



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**COMPORTAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE  
YUCA (*Manihot esculenta*) PARA EL CÁLCULO DE LA  
PRESIÓN EJERCIDA SOBRE EL RÍO TARUGO**

**AUTORES:**

**BURGOS GARCÍA SHIRLEY  
MERA VÉLEZ YENLENE**

**TUTOR:**

**ING. JOFFRE ANDRADE CANDELL, M. Sc.**

**CALCETA, JULIO DE 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

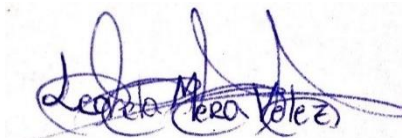
**BURGOS GARCÍA SHIRLEY JANETH**, con cédula de ciudadanía **1314148320** y **MERA VÉLEZ YENLENE LEONELA** con cédula de ciudadanía **0503881716**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPORTAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA (*Manihot esculenta*) PARA EL CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA SOBRE EL RÍO TARUGO** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**SHIRLEY JANETH BURGOS GARCIA**  
CC: 1314138320



---

**YENLENE LEONELA MERA VÉLEZ**  
CC: 0503881716

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**BURGOS GARCÍA SHIRLEY JANETH**, con cédula de ciudadanía **1314148320** y **MERA VÉLEZ YENLENE LEONELA** con cédula de ciudadanía **0503881716**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPORTAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA (*Manihot esculenta*) PARA EL CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA SOBRE EL RÍO TARUGO**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**SHIRLEY JANETH BURGOS GARCIA**  
CC: 1314138320



---

**YENLENE LEONELA MERA VÉLEZ**  
CC: 0503881716

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**ING. JOFFRE ALBERTO ANDRADE CANDELL, M. Sc.**, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular Titulado: **COMPORTAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA (*Manihot esculenta*) PARA EL CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA SOBRE EL RÍO TARUGO**, que ha sido desarrollado por **BURGOS GARCÍA SHIRLEY JANETH** y **MERA VÉLEZ YENLENE LLEONELA** previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. JOFFRE ALBERTO ANDRADE CANDELL, M. Sc**  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPORTAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA (*Manihot esculenta*) PARA EL CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA SOBRE EL RÍO TARUGO**, que ha sido desarrollado por **BURGOS GARCÍA SHIRLEY JANETH** y **MERA VÉLEZ YENLENE LEONELA**, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

BLGA. MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS, MSC.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

ING. EVELIN LAURA ZAMBRANO, MSC.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

ING. JONATHAN CHICAIZA INTRIAGO, MSC.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual se ha forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darme vida, salud y fuerza para salir adelante y poder cumplir mi sueño, a mi padre que ha sido un pilar fundamental en mi vida sin él esto no hubiese sido posible, a mi madre por el apoyo incondicional que me ha brindado, a mis hermanos que siempre me han apoyado, a mi esposo por ayudarme y acompañarme en este proceso de mi vida, también a un ser que forma parte de mi familia Deadpool, asimismo estoy muy agradecida con toda mi familia por su apoyo moral, económico, afectivo, también de manera especial le quiero agradecer de todo corazón a cada una de las personas que me ayudaron en esta fase de mi vida no saben cuánto significó eso para mí.

De manera especial a mi tutor de tesis Joffre Andrade Candell por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Por último, le quiero agradecer al ingeniero Fabián Peñarrieta por la ayuda brindada en la elaboración del trabajo de titulación y por ser un excelente guía a lo largo de mi carrera universitaria. Lo aprecio mucho.

**SHIRLEY JANTEH  
BURGOS GARCÍA**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por haberme dado vida, salud y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad para poder cumplir con la meta de realizarme como profesional.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de desarrollarme como ser humano a través de una educación superior de calidad y por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra carrera.

A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino. Por confiar, por los valores y principios que me han inculcado, y sobre todo por hacer el esfuerzo y brindarme la educación para permitir formarme profesionalmente.

A mi tutor de tesis Joffre Alberto Andrade Candell, por el tiempo dedicado y quien con sus conocimientos nos orientó en la elaboración de este trabajo de titulación y a lo largo de mi carrera universitaria.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial al Ing. Fabián Peñarrieta que compartió sus conocimientos y por cada momento de orientación en el desarrollo de la investigación.

**YENLENE LEONELA  
MERA VÉLEZ**

## **DEDICATORIA**

A mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en el día a día, por darme salud y sobretodo mucha constancia para llegar a el propósito que como estudiante tuve desde el primer día en esta prestigiosa universidad.

A mis padres: Paty y Jane, porque creyeron en mí y siempre estuvieron apoyándome, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome, los amo.

A mis hermanos Yaritza y Nixon por todos esos momentos de apoyo incondicional que me dieron.

A mi esposo Henry por su amor, su apoyo y dedicación que fueron un pilar importante para la culminación de mi carrera.

A mi familia en general que de muchas maneras me apoyaron para llegar a esta meta tan anhelada.

A mi compañera de tesis Leonela Mera.

A mis compañeras y amigas Zandy P, Gema M, Katy R.

**SHIRLEY JANETH  
BURGOS GARCÍA**



## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios quien ha sido mi fortaleza y su mano de fidelidad y amor ha estado conmigo día a día.

A mis padres: Tulio y Carla, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños, quienes estuvieron siempre a mi lado brindándome su apoyo en los inicios de mis estudios universitarios. Siempre han sido mis mejores guías de vida.

A mi hermana Karla por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito. En especial a mi compañera de tesis Shirley Burgos.

**YENLENE LEONELA  
MERA VÉLEZ**

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO GENERAL.....	x
CONTENIDO DE TABLAS .....	xiii
CONTENIDO DE FIGURAS .....	xiii
CONTENIDO DE GÁFICOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. AGUA RESIDUAL .....	5
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	5

2.1.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	5
2.1.1.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	6
2.1.1.3. PARÁMETROS HIDROLÓGICOS .....	8
2.2. CALIDAD DE AGUA .....	9
2.2.1. CONTAMINACIÓN EN RÍOS .....	9
2.2.2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN .....	10
2.2.3. ORIGEN DE CONTAMINACIÓN.....	10
2.3. VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES .....	11
2.4. IMPACTOS QUE GENERAN AL AMBIENTE LAS RALLANDERÍAS DE YUCA.....	12
2.5. MODELOS DE CALIDAD DEL AGUA.....	14
2.6. MODELO DE STREETER Y PHELPS .....	14
2.6.1. MODELACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO <sub>5</sub> ).....	15
2.6.2. MODELACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO (OD) .....	17
2.7. TEMPERATURA.....	20
2.7.1. CORRECCIONES DE LAS CONSTANTE CINÉTICAS POR TEMPERATURA .....	21
2.8. VELOCIDAD .....	21
2.9. CAUDAL HIDROLÓGICO .....	22
2.9.1. BALANCE GENERAL.....	23
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	24
3.1. UBICACIÓN.....	24
3.2. DURACIÓN.....	24
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	25
3.3.1. MÉTODOS.....	25
3.3.2. TÉCNICAS.....	26

3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	26
3.5.	VARIABLES EN ESTUDIO .....	26
3.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	26
3.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	26
3.6.	PROCEDIMIENTOS .....	27
3.6.1.	FASE I. CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA DE MANERA FÍSICA, QUÍMICA E HIDROLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO .....	27
3.6.2.	FASE II: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROLÓGICOS DEL RÍO TARUGO QUE SERVIRÁN DE BASE PARA EL MODELO MATEMÁTICO ELEGIDO.....	29
3.6.3.	FASE III: CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA POR EL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA SOBRE EL RÍO TARUGO MEDIANTE EL MODELO DE STREETER Y PHELPS... ..	31
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1.	FASE I. CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA DE MANERA FÍSICA, QUÍMICA E HIDROLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO.....	35
4.2.	FASE II: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROLÓGICOS DEL RÍO TARUGO QUE SERVIRÁN DE BASE PARA EL MODELO MATEMÁTICO ELEGIDO.....	39
4.3.	FASE III: CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA POR EL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA SOBRE EL RÍO TARUGO MEDIANTE EL MODELO DE STREETER Y PHELPS.....	43
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
5.1.	CONCLUSIONES.....	47
5.2.	RECOMENDACIONES .....	48
	BIBLIOGRAFÍA.....	49
	ANEXOS.....	57

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Matriz de identificación de impactos de los vertimientos líquidos de la rallandería “El Paraíso”, Colombia.....	13
<b>Tabla 2.2.</b> Significado de $k_1$ .....	17
<b>Tabla 2.3.</b> Rangos de profundidad y velocidades para la aplicación de las expresiones para la determinación de la reaireación. ....	20
<b>Tabla 2.4.</b> Coeficientes de reaireación de primer orden en distintos ríos....	20
<b>Tabla 3.1.</b> Parámetros requeridos para el modelo matemático Streeter y Phelps.....	28
<b>Tabla 3.2.</b> Parámetros Hidrológicos requeridos para el modelo matemático Streeter y Phelps .....	28
<b>Tabla 3.3.</b> Parámetros requeridos para el modelo matemático Streeter y Phelps.....	30
<b>Tabla 3.4.</b> Parámetros Hidrológicos requeridos para el modelo matemático Streeter y Phelps .....	31
<b>Tabla 4.1.</b> Puntos de muestreo de la rallandería de yuca .....	36
<b>Tabla 4.2.</b> Punto de muestreo del río Tarugo.....	39
<b>Tabla 4.3.</b> Valores de la primera semana en los puntos bases.....	43
<b>Tabla 4.4.</b> Valores de la mezcla de los parámetros físicos, químicos e hidrológicos del efluente y río.....	43
<b>Tabla 4.5.</b> Constantes de degradación ( $K_1$ ) y reoxigenación ( $k_2$ ) .....	44
<b>Tabla 4.6.</b> Correcciones de las constantes cinéticas por la temperatura ....	44

## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Mapa de ubicación general de la zona de estudio .....	24
<b>Figura 4.1.</b> Punto de muestreo del efluente de la rallandería .....	36

## CONTENIDO DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1.</b> Valores de la Temperatura (°C) del efluente de yuca .....	37
<b>Gráfico 4.2.</b> Valores de la Oxígeno Disuelto del efluente de yuca en mg/l.....	37
<b>Gráfico 4.3.</b> Valores de la DBO <sub>5</sub> del efluente de yuca en mg/l. ....	38
<b>Gráfico 4.4.</b> Valores de caudal efluente de yuca en m <sup>3</sup> /s .....	38
<b>Gráfico 4.5.</b> Valores de temperatura (°C) en el agua del río Tarugo .....	40
<b>Gráfico 4.6.</b> Valores de oxígeno disuelto en el agua del río Tarugo en mg/l ...	40
<b>Gráfico 4.7.</b> Valores de la DBO <sub>5</sub> del río Tarugo en mg/l .....	41
<b>Gráfico 4.8.</b> Valores de caudal del río Tarugo en m <sup>3</sup> /s .....	41
<b>Gráfico 4.9.</b> Valores de velocidad del río Tarugo en m/s.....	42
<b>Gráfico 4.10.</b> Valores de profundidad del río Tarugo en m.....	43
<b>Gráfico 4.11.</b> Presión ejercida por el efluente de la rallandería de yuca sobre el río tarugo mediante el modelo de Streeter y Phelps .....	44

## RESUMEN

La presente investigación ayudó a predecir el comportamiento del efluente de la rallandería de yuca sobre el río Tarugo. Mediante una entrevista se determinó que el proceso para la obtención del almidón de yuca es semi-industrial y se generan en promedio de 30 a 40 m<sup>3</sup>, dependiendo las toneladas de yuca que se procesen, también se determinó que se desconoce sobre la presión que generan las aguas residuales al río. Se realizaron varios monitoreos de parámetros físicos, químicos e hidrológicos como temperatura, oxígeno disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>), caudal, velocidad y profundidad del agua. Los vertidos que descarga la rallandería alcanzaron en promedio los siguientes valores: caudal 0,00266 m<sup>3</sup>/s, temperatura de 27,20 °C, OD 1,14 mg/l y el DBO<sub>5</sub> 914,91 mg/l. El río Tarugo presentó en promedio los siguientes valores: caudal 0,23 m<sup>3</sup>/s, la velocidad 0,28 m/s, profundidad 0,16 m, temperatura 25,01 °C, OD 6,19 mg/l y la concentración de DBO<sub>5</sub> fue de 11,11 mg/l, datos que aportaron al modelo matemático Streeter and Phelps, donde el punto crítico fue de 3,69 mg/l a los 1,51 km – 1,68 km de distancia y el punto de mezcla se encontró en 2,5 km – 2,51 km de distancia aguas abajo de la descarga. Finalmente, el río empieza el proceso de recuperación a los 6 km de distancia volviendo a sus condiciones óptimas, por lo cual se acepta la hipótesis planteada puesto que la resiliencia del río fue antes de los 10 km luego de la descarga.

### PALABRAS CLAVE:

Presión, Streeter and Phelps, Tarugo, rallandería.

## ABSTRACT

The present research helped to predict the behavior of the effluent of the cassava rallandería on the Tarugo River. Through an interview it was determined that the process for obtaining cassava starch is semi-industrial and is generated on average from 30 to 40 m<sup>3</sup>, depending on the tons of cassava that are processed, it was also determined that the pressure generated by the wastewater to the river is unknown. Several monitoring of physical, chemical and hydrological parameters such as temperature, dissolved oxygen (DO), Five-day Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>), flow, velocity and depth of water were carried out. The discharges discharged by the rallandería reached on average the following values: flow rate 0,00266 m<sup>3</sup>/s, temperature of 27,20 °C, DO 1,14 mg/l and BOD<sub>5</sub> 914,91 mg/l. The Tarugo River presented on average the following values: flow 0.23 m<sup>3</sup>/s, velocity 0.28 m/s, depth 0.16 m, temperature 25.01 °C, DO 6.19 mg/l and BOD<sub>5</sub> concentration was 11.11 mg/l, data that contributed to the Streeter and Phelps mathematical model, where the critical point was 3.69 mg/l at 1.51 km – 1.68 km away and the mixing point was found at 2.5 km – 2.51 km downstream from the discharge. Finally, the river begins the recovery process 6 km away returning to its optimal conditions, therefore the hypothesis is accepted since the resilience of the river was before 10 km after the discharge.

### KEY WORDS:

Pressure, Streeter and Phelps, Tarugo, rallandería.



# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2014) menciona que el deterioro de la calidad del agua se ha convertido en una preocupación mundial, con el crecimiento de la población, la expansión industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático que provoca cambios importantes en el ciclo hidrológico. El Centro de Comunicación de las Ciencias de la Universidad de Chile (CCCs, 2021) indica que alrededor del 90% del suministro de agua en las ciudades a nivel mundial está contaminado, de los cuales el 33% son aguas residuales industriales que se vierten directamente en los ríos sin tratamiento previo. Este residuo líquido contiene un 80% de contaminantes de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) que provoca presión sobre el ambiente si es descargado directamente (Galeano y Rojas, 2016).

Según Blanco (2016) existen presiones directas e indirectas sobre el ambiente debido a las actividades antropogénicas de las personas y al buen funcionamiento de los sistemas de la naturaleza, cambios que afectan el flujo de los servicios ecosistémicos, de los cuales depende la integridad de la vida humana.

