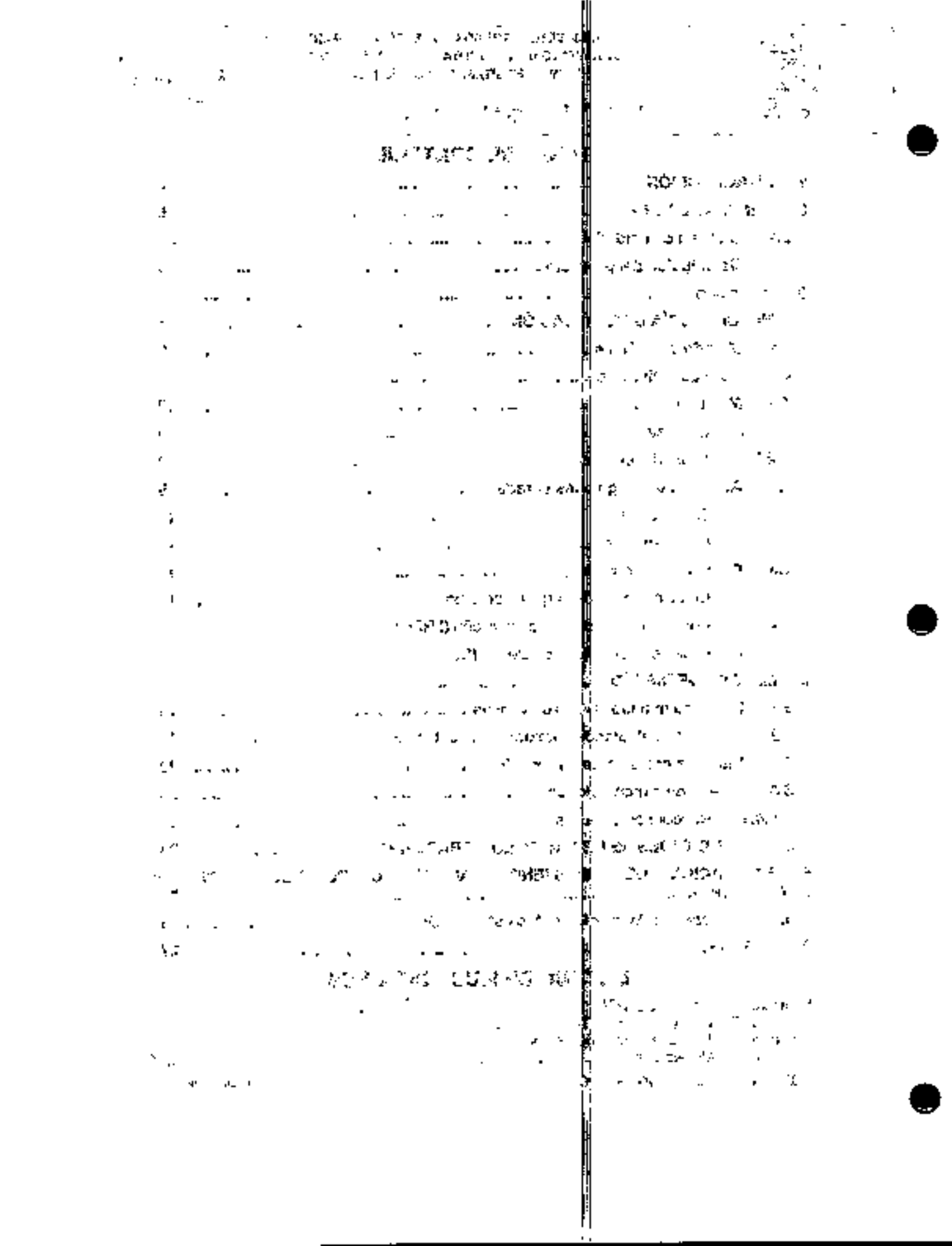
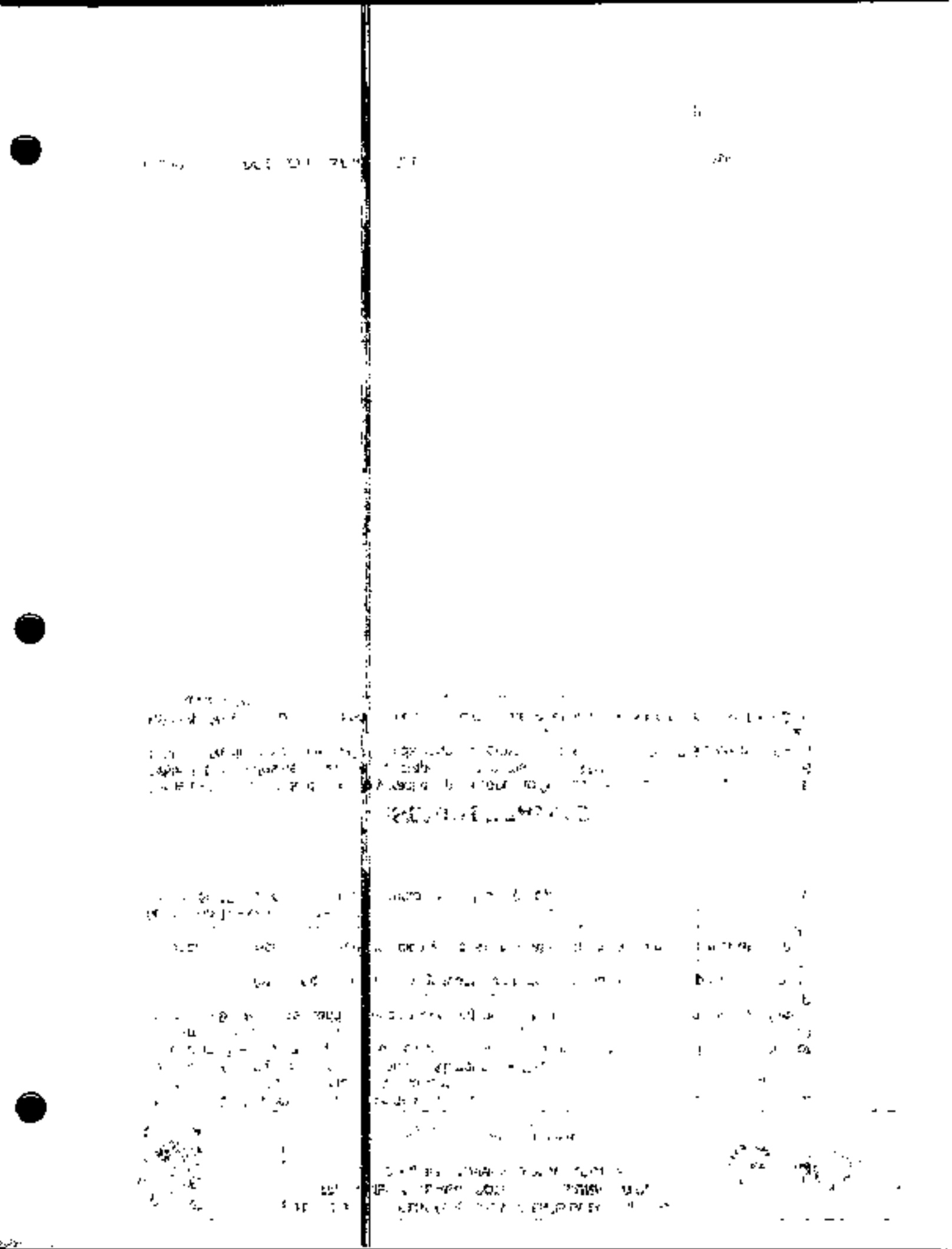


Ilustración 5 – Espectro elástico de diseño 12
Ilustración 6 – Modelo dinámico de la estructura 13
Ilustración 7 – Esquema para el método de Mononobe – Okabe 14
Ilustración 8 – Acero requerido dirección x (losas), horizontal en muros en la cara superior (mm^2/mm) 19
Ilustración 9 – Acero requerido dirección x (losas), horizontal en muros en la cara inferior (mm^2/mm) 20
Ilustración 10 – Acero requerido dirección y (losas), vertical en muros en la cara superior (mm^2/mm) 21
Ilustración 11 – Acero requerido dirección y (losas), vertical en muros en la cara inferior (mm^2/mm) 22
Ilustración 12 - Cortante máxima en kN/m 24
Ilustración 13 – carga transmitida al suelo por las losas (kPa) 25

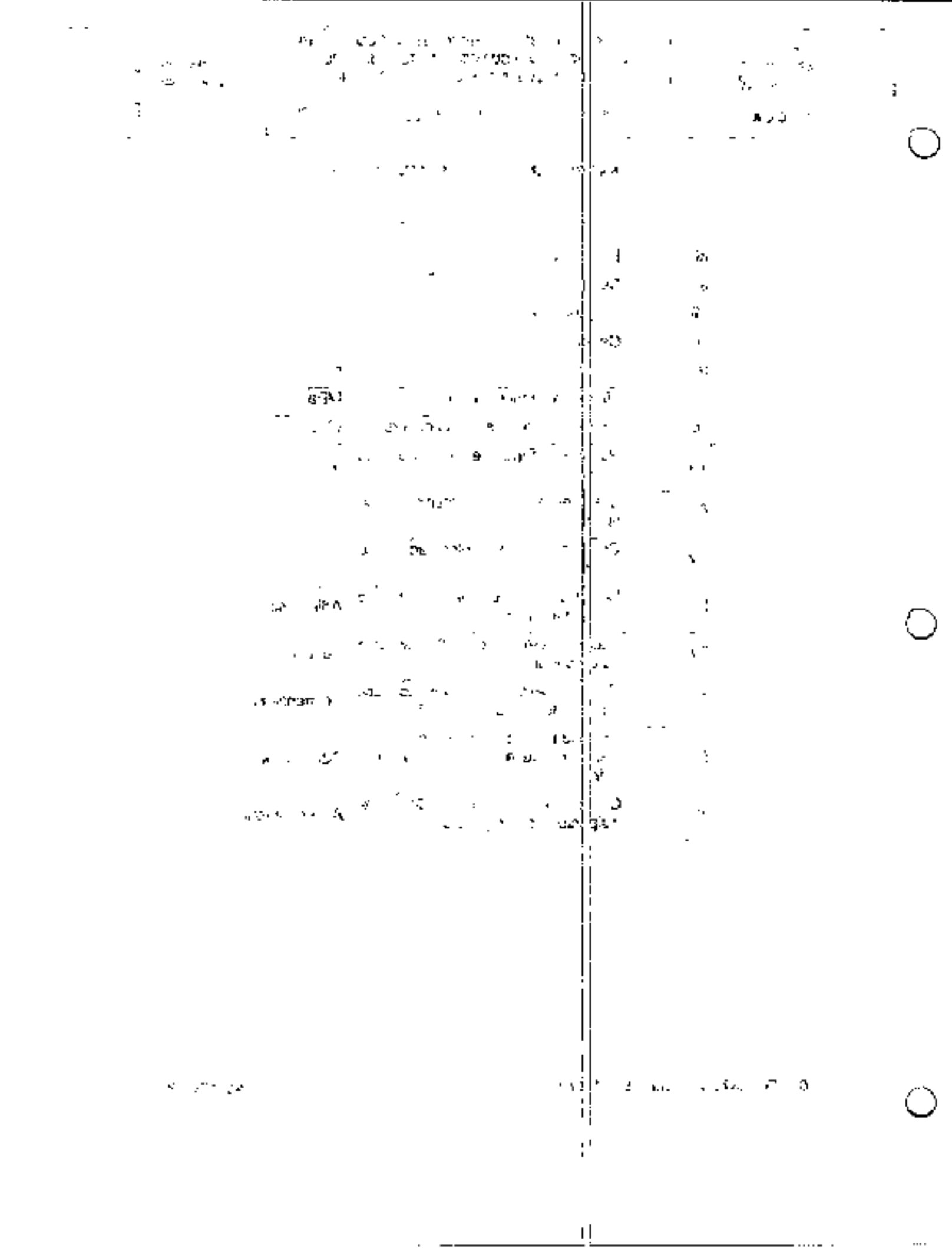
LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 - Longitudes de desarrollo y traslapo para concreto f'c = 21 MPa 26
Tabla 2- Longitudes de desarrollo y traslapo para concreto f'c = 28 MPa 26
Tabla 3 - Resistencia al fuego de losa de concreto reforzado (Basado en tabla J.3.5-3 de la NSR-10) 27
Tabla 4 - Resistencia al fuego de viga de concreto de menor dimensión (Basado en tabla J.3.5-5 de la NSR-10) 27



Abreviaturas, siglas y símbolos

kN	Kilonewton	kN
s	Segundo	s
MPa	Megapascal	MPa
cm	Centímetro	cm
m	Metro	m
Fy	Límite de fluencia del acero	MPa
fc	Límite de compresión del concreto	MPa
Ta	Periodo fundamental de la edificación	s
Aa	Coeficiente de aceleración pico efectiva	m/s^2
Av	Coeficiente de velocidad pico efectiva	m/s
Fa	Factor de amplificación del espectro para periodos corto	Adimensional
Fv	Factor de amplificación del espectro para periodos intermedios	Adimensional
Sa	Valor del espectro de diseño para un periodo de vibración dado	Adimensional
R_0	Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico de la estructura	Adimensional
R	Coeficiente de capacidad de disipación de energía para diseño	Adimensional



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PTAP

1 INTRODUCCIÓN

Se proyecta construir una planta de tratamiento de agua potable, en el municipio de Cocorná departamento de Antioquia. Para tal efecto se requiere el diseño de la estructura que soportará el proyecto. La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el Reglamento (NSR-10), la AIS-180, y ACI-350 y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación. La estructura requiere estar siempre en servicio, bajo cualquier acción externa de la naturaleza (predominantemente cargas sísmicas).

La planta de tratamiento de agua potable está compuesta por varios recipientes de concreto reforzado por el que circula el agua en cada uno de los procesos de potabilización de la misma.

2 GENERALIDADES

2.1 Sistema de unidades

Las unidades de medida usadas en el diseño serán las del Sistema Internacional de Unidades (SI) de acuerdo con la norma NSR-10.

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto estudiado en este documento es planta de tratamiento de agua potable realizada por medio de losas y muros en concreto armado, en un sistema estructural. Dicha estructura será construida en el municipio de Cocorná, que es, según el Titulo A de la NRS-10 zona de amenaza sísmica Intermedia.

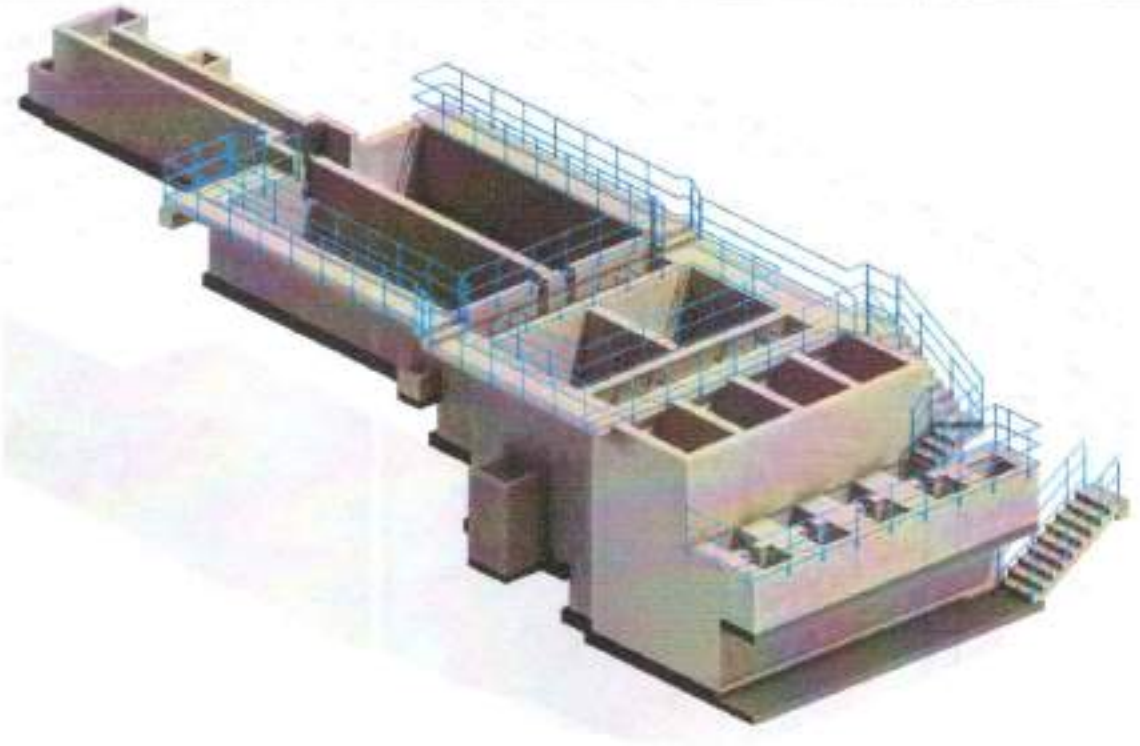


Ilustración 1– Vista general PTAP

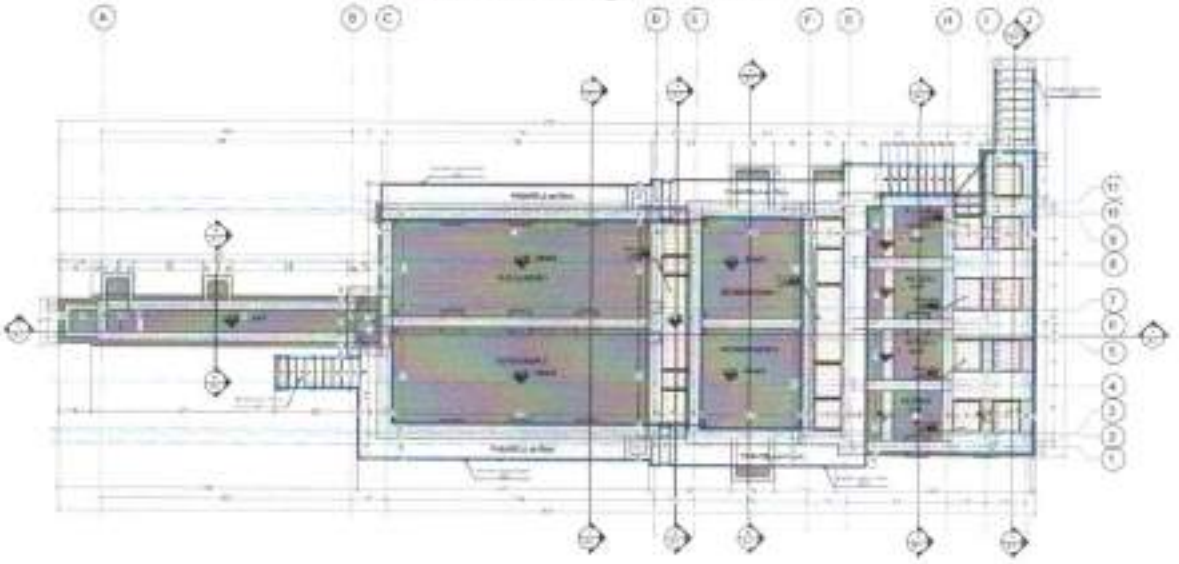


Ilustración 2- Vista superior de PTAP

3 UBICACIÓN

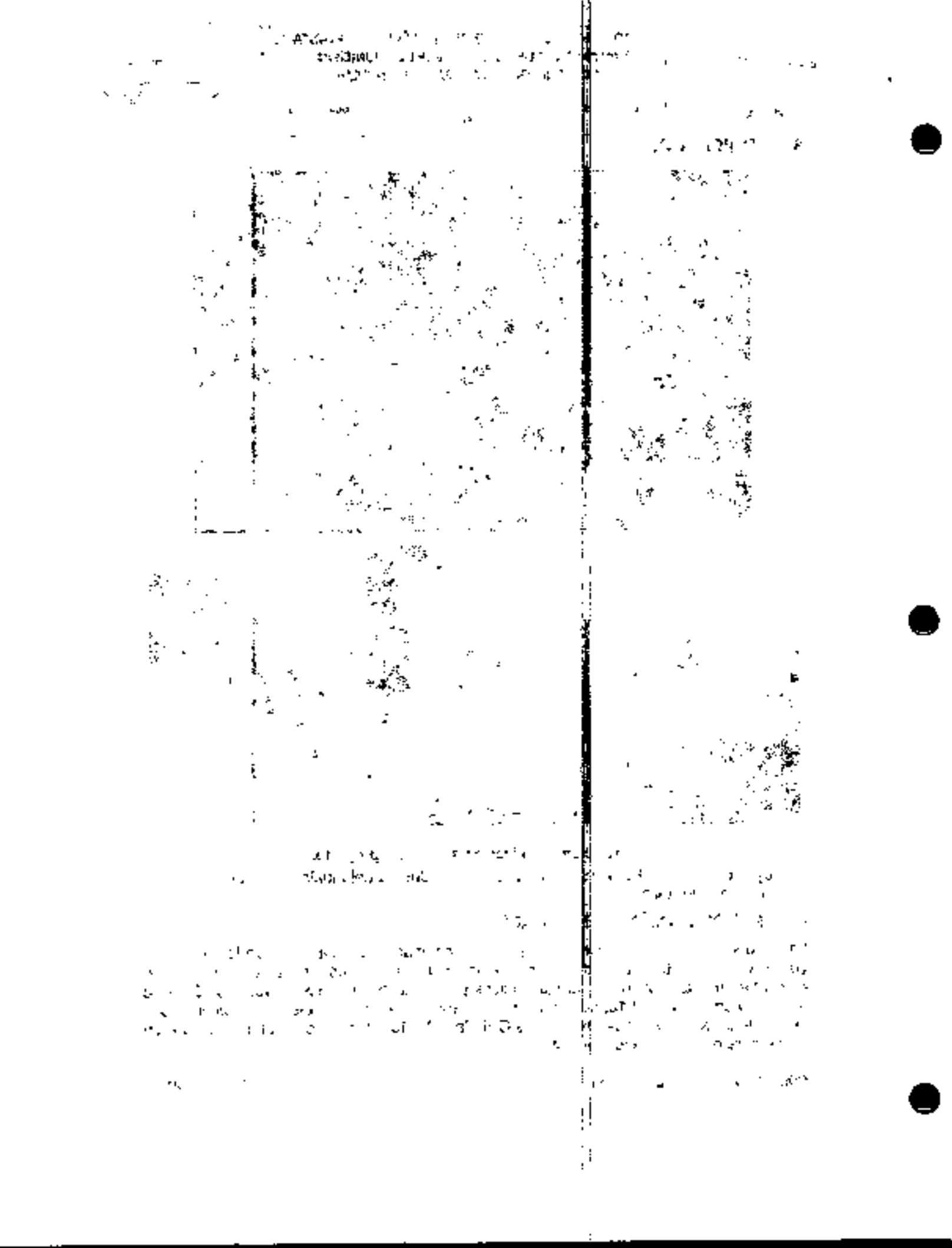


Ilustración 3 - Ubicación general del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en la vereda La Chonta del municipio de Cocorná en el departamento de Antioquia.

4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La metodología empleada con el fin de analizar y diseñar la estructura de la edificación consistió en la modelación de los elementos estructurales por medio de un software computacional, aplicando las cargas exigidas por el Titulo B de la NSR-10, además de lo dispuesto en el AIS-180-13, además del ACI-350-01 y se realiza el diseño cumpliendo con los requerimientos exigidos en el Titulo C de la NSR-10, al tratarse de una estructura en concreto reforzado del tipo ambiental.



4.1 Método de análisis

La estructura del proyecto se analizó por el método elástico de la rigidez con enfoque matricial, el cual considera que los materiales cumplen la ley de Hooke (los esfuerzos son linealmente proporcionales a las deformaciones) y las incógnitas son los desplazamientos. Para tal efecto se utilizó un software de análisis estructural para microcomputador. Este programa de análisis estructural requiere un archivo de información en el cual se describe la topología de la estructura en cuanto a coordenadas de nudos, condiciones de restricción de los nudos, diafragma rígido, conectividad de elemento, propiedades geométricas de las secciones, características de los materiales (concreto, en este caso), orientación de los ejes principales de la sección, cargas sobre los elementos, cargas en los nudos y combinaciones de cargas. Como resultados el programa entrega en diferentes archivos, información sobre los desplazamientos de la estructura para las diferentes hipótesis, reacciones en los nudos restringidos y fuerzas internas en los elementos de acuerdo con el sistema de coordenadas locales de cada uno de ellos. Estos archivos sirven de base para el diseño estructural posterior.

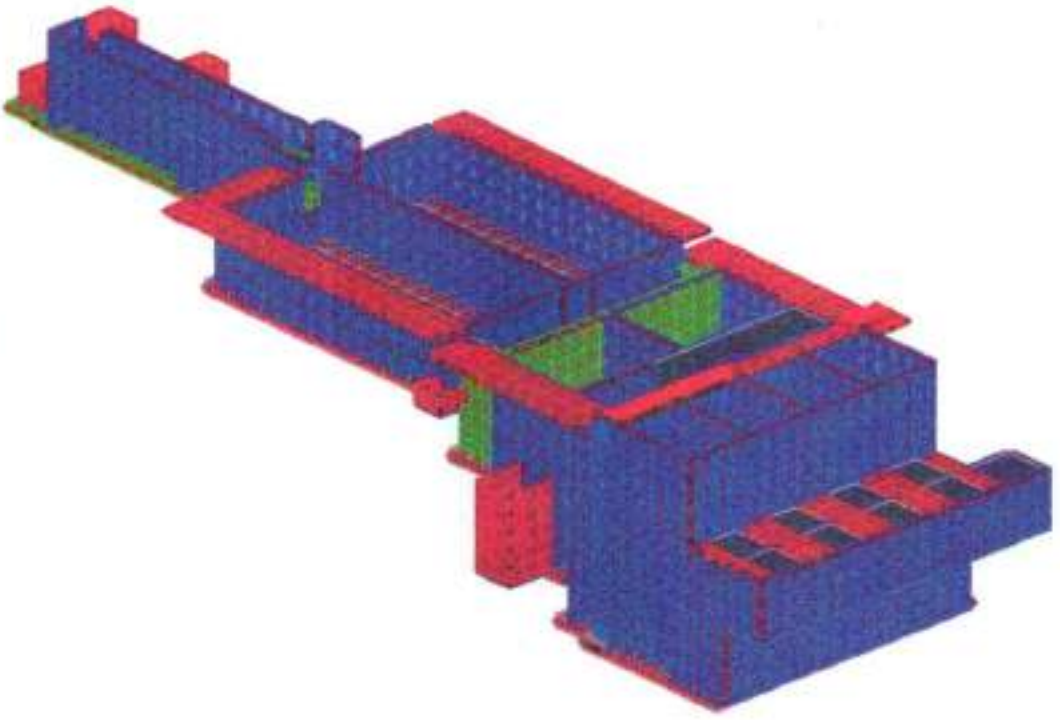


Ilustración 4 – Modelo estructural

4.2 Normas aplicables

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-resistente NSR-10.
- AIS 180-13, Recomendaciones para requisitos sísmicos de estructuras diferentes de edificaciones.
- ACI 350-06 (Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures)
- ACI 350.3-06 (Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures)

4.3 Materiales

4.3.1 Concreto

La resistencia del concreto a los 28 días en las losas y muros debe ser de f'c= 28 MPa (4000 p.s.i), mientras que para los pilotes de cimentación se establece un f'c=21MPa. El mínimo de muestras para ensayos de resistencia a la compresión de cada clase dada de concreto, debe ser de cinco cilindros y las dimensiones de las probetas deben ser de 150 por 300 mm. Para la evaluación y aceptación del concreto ver C.5.6 (C.5.6.1 a C.5.6.5), los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieran de un curado bajo condiciones de obra, la preparación de probetas que se vayan a ensayar en laboratorio y el registro de temperaturas del concreto fresco mientras se preparan las probetas de resistencia debe ser realizado por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por técnicos de laboratorio calificados. El curado del concreto (C.5.11) es a toda la edificación y las muestras de los cilindros para ensayos de resistencia a la compresión.

Se diseñó la estructura tomando un Módulo de elasticidad (NSR-10,C.8.5.1) de $4700\sqrt{f'c}$ (MPa) obteniendo como resultado un Módulo de elasticidad de 21538.11 MPa para un f'c de 21MPa, mientras que para un f'c de 28 MPa se tendrá un módulo de elasticidad de 24870 MPa.