En Ecuador, la yuca es considerada parte de la seguridad alimentaria de las personas, principalmente en las regiones costeras y montañosas, con gran potencial para el desarrollo industrial. Las zonas donde más se cultiva son en la provincia de Manabí, destacando la parroquia de Canuto en el estado de Chone en cuanto al valor agregado que aporta desde su origen a través de subproductos y subproductos con otros usos (Zambrano, 2016).

En la provincia de Manabí la extracción del almidón se realiza en industrias artesanales, semi-mecanizada y mecanizada con mano de obra intensiva, donde la naturaleza artesanal de esta actividad y la falta de regulación generan serios problemas ambientales, como el manejo inadecuado del drenaje las aguas residuales procedentes de los procesos de extracción del almidón (Saltos y Zambrano, 2021).

Torres et al. (2005 citado en Taborda, 2018) mencionan a partir de la obtención de almidón de yuca se producen dos tipos de aguas residuales: las que provienen de los procesos de lavado y pelado de la raíz que contienen gran cantidad de sólidos suspendidos, valores de DQO bajos y una proporción de cianuro de entre el 40% y 70%, y, las que provienen del proceso de sedimentación, que presentan altas cargas orgánicas de DBO<sub>5</sub> y también de DQO.

En la comunidad de Tarugo existen 22 rallanderías de yuca que tienen como principal problema ambiental el inadecuado manejo de las descargas de aguas residuales provenientes del proceso de extracción de almidón. Esta actividad causa degradación sobre el cuerpo receptor de agua de la zona, debido a la alta carga contaminante de las aguas residuales generadas durante la producción (Vélez, 2010). En la investigación realizada por Saltos y Zambrano (2021) los efluentes de las rallanderías estudiadas presentan una DBO<sub>5</sub> de 400 mg/l sobrepasando los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA (Tabla 12) donde se encuentra en un rango de 100 mg/l.

Por lo expuesto se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la presión ejercida por las descargas de aguas residuales generadas en el proceso de elaboración del almidón de yuca sobre el río Tarugo?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La contaminación de las aguas superficiales, por el vertido de aguas residuales industriales o domésticas sin tratar, constituye una amenaza para la salud humana y el planeta, la principal causa de la contaminación de las aguas superficiales radica en las aguas residuales industriales sin tratar, cuando las aguas residuales se vierten directamente en cuerpos de agua, causando efectos negativos a la vida acuática, empeora los cuerpos de agua y reduce los niveles de oxígeno disuelto y se convierte en agua no apta para cualquier forma de consumo (García, 2019).

Los modelos matemáticos de calidad del agua, cuando son creados, ajustados y validados, brindan una mejor comprensión de los mecanismos que generan la variabilidad espacial y temporal (Rangel, 2012). Es fundamental realizar

ecuaciones matemáticas implementando estos modelos, con la finalidad de descubrir los tipos de sustancias que son vertidas directamente a los cuerpos receptores (García, 2019).

El modelo de Streeter y Phelps consta de dos mecanismos principales que definen el OD en los canales de agua superficial que reciben aguas residuales, la relación entre la desintegración de la materia orgánica y la aireación del OD, es compatible con fuentes puntuales y de difusión o dispersión. (Cajas, 2015).

El artículo 411 del Código Orgánico del Ambiente del Ecuador (COA), establece que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua”.

El río Tarugo es un cuerpo de agua contaminado por las actividades semiindustriales, por ello es importante incrementar y fomentar el estudio de la calidad del agua para generar información oportuna sobre su estado (Saltos y Zambrano, 2021). Este estudio pretende cuantificar a través del empleo de un modelo matemático Streeter-Phelps la presión ejercida por las descargas de aguas residuales sobre el afluente antes mencionado, para poder plantear soluciones a los impactos que se generan.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Predecir el comportamiento del efluente proveniente de la rallandería de yuca para el cálculo de la presión ejercida en el cuerpo de agua sobre el río Tarugo.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar el efluente de la rallandería de yuca de manera física, química e hidrológica.
- Determinar parámetros físicos, químicos e hidrológicos del río Tarugo que servirán de base para el modelo matemático elegido.

- Calcular la presión ejercida por el efluente de la rallandería de yuca sobre el río Tarugo mediante el modelo de Streeter y Phelps.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

A diez kilómetros de distancia a partir de la liberación del efluente proveniente de la obtención del almidón de yuca la  $DBO_5$  ejercida y el OD regresan a los valores normales previos a la descarga.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. AGUA RESIDUAL**

El agua residual es la que resulta de un proceso realizado por el hombre y que, debido a sus propiedades, ya no tiene valor ni utilidad, por lo que es un residuo o desecho. Consiste en sustancias derivadas de forma natural o artificial que pueden ser nocivas para la salud y el medio ambiente (Rodríguez, 2017).

Espigares y Pérez (2014) afirman que las aguas residuales constituyen un gran peligro debido a la incorrecta disposición de estas, son aquellas aguas cuyas características únicas han sido transformadas por las distintas actividades humanas y que por sus componentes y su mala calidad necesitan de un tratamiento previo, para poder ser reusadas, debido a que cuentan con una gran cantidad de sustancias y microorganismos, los cuales provocan un impacto negativo al ambiente.

#### **2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Según León (2015) las características es un proceso integral que permite conocer las propiedades para la toma de muestras en medición de caudal e integración de los compuestos físicos y químicos del agua residual.

Para efectos de este estudio se presentan las siguientes características:

- Físicas
- Químicas

##### **2.1.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Los seres humanos pueden reconocer fácilmente algunas de las propiedades físicas de las aguas residuales porque pueden formarse una idea de su tamaño a través de los sentidos. Por ejemplo, se puede distinguir fácilmente por su olor o por otras características imperceptibles como la concentración (García, 2014).

García (2014) presentan las principales características físicas de las aguas residuales:

#### **2.1.1.1.1. SÓLIDOS TOTALES**

Los sólidos totales se definen analíticamente como residuos después de que el agua haya sufrido un proceso de evaporación a 103-105 °C. Los sólidos sedimentados se definen como sedimentados en el fondo de un recipiente cónico (cono Imhoff) durante 60 minutos.

#### **2.1.1.1.2. OLORES**

El olor más característico de las aguas residuales de las fosas sépticas se debe a la presencia de ácido sulfhídrico que se forma cuando el sulfato se reduce a sulfitos por la acción de microorganismos anaerobios. Las propias aguas residuales industriales pueden contener compuestos olorosos y compuestos que tienden a generar olores durante varios procesos de tratamiento.

#### **2.1.1.1.3. COLOR**

Las aguas residuales recientes suelen ser de color grisáceo. Sin embargo, a medida que la red de alcantarillado transporta más tiempo y se vuelve más anaeróbica, el color de las aguas residuales cambia gradualmente de gris a gris oscuro y finalmente a negro.

#### **2.1.1.1.4. TEMPERATURA**

La temperatura del agua residual suele ser superior a la temperatura del agua de alimentación. Afecta directamente las reacciones químicas y la cinética, la vida acuática y la idoneidad del agua para otros fines. Por ejemplo, el oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría. Además, los cambios rápidos de temperatura pueden conducir a altas tasas de mortalidad acuática.

#### **2.1.1.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

La química de las aguas residuales se cubre en cuatro secciones: (1) materia orgánica, (2) medición del contenido de materia orgánica, (3) materia inorgánica y (4) gas presente en las aguas residuales. El hecho de que las mediciones de materia orgánica se realicen por separado se justifica por su importancia en la gestión de la calidad del agua (Raffo y Ruiz, 2014).

#### **2.1.1.2.1. MATERIA ORGÁNICA EN AGUAS RESIDUALES**

La materia orgánica se define como un conjunto de compuestos que difieren significativamente en su composición y estructura química, pero que comparten una característica común: su capacidad para reaccionar con el oxígeno en el proceso de oxidación. El oxígeno disuelto en el agua oxida la materia orgánica (Fernández, 2012).

La presencia de contaminantes orgánicos en el agua altera la composición natural de la misma, y dan como resultado la disminución de oxígeno, esto resulta de la degradación biológica de los compuestos (Raffo y Ruiz, 2014).

#### **2.1.1.2.2. OXÍGENO DISUELTO**

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más significativo al evaluar la calidad del agua. Está relacionado con la contaminación orgánica. Su concentración aumenta con el aumento de la temperatura y la salinidad y está directamente relacionada con la pendiente y la aireación del canal (Casilla, 2014).

Romero (2004, citado en Flores y Menéndez, 2020) afirma que en la ingeniería ambiental uno de los factores con más excelencia en la determinación del oxígeno disuelto, ya que por medio de este factor se determina la presencia de condiciones anaeróbicas o aeróbicas provocadas por microorganismos en un entorno, la determinación de este factor sirve como referencia para calcular otros factores como la  $DBO_5$ , las tasas de aireación y la aerobividad en los procesos de tratamiento, aeróbico y sus niveles de contaminación en los ríos.

#### **2.1.1.2.3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ( $DBO_5$ )**

El parámetro de contaminante orgánico más utilizado tanto para aguas residuales como para aguas superficiales es la  $DBO_5$  después de 5 días. Esta determinación está relacionada con la medida del oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (Lecca y Ruiz, 2014).

En las aguas residuales, se puede decir que la DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno consumido por la estabilización biológica anaeróbica de la materia orgánica en condiciones específicas de temperatura, dilución y tiempo. La DBO a menudo se expresa en mg / L, pero los valores en partes por millón son aceptables (García, 2014).

La demanda bioquímica de oxígeno es la necesidad de oxígeno para oxidar la materia orgánica presente en el agua, obviamente afecta los recursos naturales, más a menudo que las aguas residuales domésticas, y en la industria encuentra altas cargas contaminantes que no pueden ser tratadas por los métodos convencionales conocidos que requieren técnicas específicas para el tratamiento (López, 2018).

### **2.1.1.3. PARÁMETROS HIDROLÓGICOS**

#### **2.1.1.3.1. CAUDAL**

El caudal de un río, es decir, la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal se expresa en volumen por unidad de tiempo. Se puede medir utilizando varios métodos diferentes. La elección del método depende de las condiciones de cada lugar (Pozo, 2011).

El cálculo es un dato momentáneo. Sin embargo, puede ver promedios para diferentes períodos de tiempo, como flujos diarios, mensuales o anuales. (Valdivielso, 2017).

Según Valdivielso (2017) para determinar un caudal se utilizan los siguientes métodos:

- **Método volumétrico.**
- **Método velocidad/superficie.**

#### **2.1.1.3.2. PROFUNDIDAD**

La profundidad del lecho del río disminuye en algunas áreas, la velocidad del flujo aumenta. Por otro lado, a medida que aumenta la profundidad, la velocidad disminuye (Pozo, 2011).



### **2.1.1.3.3. VELOCIDAD**

La velocidad es la distancia que recorre el agua del río por unidad de tiempo, forma parte de uno de los criterios para establecer el movimiento de las masas en este fluido, determinando si hay transporte de sedimentos. Este procedimiento implica dividir la sección transversal en sucesivas bandas verticales por un número; se determina midiendo 0,6 m de profundidad en cada vertical, o promediando las velocidades a 0,2 m y 0,8 m de profundidad, cuando se necesitan resultados más confiables (Tapia et al., 2012).

## **2.2. CALIDAD DE AGUA**

La calidad del agua es el total de propiedades químicas, físicas y biológicas de un elemento y es adecuada para una variedad de aplicaciones como consumo humano, la agricultura y ganadería, la industria, la generación de energía, para navegación, recreación o el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas (Herrera et al., 2018).

Según Bidault (2016) La calidad del agua se refiere a las propiedades fisicoquímicas, biológicas y radiológicas del agua y es una medida de la condición del agua en relación con los requerimientos de una o más especies, o necesidades y objetivos humanos.

### **2.2.1. CONTAMINACIÓN EN RÍOS**

De acuerdo con Escobar y Moreno (2016) la variación ocasionada por la presencia de agentes contaminantes en los ríos provoca graves daños, debido a que éstos drenan al mar, por lo consecuente afectan a los ecosistemas marinos y a sus ambientes asociados. Dicho acontecimiento es causado debido a la deflación o al aumento de nutrientes, sedimentos y contaminantes, los cuales inducen alteraciones que afligen principalmente los estuarios, golfos y otros cuerpos acuáticos que cuentan con limitada renovación y movimiento.

## **2.2.2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

### **2.2.2.1. Fuente Puntual**

La contaminación de fuente puntual es un punto de emisión específico que es fácil de identificar, monitorear y eliminar. Las principales fuentes son las aguas residuales domésticas, los efluentes industriales, los efluentes de tierras cultivadas y los vertederos (Cajas, 2015).

### **2.2.2.2. Fuente Difusa**

La contaminación por difusión surge del agua que sale del suelo como resultado de la lluvia. El agua choca con la superficie de la tierra, disolviendo y transportando una variedad de contaminantes naturales y artificiales. (Cajas, 2015).

## **2.2.3. Origen De Contaminación**

En función del origen del vertido, también existen diferentes tipos de contaminación de aguas:

### **2.2.3.1. Natural**

Según la Organización Mundial de la Salud [OMS] (2002, citado en Pérez, 2019) la contaminación natural se produce principalmente en los acuíferos, ya que el agua de las corrientes subterráneas disuelve varios compuestos en la capa del suelo. Entre ellos destacan las sales de flúor (fluoruros), forma natural de este elemento, y el arsénico, un metaloide muy común en la atmósfera, la hidrosfera y el suelo.

### **2.2.3.2. Antropogénico**

La contaminación humana o antropogénico se origina en las actividades humanas que se desarrollan a diario, el cual normalmente no tiene una disposición regulada ni oportuna, como la industria, la minería, la agricultura, la artesanía y las actividades domésticas, por su naturaleza y la gran variedad de contaminantes que producen (López, 2019).

### **2.2.3.3. Urbano o Doméstico**

Es el resultado del uso del agua que producen aguas residuales. Estas aguas se devuelven con residuos fecales, de alimentos, especialmente grasas. Los residuos municipales contienen principalmente contaminantes orgánicos como residuos sólidos y aguas residuales domésticas (Ayala, 2014).

### **2.2.3.4. Actividad productiva agrícola y ganadera**

La contaminación del agua por prácticas agrícolas insostenibles representa una grave amenaza para la salud humana y el ecosistema global. Este problema a menudo es subestimado tanto por los hacedores de políticas como por los agricultores. Diversas actividades agrícolas contaminan el agua con nutrientes, pesticidas, sedimentos, minerales y patógenos derivados de la aplicación de pesticidas (pesticidas y fertilizantes químicos) y fertilizantes a los cultivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [FAO], 2018).

## **2.3. VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES**

La descarga de aguas residuales altera la composición natural del medio ambiente, implica la entrada de sustancias orgánicas, inorgánicas y microbianas en los ríos, tiene cierta capacidad para absorber contaminantes antes de que se evalúen los efectos adversos, y los ríos de flujo rápido son los más grandes (Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los [WWDR], 2017).

### **2.3.1. RESIDUOS DE YUCA (*Manihot esculenta crantz*)**

Pérez et al. (2008, citado en Lynch y Zambrano, 2021) mencionan que los residuos derivados de la producción de almidón de yuca pueden dividirse en dos categorías: los residuos sólidos (cascarilla, puntas en mal estado, afrecho y mancha); y los residuos líquidos (agua residual generadas en el proceso de lavado, colado y sedimentación). Por otro lado, Torres et al. (2010) indican que del procesamiento de 1.000 kg de raíces de yuca se obtiene un aproximado de 231 a 234 kg de almidón respectivamente, dejando 776 kg de residuos sólidos,

además argumenta que el afrecho es el residuo que se concibe en mayor cantidad.

Lynch y Zambrano (2021) describen los residuos derivados de la producción de almidón de yuca:

- **Cascarilla:** es una fina cubierta celulósica de color marrón que hace parte de los componentes de la raíz que no pueden ser incorporados al proceso de obtención de almidón y que además viene contaminada con impurezas, producto del contacto directo con el suelo; la mayor parte de la proteína, grasa, fibra y minerales se ubican en la cascarilla y esta representa entre el 15 % y 20 % del peso de la raíz.
- **Puntas en mal estado:** este residuo es la yuca que ha sufrido el fenómeno DFP (Deterioro fisiológico post-cosecha); conjuntamente con estas, se descartan las raíces en las que se observa un alto contenido de material fibroso.
- **Afrecho:** Es un material fibroso con alto contenido de agua resultante del proceso de separación de los gránulos de almidón durante la etapa de tamizado, que no se puede eliminar por medios físicos pero se moviliza enzimáticamente para proporcionar un suplemento energético equilibrado para animales.
- **Mancha:** es aquella que contiene almidón de baja densidad y menor calidad, su nivel de proteína y azúcares es alto, este residuo es el resultante del removido de la lechada antes de la sedimentación, al terminar la 7 sedimentación se forman tres capas: la inferior (almidón), intermedia (mancha); y superior (agua residual).

## **2.4. IMPACTOS QUE GENERAN AL AMBIENTE LAS RALLANDERÍAS DE YUCA**

FAO (2006, citado en Saltos y Zambrano, 2021) menciona que el procesamiento de yuca para obtener almidón, al igual que cualquier otra actividad industrial, genera efectos negativos sobre el medio ambiente. La agroindustria de almidón de yuca en Colombia, produce altos impactos dados por el elevado uso de agua

en diferentes etapas de la producción, además el alto contenido de materia orgánica provoca altos niveles de contaminación por desechos sólidos y aguas residuales. Por lo tanto, se puede argumentar que la "salud" del proceso agrícola del almidón de yuca afecta la "salud" y el equilibrio de otros subsistemas del ecosistema. (Taborda, 2015).

**Tabla 2.1.** Matriz de identificación de impactos de los vertimientos líquidos de la rallería "El Paraíso", Colombia.

ELEMENTO AMBIENTAL	FASE	ACTIVIDADES ASOCIADAS	VERTIMIENTOS LÍQUIDOS	IMPACTO AMBIENTAL
HÍDRICO	Lavado	Alistamiento de materia prima.		Alteración de los patrones de drenaje
		Alistamiento de máquina.	Agua residual.	
		Alimentación máquina.		
		Operación máquina.		
	Colado	Descargue de máquina.		
		Alimentación máquina.	Agua residual	Reducción de caudales.
		Operación máquina.	por escurrimiento del afrecho.	
	Sedimentación	Descargue de máquina.		
		Alimentación de canales.		Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial.
	Fermentación	Seguimiento altura nivel del agua.		Agua residual.
Lavado y retiro del almidón.				
Alimentación de tanques.				Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial.
Seguimiento fermentación.			Agua residual.	
		Lavado.		
		Retiro del almidón agro.		

---

	Limpieza de máquina	desagüe de lavado.	Residuos menor	en Derrames vertimientos líquidos
Otras actividades	Limpieza cascarilla	tanque y afrecho.	proporción, iguales a las etapas de lavado, pelado y colado	en el suelo, posible contaminación de las aguas subterráneas.

---

**Fuente:** Hernández (2019).

El impacto que más incide negativamente en la calidad del ambiente es la contaminación de los ríos por las descargas directas de aguas residuales sin previo tratamiento. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2005 citado en Molina y Palacios, 2013) en Ecuador las rallanderías dedicadas al procesamiento para la obtención de almidón de yuca causan impactos negativos sobre los cuerpos receptores de agua y suelo de la zona. FAO (2008, citado en Molina y Palacios, 2013) en la Provincia de Manabí existen 230 rallanderías en su mayoría ubicadas en la Parroquia de Canuto, el cual no tienen ningún manejo o control de sus aguas residuales.

## 2.5. MODELOS DE CALIDAD DEL AGUA

Torres (2009, citado en Pérez, 2019) un modelo de calidad del agua es una relación matemática que nos permite comprender y cuantificar la relación entre las causas y las consecuencias de los procesos físicos, químicos y biológicos en los compuestos liberados. Al recibir agua de ríos, lagos, estuarios y, lo que es más importante, estos modelos se pueden utilizar para evaluar diversas alternativas para mejorar la calidad del agua.

## 2.6. MODELO DE STREETER Y PHELPS

En los Estados Unidos, el esfuerzo más grande para evaluar la calidad del agua comenzó en 1912, con el Departamento de Salud Pública liderando el trabajo y la investigación de saneamiento y alcantarillado, incluida la contaminación directa e indirecta en ríos y lagos navegables. El estudio del río Ohio, realizado entre 1914 y 1916, permitió el trabajo original de Harold Streeter y Earle Phelps

sobre el modelado matemático del OD. Este trabajo consistió en aplicar una formulación matemática simple de los principales procesos asociados con el oxígeno disuelto en los ríos (Ordóñez y Palacios, 2017).

El modelo matemático planteado por Streeter and Phelps (1925) consiste en la relación de los dos mecanismos principales como la descomposición de la materia orgánica y la reaireación de oxígeno, los cuales determinan el oxígeno disuelto en los ríos (ecuación 2.1). Para su desarrollo consta de parámetros hidráulicos determinados en campo como el área, la profundidad, velocidad y caudal de un río; y de datos de la calidad del agua como temperatura, DBO<sub>5</sub> y OD (Cajas, 2015). El modelo presenta una serie de ecuaciones que determinan el déficit de oxígeno en el río.

$$D = D_o * e^{-k_2 * \frac{x}{V}} + \frac{k_1 * L_o}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 * \frac{x}{V}} - e^{-k_2 * \frac{x}{V}}) \quad [2.1]$$

En dónde:

D = déficit de oxígeno disuelto en mg/l.

Lo = DBO inicial en la mezcla en mg/l.

Do = déficit inicial de oxígeno disuelto.

k<sub>1</sub> = constante de desoxigenación, d<sup>-1</sup>.

k<sub>2</sub> = constante de reaireación, d<sup>-1</sup>.

x = distancia en metros.

V= velocidad media en m/d.

### **2.6.1. MODELACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO<sub>5</sub>)**

Para la modelación de la DBO<sub>5</sub> se ha utilizado el “Modelo de Autodepuración formulado Streeter y Phelps”, en el cual es obligatorio determinar en campo el coeficiente de desoxigenación Kd (Cajas, 2015).

## 2.6.2. BALANCE DE MASAS DE LA (DBO<sub>5</sub>)

Suárez (2008, citado en Sánchez, 2018) Para explicar el progreso de la contaminación traída a la vía fluvial por el derrame, la ecuación de balance de masa debe establecerse adecuadamente. Puede comenzar estudiando los puntos de descarga. El balance de masas se realiza en función de la siguiente ecuación [2.2]:

$$DBO = \frac{(Q_r * DBO_r) + (Q_a * DBO_a)}{(Q_r + Q_a)} \quad [2.2]$$

Donde:

$Q_r$ = Caudal del río.

$Q_a$ = Caudal del afluente (descarga o cuerpo de agua).

$DBO_r$ = Demanda bioquímica de oxígeno observada en el río o determinada a partir del modelo de autodepuración.

$DBO_a$ = Demanda bioquímica del afluente (descarga o cuerpo de agua) medida en laboratorio.

Para obtener la DBO<sub>5</sub> se usa la siguiente ecuación [2.3]:

$$L = L_0 * e^{-k_d * t} \quad [2.3]$$

Dónde:

$L_0$ =DBO en el inicio del tramo analizado, en mg/l.

$L$ =DBO en el final del tramo analizado, en mg/l.

$K_d$ = Coeficiente de desoxigenación, en días<sup>-1</sup>.

$t$ = Tiempo que demora el agua en atravesar el tramo analizado, en días.

### 2.6.2.1. CONSTANTE DE CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

El valor de la constante  $k$  es función de la temperatura y de la relación entre la DQO y la DQO que se biodegrada lentamente ( $DQO_{ld}$ ), que depende de las características de las aguas residuales. Como resultado, la constante de descomposición  $k$  difiere entre aguas residuales tratadas y no tratadas. El valor



de la DBO<sub>5</sub> estándar es el que se obtiene 20 °C (DBO<sub>5d, 20°C</sub>) (Menéndez y Dueñas, 2018).

$$K_1 = 0,35 \text{ d}^{-1} \quad [2.4]$$

**Tabla 2.2.** Significado de k<sub>1</sub>.

TRATAMIENTO	K <sub>1</sub> (20 °C)	DBO <sub>5</sub> /DBO <sub>lim</sub>
Sin tratamiento	0.35 (0.2 – 0.5)	0.83
Tratamiento primario	0.2 (0.1 – 0.3)	0.63
Tratamiento biológico	0.075 (0.05 – 0.1)	0.31

**Fuente:** Menéndez y Dueñas (2018).

### 2.6.3. MODELACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO (OD)

Las ecuaciones de Streeter y Phelps se utilizaron para el modelado de oxígeno disuelto. La siguiente ecuación mide la deficiencia de oxígeno disuelto (D) a una distancia aguas abajo (x), las constantes de deficiencia inicial (Do), velocidad media (v), DBO<sub>5</sub> (Lo) y desoxidación (K<sub>d</sub>) y aireación (K<sub>a</sub>) (Cajas, 2015).

$$D = \frac{K_d L_0 (e^{-K_d * t} - e^{-K_a * t})}{(K_a - K_d)} + D_0 x e^{-K_a * t} \quad [2.5]$$

Donde:

D= Déficit de oxígeno disuelto en mg/l.

K<sub>d</sub> y K<sub>a</sub> = Coeficientes de desoxigenación y de reaireación.

L<sub>0</sub>= DBO medido o modelado en el río (mg/l).

D<sub>0</sub>= Déficit inicial de oxígeno disuelto.

t= Tiempo en días.

#### 2.6.3.1. CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO

Flores y Menéndez (2020) afirman que la cantidad de oxígeno consumido es más elevada que la cantidad que se produce y se absorbe en el sistema, el tenor de OD caerá, perturbando así la vida de muchos organismos.

Este se estima a partir de la diferencia entre la concentración de saturación de OD y el déficit de OD.

$$OD = O_s - D_o \quad [2.6]$$

Donde:

OD= Oxígeno disuelto en el río a x (m) aguas debajo de la descarga.

O<sub>s</sub>= Saturación del oxígeno disuelto.

D<sub>o</sub>= Déficit inicial de oxígeno disuelto.

- **Concentración de saturación de oxígeno.**

La concentración de saturación de oxígeno se obtiene de la siguiente ecuación:

$$C_s = 14.652 - 0.41022T + 0.0079910T^2 - 0.000077774T^3 \quad [2.7]$$

Donde:

C<sub>s</sub>= Concentración de saturación de oxígeno.

T= Temperatura.

### 2.6.3.2. COEFICIENTE DE REAIREACIÓN (K<sub>a</sub>)

La reaireación, es el proceso de absorción de oxígeno de la atmósfera a través de cuerpos de agua, que se consideran una de las principales fuentes de oxígeno en los cuerpos de agua. El proceso de aireación de un sistema acuático se caracteriza por su factor de aireación superficial, que suele saturar la atmósfera acuática con oxígeno. Si el contenido de oxígeno disuelto, OD y agua es inferior al valor O<sub>Dsat</sub> del oxígeno saturado, el agua se considera contaminada orgánicamente (Díaz, 2018).

- **Ecuación de O'Connor y Dobbins**

Schnoor (1996, citado en Cajas, 2015) muestra que la tasa de transferencia de oxígeno al agua es una función de la relación con la tasa de flujo profunda.

$$k_a = \frac{3,9v^{0,5}}{H^{1,5}} \quad [2.8]$$

Donde:

k<sub>a</sub>= Constante de reaireación.

V= Velocidad.

H= Profundidad.

- **Ecuación de Churchill**

Churchill et al. (1962, citado en Cajas, 2015) usó más expresiones empíricas que O'Connor y Dovins. Para obtener esta ecuación, se realizaron varios análisis de regresión para examinar la correlación entre los fenómenos de ganancia, profundidad y velocidad en diferentes secciones del río Tennessee en los Estados Unidos. Esta ecuación es usada para flujos rápidos.

$$k_a = 5,026 \frac{v}{H^{1,67}} \quad [2.9]$$

Donde:

$k_a$ = Constante de reaireación.

V= Velocidad.

H= Profundidad.

- **Ecuación de Owens y Gibbs**

Owens et al. (1964, citado en Cajas, 2015) afirma que en la ecuación de Owens y Gibbs utilizaron relaciones empíricas para combinar los resultados con los obtenidos en el río Tennessee. Esta ecuación se utiliza para velocidades medias y sistemas más planos.

$$k_a = 5,32 \frac{v^{0,67}}{H^{1,85}} \quad [2.10]$$

Donde:

$k_a$ = Constante de reaireación.

V= Velocidad.

H= Profundidad.

Cajas (2015) asevera que las fórmulas de O'Connor y Dobbins, Churchill y Owens y Gibbs se podían utilizar colectivamente para predecir la reaireación por niveles de profundidad y combinación de velocidad. Esto se resume en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Rangos de profundidad y velocidades para la aplicación de las expresiones en la determinación de la reaireación.

	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)
O'Connor y Dobbins	0.30 - 9.9	0.15 – 0.49
Churchill	0.61 – 3.35	0.55 – 1.52
Owens-Gibbs	0.12 – 0.73	0.03 – 0.55

**Fuente:** Chapra (1997, citado en Cajas, 2015).

El coeficiente de reaireación de primer orden para diferentes ríos, se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 2.4.** Coeficientes de reaireación de primer orden en distintos ríos.

Coeficiente $k_a$	Valor (1/d)
Ríos lentos y profundos	0.1- 0.4
Ríos con condiciones típicas	0.4 – 1.5
Ríos veloces y profundos	1.5 – 4.0
Ríos veloces y poco profundos	4.0 - 10

**Fuente:** Schnoor (1996, citado en Cajas, 2015).

## 2.7. TEMPERATURA

Las constantes de reacción de las reacciones fisicoquímicas, y biológicas que ocurren en el agua natural aumentan con el incremento de la temperatura. Con base en el balance de calor entre la temperatura de la fuente puntual y la del río, río se puede calcular mediante la siguiente fórmula (Cajas, 2015).

$$T = \frac{(Q_r * T_t) + (Q_d * T_d)}{(Q_r + Q_d)} \quad [2.11]$$

Donde:

T= Temperatura de la mezcla.