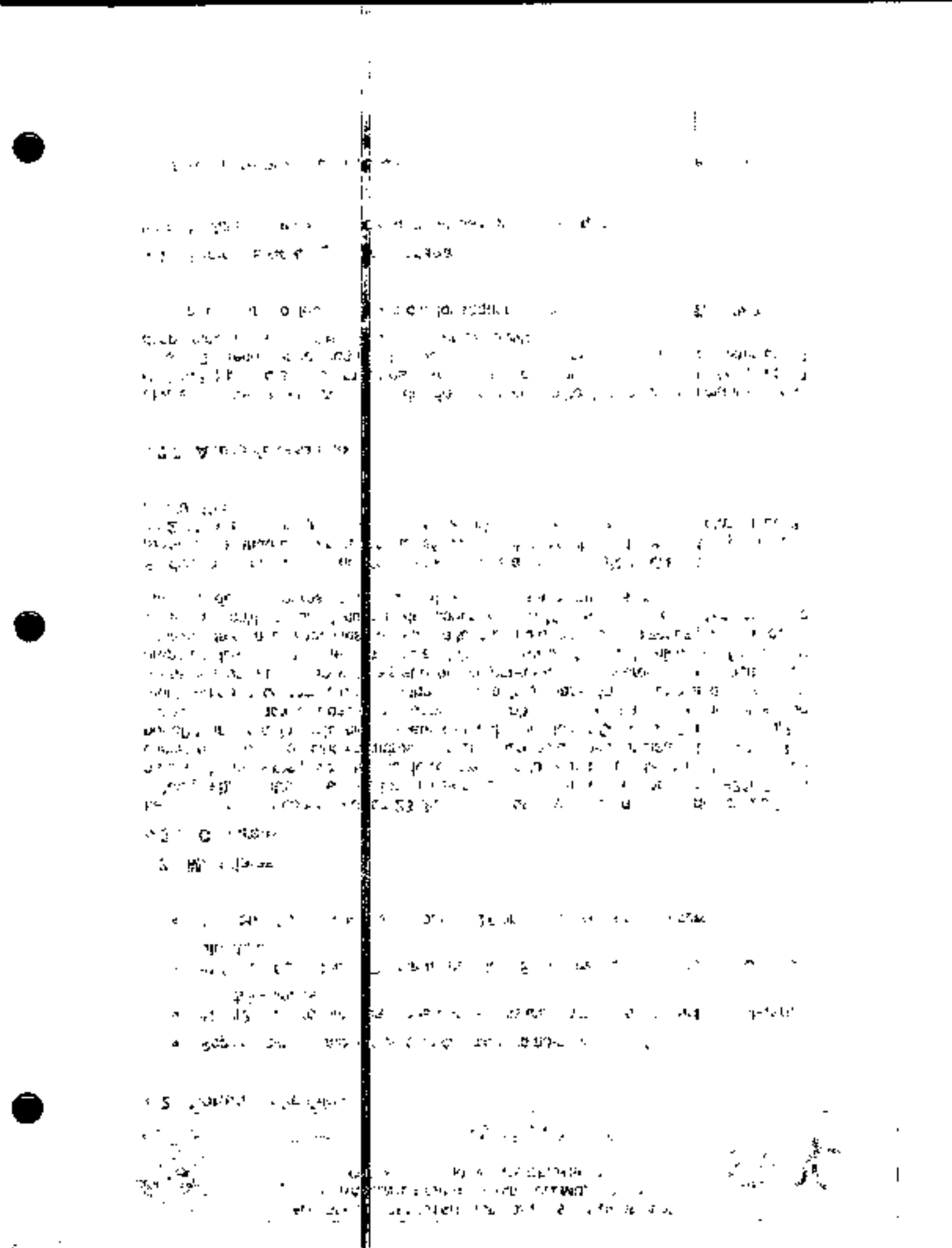
4.3.2 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo utilizado en el diseño tiene como límite de fluencia mínimo fy=60 k.s.i (420 MPa) para diámetros mayores a 1/4" y para menores o iguales con fy=37 k.s.i (240 MPa). Se recomienda adquirir las varillas en longitudes de 9 m para disminuir el desperdicio. Los diámetros utilizados varían entre 3/8" y 1 ".

El acero de refuerzo deberá cumplir con los requerimientos exigidos en la NTC 2289.

4.4 Acciones de carga considerada

Para el cálculo estructural se consideraron las siguientes cargas:



4.4.1 Gravitatorias

4.4.1.1 Carga Muerta

Las cargas muertas cubren todas las cargas de elementos permanentes de construcción y todas aquellas cargas no causadas por la ocupación y uso del edificio. Para calcular las cargas muertas se utilizaron como guía los valores dados la ***NSR-10*** en los numerales ***B.3.2, B.3.3 y B.3.4*** sobre las masas y pesos de los materiales, cargas muertas mínimas y elementos no estructurales respectivamente.

Se ha considerado como cargas muertas al peso de los materiales, dispositivos de servicios equipos, tabiques y otros elementos soportados incluyendo el peso propio de la estructura.

4.4.1.2 Carga viva

Las cargas vivas cubren todas las cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación incluyendo los objetos móviles y las personas que tengan acceso a ella. Para calcular las cargas vivas se utilizaron como guía los valores dados en el numeral B.4.2.1, NSR-10 sobre las cargas vivas mínimas. No se aplicó reducción de carga viva por área ni por número de pisos.

4.4.2 Carga sísmica

4.4.2.1 Localización, nivel de amenaza sísmica y caracterización del emplazamiento

+ Localización = Cocorná, Colombia
+ Zona de amenaza sísmica = Intermedia (NSR-10, Apéndice 4)
+ Coeficiente de aceleración pico efectiva, Aa= 0.15 (NSR-10, Apéndice 4)
+ Coeficiente de velocidad pico efectiva, Av= 0,20 (NSR-10, Apéndice 4)

4.4.2.2 Definición de los movimientos sísmicos de diseño

Los parámetros correspondientes a las propiedades del suelo son tomadas del documento "Estudio Geotécnico Proyecto Planta de Tratamiento de Agua Potable, Municipio de Cocorná-Antioquia"

+ Tipo de perfil de suelo = D
+ Factor de amplificación del espectro para periodos corto Fa= 1.50
+ Factor de amplificación del espectro para periodos intermedios Fv= 2.00
+ Grupo de uso = III
+ Coeficiente de importancia I =1.25

4.4.2.3 Espectro elástico de diseño

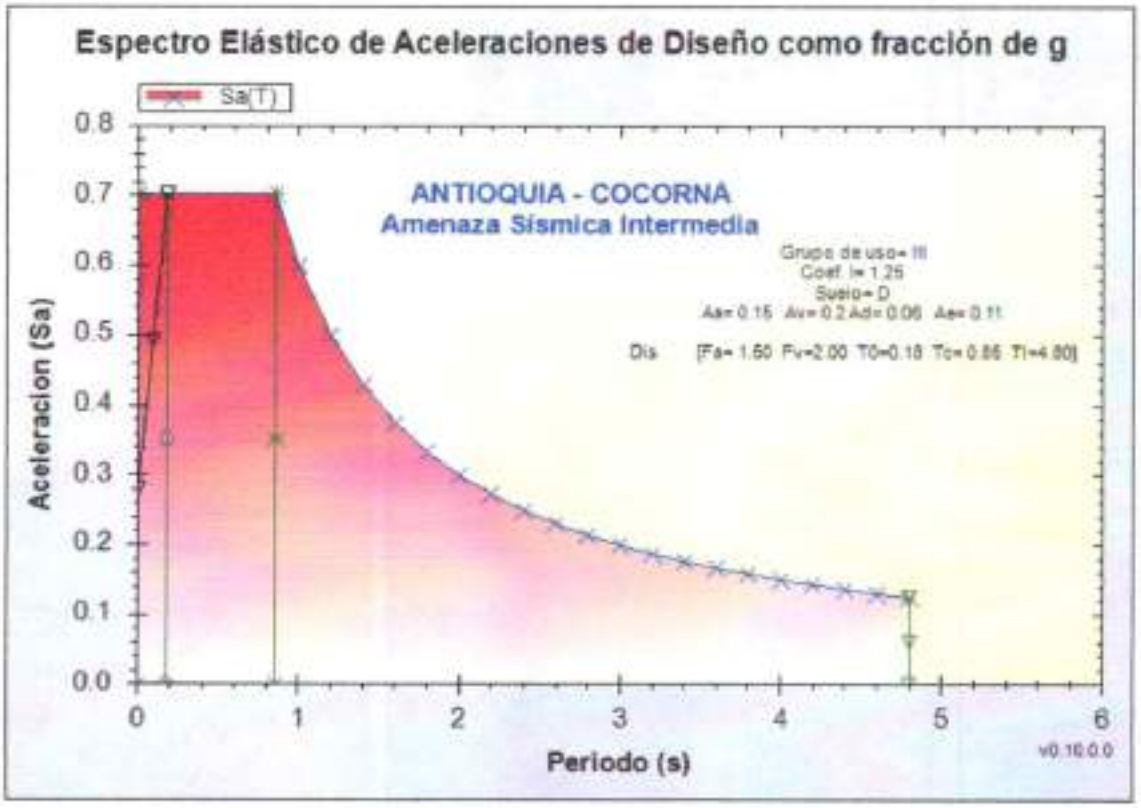


Ilustración 5 – Espectro elástico de diseño

4.4.2.4 Método sísmico

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la norma Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures (ACI 350.3-01).

Los criterios de Housner están ya establecidos en el reglamento ACI 350.3- 1, con lo cual como alternativa se puede usar este para el cálculo de los parámetros sísmicos para el análisis de reservorios.

En este modelo la masa impulsiva (Wi) representa a la masa de agua que permanece quieta durante la solicitación sísmica y la masa convectiva es la que olea, presentándose chapoteo en las paredes del reservorio esta masa vibra con un periodo diferente al de la estructura y al de la masa impulsiva.

En el modelo la masa impulsiva se encuentra actuando a una altura hi y esta actúa moviéndose con el mismo periodo de vibración que el reservorio, es por este motivo que esta masa se aplicara en las paredes del reservorio con una magnitud de mitad en cada una de las dos paredes en que actué el sismo, por su parte la masa convectiva al tener un periodo diferente que el resto de la estructura se modela con resortes unidos a las paredes del reservorio, estos resortes tiene la rigidez calculada con las fórmulas correspondientes.

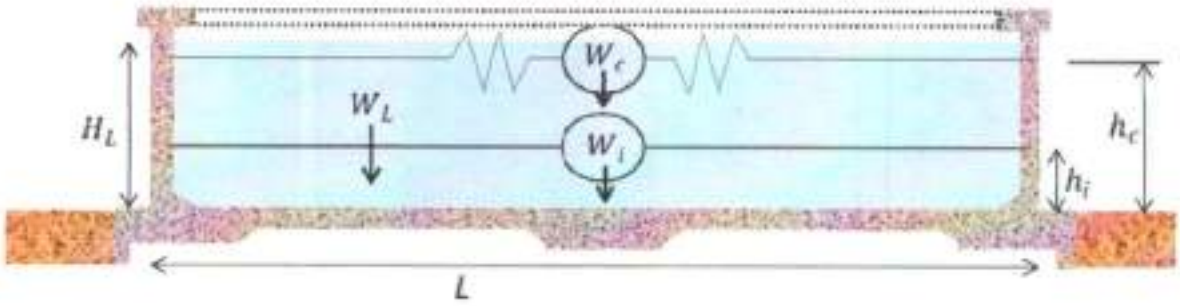


Ilustración 6 – Modelo dinámico de la estructura

4.4.2.5 Carga por empuje de suelos

Mononobe y Okabe (M-O) desarrollaron las bases de un análisis pseudo-estático con el fin de estimar las presiones que ejercen los suelos sobre los muros de contención durante un movimiento sísmico. Este método incluye en el cálculo la valoración de aceleraciones pseudoestáticas horizontales y verticales, actuantes sobre la cuña activa de Coulomb. El empuje dinámico (sísmico) del suelo, se obtiene entonces a partir del equilibrio de la cuña luego de
chocar esta, con la pantalla del muro.

Empuje Dinámico (Mononobe-Okabe).
Para aplicar este método debemos conocer el peso específico (ɣ), el ángulo de fricción (ø) del suelo de relleno, ángulo de fricción (δ) entre el suelo de relleno y el trasdós del muro, el ángulo (°) entre el talud de relleno y la horizontal y el ángulo (β) de inclinación de la superficie del trasdós del muro.
Además, se define el ángulo

$$\theta = arc, tag(\frac{kh}{1 - kv})$$

Donde (Kh) será el coeficiente sísmico horizontal y (Kv) el coeficiente sísmico vertical, correspondientes a la zona para la cual se diseñará el muro.
El método de Mononobe-Okabe, como ya se indicó anteriormente, considera el empuje del suelo de relleno como la acción de una cuña triangular activa de suelo sobre la pantalla de muro, este empuje se calculará así:

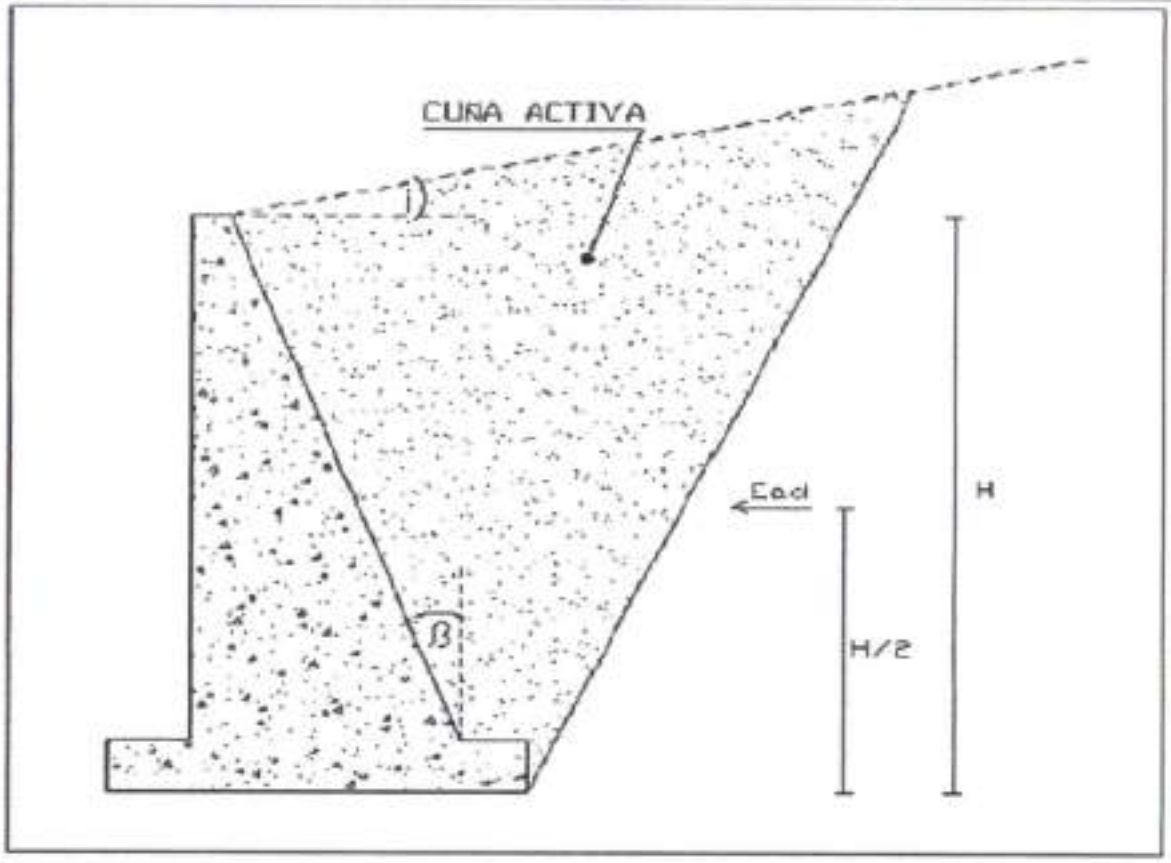


Ilustración 7 – Esquema para el método de Mononobe – Okabe.