$Q_r$ =Caudal del río.

$Q_d$ =Caudal de descarga.

$T_r$ =Temperatura del río.

$T_d$ =Temperatura de descarga.

### 2.7.1. CORRECCIONES DE LAS CONSTANTES CINÉTICAS POR TEMPERATURA

Según Sánchez (2016) la calidad del agua se considera una temperatura de referencia de 20 ° C, y la siguiente ecuación se usa comúnmente para corregir los efectos de la constante de temperatura

$$K(T) = K_{20}\theta^{(T-20)} \quad [2.12]$$

Donde:

K (T)= Corrección de temperatura.

K<sub>20</sub>=Factor de corrección.

T= Temperatura de la mezcla.

#### 2.7.1.1. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LAS TASAS DE REACCIÓN

Sánchez (2016) menciona lo siguiente:

- kd el factor de temperatura  $\Theta$  cambia entre 1,010 y 1,060 pero habitualmente se utiliza el valor de 1,047. Un valor de  $\Theta = 1,047$  enseña que por cada grado de temperatura, la velocidad de oxidación asciende un 4,7%.
- ka suele tomarse en cuenta un factor de  $\Theta = 1,024$ . El valor de la concentración del OD en saturación y el coeficiente de reaeración ka se ven afectado por la temperatura.

## 2.8. VELOCIDAD

Del Ángel (2014) describe que la velocidad del agua, en un conducto se define como el trayecto que transita el líquido en un tiempo concluyente. Cuando se presenta una mayor velocidad al centro del gasto que en las orillas, ocurre debido a que las paredes del canal frenan la corriente, es por esto que mientras más cerca de la orilla menos velocidad, se puede calcular mediante la ecuación.

$$v = \frac{S}{t} \quad [2.13]$$

Dónde:

v = velocidad del agua.

S = sección o tramo.

t = unidad de tiempo.

## 2.9. CAUDAL HIDROLÓGICO

Según Valdivia (2018) la cantidad de líquido que fluye a través de una sección conocida de la corriente durante una unidad de tiempo determinada. Se suele expresar en m<sup>3</sup>/s. La condición del flujo de una corriente durante un período determinado es el único término para el balance de agua de un río que se puede determinar con precisión y directamente.

$$Q = \frac{V}{t} \quad [2.14]$$

Dónde:

Q = caudal.

V = volumen del líquido.

t = unidad de tiempo.

Así mismo el caudal se consigue determinar aplicando la siguiente ecuación de continuidad de masa:

$$Q = v * A \quad [2.15]$$

Dónde:

Q= caudal (m<sup>3</sup> /s).

v = velocidad media del flujo en trayectoria vertical a la sección transversal (m/s).

A = área de la sección transversal o cause en m<sup>2</sup>.

### 2.9.1. BALANCE GENERAL

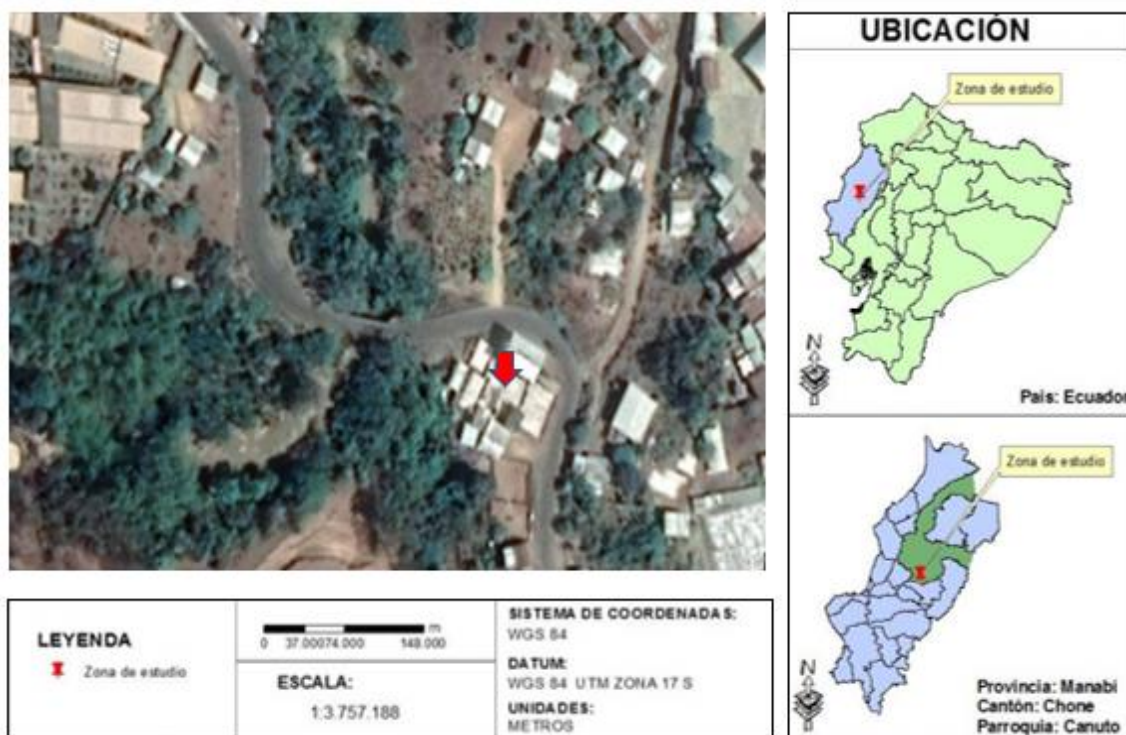
La ecuación del balance general sirve para establecer los valores de los parámetros en el punto de mezcla entre las variables de la descarga y el río. Para Sierra (2011) a través del método del balance de masa se puede estudiar los cambios que se dan en un medio acuático al estar en contacto con una sustancia química contaminante, se lo determina mediante la ecuación 2.16:

$$\textit{Entrada} - \textit{Salida} = \textit{Acumulación} \quad [2.16]$$

## CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en las aguas del río Tarugo, ubicado en la parroquia Canuto, cantón Chone, de la provincia de Manabí. En Las coordenadas UTM: 604861 E, 9913343 N.



**Figura 3.1.** Ubicación de la zona de estudio

**Fuente:** SAS Planet

**Elaborado por:** Burgos y Mera, (2021).

### 3.2. DURACIÓN

El presente estudio tuvo una duración de 9 meses que correspondió desde julio del 2021 hasta abril del 2022, en este tiempo se realizó el trabajo bibliográfico y práctico.



### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.3.1. MÉTODOS**

##### **3.3.1.1. MÉTODO ANALÍTICO**

Este método permitió descomponer un todo para poder observar las causas, la naturaleza del problema y los efectos. También aportó en la identificación de las características hidrológicas del río y del efluente, y al mismo tiempo a determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del punto que se estudió, para poder realizar el adecuado funcionamiento del modelo matemático.

##### **3.3.1.2. MÉTODO INDUCTIVO**

Este método se basó principalmente en encontrar la realidad de un problema, que debió estar fundamentado en un número de datos reales. Por medio de este método se pudo conocer y detallar el comportamiento de las variables determinadas para el modelo matemático y así describir la realidad de la calidad del agua del río.

##### **3.3.1.3. MÉTODO ESTADÍSTICO**

Se utilizó la estadística descriptiva, la cual permitió recopilar y tabular una serie de datos numéricos con base en las pruebas que se desarrollaron, en función de las variables de estudio (efluente de la rallandería de yuca y presión ejercida sobre el río Tarugo). Posteriormente se analizaron los datos mediante una hoja de cálculo.

##### **3.3.1.4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Mediante este método se recopiló información referente al tema en estudio, a través de plataformas de revistas científicas (Redalyc, Scielo, ESPAMCIENCIA), libros y páginas web, lo cual sirvió de sustento teórico-metodológico para la aplicación del modelo matemático de Streeter-Phelps.

### **3.3.2. TÉCNICAS**

#### **3.3.2.1. OBSERVACIÓN**

Esta técnica permitió conocer la situación actual de la comunidad San Pablo de Tarugo, los diferentes procesos de obtención de almidón de yuca, así como también evidenciar las corrientes residuales que se generan a partir del mismo.

También permitió obtener datos *in situ* mediante el uso de instrumentos para la medición cuantitativa de ciertas propiedades físicas y químicas del cuerpo de agua y el efluente.

#### **3.3.2.2. ENTREVISTA**

Se elaboró un banco de preguntas, el cual fue aplicado al propietario de la rallandería encontrada en la visita de campo a la comunidad San Pablo de Tarugo, para obtener información directamente de la fuente, referente al proceso realizado para la obtención de almidón de yuca, producción semanal y generación de residuos líquidos (Anexo 1).

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

En la comunidad de San Pablo de Tarugo del cantón Chone cuenta con una población de veintidós rallanderías, de estas se seleccionó una como objeto de estudio de acuerdo con la georreferenciación del lugar de estudio. La rallandería que se designó fue acorde a la accesibilidad del lugar y disponibilidad del propietario de la rallandería.

### **3.5. VARIABLES EN ESTUDIO**

#### **3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

El efluente de la rallandería de yuca.

#### **3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

La presión ejercida sobre el río Tarugo.

### **3.6. PROCEDIMIENTO**

Para la realización de la presente investigación, se estableció los procedimientos descritos a continuación, los cuales estuvieron acordes con los objetivos propuestos, estos se dividieron en 3 fases y cada una con sus oportunas actividades a realizarse.

#### **3.6.1. FASE 1: CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA DE MANERA FÍSICA, QUÍMICA E HIDROLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO**

##### **3.6.1.1. ACTIVIDAD 1.1: Identificar la rallandería de estudio.**

Para desarrollar esta actividad se hizo un recorrido en la zona de estudio donde se efectuó un levantamiento de información y se identificó la descarga de la rallandería, se aplicó una entrevista al propietario de la rallandería para conocer los siguientes aspectos que se detallan en el anexo 1.

##### **3.6.1.2. ACTIVIDAD 1.2: Determinar el punto de muestreo en el efluente de yuca.**

Se eligió un punto de muestreo del efluente de yuca tomando en cuenta el punto de salida de la rallandería de yuca hasta un metro antes que este se incorpore al río, tomando en cuenta la accesibilidad al lugar. Se obtuvieron coordenadas geográficas para la elaboración de un mapa de ubicación y a su vez mediante la observación se describió la zona de muestreo.

##### **3.6.1.3. ACTIVIDAD 1.3: Monitorear el efluente de manera físicos, químicos e hidrológicos de la rallandería.**

- **Toma de muestra**

Pérez (2019) indica que para el análisis de ( $\text{DBO}_5$ ) se utiliza un envase de plástico de 1 l con resistencia a entrada de la luz, el envase debe estar estéril y ser prelavado en el sitio de estudio, la muestra se tomará a la mitad del cauce sumergiendo la botella hasta llenarla completamente, la botella debe estar

rotulada con el distintivo del punto de muestreo, posteriormente deben ser llevadas al laboratorio Bureau Veritas Ecuador donde se le realizaron los respectivos análisis. Para las mediciones de oxígeno disuelto y temperatura, se realizó el procedimiento in situ en el punto de muestreo mediante el método electroquímico de acuerdo con la norma técnica INEN 2169:2013. En la siguiente tabla se detallan los parámetros que requiere el modelo matemático planteado por Streeter y Phelps (1925).

**Tabla 3.1.** Parámetros requeridos para el modelo matemático Streeter y Phelps.

TIPOS DE ANÁLISIS	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA
Físico	Temperatura	Potenciómetro	°C	3 meses	Dos veces a la semana
Químico	Oxígeno Disuelto	Oximetría	mg/l	3 meses	Dos veces a la semana
	DBO <sub>5</sub>	Respirométrico	mg/l	3 meses	Una vez a la semana

**Fuente:** Cajas (2015).

- **Parámetro hidrológico en el efluente de yuca**

Para la determinación de este parámetro se utilizó la metodología de Leopold y Maddock (1953) se menciona que el escurrimiento de la sección transversal depende de otras variables como el ancho superficial del flujo, la profundidad y velocidad promedio del flujo y el gradiente superficial del agua. Estos ajustes son descritos mediante relaciones de función potencial del tipo:

$$V = aQ^b ; H = cQ^d ; B = eQ^f \quad [3.1]$$

Donde Q es el caudal, V la velocidad, H la profundidad, B la anchura. Como  $VHB = Q$ , se deduce que  $b+d+f = 1$  y  $a \cdot c \cdot e = 1$ .

**Tabla 3.2.** Parámetro Hidrológico requerido para el modelo matemático Streeter y Phelps.

PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	MÉTODO	UNIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA
Caudal	Ecuación	m <sup>3</sup> /s	3 meses	Semanal

**Fuente:** García y Álvarez (1996, citado en Botto, 2019).

### **3.6.2. FASE 2: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROLÓGICOS DEL RÍO TARUGO QUE SERVIRÁN DE BASE PARA EL MODELO MATEMÁTICO ELEGIDO**

#### **ACTIVIDAD 2.1: Definir el punto de muestreo en el río Tarugo**

Seleccionar el punto de muestreo es un aspecto importante al momento de realizar un muestreo de calidad de aguas, porque la determinación de este puede condicionar los resultados analíticos del laboratorio. Se lo realizó entre los 15 a los 30 metros antes del punto de descarga del efluente, asegurándose también el acceso hacia este punto.

#### **ACTIVIDAD 2.2: Toma de muestra en el río Tarugo**

Los parámetros fisicoquímicos se basaron en lo establecido por Zuñiga (2014) y el modelo matemático de Streeter and Phelps (1925) que son las variables que influyen en la autodepuración de materia orgánica. La toma de los parámetros se realizó en la época seca y transición de época lluviosa de acuerdo con lo establecido por (Reinoso, 2015). La frecuencia de las tomas se basó de acuerdo a ANAP (2011), en la cual señala que esta dependerá de varios factores como el presupuesto de la investigación, la estacionalidad de la zona y además indica que esta puede variar en el transcurso de la investigación donde se pueden incluir o suprimir parámetros de estudio o también determinar si algunos de los parámetros se debiesen establecer con menor o mayor frecuencia, esto de acuerdo a los datos de análisis de campo; por lo cual se estableció de la siguiente manera:

En el punto de muestreo base se establecieron los parámetros de (DBO<sub>5</sub>, temperatura y OD) que se registraron cada semana, los cuales permitieron obtener una mayor cantidad de datos para el respaldo de la investigación. Las muestras que se tomaron en horarios cercanos al medio día (12h00) de acuerdo con Reinoso (2015) es el horario en que se presenta una mayor cantidad de carga orgánica de las aguas residuales.

El muestreo se realizó lo más cerca al centro del cuerpo de agua y en contra de la corriente al flujo de agua para no cambiar la condición reales, en los casos en

que no es posible recoger las muestras del centro del río, por fuertes corrientes, profundidades, falta de equipo de seguridad o riesgo de apoyo logístico necesario, el sitio debe estar en un área adecuada para que la muestra sea representativa del cuerpo. (ANAP, 2011).

En la siguiente tabla se detallan los parámetros que requiere el modelo matemático planteado por Streeter y Phelps (1925).