Se define el coeficiente de empuje activo dinámico igual a:

$$K_{ad} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos\theta \cdot \cos^2\beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi + \delta) \cdot \operatorname{sen}(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

Y el empuje activo total como:

$$EaT = \frac{1}{2}\gamma H^2(1 - Kv)K_{ad}$$

El empuje activo total se puede dividir en una componente estática que actúa a H/3 sobre la base del muro, y una componente dinámica que actúa a 0.6H. La fórmula propuesta presenta valores del lado de la seguridad respecto a la descomposición en componente estática y dinámica.

4.5 Combinaciones de carga.

4.5.1 Combinaciones de carga de servicio

Estás combinaciones son utilizadas con el fin de hallar las deformaciones sobre los elementos estructurales, además de dimensionar elementos de cimentación. Las combinaciones de carga de servicio son establecidas en el capítulo B.2.3.1 de la NSR-10 y para este caso son:

+ D
+ D + L
+ D + Lr
+ D + 0.75L + 0.75Lr
+ D + W
+ D + 0.75Ex,y
+ D + 0,75W + 0,75L + 0,75Lr
+ D + 0,75(0,7Ex,y) + 0,75L + 0,75Lr
+ 0,6D + W
+ 0,6D + 0,7Ex,y

Siendo,

- D: Cargas muertas en el sistema
- Lr : Cargas vivas de cubierta
- W: Cargas de viento
- Ex: Fuerza sísmica reducida en un factor R en dirección x.
- Ey: Fuerza sísmica reducida en un factor R en dirección y

4.5.2 Combinaciones de carga de diseño (LRFD)

Como se mencionó en 2.10, con el fin de comprobar el diseño de la estructura se dispone del método LRFD, para el cual se establecen en B.2.4.2 de la NSR-10 sus respectivas combinaciones de carga que para este caso son:

+ 1,4D
+ 1,2D + 1,6L+0,5Lr
+ 1,2D + 1,6Lr + 1,0L + 0,5W
+ 1,2D + 1,0W + 0,5Lr
+ 1,2D ± 1,0Ey +1,0L
+ 1,2D ± 1,0Ex + 1,0L
+ 0,9D ± 1,0Ex
+ 0,9D ± 1,0Ey
+ 0,9D ± 1,0W

Siendo,

- D: Cargas muertas en el sistema
- L: Cargas vivas del sistema
- Lr : Cargas vivas de cubierta
- W: Cargas de viento
- Ex: Fuerza sísmica reducida en un factor R en dirección x.

- Ey: Fuerza sísmica reducida en un factor R en dirección y

4.5.3 Factor de durabilidad ambiental (Sd)

La resistencia requerida U para secciones que no sean controladas por compresión, como se definen en C.10.3.3 debe multiplicarse por el siguiente coeficiente de durabilidad ambiental Sd. C.23-C.9.2

$$S_d = \frac{\emptyset f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0$$

El coeficiente de durabilidad ambiental tiene las siguientes restricciones:

a) En el caso de diseño a cortante este coeficiente Sd se aplica únicamente a la porción de la resistencia a cortante que es llevada por el refuerzo a cortante.

b) El coeficiente de durabilidad no debe utilizarse en diseños que utilicen cargas de servicio o esfuerzos admisibles.

c) No se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental Sd en combinaciones de carga que incluyan fuerzas sísmicas E.

d) El coeficiente de durabilidad ambiental Sd debe tomarse como 1.0 para el diseño a flexión de secciones controladas por compresión, en el refuerzo preesforzado y en las zonas de anclaje de elementos postensados, independientemente de la exposición ambiental.C.23-C.9.2.7.

Por lo anterior se aplicada el coeficiente de durabilidad ambiental Sd solo a las combinaciones de carga que NO involucren el valor de E.

5 MÉTODO DE DISEÑO.

El diseño de la estructura principal de resistencia sísmica se hará de acuerdo al Título C de la norma colombiana de construcción sismo resistente NSR-10, correspondiente al diseño de concreto.

5.1 Refuerzo mínimo en muros y losas.

El refuerzo mínimo estará dado por las siguientes ecuaciones.

$$A_{s,min} = \frac{0.25 \cdot \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d > 1.4 \cdot b_w \cdot d / f_y$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} > 0.0030 \quad \text{(Refuerzo vertical)}$$

Teniendo de esta manera las siguientes cuantías mínimas para los espesores usados

$e := 150\ mm$ Espesor de muros o losa

$f'_c := 28\ MPa$ Resistencia a compresión concreto

$f_y := 420\ MPa$ Resistencia a la fluencia del acero

$r := 5\ cm$ Recubrimiento

$b_w := 1\ m$ Longitud a evaluar

$d := e - r = 0.1\ m$

$$A_{s_min} := \max\left(0.25 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d,\ 1.4 \cdot b_w \cdot \frac{d}{f_y} \cdot MPa,\ 0.0018 \cdot b_w \cdot d\right) = 333.333\ mm^2$$

$$A_{s_prop} := 71\ mm^2 \cdot \frac{1000}{200} = 355\ mm^2$$

$$A_s := \frac{71\ mm^2}{200\ mm} = 0.355\ \frac{mm^2}{mm}$$

Para las losas de pasarelas se disponen como mínimo barras de 3/8" cada 20cms

$e := 200\ mm$ Espesor de muros o losa

$f'_c := 28\ MPa$ Resistencia a compresión concreto

$f_y := 420\ MPa$ Resistencia a la fluencia del acero

$r := 5\ cm$ Recubrimiento

$b_w := 1\ m$ Longitud a evaluar

$d := e - r = 0.15\ m$

$$A_{s_min} := \max\left(0.25 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d,\ 1.4 \cdot b_w \cdot \frac{d}{f_y} \cdot MPa,\ 0.0018 \cdot b_w \cdot d\right) = 500\ mm^2$$

$$A_{s_prop} := 127\ mm^2 \cdot \frac{1000}{250} = 508\ mm^2$$

$$A_s := \frac{127\ mm^2}{250\ mm} = 0.508\ \frac{mm^2}{mm}$$

Se dispone como mínimo de barras de ½" cada 25cms.

$e := 250\ mm$ Espesor de muros o losa

$f'_c := 28\ MPa$ Resistencia a compresión concreto

$f_y := 420\ MPa$ Resistencia a la fluencia del acero

$r := 5\ cm$ Recubrimiento

$b_w := 1\ m$ Longitud a evaluar

$d := e - r = 0.2\ m$

$$A_{s_min} := \max\left(0.25 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d,\ 1.4 \cdot b_w \cdot \frac{d}{f_y} \cdot MPa,\ 0.0018 \cdot b_w \cdot d\right) = 666.667\ mm^2$$

$$A_{s_prop} := 127\ mm^2 \cdot \frac{1000}{150} = 846.667\ mm^2$$

$$A_s := \frac{127\ mm^2}{150\ mm} = 0.847\ \frac{mm^2}{mm}$$

Se dispone como mínimo de barras de ½" cada 15cms.

$e := 300\ mm$ Espesor de muros o losa

$f'_c := 28\ MPa$ Resistencia a compresión concreto

$f_y := 420\ MPa$ Resistencia a la fluencia del acero

$r := 5\ cm$ Recubrimiento

$b_w := 1\ m$ Longitud a evaluar

$d := e - r = 0.25\ m$

$$A_{s_min} := \max\left(0.25 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d,\ 1.4 \cdot b_w \cdot \frac{d}{f_y} \cdot MPa,\ 0.0018 \cdot b_w \cdot d\right) = 833.333\ mm^2$$

$$A_{s_prop} := 199\ mm^2 \cdot \frac{1000}{200} = 995\ mm^2$$

$$A_s := \frac{199\ mm^2}{200\ mm} = 0.995\ \frac{mm^2}{mm}$$

Se dispone como mínimo de barras de 5/8"" cada 25cms.

5.2 Refuerzos calculados a flexión en la estructura.

Se calculan las cuantías de acero requeridos en muros y losas de la PTAP mediante el software SAP2000, y se presentan los resultados en las siguientes ilustraciones.

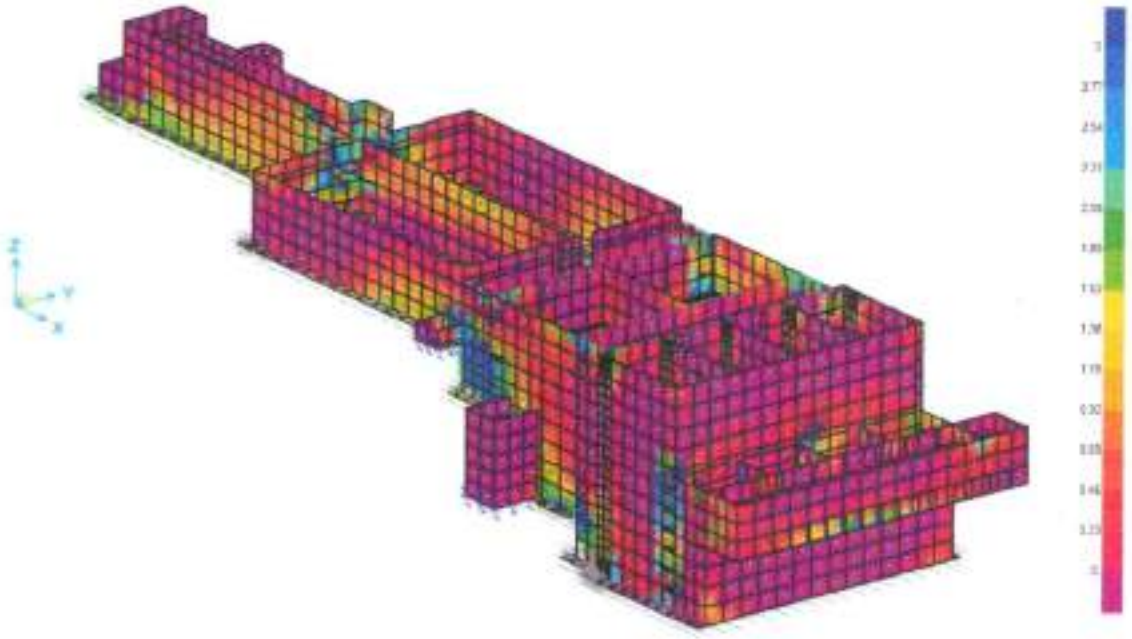


Ilustración 8 – Acero requerido dirección x (losas), horizontal en muros en la cara superior (mm^2/mm).

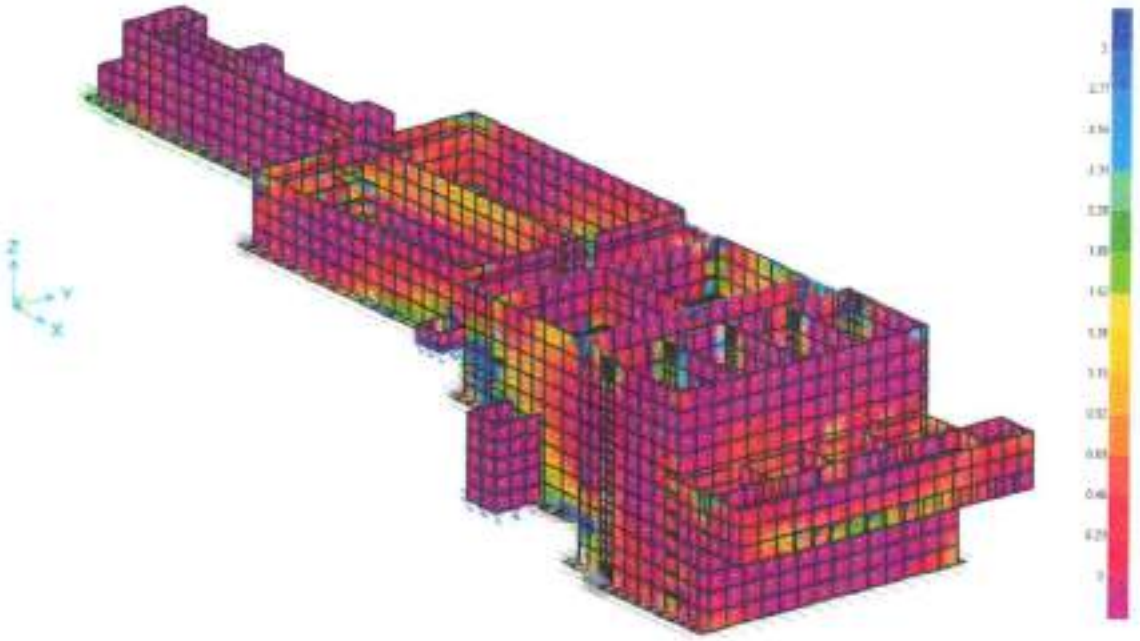


Ilustración 9 – Acero requerido dirección x (losas), horizontal en muros en la cara inferior (mm^2/mm).