**Tabla 3.3.** Parámetros requeridos para el modelo matemático Streeter y Phelps.

TIPOS DE ANÁLISIS	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA
Físico	Temperatura	Potenciómetro	°C	3 meses	Dos veces a la semana
Químico	Oxígeno Disuelto	Oximetría	mg/l	3 meses	Dos veces a la semana
	DBO <sub>5</sub>	Respirométrico	mg/l	3 meses	Una vez a la semana

**Fuente:** Cajas (2015).

### **ACTIVIDAD 2.3: Ejecución de los parámetros de campo (OD y temperatura)**

El oxígeno disuelto y la temperatura se midieron in situ dentro de la zona de estudio mediante el método electroquímico de acuerdo con la norma técnica INEN 2169:2013, donde señala tomar muestras directamente en los puntos catalogados, registrándolos en una libreta y utilizando todos los equipos adecuados para la medición.

### **ACTIVIDAD 2.4: Realización de los análisis de DBO<sub>5</sub> en el laboratorio de Bureau Veritas Ecuador**

Las muestras de DBO<sub>5</sub> se recolectaron semanalmente en botellas de vidrio color ámbar, se rotularon y luego se enviaron en una hielera al laboratorio Bureau Veritas Ecuador para sus respectivos análisis ver anexo 4.

## ACTIVIDAD 2.5: Determinación de los parámetros hidrológicos del río

- **Parámetros hidrológicos del río**

Para la determinación de estos parámetros se utilizó la metodología de Leopold y Maddock (1953 se menciona que el escurrimiento de la sección transversal depende de otras variables como el ancho superficial del flujo, la profundidad y velocidad promedio del flujo y el gradiente superficial del agua. Estos ajustes son descritos mediante relaciones de función potencial del tipo:

$$V = aQ^b \quad ; \quad H = cQ^d \quad ; \quad B = eQ^f \quad [3.2]$$

Donde Q es el caudal, V la velocidad, H la profundidad, B la anchura. Como  $VHB= Q$ , se deduce que  $b+d+f= 1$  y  $a \cdot c \cdot e= 1$ .

**Tabla 3.4.** Parámetros Hidrológicos requeridos para el modelo matemático Streeter y Phelps.

PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	MÉTODO	UNIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA
Caudal	Flotador	m <sup>3</sup> /s	3 meses	Semanal
Profundidad	Ec. Leopold y Maddock	M	3 meses	Semanal
Velocidad	Ec. Leopold y Maddock	m/s	3 meses	Semanal

**Fuente:** García y Álvarez (1996, citado en Botto, 2019).

### 3.6.3. FASE 3: CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA POR EL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA SOBRE EL RÍO TARUGO MEDIANTE EL MODELO DE STREETER Y PHELPS

#### 3.6.3.1. ACTIVIDAD 3.1: Tabulación de datos

Luego de obtener toda la información de campo de los parámetros físicos, químicos e hidrológicos del río y del efluente de yuca se utilizó una hoja de cálculo, permitiendo tener de manera organizada todos los datos necesarios para aplicarlos en el modelo matemático establecido anteriormente (Anexo 11).

### 3.6.3.2. ACTIVIDAD 3.2: Modelización de datos

Luego de disponer de la base de datos, a través de la hoja de cálculo se procedió a el modelo matemático Streeter and Phelps (1925), se utilizó las diferentes condiciones del río y la descarga en época seca con transición de época lluviosa como DBO<sub>5</sub>, OD, temperatura, caudal, velocidad y profundidad, como lo indica (Zuñiga, 2014). Para el desarrollo del modelo se utilizó los valores semanales de cada mes de las variables del río y del efluente de yuca y se registraron las diferentes ecuaciones citadas en el marco teórico de la investigación para establecer los respectivos cálculos:

- a) Ecuación del balance general. [2.16]
- b) Modelación de la DBO<sub>5</sub>. [2.2]
- c) Modelación de la OD. [2.5]
- d) Temperatura de mezcla. [2.11]
- e) Correcciones de las constantes cinéticas por temperatura. [2.12]
- f) Déficit de oxígeno disuelto. [2.1]
- g) Representación de OD a x distancia. [2.6]

En el punto de muestreo también se realizó un balance de masa. De acuerdo con Díaz (2018) se puede plantear en una corriente con un solo vertido un balance de masa. El cual se explica en las siguientes ecuaciones:

#### 1. Análisis del caudal en el punto de mezcla.

$$Q_m = Q_r + Q_d \quad [3.3]$$

Donde:

Q<sub>m</sub>= caudal de mezcla.

Q<sub>r</sub>= caudal del río.

Q<sub>d</sub>= caudal de la descarga.

#### 2. Análisis de la temperatura en el punto de mezcla.

$$T_{mezcla} = \frac{Q_{río} * T_{río} + Q_{vertido} * T_{vertido}}{Q_{total}} \quad [3.4]$$

Donde:

T<sub>m</sub>= temperatura de mezcla.



$Q_r$ = caudal del río.

$T_r$ = temperatura del río.

$Q_v$ = caudal del vertido.

$T_v$ = temperatura del vertido.

$Q_T$ = caudal total.

### 3. Análisis de la concentración de oxígeno en el punto de mezcla.

$$O^2_{mezcla} = \frac{Q_{río} \times O_{2r} + Q_v \times O_{2v}}{Q_{total}} \quad [3.5]$$

Donde:

$O_{2m}$ = oxígeno de mezcla.

$Q_r$ = caudal del río.

$O_{2r}$ = oxígeno disuelto del río.

$Q_v$ = caudal del vertido.

$O_{2v}$ = oxígeno disuelto del vertido.

$Q_T$ = caudal total.

### 4. Análisis de la DBO en el punto de mezcla.

$$DBO_{5Mezcla} = \frac{Q_r \times L_{Or} + Q_v \times L_{Ov}}{Q_{total}} \quad [3.6]$$

Donde:

$L_{Om}$ = DBO<sub>5</sub> de mezcla.

$Q_r$ = caudal del río.

$L_{Or}$ = demanda bioquímica de oxígeno río.

$Q_v$ = caudal del vertido.

$L_{Ov}$ = demanda bioquímica de oxígeno río.

$Q_T$ = caudal total.

Luego se representaron gráficamente (gráficos de línea) los resultados de los valores promedios mensuales del comportamiento del oxígeno disuelto, temperatura, DBO<sub>5</sub> y caudal en función de la descarga del efluente de la rallandería de yuca, lo cual permitió conocer la presión sobre el río Tarugo.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. FASE I: CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA DE MANERA FÍSICA, QUÍMICA E HIDROLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO**

#### **4.1.1. Situación actual de la rallandería de yuca de la comunidad de Tarugo**

Una vez realizada la entrevista y el recorrido, en la rallandería de estudio (604181,17 E, 9913158, 41 N) del propietario Juan Rodríguez, se identificó que la obtención del almidón de yuca es un proceso semiindustrial laborando de lunes a viernes. Las aguas residuales son descargadas al río sin previo tratamiento, se generan en promedio de 30 a 40 m<sup>3</sup>, y este valor fluctúa dependiendo las toneladas de yuca que se procesen. Por último, indicó que desconoce sobre la presión que generan las aguas residuales al río, y manifestó que estas producen malos olores. Andrade y Baquero (2013) realizaron una encuesta a las rallanderías en la comunidad de tarugo las cuales indicaron las molestias que causan esta actividad, el 20% manifestó que la emisión de malos olores en el ambiente es considerado desagradable, esto se debe al estancamiento de aguas residuales que emiten un olor característico, el cual se incrementa con el tiempo y también por la falta de tratamiento que se le debe hacer antes de la descarga. Por otro lado, en la investigación de Saldarriaga (2012) se obtuvo como resultado que un 88% de la población de Tarugo ha sufrido problemas en su salud como infecciones estomacales, fiebre tifoidea, hepatitis por consumir agua no tratada del río.

#### **4.1.2. Determinación del punto de muestreo en el efluente de yuca.**

Se identificó mediante la georreferenciación el punto del efluente en la rallandería, estableciéndose las siguientes coordenadas en UTM como se muestra a continuación:

**Tabla 4.1.** Puntos de muestreo de la rallería de yuca.

Este	Coordenadas		Descripción del lugar
	Norte		
604181, 17	9913158, 41		Rallería de yuca
604168, 92	9913164,30		Punto de muestreo del efluente

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

**Figura 4.1.** Punto de muestreo del efluente de la rallería

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

### 4.1.3. PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROLÓGICOS DE LA RALLANDERÍA

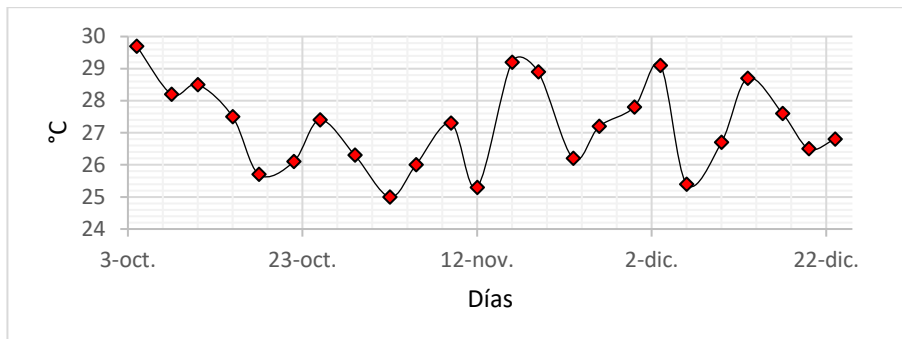
#### 4.1.3.1. FÍSICOS, QUÍMICOS

#### 4.1.3.2. TEMPERATURA

En el gráfico 4.1 se ilustra que la temperatura más alta registrada se encontró en el mes de octubre con 29,7 °C, mientras que el valor mínimo registrado fue en el mes de noviembre con 25 °C. Este valor se relaciona con lo encontrado por Hernández (2019) donde se pudo evidenciar un valor de 24,7°C. Mora et al. (2020) menciona que los valores de la temperatura dependerán de la época del año en la que se realice la investigación. Al ser aguas provenientes de procesos

semi-industriales la variabilidad de sus parámetros es alta, y dependen de la cantidad de materia prima procesada.

**Gráfico 4.1.** Valores de la Temperatura (°C) del efluente de yuca.

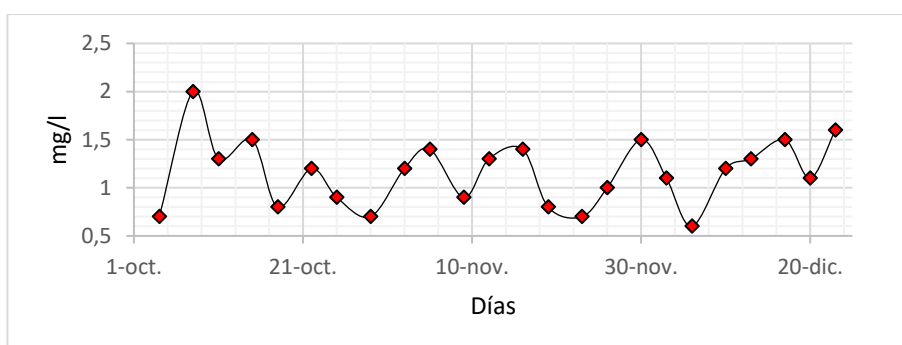


Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.1.4. OXÍGENO DISUELTO

En el gráfico 4.2 se muestran los valores de oxígeno disuelto tomados en las 12 semanas de muestreo. Se observa que el valor máximo encontrado durante el estudio se presenta en el mes de octubre con 2 mg/l. El valor mínimo se observó en el mes de noviembre registrándose 0,6 mg/l. En la investigación de Hernández (2019) presentó un valor de 0,62 mg/l. Por otra parte, Raffo y Ruiz (2014) mencionan que, cuanto más materia orgánica contiene una muestra de agua, más oxígeno necesita un microorganismo para oxidarse o descomponerse.

**Gráfico 4.2.** Valores de la Oxígeno Disuelto del efluente de yuca en mg/l.



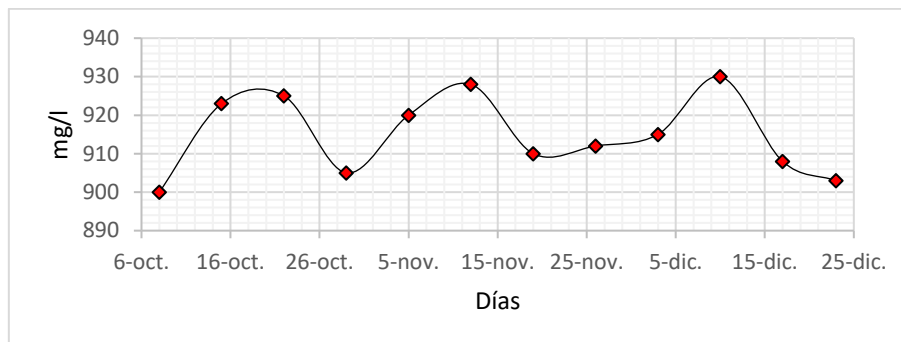
Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.1.5. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

En el gráfico 4.3 se muestra el promedio de las concentraciones de DBO<sub>5</sub> en mg/l del efluente de yuca. Se observa que la concentración de DBO<sub>5</sub> más alta registrada fue de 930 mg/l en el mes de diciembre, mientras que el valor mínimo

registrado fue 900 mg/l en el mes de octubre. En la investigación realizada por Hernández (2019) se evidenció un valor similar de 783 mg/l. Según Espinoza e Intriago (2021) manifiestan que la obtención de almidón de yuca causa impactos negativos, ya que ésta contiene una alta carga contaminante que se genera en el proceso.

**Gráfico 4.3.** Valores de la DBO<sub>5</sub> del efluente de yuca en mg/l.



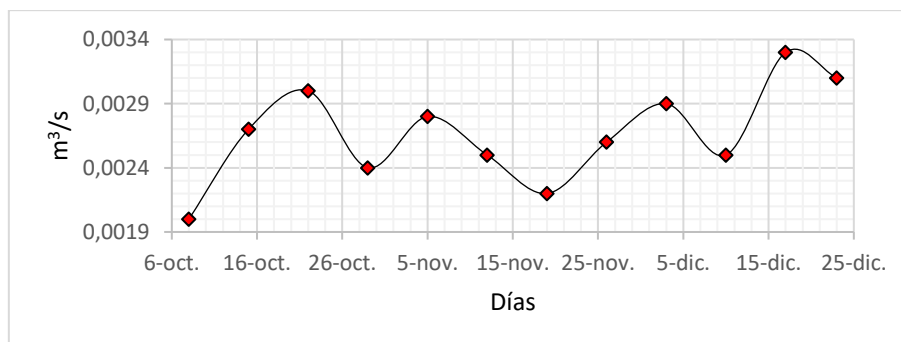
Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.1.6. HIDROLÓGICOS

##### 4.1.6.1. CAUDAL

Se puede observar en el gráfico 4.4 los resultados del caudal del efluente de yuca. Se evidencia el mayor caudal en el mes de diciembre llegando hasta 0,0033 m<sup>3</sup>/s porque hubo un incremento de producción en la rallandería, mientras que el caudal mínimo fue de 0,002 m<sup>3</sup>/s obtenidos en los meses de octubre. En la investigación realizada por Rovira y Fernández (2011) se encontraron valores que fluctúan entre 0,002 y 0,009 m<sup>3</sup>/s. Por otro lado, en la investigación de Pérez y Torres (2017) obtuvieron valores entre 0,004 y 0,003 m<sup>3</sup>/s.

**Gráfico 4.4.** Valores de caudal efluente de yuca en m<sup>3</sup>/s.



Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

## 4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROLÓGICOS DEL RÍO TARUGO QUE SERVIRÁN DE BASE PARA EL MODELO MATEMÁTICO ELEGIDO

### 4.2.1. ESTABLECIMIENTO DEL PUNTO DE MUESTREO DEL RÍO TARUGO

El punto de muestreo en el río Tarugo establecido se encuentra a 15 metros antes de la descarga del efluente de yuca (Anexo 6).

**Tabla 4.2.** Punto de muestreo del río Tarugo.

Este	Coordenadas Norte	Descripción del lugar
604154, 39	9913198, 735	Punto de muestreo del río Tarugo

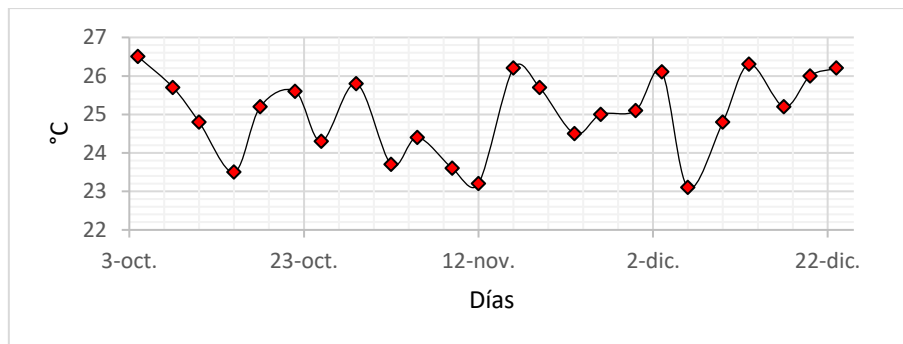
**Elaborado por:** Burgos y Mera, (2021).

### 4.2.2. PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROLÓGICOS

#### 4.2.2.1. FÍSICOS, QUÍMICOS

##### 4.2.2.1.1. TEMPERATURA

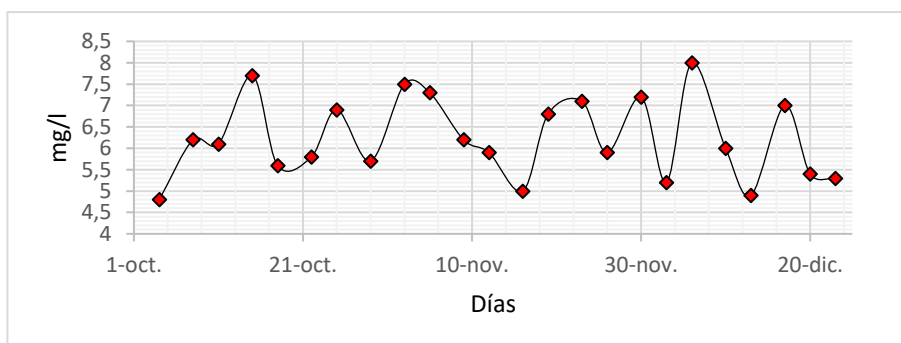
En el gráfico 4.5 muestra los valores de la temperatura (°C) de las aguas del río Tarugo. Se puede observar que la temperatura más alta se registró en el mes de octubre con 26,5°C, mientras que el valor mínimo registrado fue 23,1°C en el mes de diciembre. Estos resultados son similares a los encontrados por Cuero (2017) donde la temperatura más alta alcanzada fue de 25,9°C. Por otro lado, en la investigación de Flores y Menéndez (2019) realizada en el río Carrizal se encontró una temperatura máxima de 26,1°C, mientras que el valor mínimo fue de 23,1 °C. Por ello Drinan (2019) indica que la temperatura del aire circulante influirá más en las masas pequeñas de agua, que en las grandes. Según Alava y Rojas (2019) el aumento de la temperatura está directamente relacionado con la disminución del oxígeno.

**Gráfico 4.5.** Valores de temperatura (°C) en el agua del río Tarugo.

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

### 4.2.3. OXÍGENO DISUELTO

En el gráfico 4.6 se muestran los valores de oxígeno disuelto tomados en las doce semanas. Se observa el valor máximo encontrado durante el muestreo, el cual se presenta en diciembre con 8 mg/l. Mientras que el mínimo se estableció durante octubre registrándose 4,8 mg/l. En la investigación realizada por Alva y Rojas (2019) en el río Moche se encontró valores que oscilan entre 7,01 y 8,05 mg/l, esto es debido a las concentraciones de carga orgánica que contienen. Por otro lado, Arana y Sánchez (2016) presentaron un esquema similar de variabilidad estacional del oxígeno disuelto donde la mayor concentración se presentó en la época de lluvias, correspondiente a enero y febrero, y el valor estuvo en el rango de 5 a 6 mg/L, pero cambió a baja concentración en los meses de octubre, noviembre y diciembre (época seca) .1-5mg/L

**Gráfico 4.6.** Valores de oxígeno disuelto en el agua del río Tarugo en mg/l.

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

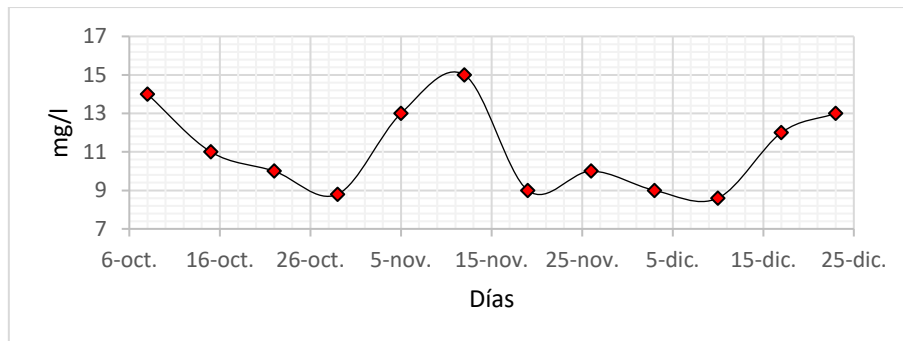
### 4.2.4. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

Como se observa en el gráfico 4.7 la concentración más alta de DBO<sub>5</sub> se determinó en noviembre con un valor máximo de 15 mg/l y un mínimo de 8,6 mg/l



en diciembre. En la investigación realizada por Martínez (2019) se pudo evidenciar valores aproximados de  $DBO_5$  con un máximo de 14,50 mg/l y el mínimo de 11 mg/l. Por otro lado, estos datos también son similares a los reportados por Rodríguez y Franco (2013) quienes concluyeron en la estación seca, la disminución del caudal aumenta la  $DBO_5$  y se pierde la capacidad de autolimpieza.

**Gráfico 4.7.** Valores de la  $DBO_5$  del río Tarugo en mg/l.



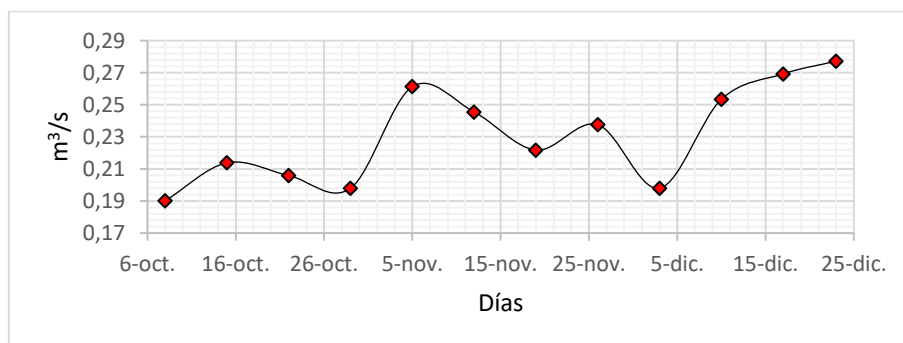
Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

## 4.2.5. HIDROLÓGICOS

### 4.2.5.1. CAUDAL

Los valores del gráfico 4.8 muestran la variación del caudal en el río Tarugo. Se observó que el mayor caudal fue 0,28  $m^3/s$  en el mes de diciembre esta variación se le atribuye a la influencia de la época lluviosa que empieza en dicho mes y el caudal mínimo presentado fue de 0,19  $m^3/s$  en el mes de octubre. En la investigación realizada por García (2019), se encontraron valores similares de caudal con un valor promedio de 0,20  $m^3/s$ . Mientras que, en la investigación de Cunha et al. (2015) se encontraron valores que oscilan entre 0,09 a 0,25  $m^3/s$ .

**Gráfico 4.8.** Valores de caudal del río Tarugo en  $m^3/s$ .

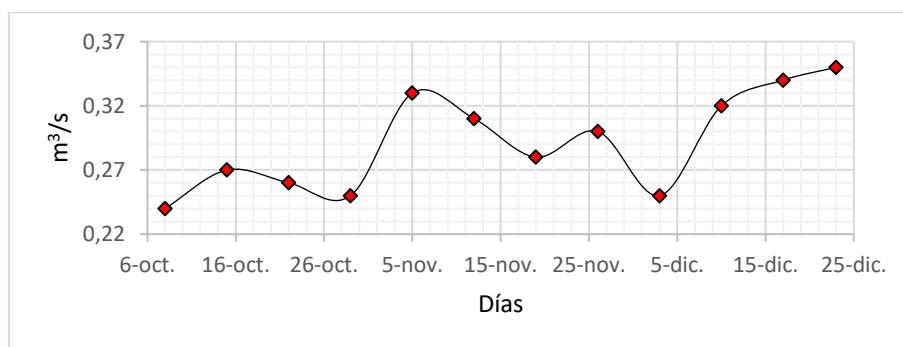


Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.2.6. VELOCIDAD

En el gráfico 4.9 se observan los valores de las velocidades de la corriente del río Tarugo obtenidas. La corriente más lenta del río Tarugo se registró en octubre con 0,24 m/s, mientras que el valor máximo de la corriente del río se registró en el mes de diciembre con un valor de 0,35 m/s. En la investigación realizada por Pérez (2019), donde también aplicaron el modelo matemático de Streeter-Phelps se encontraron valores similares de velocidad con un valor de 0,37 m/s. Arana y Sánchez (2016) dentro de su investigación tanto en época seca como lluviosa, obtuvieron diferentes velocidades donde se observa que en el mes de octubre (época seca) una velocidad mayor de 0,55 m/s, a su vez en el mismo punto de muestreo para el mes de febrero también se obtuvo una velocidad alta de 0,79 m/s, por consiguiente en los tramos uno, dos, tres y cuatro se dieron velocidades promedio entre 0,09 m/s a 0,24 m/s.

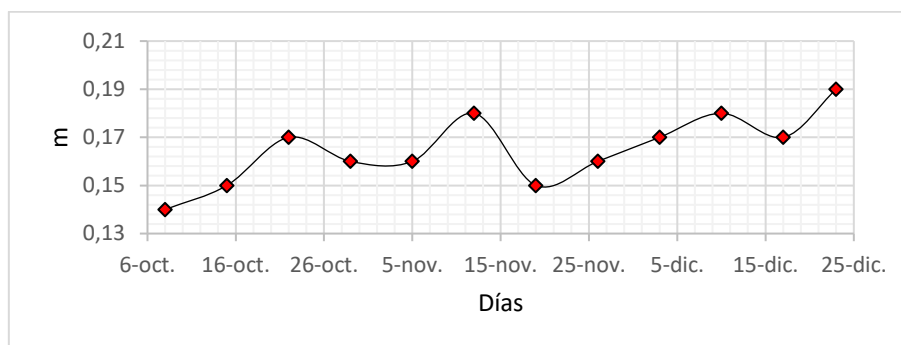
**Gráfico 4.9.** Valores de velocidad del río Tarugo en m/s.



**Elaborado por:** Burgos y Mera, (2021).

#### 4.2.7. PROFUNDIDAD

Los datos registrados de las profundidades del río se encuentran detalladas en el gráfico 4.10. En el cual se muestra que la mayor profundidad se registró en el mes de diciembre con 0,19 m y la menor es de 0,14 m en el mes de octubre. En la investigación realizada por Alva y Rojas (2019), donde también aplicó el modelo matemático de Streeter-Phelps se encontraron valores aproximados de profundidades con un valor promedio de 0,32 m. Arana y Sánchez (2016) presentaron profundidades inferiores a 0,15 m dentro tributario principal y el punto de descarga, mientras que aguas arriba se notaron profundidades altas en todo el tiempo de la investigación con valores desde 0,74 m en el mes de octubre.

**Gráfico 4.10.** Valores de profundidad del río Tarugo en m.

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

### 4.3. CÁLCULO DE LA PRESIÓN EJERCIDA POR EL EFLUENTE DE LA RALLANDERÍA DE YUCA SOBRE EL RÍO TARUGO MEDIANTE EL MODELO DE STREETER Y PHELPS.

Luego de obtener los datos de monitoreo durante las doce semanas de época seca con transición a época lluviosa se utilizó una hoja de cálculo donde se realizó un promedio total del periodo analizado. En la tabla 4.3 se ilustran los valores promedio de los puntos base que sirven para el cálculo de la ecuación de balance general.

**Tabla 4.3.** Valores de la primera semana en los puntos base.

	T (°C)	OD (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	V (m/s)
Río	25,02	0,9	11,12	0,19	0,14	0,24
Descarga	27,21	0	914,92	0,0027		

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.3.1. Aplicación de la ecuación de balance general

Esta ecuación permitió obtener los valores de mezcla de los parámetros físicos, químico e hidrológicos de los puntos base (efluente y río).

**Tabla 4.4.** Valores de mezcla de los parámetros físicos, químico e hidrológicos del efluente y río.

Parámetros	Ecuación	Balance de mezcla
Caudal	Ec. 3.3	0,192 m <sup>3</sup> /s
Oxígeno Disuelto	Ec. 3.5	0,89 mg/l
DBO <sub>5</sub>	Ec. 3.6	23,87 mg/l
Temperatura	Ec.3.4	25,14 °C

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.3.2. Determinación de las constantes de degradación ( $k_1$ ) y reoxigenación ( $k_2$ ).