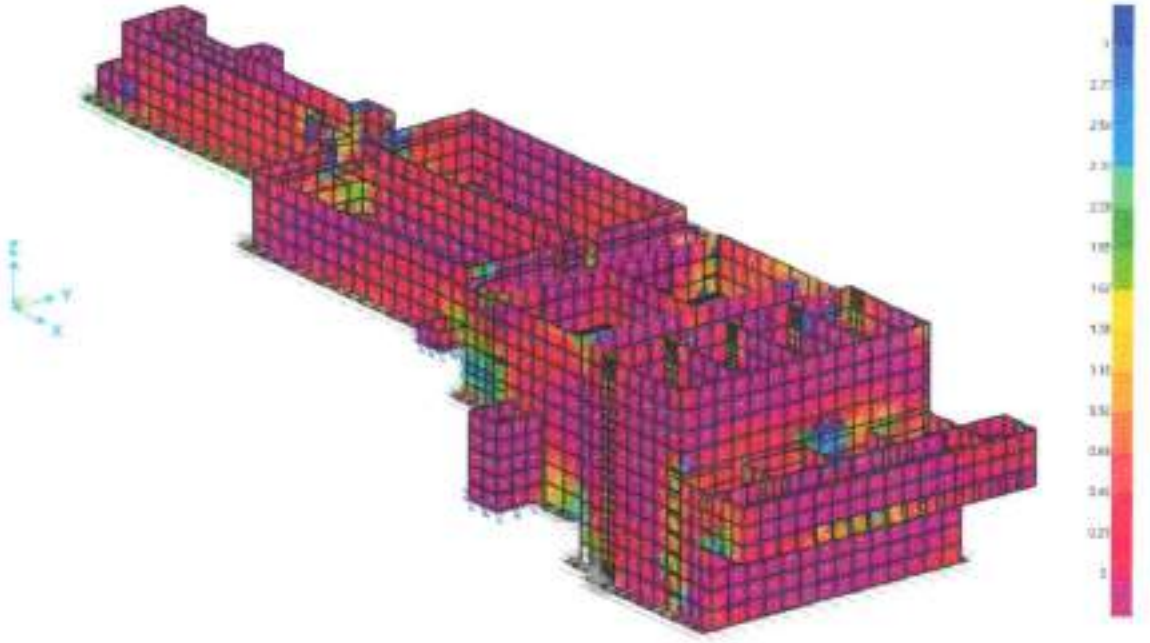


Ilustración 10 – Acero requerido dirección y (losas), vertical en muros en la cara superior (mm^2/mm).

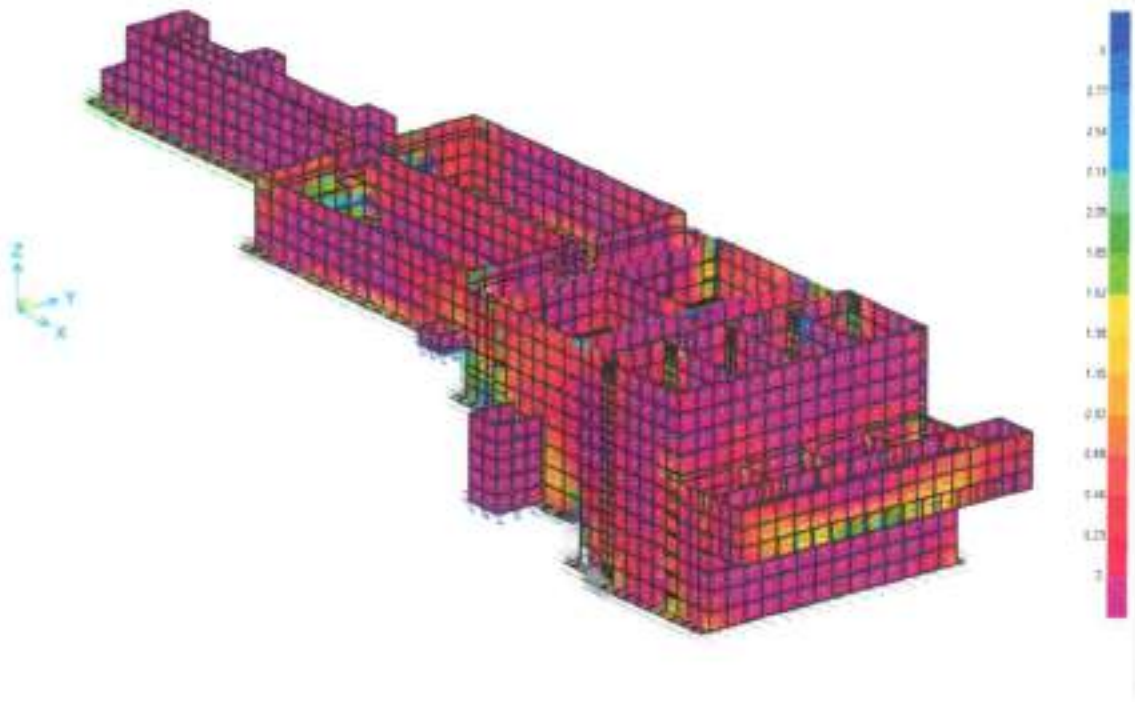


Ilustración 11 – Acero requerido dirección y (losas), vertical en muros en la cara inferior (mm^2/mm).

Como se puede evidenciar en las ilustraciones de la 10 a la 3, la mayoría de los elementos estructurales cumplen con las cuantías mínimas calculadas anteriormente a excepción de zonas puntuales en donde se administrará aceros adicionales con la finalidad de cumplir con las cuantías calculadas.

5.3 Diseño a cortante de muros y losas

Se calculan a continuación la capacidad a cortante de todas las secciones

$$e = 0.15\ m$$

$$\phi V_c := 0.75 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d = 67.467\ kN$$

$e = 0.2\ m$

$$\phi V_c := 0.75 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d = 101.2\ kN$$

$e = 0.25\ m$

$$\phi V_c := 0.75 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d = 134.933\ kN$$

$e = 0.3\ m$

$$\phi V_c := 0.75 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d = 168.667\ kN$$

$e = 0.4\ m$

$$\phi V_c := 0.75 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa \cdot b_w \cdot d = 236.133\ kN$$

Es importante aclarar que se desestiman los valores de cortante encontrados para los puntos de unión entre muros, dado a que en dichos puntos el valor de espesor a evaluar corresponde a la longitud del muro perpendicular al muro estudiado.

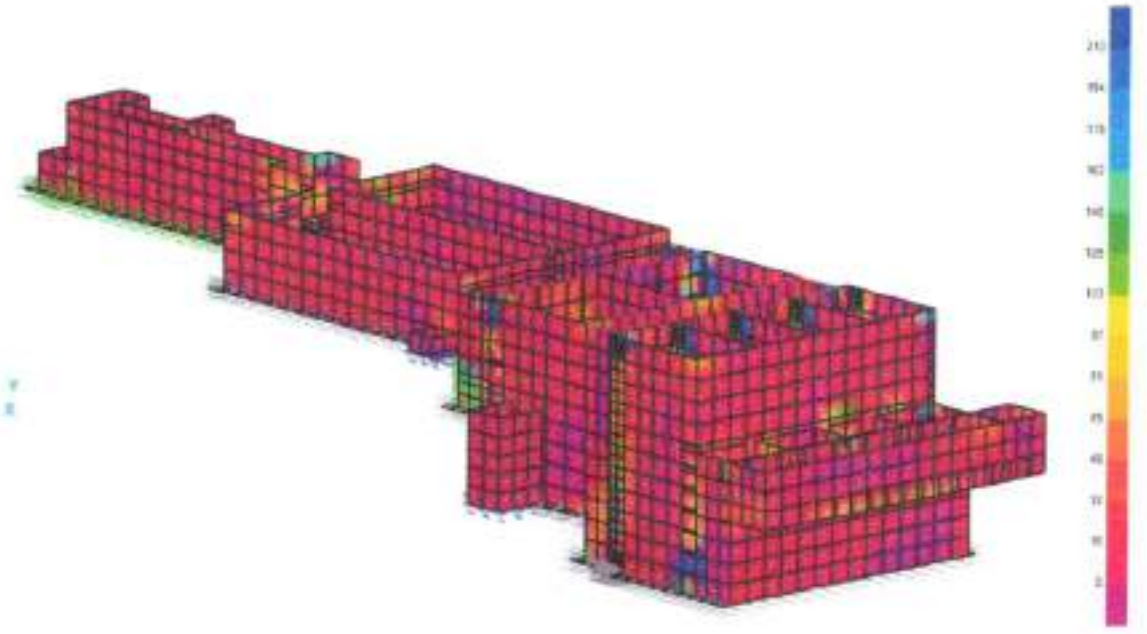


Ilustración 12 - Cortante máxima en kN/m

De la ilustración 12 se puede concluir que ningún elemento tipo losa o muro que forman parte de la PTAP requieren reforzamiento a contante.

5.4 Diseño de cimentaciones

Las cimentaciones se diseñan siguiendo las recomendaciones del estudio Geotécnico del Proyecto. De esta manera se tiene que el suelo tiene una capacidad 380 kPa para una profundidad de desplante de 0.80m, adicionalmente se pide reforzar las cimentaciones por medio de pilotes de 30cms de diámetro.

5.4.1 Reacciones en la base

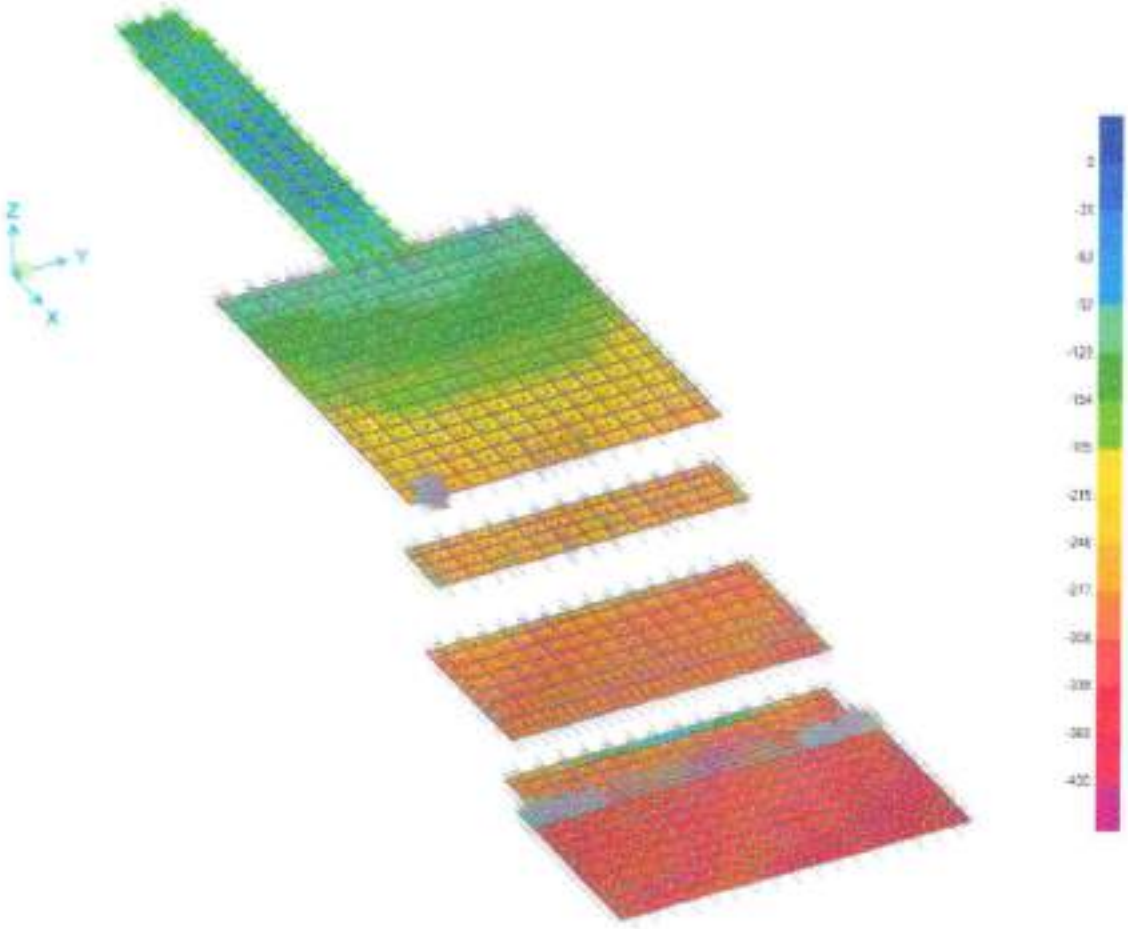


Ilustración 13 – Carga transmitida al suelo por las losas (kPa)

De la ilustración anterior se puede establecer que la estructura no supera la capacidad de soporte del suelo en las losas de cimentación, transmitiendo una carga máxima de aproximadamente 340 kPa.

5.5 LONGITUDES DE DESARROLLO Y TRASLAPO

Las longitudes de desarrollo y empalme se calculan de acuerdo a lo estipulado a C.12 de la NSR-10. A continuación se presenta una tabla resumen para concreto de f'c =21 MPa y f'c =28 MPa que serán utilizados en el proyecto.

Tabla 1 - Longitudes de desarrollo y traslapo para concreto f'c = 21 MPa

Para f'c=21MPa					Longitud de desarrollo		Longitud de traslapo	
Barra	Diametro (mm)	Área (mm^2)	L gancho (mm)	Ldh (mm)	Ld altas (mm)	Ld bajas (mm)	Lt altas (mm)	Lt bajas (mm)
#3 (ø⅜")	9.5	71	150	-	540	420	702	546
#4 (ø½")	12.7	129	200	278	730	560	949	728
#5 (ø⅝")	15.9	199	250	347	910	700	1183	910
#6 (ø¾")	19.1	284	300	416	1090	840	1417	1092
#7 (ø⅞")	22.2	387	350	486	1560	1200	2028	1560
#8 (ø1")	25.4	510	400	555	1790	1370	2327	1781
#10 (ø1 ¼")	32.3	819	510	705	2270	1750	2951	2275

Tabla 2- Longitudes de desarrollo y traslapo para concreto f'c = 28 MPa

Para f'c=28MPa					Longitud de desarrollo		Longitud de traslapo	
Barra	Diametro (mm)	Área (mm^2)	L gancho (mm)	Ldh (mm)	Ld altas (mm)	Ld bajas (mm)	Lt altas (mm)	Lt bajas (mm)
#3 (ø⅜")	9.5	71	150	-	470	360	611	468
#4 (ø½")	12.7	129	200	240	630	490	819	637
#5 (ø⅝")	15.9	199	250	301	790	610	1027	793
#6 (ø¾")	19.1	284	300	361	940	730	1222	949
#7 (ø⅞")	22.2	387	350	421	1350	1040	1755	1352
#8 (ø1")	25.4	510	400	481	1550	1190	2015	1547
#10 (ø1 ¼")	32.3	819	510	610	1970	1510	2561	1963

6 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Tal y como se define en la sección J.3.5 de la NSR-10, *"La resistencia de los elementos estructurales y de compartimentación de las edificaciones se expresa en unidades de tiempo en función del concepto de tiempo equivalente, o tiempo que tarda un elemento determinado en alcanzar, en una prueba normalizada de incendio, el máximo calentamiento que experimentaría en un incendio real.*

Si se opta por la determinación analítica ésta se hará siguiendo un procedimiento racional de cálculo que incluya el potencial combustible, el área de piso, la superficie total expuesta, el área de ventilación, la altura de los muros, sus propiedades conductoras y demás factores pertinentes. Dicho procedimiento deberá ser avalado por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes

Alternativamente, la resistencia de elementos puede determinarse con base en el contenido de los numerales J.3.5.1 a J.3.5.4"

6.1 Resistencia de los elementos estructurales

La resistencia al fuego de los elementos estructurales se determinará con base en el contenido de los numerales J.3.5.1 a J.3.5.4 de la NSR-10 obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 3 - Resistencia al fuego de losa de concreto reforzado (Basado en tabla J.3.5-3 de la NSR-10)

Tipo de elemento	Losa de concreto reforzado
Agregado	Silíceo
Restricción	Expansión restringida
Recubrimiento	20 mm
Resistencia	4 horas

Tabla 4 - Resistencia al fuego de viga de concreto de menor dimensión (Basado en tabla J.3.5-5 de la NSR-10)

Tipo de elemento	Viga de concreto reforzado
Restricción	Expansión restringida
Dimensión	200 mm
Recubrimiento	40 mm
Resistencia	4 horas

7 ANEXOS

Anexo 1.	Cálculo de cargas sísmicas en los tanques

Ingeniero diseñador:

Ing. Uber H. Giraldo Álvarez
Mat. N° 05202-384272 ANT

ELABORACION DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE COCORNA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

PRESUPUESTO MUNICIPIO DE COCORNA

Presupuesto General | municipio de cocorna | 9/08/2025

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO PLANTA DE POTABILIZACIÓN TIPO CONVENCIONAL				
A.	**OBRA CIVIL**				$ 760.462.083,38
1	**OBRAS PRELIMINARES (Incluye todo la excavación del lote de la PTAP)**				**$ 124.458.775,44**
1	Localización, Trazado Y Replanteo: DE LA PTAP; levantamiento altiplanimétrico y topográfico de la zona de estudio	día	3,00	$ 939.950,00	$ 2.819.850,00
2	Desmonte y descapote e=0,20 m manual, incluye acarreo (distancia promedio 150 m) del material sobrante hasta el punto de acopio para botada.	m2	40,67	$ 5.261,00	$ 213.953,00
3	Explanación o corte y nivelación del terreno en material común	m3	33,60	$ 16.233,00	$ 545.348,00
4	Excavación mecánica, de material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad de 0-2m; incluye bolos de roca hasta de 0,35 m3, equipo de succión, arrojar en el fondo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m3	12,96	$ 33.000,00	$ 427.680,00
5	Cargue, retiro y botada de material sobrante de las excavaciones en botaderos oficiales a cualquier distancia y/o donde determine la interventoría	m3	53,04	$ 53.340,00	$ 2.829.410,00
6	Excavación mecánica, de material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad de 2-10m; incluye bolos de roca hasta de 0,35 m3, equipo de succión, arrojar en el fondo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m3	12,88	$ 44.000,00	$ 566.720,00
7	Excavación en roca con cemento demoledor no explosivo. Incluye desenbolsillo. A cualquier profundidad y bajo grado de humedad, incluye cargo y traspaleo	m3	69,06	$ 1.306.309,00	$ 105.372.400,00
8	Demolición de estructuras (Concreto reforzado). Incluye cargue, transporte y disposición de los materiales provenientes de la demolición.	m3	33,46	$ 333.014,00	$ 11.699.314,44
2	**OBRAS EN CONCRETO Y ACERO**				$ 418.031.234,00
2.1	**ACERO DE REFUERZO PARA TODOS LOS COMPONENTES DE LA PTAP Y MANEJO DE LODOS**				$ 401.490.564,00
2.1.1	Acero de refuerzo fy = 60.000 psi (norma NTC 2289)	Kg	30.374,83	$ 13.218,00	$ 401.490.564,00
2.2	**SISTEMA DE ENTRADA, AFORO Y MEZCLA RÁPIDA**				$ 16.540.670,00
2.2.1	Concreto f'c=280 kg/cm2 para losa de fondo incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	3,94	$ 1.044.026,00	$ 2.863.659,00
2.2.2	Concreto f'c=280 kg/cm2 para muros, incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	10,48	$ 1.253.056,00	$ 13.133.280,00
2.2.3	Tapa en concreto f'c=210 Kg/cm2; (incluye marco, herraje en lámina de 2"x1/16" y pintura epóxica)	m2	1,89	$ 288.210,00	$ 543.731,00
3	**FLOCULADORES HIDRAULICOS**				$ 45.233.019,94
3.1	Concreto f'c=280 kg/cm2 para losa de fondo incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	15,89	$ 1.238.198,00	$ 19.677.355,94
3.2	Concreto f'c=280 kg/cm2 para muros, incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	15,42	$ 1.238.198,00	$ 19.092.270,00
3.3	Concreto de f'c=280 Kg/cm2 para pasarelas completamente; incluye impermeabilizante, aditivos de fraguado y formaletería	m3	5,32	$ 1.238.198,00	$ 6.463.394,00
4	**SEDIMENTADORES DE ALTA TASA**				$ 59.389.190,00
4.1	Concreto f'c=280 kg/cm2 para losa de fondo incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	6,57	$ 1.238.198,00	$ 8.132.732,00
4.2	Concreto f'c=280 kg/cm2 para muros, incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	36,45	$ 1.238.198,00	$ 45.134.769,00
4.3	Concreto de f'c=280 Kg/cm2 para pasarelas completamente; incluye impermeabilizante, aditivos de fraguado y formaletería	m3	2,61	$ 1.238.198,00	$ 3.231.125,00
4.4	Tapa en concreto f'c=210 Kg/cm2; (incluye marco, herraje en lámina de 2"x1/16" y pintura epóxica)	m2	2,81	$ 288.210,00	$ 809.337,00
4.5	Concreto de f'c=280 Kg/cm2 para viaducto de apoyo de placas separadoras en PRPV ; incluye impermeabilizante, aditivos de fraguado y formaletería	m3	1,66	$ 1.238.198,00	$ 2.056.327,00
5	**FILTROS AUTOLAVANTES DE TASA DECLINANTE**				$ 47.807.113,00
5.1	Concreto f'c=280 kg/cm2 para losa de fondo, incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	6,47	$ 1.238.198,00	$ 8.008.665,00
5.2	Concreto f'c=280 kg/cm2 para muros, incluye impermeabilizante y formaletería. CON CONCRETADORA	m3	30,37	$ 1.238.198,00	$ 38.721.857,00
5.3	Tapa en concreto f'c=210 Kg/cm2; (incluye marco, herraje en lámina de 2"x1/16" y pintura epóxica)	m2	2,64	$ 288.210,00	$ 676.591,00
6	**LECHOS DE SECADO**				$ 23.083.393,00
6.1	Lechos en material proveniente de la excavación, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad igual o mayor del 95% de la densidad obtenida en el ensayo del Próctor modificado	m3	5,85	$ 28.174,00	$ 166.948,00
6.2	Estructuras en ladrillo con diámetros entre Ø = 12" - 3" (e = 0,20m)	m2	2,96	$ 312.440,00	$ 629.417,00

6.3	Sobrelo en mortero 1:4 para apoyo, e=5cm	m2	23.15	$ 40,344.00	$ 933,101.00
6.4	Concreto f'c=280 kg/cm2 para losa de fondo, incluye impermeabilizante y formaleteria. CON CONCRETADORA	m3	7.98	$ 1,238,198.00	$ 2,445,689.00
6.5	Concreto f'c=280 kg/cm2 para muros, incluye impermeabilizante y formaleteria. CON CONCRETADORA	m3	2.59	$ 1,238,198.00	$ 3,163,498.00
6.7	Techo para cobierta en teja transparente tipo invernadero con policarbonato resistente a U.V > 10 Años	m2	55.98	$ 94,469.00	$ 5,252,799.00
6.8	Construcción y/o reconstrucción de anillo en concreto de 21 Mpa, espesor de 10 cm, incluye piedra de entresacado e=0,15m, arenilla	m3	33.86	$ 206,842.00	$ 6,838,197.00
6.9	Construcción de estructura metalica de acceso, incluye cortes, soldadura anticorrosivo, pintura y demas elementos necesarios para su correcta instalacion.	Kg	144.00	$ 25,651.00	$ 3,693,744.00
7	**TANQUE ESPESADOR**				$ 13,713,070.00
7.1	Llenos en material proveniente de la excavación, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad igual o mayor del 95% de la densidad obtenida en el ensayo del Próctor modificado	m3	3.56	$ 28,174.00	$ 100,169.00
7.2	Entresuelo en triturado con diámetros entre Ø = ¼" - 1" (e = 0,20m)	m3	1.04	$ 212,440.00	$ 220,930.00
7.3	0	m2	2.54	$ 40,294.00	$ 102,601.00
7.4	Concreto f'c=280 kg/cm2 para losa de fondo, incluye impermeabilizante y formaleteria. CON CONCRETADORA	m3	3.01	$ 1,238,198.00	$ 3,726,976.00
7.5	Concreto de f'c = 210 Kg/cm2 para viga de Fundación de 0.40mx0.30m, incluye formaleteria, no incluye acero de refuerzo.	m	8.96	$ 1,067,119.00	$ 9,561,386.00
8	**OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA PLANTA**				$ 58,955,205.00
8.1	Cerramiento en malla eslabonada de h = 2.0m, incluye poste metálico y viga de fundación y bloques en concreto	m	126.49	$ 444,350.00	$ 56,206,842.00
8.2	Cuneta perimetral en concreto de f'c=2.00Kg/cm2	m	12.49	$ 104,743.00	$ 1,308,240.00
8.3	Suministro, transporte y construcción de puerta doble de acceso en malla eslabonada calibre 10 tipo No 5 de 2.04mx2.12m, marco en tubería galvanizada de 2" calibre 14, según diseño; incluye anticorrosivo y pintura plomada, columnas y anclajes en concreto de 21 Mpa, refuerzo, alambre, candado y todo lo necesario para su correcta operación. Incluye transporte hasta el sitio de instalación.	un	1.00	$ 744,726.00	$ 1,448,122.00
II.	**OBRAS CIVILES (SUMINISTRO, TRANSPORTE + INSTALACION)**				$ 433,021,192.00
I.	**SISTEMA DE ENTRADA, AFORO Y MEZCLA RÁPIDA**				$ 21,865,038.00
1	Cinta PVC de e = 15.0cm para juntas de construcción	m	16.80	$ 67,022.00	$ 1,125,970.00
2	Niple pasamuro extremo liso-brida en HD, de Ø=8", L=0,30m, Z=7,5cm; incluye sellos y empaques	un	4.00	$ 853,855.00	$ 3,415,420.00
3	Niple pasamuro extremo liso-brida en HD, de Ø=6", L=0,30m, Z=7,5cm; incluye sellos y empaques	un	2.00	$ 652,834.00	$ 1,305,668.00
4	Niple pasamuro extremo liso-liso en HD, de Ø=4", L=0,30m, Z=7,5cm; incluye sellos y empaques	un	4.00	$ 512,594.00	$ 2,050,376.00
5	Instalacion Tubería PVC RDE 26 de Ø4" UM	m	1.82	$ 12,000.00	$ 23,040.00
6	Brida PVC Ø4", incluye empaques y tornillos	un	2.00	$ 155,203.00	$ 465,606.00
7	Brida PVC Ø6", incluye empaques y tornillos	un	13.00	$ 182,468.00	$ 2,007,148.00
8	Válvula de compuerta sello elástico vástago no ascendente de Ø6" en HD bridada; incluye sellos y empaques	un	1.00	$ 4,015,241.00	$ 4,015,241.00
9	S.T.J Canaleta Parshall con refuerzo estructural en fibra de vidrio tipo Mat de 450 g/cm2, Woven Roving de 800 g/cm2 con ancho de garganta 3", incluye 6 pernos de fijación en acero inox. de 3" x ½"	un	1.00	$ 3,815,017.00	$ 3,815,017.00
10	Compuerta en acero inoxidable de 0.40m x 0.30 y e = 3/16"; incluye guías en "L", sellos en neopreno y 6 pernos de fijación en acero inoxidable de 3" x ½"	un	2.00	$ 1,820,772.00	$ 3,641,544.00
II.	**FLOCULADORES HIDRAULICOS**				$ 185,353,720.00
1	Cinta PVC de e = 15.0cm para juntas de construcción	m	63.48	$ 67,022.00	$ 4,276,804.00
2	Niple Pasamuro en HD de Ø14", L=0,40; z=0,20m brida-brida. Incluye empaques y tornillos	un	4.00	$ 892,119.00	$ 3,568,476.00
3	Niple pasamuro extremo liso-liso en HD, de Ø=4", L=0,30m, Z=7,5cm; incluye sellos y empaques	un	2.00	$ 512,594.00	$ 1,025,188.00
4	Instalacion Tubería PVC RDE 26 de Ø4" UM	m	14.80	$ 12,000.00	$ 171,600.00
5	Codo de 90° PVC-P Ø4" CxC unión mecánica	un	2.00	$ 225,339.00	$ 450,678.00
6	Brida PVC Ø4", incluye empaques y tornillos	un	4.00	$ 155,202.00	$ 620,808.00
7	Válvula de compuerta sello elástico vástago no ascendente de Ø14" en HD bridada; incluye sellos y empaques	un	4.00	$ 4,015,241.00	$ 16,060,964.00
8	Compuerta lateral deslizante circular de Ø14" en HF para desagüe de los floculadores; incluye vástago de L=2,10m, dos soportes guías para vástago N°1, vástago N°1, rueda o volante de manejo de Ø14", tornillos, tuercas, arandelas, sellos y empaques	un	4.00	$ 6,976,507.00	$ 27,906,028.00
9	Placas en PRFV O POLIESTIRENO de 2,4m x 1,20m x 0,01m pintadas con epóxico para agua potable.	un	173.00	$ 622,046.00	$ 107,489,549.00
10	Fijación superior de placas de PRFV O POLIESTIRENO con ángulos en "L" de aluminio de 2" x 2" x 1/8" L=0,3; incluye 3 pernos para fijación en concreto de ½" x 2½" en acero inoxidable	ML	57.20	$ 116,210.00	$ 6,647,212.00
11	Fijación inferior de placas de PRFV O POLIESTIRENO con ángulos en "L" de acero inoxidable de 2" x 2" x 1/8" L = 0,30m; incluye 4 pernos para fijación en concreto de ½" x 2¼" en acero inoxidable	ML	57.20	$ 120,169.00	$ 6,873,667.00
12	Peldaños en malla corrugada galvanizada de Ø½", incluye perforaciones en muro, mortero para resane y pintura anticorrosiva	un	28.00	$ 35,687.00	$ 999,236.00
13	Pasamanos en tubería negra liviana de Ø2", incluye anticorrosivo, pintura azul rey, soldadura y tapones	m	27.60	$ 320,259.00	$ 8,839,816.00
14	Válvula mariposa tipo Wafer Ø4", cuerpo en hierro y disco en acero inoxidable, Norma AWWA C-504 y presión de trabajo de 200 PSI (incluye empaques y tornillos)	un	2.00	$ 458,247.00	$ 916,494.00
III.	**SEDIMENTADORES DE ALTA TASA**				$ 66,839,735.00
1	Cinta PVC de e = 15.0cm para juntas de construcción	m	52.80	$ 67,022.00	$ 3,538,762.00