**Tabla 4.5.** Constante de degradación ( $k_1$ ) y reoxigenación ( $k_2$ ).

TRATAMIENTO	$K_1$ (20 °C)	$K_2$ (20 °C)
Sin tratamiento	5	19,41

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.3.3. Correcciones de las constantes cinéticas por la temperatura

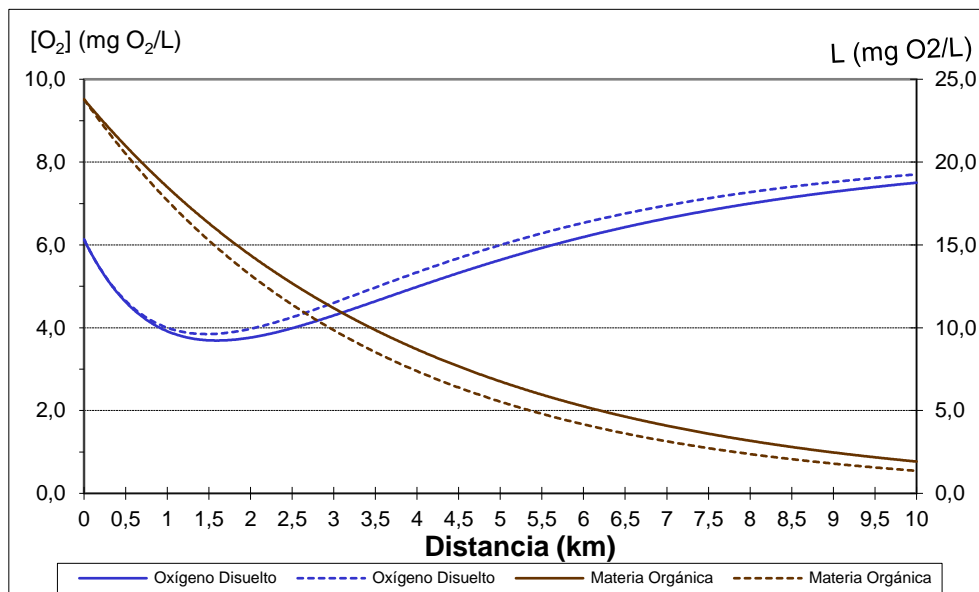
**Tabla 4.6.** Correcciones de las constantes cinéticas por la temperatura.

TRATAMIENTO	$K_1$ (Tmezcla)	$K_2$ (Tmezcla)
Sin tratamiento	6,31	21,88

Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

#### 4.3.4. Representación gráfica del modelo de Streeter y Phelps en el río Tarugo.

**Gráfico 4.11.** Presión ejercida por el efluente de la rallandería de yuca sobre el río tarugo mediante el modelo de Streeter y Phelps.



Elaborado por: Burgos y Mera, (2021).

En el gráfico 4.11 se ilustra el modelo matemático aplicado (Ec 2.1) el cual muestra el comportamiento del oxígeno disuelto y la materia orgánica en relación a 10 km de distancia en el cuerpo de agua. Se observa que 0 km (punto muerto) de distancia el río tiene una concentración de OD de 6,13 mg/l y 23,78 mg/l una materia de orgánica. Además, se identifica que el punto crítico del río se

encuentra entre 1,51 km – 1,68 km siendo estas las distancias donde se presentan los niveles más bajos de OD con un promedio de 3,69 mg/l y la materia orgánica mantiene su media concentración. Por otro lado, se constata que el punto de mezcla se encuentra en el 2,76 km – 2,78 km. Y por último se observa que a partir de 6 km el oxígeno recupera su condición natural (6,19 mg/l) y la vez la materia orgánica.

## **DISCUSIÓN DEL MODELO DE STREETER Y PHELPS**

Se identificó que después del momento de la descarga de las aguas residuales, la concentración de oxígeno disuelto empieza a disminuir alcanzando un punto crítico entre 1,51 km – 1,68 km con un valor de 3,69 mg/l. En la investigación de García (2016) durante la aplicación del modelo matemático Streeter-Phelps demostraron que el oxígeno disuelto sufrió un decaimiento progresivo, alcanzando un punto crítico de 2,38 mg/l a los 5,5 km. Mientras que en la investigación de Flores y Menéndez (2020) realizada en el río Carrizal, alcanzan un punto crítico de 2,38 mg/l en una distancia de 34,67 km.

A causa de este comportamiento se generan fenómenos como la turbiedad por la presencia de sólidos en suspensión creando un fondo con fangos que emiten malos olores y además impiden el paso de la luz para el proceso de fotosíntesis de las algas, asimismo se genera la disminución de oxígeno disuelto debido al alto consumo de microorganismos heterótrofos, estos residuos se complementan con el oxígeno presente en la atmósfera al entrar en contacto con el agua. (Escobar y Moreno, 2016).

Raffo y Ruiz (2014) mencionan que la materia orgánica precisa oxígeno para ser degradada en un cuerpo de agua, una alta carga orgánica favorece el crecimiento de hongos y bacterias. Por ende, los efectos al ecosistema van desde la alteración de la calidad de agua y el aumento del pH, el crecimiento de peces y plantas.

A partir de los 2,76 km – 2,78 km de distancia se efectúa el punto de mezcla, que es donde existe un equilibrio momentáneo entre el oxígeno disuelto y la materia orgánica. Toapanta (2018) menciona que la distancia afecta directamente la capacidad de autolimpieza del flujo, lo que significa que a mayor distancia, mayor

capacidad de remoción de materia orgánica como función biológica. Moco-roa (2013) señala que la capacidad de autodepuración está controlada por los niveles de OD, es decir, a mayor concentración de OD mayor será la capacidad auto depurativa del río.

A partir de los 6 km de distancia se empieza a recuperar el oxígeno disuelto, alcanzando un valor de 6,19 mg/l, y es donde la concentración de OD en el agua aumenta hasta alcanzar los niveles de saturación a las condiciones ambientales. Sardiñas et al. (2006) señala que al aumentar el OD, se incrementa la supervivencia de especies acuáticas, pero que también las altas concentraciones facilitan la proliferación de bacterias y microorganismos aeróbicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se confirma la hipótesis planeada en el inicio de la investigación ya que el agua del río Tarugo a los 6 km de distancia regresa a los valores normales de  $DBO_5$  y OD previos a la descarga del efluente de la rallería de yuca.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- La caracterización física, química e hidrológica del efluente de la rallandería de yuca escogida para la investigación, muestra que la materia orgánica descargada con las aguas residuales es alta puesto que los valores de DBO<sub>5</sub> en promedio fueron de 914 mg/l, afectando la concentración de OD produciendo estados de anoxia en estas aguas, sin embargo, los caudales descargados son muy bajos por lo cual la presión directa de este es baja.
- Con la determinación de los parámetros establecidos en la investigación y evaluados se puede inferir que la calidad del agua es buena, pues la concentración de OD con un valor de 6,19 mg/l permitiendo un idóneo desarrollo de la vida acuática, además los valores de DBO<sub>5</sub> son adecuados para el uso del agua de manera doméstica con un proceso de desinfección, el mayor riesgo está dado por los bajos caudales presentados pues si aumentaran significativamente los caudales de descargas de las actividades de rallandería no permitirían que el cuerpo de agua se recupere mientras que si el caudal del río aumenta y las actividades del lugar de estudio disminuyen, la capacidad de recuperación del cuerpo de agua sera más rápida.
- El modelo matemático Streeter and Phelps utilizado para el análisis del comportamiento del río Tarugo frente a las aguas residuales provenientes de la rallandería de yuca refleja valores obtenidos en el punto crítico de 3,69 mg/l a los 1,51 km – 1,68 km mientras que el punto de mezcla se encontró entre 2,76 km – 2,78 km de distancia aguas abajo de la descarga. Finalmente, el río empieza el proceso de recuperación a los 6 km de distancia volviendo a sus condiciones óptimas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Con relación a el nivel de contaminación que recibe el río Tarugo por las descargas de las rallanderías de yuca, se recomienda al departamento de gestión ambiental del GADM de Chone junto con el GADP de Canuto, implementar una planta de tratamiento fisicoquímico previo al vertimiento de las aguas residuales, siguiendo con lo establecidos en la normativa vigente para descargas a cuerpos de agua dulce.
- Es importante se continúe realizando estudios sobre calidad del agua del río Tarugo, ya que se encuentra situado en la zona rural, donde los habitantes utilizan esas aguas para diferentes actividades antropogénicas. Al mismo tiempo, se debe realizar el estudio en época lluviosa para comparar la capacidad de autodepuración en las dos épocas del año.
- Aplicar el modelo matemático Streeter and Phelps considerando otros parámetros fisicoquímicos como: sólidos totales disueltos, potencial hidrógeno pH, aceites y grasas y los microbiológicos como: coliformes totales, coliformes fecales.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alava, G., y Rojas, J. (2019). *Estimación del déficit de oxígeno disuelto usando el modelo Streeter y Phelps en la cuenca baja del río Moche, 2019*. PDF: <https://docplayer.es/203505514-Tesis-para-obtener-el-titulo-profesional-de-autores-asesor-linea-de-investigacion.html>
- Andrade, D., y Baquero, J. (2013). *Evaluación de la incidencia de las actividades del procesamiento de almidón de yuca en la calidad ambiental en San Pablo de Tarugo*. Bolívar. Repositorio.espan.
- ANAP. (2011). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos autoridad nacional del agua – dgcrh*. Pdf. [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam\\_files/publicaciones/varios/2011-protocolo-anaperu.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/2011-protocolo-anaperu.pdf)
- Arana, R., y Sánchez, N. (2017). *Modelización de la calidad del agua del estero macache, zona sur, cantón Quevedo, año 2016-2017*. Repositorio.uteq: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2017/1/T-UTEQ-0035.pdf>
- Ayala, J. (Agosto de 2014). *Contaminación Antropogénica*. [https://contaminacionambiental.net/contaminacion-antropogenica/#ORIGEN\\_URBANO](https://contaminacionambiental.net/contaminacion-antropogenica/#ORIGEN_URBANO)
- Bidault, O. (28 de Junio de 2016). *¿Qué factores determinan la calidad del agua?* Waterlogic.es. <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>
- Blanco, J. (2016). *Encuentros en la biología*. Pdf.file:///C:/Users/User/Downloads/EeB\_158.pdf
- Cajas, V. (2015). *Estimación de valores de contaminación difusa para el río tomebamba en zonas periféricas y urbanas – primera aproximación*. Pdf. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23122/1/TESIS.pdf>
- Centro de Comunicación de Ciencias (2021). *Almidón de yuca para combatir la contaminación de las aguas*. Ciencias.uautonoma.cl.[https://ciencias.uautonoma.cl/noticias/almidon\\_de\\_yuca/](https://ciencias.uautonoma.cl/noticias/almidon_de_yuca/)
- Cevallos, J. (2007). *La producción y exportación del almidón de yuca de la provincia de Manabí y su demanda en el mercado de Colombia*. Repositorio.uleam.<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1264/1/ULEAM-POSG-FCI-0021.pdf>
- Cuero, L. (2017). *Evaluación de la incidencia de las descargas contaminantes en la calidad del agua del río Quevedo, cantón Quevedo, provincia de los ríos, año 2016*. PDF: <http://190.15.134.12/bitstream/43000/1999/1/T-UTEQ-0028.pdf>
- Cunha J, Parreira Bittencourt R, Sá Farias M, Pinheiro Bello I, Coutinho de Oliveira LF, Fia R. *Deoxygenation rate, reaeration and potential for selfpurification of a small tropical urban stream*. Revista Ambiente e Agua. 2015;9(3):445-458.

- Chapra, S. (1997). *Surface Water-Quality Modeling (Vol. 2)*. (S. W.-Q. Modeling, Ed.) New York, USA: Mc Graw-hill.
- Churchill, M., Elmore, H., y Buckingham, R. (1962). *The prediction of stream reaeration rates* *Journal of Sanitary Eng. Division ASCE* 88 (SA4). .
- Del Ángel, E. (2014). *Hidrodinámica*. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Repository.uaeh. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16>
- Díaz, G. (2018). *Determinación de la calidad de agua del río Naranjos mediante el uso de los coeficientes cinéticos de auto depuración, distrito de Pardo Miguel-San Martín*, 2017. Repositorio.unsm. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2942/SANITARIA%20-%20Gerson%20D%C3%ADaz%20S%C3%A1nchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Drinan, J. (2019). *The drinking water handbook*. PRIMERA ed. España: Acribia.
- Escobar, J., y Moreno, N. (2016). *Determinación de los coeficientes de oxigenación y desoxigenación para la curva de comportamiento de oxígeno disuelto en el río Fucha*. Repositorio.ucatolica. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6805/4/Determinaci%20de%20los%20coeficientes%20de%20oxigenaci%20y%20desoxigenaci%20de%20oxigeno%20disuelto%20en%20el%20r%20o%20Fucha.pdf>
- Espigares, M., y Pérez, L. (2014). *Aguas residuales, composición*. Pdf. <https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf>
- Espinoza, M., y Intriago, E. (Febrero de 2021). *Tratamiento de aguas residuales del procesamiento de almidón de yuca, mediante uso de filtro rápido en el sitio Bejuquillo – Canuto*. Repositorio ESPAM. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1428/1/TTMA20D.pdf>
- La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (Noviembre de 2006). *La ganadería amenaza el medio ambiente*. FAO. <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
- La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2018). *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe*. FAO. <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/1141955/>
- Fernández, A. (2012). *El agua: un recurso esencial* *Química Viva*, vol. 11, núm. 3, diciembre, 2012, pp. 147-170. Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Flores, J., y Menéndez, J. (2020). *Evaluación de la capacidad de autodepuración de materia orgánica del río carrizal sobre los efluentes de la laguna de oxidación de Calceta*. Repositorio ESPAM. <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1324/TTMA06D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Galeano, L., y Rojas, V. (2016). *Propuesta de diseño de una plata de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del Municipio de Vélez-Santander.* Pdf. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13930/4/propuesta%20de%20dise%c3%91o%20de%20una%20ptar%20para%20el%20%20municipio%20de%20velez%20-santander.pdf>
- García, R. (2014). *Caracterización y propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la industria de galvanizado de lámina por inmersión en caliente.* Biblioteca.usac. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0375\\_MT.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0375_MT.pdf)
- García, D. (2019). *Modelización de la calidad del agua del estero Guayjì, Cantón Quevedo, Provincia De Los Ríos, Año 2018-2019.* Pdf. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3735/1/T-UTEQ-0088.pdf>
- Global Onium. (Agosto de 2018). *La importancia del agua para el desarrollo sostenible.* Actualidad.globalonium. <https://actualidad.globalonium.com/la-importancia-del-agua-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Guía de Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua Quito – Ecuador (UICN). (2018). *Guía de monitoreo participativo de la calidad de agua.* Pdf. <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>
- Hernández, J. (2019). *Gestión de vertimientos líquidos de la industria del almidón de yuca en Santander de Quilichao.* Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, 4 (1), 44-56. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/sennova/article/view/2091/2563>
- Ibañez, G. (2012). *Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la subcuenca del río San Pablo en el cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi.* Pdf. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1577.pdf>
- Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los (WWDR). (2017). *Aguas residuales.* Pdf. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1\\_\\_15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1__15.247647s.pdf)
- La Cruz, F., Paredes, F., y Guevara, E. (2006). *Modelación de la autodepuración.* Valencia: Universidad de Carabobo. <http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/agrollania/v3n1-2/articulo9.pdf>
- Lecca, E., y Ruiz, E. (Marzo de 2014). *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno.* Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>
- León, M. (2015). *Caracterización físico-química, biológica y ecotoxicológica del agua residual de un hospital de la ciudad de Cuenca.* Pdf. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21222/1/TESIS.pdf>