2	Niple pasamuro extremo liso-brida en HD, de Ø=8", L=0.40m, Z=25.0cm; incluye sellos y empaques	un	12.00	$ 853,855.00	$ 10,246,260.00
3	Instalación Tubería PVC RDE 26 de Ø8" UM	m	5.60	$ 13,737.00	$ 76,957.00
4	Instalación Tubería PVC RDE 26 de Ø14" UM	m	8.00	$ 17,679.00	$ 141,432.00
5	Brida PVC Ø8" Unión Soldada ANSI 150	un	8.00	$ 225,875.00	$ 1,807,000.00
6	Tapón PVC-P Ø8" Unión mecanica	un	4.00	$ 626,740.00	$ 2,506,960.00
7	S.T.: Placas paredes plasticas de 2x2,8x1,4 pintadas con epóxico para agua potable.	un	2.00	$ 622,046.00	$ 1,244,092.00
8	Canaleta diseño sierra en fibra de vidrio con aleta de acero de 0.25m x 0.20m(CB14" con pie amigos, pestaña divisoria a cada sección, fas y soportes en fibra de vidrio	m	9.00	$ 703,362.00	$ 5,626,896.00
9	Válvula de compuerta sello elástico vástago no ascendente de Ø6" en HD bridada; incluye sellos y empaques	un	4.00	$ 398,756.00	$ 1,595,024.00
10	Compuerta lateral deslizante circular de Ø6" en HF para desagüe de los floculadores; incluye vástago de L=3,13m, dos soportes guías para vástago N°1, vástago N°1, rueda o volante de manejo de Ø6", tornillos, tuercas, arandelas, sellos y empaques	un	4.00	$ 6,976,507.00	$ 27,906,028.00
11	Abrazaderas en lámina de acero inoxidable de e=5,0mm, L= 1,0m para fijación de tubería en fondo de la estructura; incluye pernos de anclaje en acero inoxidable de 2½" x ¾" (2 por abrazadera)	un	16.00	$ 221,238.00	$ 3,539,808.00
12	Peldaños en varilla corrugada galvanizada de Ø¾", incluye perforaciones en muro, resterarió para resane y pintura anticorrosiva	un	20.00	$ 15,687.00	$ 1,284,732.00
13	Pasamanos en tubería negra liviana de Ø2"; incluye anticorrosivo, pintura azul rey, soldadura y fijaciones	m	59.24	$ 230,259.00	$ 7,325,819.00
IV.	**FILTROS AUTOLAVANTES DE TASA DECLINANTE**				$ 86,723,293.00
1	Cinta PVC de e = 15,0cm para juntas de construcción	m	76.92	$ 67,022.00	$ 5,121,821.00
2	Canaleta en fibra de vidrio con aleta de acero liso de ancho 0.20m y altura 0.25m, C 3/16" (m)	m	6.72	$ 267,762.50	$ 1,799,361.00
3	Material filtrante Antracita; T.E = 0,80 y C.U=1,38	m3	2.53	$ 1,927,895.00	$ 6,881,472.00
4	Material filtrante Arena; T.E = 0,55 Y C.U=1,36	m3	1.96	$ 969,955.00	$ 1,901,112.00
5	Material de soporte Grava de Ø = 1½ - 2½"	m3	0.93	$ 211,982.00	$ 1,890,243.00
6	Viguetas en "V" invertida, prefabricadas en concreto de f'c=280 Kg/cm², (Ancho = 0,12m, Altura = 0,32m, L = 2,20m) con 14 orificios de Ø1" por lado de vigueta especificos cada 15 cm; incluye refuerzo	ML	33.60	$ 127,527.00	$ 4,284,907.00
7	Válvula de bola de Ø2" en acero inoxidable roscada	un	1.00	$ 157,439.00	$ 157,439.00
8	Válvula de compuerta sello elástico vástago no ascendente de Ø8" en HD bridada; incluye sellos y empaques	un	4.00	$ 3,988,012.00	$ 15,952,048.00
9	Compuerta lateral deslizante circular de Ø8" en HF para desagüe de los floculadores; incluye vástago de L=4,83m, dos soportes guías para vástago N°1, vástago N°1, rueda o volante de manejo de Ø8", tornillos, tuercas, arandelas, sellos y empaques	un	4.00	$ 5,188,012.00	$ 20,752,048.00
10	Compuerta en acero inoxidable de 0.54m x 0.75 y e = 3/16"; incluye guías en "U", sellos en neopreno y 6 pernos de fijación en acero inoxidable de 2" x ¼"	un	4.00	$ 1,820,772.00	$ 7,283,088.00
11	Peldaños en varilla corrugada galvanizada de Ø¾", incluye perforaciones en muro, resterarió para resane y pintura anticorrosiva	un	15.00	$ 35,687.00	$ 535,305.00
12	Pasamanos en tubería negra liviana de Ø2"; incluye anticorrosivo, pintura azul rey, soldadura y fijaciones	m	21.16	$ 230,259.00	$ 6,863,370.00
13	Niple pasamuro extremo liso-liso en HD, de Ø=8", L=0,30m, Z=7,5cm; incluye sellos y empaques	un	8.00	$ 513,594.00	$ 4,100,752.00
14	Niple pasamuro extremo liso-brida en HD, de Ø=8", L=0,30m, Z=7,5cm; incluye sellos y empaques	un	3.00	$ 2,230,915.00	$ 2,230,915.00
15	Brida PVC Ø8"; incluye empaques y tornillos	un	4.00	$ 225,875.00	$ 903,500.00
16	Compuerta en acero inoxidable para salida de canal general de 0,6m x 0,5 1 y e = 3/16"; incluye guías en "U", sellos en neopreno y 6 pernos de fijación en acero inoxidable de 2" x ¼"	un	1	$ 1,556,013.80	$ 1,556,012.00
17	Rauta distribuidora en filtros en acero inoxidable	m	40	$ 115,000.00	$ 4,600,000.00
VI.	**LECHOS DE SECADO**				$ 17,892,545.00
1	Cinta PVC de e = 15,0cm para juntas de construcción	m	22.00	$ 67,022.00	$ 1,474,484.00
2	Instalacion Tubería PVC -P de Ø6" RDE 26 UM	m	6.67	$ 13,000.00	$ 86,710.00
3	Brida PVC Ø6" Unión Soldada ANSI 150	un	14.00	$ 180,468.00	$ 2,526,552.00
4	Tapón PVC-P Ø4" Unión soldada	un	1.00	$ 50,499.00	$ 50,499.00
5	Tee de Ø6" PVC-P unión mecanica	un	3.00	$ 266,927.00	$ 800,781.00
6	Codo de 90° Ø4" PVC-P unión soldada	un	6.00	$ 184,426.00	$ 1,106,556.00
7	Reducción PVC-P 6" x 4", Unión Mecanica	un	5.00	$ 243,538.00	$ 1,217,690.00
8	Plaza disipadora de energía en concreto de f'c = 210 kg/cm², de 0.50 x 0.50 x 0,06m	un	4.00	$ 98,512.00	$ 394,048.00
9	Válvula mariposa tipo Wafer Ø4", cuerpo en hierro y disco en acero inoxidable, Norma AWWA C-504 y presión de trabajo de 200 PSI (incluye empaques y tornillos)	un	8.00	$ 458,347.00	$ 1,022,908.00
10	Grava gruesa gradada de Ø = 1/8" - 1"	m3	4.80	$ 926,148.00	$ 4,445,510.00
11	Arena gruesa limpia de canto rodado que pase la malla N° 10	m3	3.60	$ 926,148.00	$ 3,334,133.00
12	Instalacion Tubería PVC alcantarillado Ø"6	ml	6.75	$ 12,000.00	$ 81,000.00
13	Niple pasamuro extremo brida-liso en HD, de Ø=4", L=0,30m, Z=15,0cm; incluye sellos y empaques	un	1.00	$ 512,594.00	$ 512,594.00
VII.	**TANQUE ESPESADOR**				$ 4,779,863.00
1	Cinta PVC de e = 15,0cm para juntas de construcción	m	5.00	$ 67,022.00	$ 335,110.00
2	Brida HD Ø8"; incluye empaques y tornillos	un	1.00	$ 225,875.00	$ 225,875.00
3	Brida PVC Ø6"; incluye empaques y tornillos	un	1.00	$ 182,468.00	$ 182,468.00
4	Brida PVC Ø4"; incluye empaques y tornillos	un	1.00	$ 155,202.00	$ 286,038.00
5	Válvula mariposa tipo Wafer Ø4", cuerpo en hierro y disco en acero inoxidable, Norma AWWA C-504 y presión de trabajo de 200 PSI (incluye empaques y tornillos)	un	4.00	$ 458,347.00	$ 1,250,124.00
6	Válvula mariposa tipo Wafer Ø4", cuerpo en hierro y disco en acero inoxidable, Norma AWWA C-504 y presión de trabajo de 200 PSI (incluye empaques y tornillos)	un	1.00	$ 345,599.00	$ 1,250,124.00
7	Válvula mariposa tipo Wafer Ø6", cuerpo en hierro y disco en acero inoxidable, Norma AWWA C-504 y presión de trabajo de 200 PSI (incluye empaques y tornillos)	un	1.00	$ 550,017.00	$ 1,250,124.00
VIII.	**TANQUES DE ALMACENAMIENTO**				$ 49,247,906.00
1	Instalacion Tubería PVC -P de Ø4" RDE 26 UM	m	74.40	$ 12,000.00	$ 893,400.00

2	Instalacion Tuberia PVC -P de Ø6" RDE 26 UM	m	34.40	$ 13,000.00	$ 187,200.00
3	Válvula mariposa tipo Wafer Ø4", cuerpo en hierro y disco en acero inoxidable. Norma AWWA C-504 y presión de trabajo de 200 PSI (incluye empaques y tornillos)	un	6.00	$ 458,247.00	$ 1,250,124.00
4	Válvula mariposa tipo Wafer Ø6", cuerpo en hierro y disco en acero inoxidable. Norma AWWA C-504 y presión de trabajo de 200 PSI (incluye empaques y tornillos)	un	3.00	$ 348,599.00	$ 9,291,876.00
5	Filtro en Y HD de Ø6"	un	1.00	$ 1,959,933.00	$ 9,291,876.00
6	Macromedidor HD de Ø3"	un	1.00	$ 3,277,365.00	$ 9,291,876.00
7	Valvula de control Piloto en HD de Ø4"	un	1.00	$ 5,246,365.00	$ 9,291,876.00
8	Brida HD Ø4", incluye empaques y tornillos	un	8.00	$ 182,468.00	$ 1,642,160.00
9	Brida HD Ø4", incluye empaques y tornillos	un	12.00	$ 155,200.00	$ 1,642,160.00
10	Tee de Ø4" PVC-P union mecanica	un	2.00	$ 2,061,486.00	$ 6,184,458.00
c	**CASETA DE OPERACIONES**				$ 151,555,720.81
1	Localización, Trazado Y Replanteo. DE LA CASETA: levantamiento altiplanimétrico y topográfico de la zona de estudio	dia	1.00	$ 939,350.00	$ 939,350.00
2	Descapote y desalojo e=0,20 m manual, incluye acarreo (distancia promedio 150 m) del material sobrante hasta el punto de acopio para botada.	m2	40.67	$ 5,261.00	$ 213,952.66
3	Explanación o corte y nivelación del terreno en material comun	m3	33.60	$ 16,233.00	$ 545,248.28
4	Excavación mecánica, de material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad de 0-2m; incluye bolas de roca hasta de 0,25 m3, equipo de excavac. enrase en el fondo y todo lo necesario para su	m3	12.28	$ 33,000.00	$ 400,444.96
5	Cargue, retiro y botada de material sobrante de las excavaciones en botaderos oficiales a cualquier distancia y/o donde determine la interventoria.	m3	83.84	$ 53,340.00	$ 2,829,409.63
6	Acero de refuerzo fy = 60.000 p.s.i. (norma NTC 2289)	Kg	1148.00	$ 13,218.00	$ 15,174,264.00
7	Suministro, transporte y construcción de losa de piso de caseta de operaciones e=0,15m en concreto f'c = 28Mpa. Incluye transporte mular, formaleta y todo los elementos necesarios para su correcta ejecución. Según diseño	m2	30.26	$ 163,894.90	$ 5,760,484.93
8	Suministro, transporte y construcción de mortero de relleno de 12,5Mpa para dovelas de 0,15x0,15, incluye el transporte mular. El refuerzo se pagará en el item correspondiente.	m	53.00	$ 28,300.00	$ 1,500,165.00
9	Suministro, transporte y construcción de vigas dintel en concreto de 21 Mpa de 0,15x0,2m a 2,2m de altura, revocadas o concreto a la vista; incluye formaleta. Incluye transporte mular.	m	30.79	$ 46,721.00	$ 1,387,129.59
10	Suministro, transporte y construcción de viga collata en concreto de 21 Mpa de 0,15x0,15 a 3m de altura, revocada o concreto a la vista; incluye formaleta. Incluye transporte mular	m	29.79	$ 78,544.00	$ 1,632,929.76
11	Suministro, transporte y construcción de mampostería rellitada y limpia en ladrillo liso horizontal de 15x20x40. Incluye juntas, cuchillas, mortero de pega, cortes a máquina y todo lo necesario para su correcta ejecución. Incluye transporte mular.	m2	53.24	$ 98,550.00	$ 5,244,534.00
12	Suministro, transporte y construcción de revoque impermeabilizado en mortero 1:4; incluye remates y filetes. E=1,5cm	m2	135.33	$ 37,872.00	$ 5,120,900.35
13	Suministro, transporte y construcción de Piso cerámico antideslizante de 33x33 o similar; incluye boleada y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	19.56	$ 100,300.00	$ 1,956,400.00
14	Suministro, transporte e instalación de enchape cerámico pared de 30.5 x 20.5 cm. Incluye suministro y transporte de los materiales, mortero adhesivo para enchapes, boquilla, moldura, remates y todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento. Incluye transporte mular.	m2	23.92	$ 72,217.00	$ 1,871,864.64
15	Suministro, transporte e instalación de puerta y marco en lámina de calibre 20 de 1,10x2,05x0,15; incluye anticorrosivo, pintura y Chapa Yale o similar. Incluye transporte hasta el sitio de instalación	un	1.00	$ 725,093.00	$ 725,093.00
16	Suministro, transporte e instalación de puerta y marco en lámina de calibre 20 de 0,60x2,05x0,15; incluye anticorrosivo, pintura y Chapa para interior. Incluye transporte hasta el sitio de instalación.	un	1.00	$ 421,411.00	$ 421,411.00
17	Suministro, transporte e instalación de Ventana en aluminio de 0,6x0,8 mts. Corrediza. Incluye transporte hasta el sitio de instalación.	un	2.00	$ 358,600.00	$ 717,200.00
18	Suministro, transporte e instalación de Ventana en aluminio de 1x1,2 mts. Corrediza. Incluye transporte hasta el sitio de instalación.	un	4.00	$ 480,600.00	$ 1,922,400.00
19	Suministro, transporte e instalación de reja en acero inoxidable de 1,30x0,80. Incluye pasador, machones revocados y pintados, grifería cuello ganso con mezclador, desagüe, abertos metálicos con llave, muebles inferior en madera y todo lo necesario para su correcto funcionamiento. Incluye transporte hasta el sitio de instalación.	un	3.00	$ 1,325,000.00	$ 1,525,000.00
20	Suministro, transporte e instalación de teja termo acustica acrill para caseta de operación; incluye estructura de soporte caballetes, tornillería y todo lo necesario para su correcta instalación. Incluye el transporte hasta el sitio de instalación.	m2	46.00	$ 165,800.00	$ 7,626,800.00
21	Suministro, transporte e instalación de duchas tipo Pisis sencilla de (cromo) o equivalente. Incluye suministro y transporte de los materiales, regadera cromada, llave con escudo cromados, accesorios, válvula economizadora y todos los demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento. Incluye transporte hasta el sitio de instalación.	un	1.00	$ 136,786.00	$ 136,786.00
22	Suministro, transporte e instalación de Combo sanitario Sensación blanco plus o equivalente. Incluye, sanitario, lavamanos, incrustaciones, griferías , abertos metálico con llave, desagües, tirida de fijación, silicona antihongos y todos los demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento. Incluye el transporte hasta el sitio de instalación.	un	1.00	$ 563,145.00	$ 563,145.00

33	Suministro, transporte y construcción Tanque Séptico en fibra de vidrio 2 m3 normalizado; incluye filtro anaerobio, 20m de tubería PVCS de 4" para conectar unidades sanitarias con el tanque, caja de empalme de 0.40X0.4m, 50m de manguera agrícola de 2" para el efluentes hasta sitio de disposición, accesorios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	un	1.00	$ 4,831,947.00	$ 4,831,947.00
34	Suministro, transporte e instalación de bajante en tubería galvanizada de 2" en poste. Incluye capacete, cinta band, y demás accesorios para su correcta instalación	un	1.00	$ 316,140.00	$ 316,140.00
35	Suministro e instalación de acometida en cable 2 N° 6 + 2 N° 8. Incluye conectores, cintas, marcación y demás accesorios necesarios para su correcta instalación	m	10.00	$ 34,089.00	$ 511,335.00
36	Suministro e instalación de contactor monofásico electrónico trifilar 5(60)A, 240/120 V. Incluye gabinete intemperie con espacio para protección industrial de 2x50 A según diseño	un	1.00	$ 766,980.00	$ 766,980.00
37	Suministro e instalación de puesta tierra para gabinete de medida según diseño y norma EPM RA4-020	un	1.00	$ 432,810.00	$ 432,810.00
38	Suministro e instalación de Tubería PVC tipo DB 3". Incluye canalización por zona blanda según norma EPM	m	15.00	$ 49,796.00	$ 746,940.00
39	Suministro e instalación de caja de inspección para canalización según norma EPM RS1-003	un	3.00	$ 685,470.00	$ 2,056,410.00
40	Suministro e instalación de Luminaria LED HERMÉTICA de 40 W. Incluye clavija, cable encauchetado 3x14 AWG y fijación	un	10.00	$ 104,096.00	$ 1,040,960.00
41	Suministro e instalación de Luminaria LED 200 W IP65. Incluye fijación al poste	un	4.00	$ 920,788.00	$ 3,683,152.00
42	Suministro e instalación de tablero monofásico de 18 circuitos con espacio para totalizador. Incluye totalizador de 2x50 A según cuadro de cargas	un	1.00	$ 805,772.00	$ 805,772.00
43	Suministro e instalación de salida para toma normal 110/220 V, incluye tubería EMT de 3/4", 3 m cable 3 N° 12 AWG, caja metálica 12x12x5, tapa y toma 110/220 V	un	4.00	$ 121,371.00	$ 485,484.00
44	Suministro e instalación de salida para iluminación, incluye tubería EMT de 3/4", 5 m cable 3 N° 12 AWG, caja metálica 12x12x5, tapa y toma 110/220 V	un	19.00	$ 121,371.00	$ 2,306,049.00
45	Suministro e instalación de salida para suiche sencillo, doble o triple para iluminación. Incluye tubería EMT 3/4", cable 3 N° 12 AWG, caja metálica y aparato	un	5.00	$ 134,676.00	$ 673,380.00
46	Suministro e instalación de breaker enchufable 2x20 A	un	3.00	$ 53,258.00	$ 159,774.00
47	Suministro e instalación de breaker enchufable 1x20 A	un	11.00	$ 34,258.00	$ 376,838.00
48	Suministro e instalación de puesta tierra para poste según norma RA6-010	un	1.00	$ 525,506.00	$ 525,506.00
49	Suministro e instalación de acometida en cable 3 N° 10 para bombas. Incluye conectores, tubería EMT 3/4", cintas, marcación y demás accesorios necesarios para su correcta instalación	m	54.00	$ 343,461.00	$ 18,546,894.00
50	Trámites de legalización para servicio de energía ante el operador de red EPM. Incluye aprobación final PROYECTO DE REDES y legalización servicio de energía	un	1.00	$ 2,170,000.00	$ 2,170,000.00
51	Suministro e instalación de soldadura exotérmica 90 g para cable 1/0 cobre	un	31.00	$ 107,396.00	$ 3,329,276.00
52	Diseño, Suministro e Instalación de DPS tipo I + II, 8 kA para el tipo I y 20 kA para el tipo II, máximo voltaje de operación continua 150 V, 2 fases 3 hilos según diseño propuesto	un	1.00	$ 1,357,282.00	$ 1,357,282.00
53	Suministro e instalación de salida para toma GFCI. Incluye tubería EMT de 3/4", 5 m cable 3 N° 12 AWG, caja metálica 12x12x5, tapa y toma 110/220 V	un	1.00	$ 154,071.00	$ 154,071.00
54	Suministro e instalación de conector bimetálico aluminio-cobre para cable 1/0 AWG. Incluye caja tipo intemperie para conexión eléctrica con conector	un	4.00	$ 53,719.00	$ 214,876.00
55	Suministro e instalación de cable de aluminio 1/0 AWG para sistema de apantallamiento	m	48.00	$ 12,264.00	$ 588,672.00
56	Suministro e instalación de cable encauchetado 3x12 AWG para iluminación	m	225.00	$ 15,679.00	$ 3,527,775.00
57	Suministro e instalación de soladero monofásico según norma RA2-007. Incluye DPS, caja primaria	un	1.00	$ 747,600.00	$ 747,600.00
58	Suministro e instalación de Transformador monofásico de 10 kVA en poste 7,6 kW 240 V.	un	1.00	$ 3,775,440.00	$ 3,775,440.00

49	Suministro e instalación de vestida para transformador monofásico de 10 kVA. Incluye DPS, caja primaria y puesta a tierra poste	un	1.00	$ 2,312,800.00	$ 2,312,800.00
50	Suministro e instalación de cable encauchetado 3x10 AWG para potencia	m	60.00	$ 17,390.00	$ 1,055,400.00
51	Suministro e instalación de vanito convencional para poste primario	un	2.00	$ 586,370.00	$ 1,172,740.00
52	Suministro e instalación de Luminaria LED tortuga de 10 W. Incluye elementos de fijación	un	4.00	$ 107,396.00	$ 429,584.00
53	Suministro e instalación de Luminaria de emergencia con autonomía de 90 minutos. Incluye elementos de fijación	un	3.00	$ 113,047.00	$ 339,141.00
54	Certificación RETIE de la instalación. Incluye redes internas y transformador	Uni	1.00	$ 4,100,800.00	$ 4,100,800.00
55	Suministro e instalación de vestida secundaria según norma EPM RA4-001. Incluye barrajes, tornillos, aisladores y demás elementos	un	2.00	$ 123,493.00	$ 246,986.00
56	Suministro e instalación de varilla cobre de 2.4 m x 5/8" para puesta a tierra	un	13.00	$ 187,875.00	$ 2,442,375.00
57	Suministro e instalación de cable triplex en aluminio No.4. Incluye conectores, cintas, marcación y demás accesorios necesarios para su correcta instalación	m	90.00	$ 19,969.00	$ 1,797,210.00
58	Suministro, transporte e instalación de tubería galvanizada IMC de 3/4". Incluye unión, cinta bandit y demás accesorios para su correcta instalación	m	93.00	$ 36,218.00	$ 3,368,274.00
59	Suministro e instalación de cable de cobre 1/0 AWG desnudo canalizado por zona verde para puesta a tierra	m	171.00	$ 38,719.00	$ 6,621,849.00
60	Suministro e instalación de puesta en acero tipo Franklin	un	4.00	$ 101,045.00	$ 404,180.00
61	Ajustes a diseños redes internas, sistema puesta tierra y apantallamiento en cumplimiento del RETIE	un	1.00	$ 14,000,000.00	$ 14,000,000.00
D	**OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA PLANTA**				$ 811,333,378.19
1	Tanque de almacenamiento en PRFV capacidad de 225 m3 Incluye escaleras	und	2.00	$ 337,500,000.00	$ 675,000,000.00
2	Tanque sedimentador en pfrv capacidad de 2 m3	und	1.00	$ 3,000,000.00	$ 3,000,000.00
3	Mortero de nivelación hecho en obra 1:3	m3	14.00	$ 40,394.00	$ 565,139.20
7	Concreto de f'c=280 Kg/cm2 para LOSA DE TANQUES. Incluye impermeabilizante, aditivos de fraguado y formaleteria. CON CONCRETADORA	M3	35.09	$ 1,238,198.00	$ 43,398,839.90
12	suministro transporte e instalacion en fibra de vidrio de altura de 4 m de 310 kgf sencillado	un	9.00	$ 1,985,000.00	$ 17,865,000.00
13	suministro transporte e instalacion en fibra de vidrio de altura de 6 m de 510 kgf monolitico	un	5.00	$ 2,450,000.00	$ 12,250,000.00
14	suministro transporte e instalacion en fibra de vidrio de altura de 12 m de 750 kgf monolitico	un	3.00	$ 5,125,000.00	$ 25,629,000.00
15	suministro transporte e instalacion en fibra de vidrio de altura de 14 m de 760 kgf monolitico	un	5.00	$ 5,985,000.00	$ 29,925,000.00
16	suministro transporte e instalacion de reflector led jeta 20 w dl	und	72.00	$ 125,000.00	$ 2,767,600.00
17	suministro transporte e instalacion de reflector led jeta 30 w dl	und	4.00	$ 155,200.00	$ 931,800.00
XII	**SUMINISTROS**				$ 15,750,721.00
1	Suministro, transporte e instalación tubería PVC-P P.V.C de TUBERIA PVC -P 10" RDE 9, incluye accesorios	ml	30.00	$ 15,500.00	$ 465,000.00
2	Suministro y Transporte Tubería PVC RDE 26 de Ø4" UM	ml	25.00	$ 28,900.00	$ 722,500.00
3	Suministro y Transporte Tubería PVC RDE 26 de Ø4" UM	ml	53.00	$ 13,000.00	$ 660,000.00
4	Suministro y Transporte Tubería PVC RDE 26 de Ø4" UM	ml	45.00	$ 13,000.00	$ 585,000.00
5	Suministro y Transporte Tubería PVC alcantarillado 6"R	ml	150.00	$ 7,437.00	$ 1,115,550.00
6	Suministro y Transporte Tubería PVC RDE 26 de Ø10" UM	ml	5.00	$ 195,016.00	$ 1,090,090.00
7	Suministro y Transporte Tubería PVC RDE 26 de Ø12" UM	ml	8.00	$ 312,198.00	$ 2,497,584.00
8	Suministro y Transporte Tubería HD de Ø8" extremo brida - brida. Incluye empaques y tornillos.	ml	3.00	$ 306,550.00	$ 919,650.00
9	Suministro y transporte sistema dosificación estabilizador de pH Incluye (Tanque de almacenamiento y preparación de químico en Plástico 250 L, Electrobomba dosificadora y demás accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	un	1.00	$ 3,549,150.28	$ 2,374,927.00
10	Suministro y transporte sistema Dosificación de Coagulante Incluye (Tanque de almacenamiento y preparación de químico en Plástico 250 L, Electrobomba dosificadora y demás accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	un	1.00	$ 3,549,150.28	$ 2,374,927.00
11	Suministro y transporte sistema Dosificación desinfectante, Incluye (Tanque de almacenamiento y preparación de químico en Plástico 500 L, Bomba dosificadora, Accesorios Eléctricos electrobomba).	un	1.00	$ 4,324,108.28	$ 3,893,493.00

COSTO DIRECTO OBRA CIVIL			**$ 2,106,372,293**
ADMINISTRACION (A)		**25.48%**	**$ 536,998,946**
UTILIDAD (U)		**6.00%**	**$ 131,182,338**
COSTO TOTAL OBRA CIVIL			**$ 2,874,553,579**

COSTO DIRECTO SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION		$ 15,700,721
ADMINISTRACION SUMINISTRO (AS)	31.64%	$ 4,969,089
COSTO TOTAL DE SUMINISTROS Y TRANSPORTE E INSTALACION		$ 20,669,810
COSTOS TOTAL DE OBRA CIVIL + SUMINISTROS, TRANSPORTE E INSTALACION		$ 2,699,222,389
TOTAL INTERVENTORIA	10%	$ 293,892,214
IMPREVISTOS	0.00%	$ 0
TOTAL A LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE COCORNA, ANTIOQUIA		$ 3,193,224,104

GRUPO INGENIEROS CIVILES,
CONSTRUCTORES Y ARQUITECTOS SAS
NIT. 901340113-6

Nelson A. Mosquera Valencia
Representante Legal
M.P. 05202 - 287268 Ant.

Fecha: Dia:____ Mes:____ Ano:____