- López, I. (2019). *Conoce los principales contaminantes del agua y sus consecuencias*. <https://transferencia.tec.mx/2019/10/01/conoce-los-principales-contaminantes-del-agua-y-sus-consecuencias/>
- López, S. (2018). *Reducción DQO y DBO. Aguas residuales*. iagua. <https://www.iagua.es/blogs/alejandro-santos-altos/reduccion-dqo-dbo-aguas-residuales>
- Lynch, I., y Zambrano, J. (2021). *Aprovechamiento de residuos de yuca (Manihot esculenta Crantz) como aporte nutricional del chame (Dormitator latifrons) con fines de economía circular*. Repositorio ESPAM. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1438/1/TTMA27D.pdf>
- Marmolejo, L., Pérez, A., Torres, P., Cajigas, A., y Cruz, C. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos generados en pequeñas industrias de almidón agro de yuca*. <http://www.lrrd.org/lrrd20/7/marm20104.htm>
- Martínez, G. (2019). *Modelización de la calidad del agua del estero El Pital, cantón Quevedo, estación lluviosa, año 2019*. Repositorio.uteq: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3733/1/T-UTEQ-0086.pdf>
- Menéndez, C., y Dueñas, J. (2018). *Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales desde una visión no convencional*. Scielo. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v39n3/1680-0338-riha-39-03-97.pdf>
- Mocoroa, F. (2013). *La auto-depuración del río urumea*. Pdf. <http://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/1961117125.pdf>
- Molina, J., & Palacios, L. (2013). *Tratamiento para las aguas residuales procedentes del micro-empresa productor de almidón de yuca LUISAM del sitio Tarugo-Canuto-Chone*. Repositorio ESPAM.
- Mora, C., Saucedo, R., González, I., Gómez, S., y Flores, H. (2020). *Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas*. Revista Scielo. Vol.11 [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242020000500002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242020000500002)
- Organización Mundial de la Salud. (2002). *Flúor en el agua de consumo*. [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8193:2013-fluor-agua-consumo&Itemid=39798&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193:2013-fluor-agua-consumo&Itemid=39798&lang=es)
- Organización de las Naciones Unidas. (Octubre de 2014). *Calidad del Agua*. ONU-Agua. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (29 de Noviembre de 2006). *La ganadería amenaza el medio ambiente*. FAO. <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe*. FAO. <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/1141955/>

- Ordóñez, J., y Palacios, M. (2017). *Modelo de la calidad de agua. Doble Calzada Rumichaca - Pasto*. Pdf. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/2277/Evaluaci%C3%B3n%20de%20escenarios%20de%20calidad%20del%20agua%20del%20r%C3%ADo%20Palac%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Owens, M., Edwards, R., y Gibbs, J. (1964). *Some reaeration studies in streams*. International Journal of Air and Water Pollution. .
- Pérez, M. (2019). *Modelización de la calidad del agua del estero El Limón, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, estación lluviosa, año 2018 - 2019*. Repositorio.uteq. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3734/1/T-UTEQ-0087.pdf>
- Pérez, A., Marmolejo, L., Torres, P., Cajigas, A., y Cruz, C. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos generados en pequeñas industrias de almidón agro de yuca*. Html. <http://www.lrrd.org/lrrd20/7/marm20104.htm>
- Pérez, A., & Torres, P. (2017). *Evaluación del comportamiento hidrodinámico como herramienta para optimización de reactores anaerobios de crecimiento en medio fijo*. Scielo. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-62302008000300003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302008000300003)
- Pozo, L. (2011). *Construcción de un prototipo del molinete universal para la medición de la velocidad del agua en ríos, basado en el molinete universal utilizado en el INAMHI*. Pdf. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4165/1/CD-3870.pdf>
- Raffo, E., y Ruiz, E. (2014). *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno (Vol. 17)*. Industrial Data. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=anon~b8f3c14c&id=GALE|A597962017&v=2.1&it=r&sid=googleScholar&asid=c3569bf6%20>
- Rangel, J. (diciembre de 2012). *Desarrollo de un modelo hidrodinámico y de calidad del agua en la presa de aguamilpa (Nayarit, México)*. PDF. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/23/1/Jes%C3%BAs%20Gabriel%20Rangel%20Peraza.pdf>
- Reinoso, I. (2015). *Evaluación Ambiental del río Machangara*. Pdf. [www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10479/1/CD-6199.pdf](http://www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10479/1/CD-6199.pdf)
- Rodríguez, L., y Franco, O. (2013). *Análisis De Contaminación Y Modelamiento De O.D. Y Materia Orgánica. Río Puyo*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. 1-13.
- Rodríguez, H. (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Iagua. <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

- Romero, J. (2004). *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño (Tercera ed.)*. Bogotá Editorial Colombiana de Ingeniería.
- Rovira, J., y Fernández, A. (2011). *Contaminación y toxicidad de las aguas residuales de las rallanderías del Norte del Cauca, Colombia*. Pdf: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/14544/1/T33483.pdf>
- Saldarriaga, E. (2012). *La contaminación del río tarugo y su incidencia en la salud de los habitantes de la comunidad de San Elías*. Repositorio.ute: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/3000/1/52581\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/3000/1/52581_1.pdf)
- Salto, J., y Zambrano, J. (Febrero de 2021). *Implementación de biofiltro para remoción sólidos en aguas residuales de procesamiento de almidón yuca, alrededor de comunidad San Pablo Tarugo Chone, Manabí*. Repositorio ESPAM. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1451/1/TTMA36D.pdf>
- Sánchez, D. (2016). *Calidad del agua en ríos*. PDF: [https://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/12\\_Calidad-agua-r%C3%ADOS\\_v2015\\_resumen.pdf](https://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/12_Calidad-agua-r%C3%ADOS_v2015_resumen.pdf)
- Sánchez, G. (2018). *Determinación de la calidad del agua del río Naranjos mediante el uso de los coeficientes cinéticos de auto depuración, distrito de Pardo Miguel – San Martín, 2017*. Repositorio.unsm. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2942/SANITARIA%20-%20Gerson%20D%C3%ADAZ%20S%C3%A1nchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, J. (2013). *Medida de caudales*. Pdf. <https://hidrologia.usal.es/temas/Aforos.pdf>
- Sardiñas, O., Chiroles, S., Fernández, M., Hernández, Y., y Pérez, A. (2006). *Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao. Higiene y Sanidad Ambiental*: [https://www.saludpublica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015aa031684\\_Hig.Sanid.Ambient.6.202-206\(2006\).pdf](https://www.saludpublica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015aa031684_Hig.Sanid.Ambient.6.202-206(2006).pdf)
- Schnoor, J. (1996). *Environmental Modeling. Fate and Transport of Pollutants in Water, Air and Soil*, John Wiley and Sons, New York.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del Agua: evaluación y diagnóstico*. Academia.edu: [https://www.academia.edu/9511155/Calidad\\_del\\_agua\\_evaluaci%C3%B3n\\_y\\_diagn%C3%B3stico](https://www.academia.edu/9511155/Calidad_del_agua_evaluaci%C3%B3n_y_diagn%C3%B3stico)
- Suárez, J. (2008). *Modelos de Calidad de Aguas: “Calidad de Aguas en Ríos Autodepuración*. Universidad de Coruña, Master en Ingeniería del Agua, tema 5, Página 1-28.
- Taborda, L. (2015). *Evaluación integral de la agroindustria rural de almidón de yuca en Cauca Colombia, como un potencial subsistema agroecológico*. Pdf. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55744/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55744/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Tapia, G., Molina, J., Pérez, B., y Torres, A. (2012). *Metodología para la medición de la velocidad de flujo en un río en el diagnóstico de la socavación en pilas de un puente, utilizando un dispositivo electrónico*. Pdf. <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt356.pdf>
- Toapanta, M. B. (2018). *Modelización de la calidad del agua del estero El Limón, Cantón Quevedo, estación seca, Año 2018*. Repositorio uteq: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3642/3/T-UTEQ-0083.pdf>
- Torres, F. (2009). *Desarrollo y Aplicación de un Índice de Calidad de Agua para ríos en Puerto Rico*. Tesis de Grado. <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/1753>
- Torres, P., Hernán, C., y Patiño, P. (2005). *Extracción de almidón de yuca. Manejo integral y control de la contaminación hídrica*. Livestock Research for Rural Development. Volume 17, Article #74. <http://www.lrrd.org/lrrd17/7/torr17074.htm>
- Torres, P., Pérez, A., Marmolejo, L., Ordóñez, J., y García, R. (2010). *Una mirada a la agroindustria de extracción de almidón de yuca, desde la estandarización de procesos*. Scielo. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372010000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372010000200003)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2006). *Section 2: Changing Natural Systems*. Pdf. <https://en.unesco.org/wwap>
- Valdivia, R. (2018). *Transporte de sedimentos de fondo y volumen generado aguas arriba de la captación del Chicche – Cajamarca 2016*. Pdf. [http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/2051/T016\\_46776873\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/2051/T016_46776873_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Valdivielso, A. (2017). *¿Qué es un caudal?* iagua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudal>
- Vélez, G. (2010). *Biorremediación de los efluentes líquidos en la producción de almidón de yuca Manihot esculenta Crantz en el Cantón Chone- Manabí 2009*. Pdf. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4127/7/iniapeeptv436b.pdf>
- Zambrano, J. (Julio de 2016). *Evaluación de la influencia de actividades productivas del cultivo yuca, en la calidad del suelo, comunidad San Pablo de Tarugo*. Repositorio ESPAM. <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/290/1/TMA91.pdf>
- Zhen, B. (2009). *Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica*. Pdf.

<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad%20f%C3%ADsico-qu%C3%ADmica%20y%20bateriol%C3%B3gica%20del%20agua%20para%20consumo%20humano%20de%20la%20microcuenca.pdf>

Zuñiga, L. (2014). *Modelación de la calidad de agua del río Malacatos, tramo comprendido desde el Sector Dos Puentes hasta Sauces Norte*. Dspace.utpl.<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/10606>



# ANEXOS

## Anexo 1.

Entrevista dirigida al propietario de la rallandería de yuca



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

### ENTREVISTA

**Objetivo:** Recopilar información sobre el proceso realizado para la obtención de almidón de yuca, producción semanal y generación de residuos líquidos en la comunidad San Pablo de Tarugo, Chone.

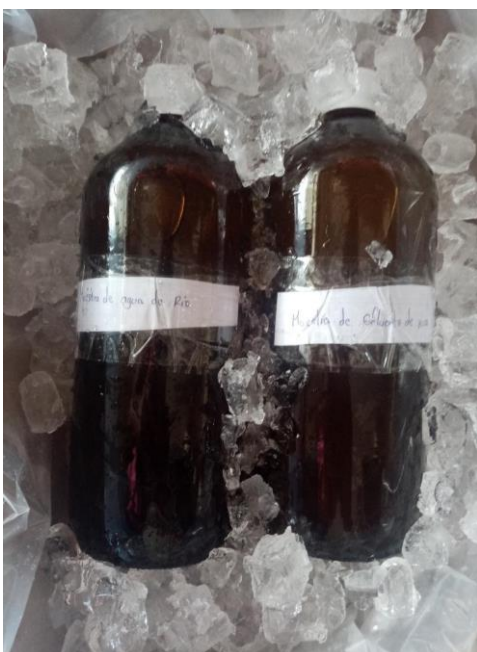
**Marque con una X.**

- 1. ¿Qué proceso utiliza usted para la obtención del almidón de yuca?**
  - Artesanal
  - Semi-industrial
  - Industrial
- 2. ¿Qué días a la semana labora en la rallandería?**
  - Lunes
  - Martes
  - Miércoles
  - Jueves
  - Viernes
- 3. ¿Cuáles de los siguientes subproductos son generados a partir de la producción de almidón de yuca?**
  - Puntas en mal estado
  - Cáscara
  - Afrecho
  - Mancha
  - Aguas residuales
  - Todas las anteriores
- 4. ¿Dónde descarga las aguas residuales generadas en el proceso de obtención del almidón de yuca?**
  - Pozo séptico
  - Río
  - Suelo
- 5. ¿Cuál es la cantidad de agua residual generada en la rallandería?**
  - 10-20m<sup>3</sup>
  - 20-30 m<sup>3</sup>
  - 30-40 m<sup>3</sup>
  - 40-50 m<sup>3</sup>
  - 50 m<sup>3</sup> o más
- 6. ¿Realiza usted un tratamiento de las aguas residuales previo a la descarga?**
  - Si
  - No
- 7. ¿Conoce usted la presión (impacto) que generan las aguas residuales?**
  - Si
  - No

**Anexo 2.** Determinación de temperaturas en el efluente de yuca.



**Anexo 4.** Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en el efluente de yuca y en el río.



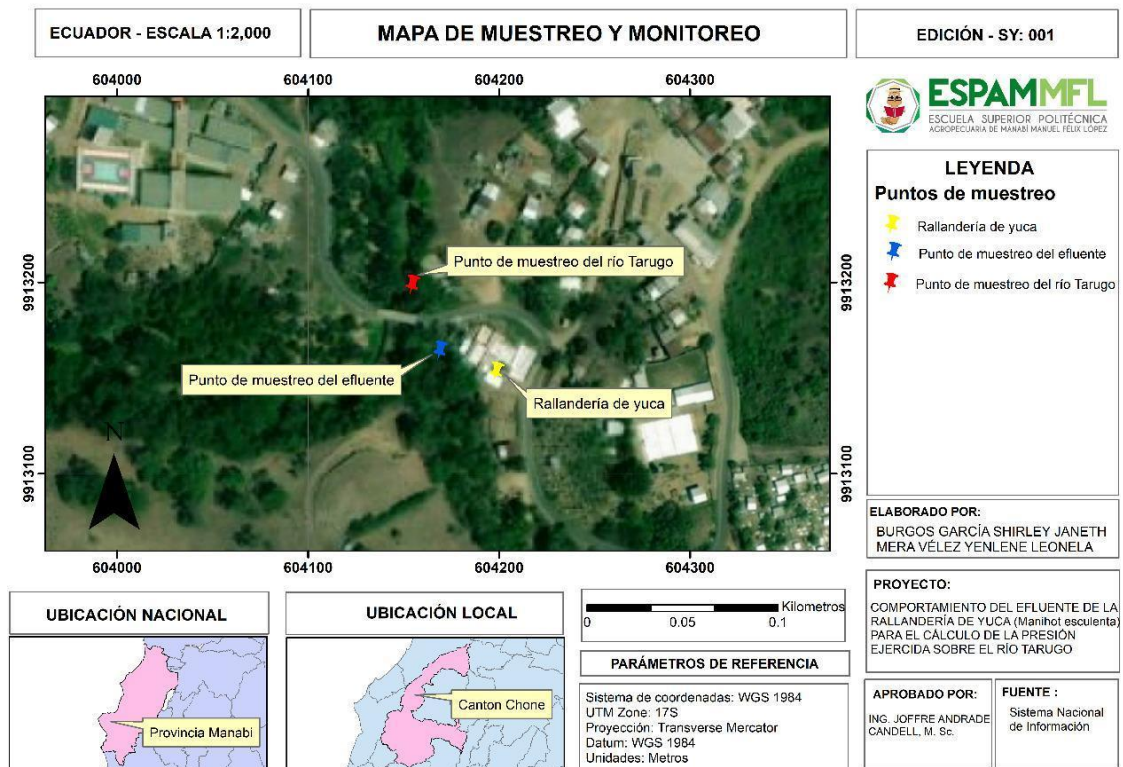
**Anexo 3.** Determinación de oxígeno disuelto en el efluente de yuca.



**Anexo 5.** Determinación del caudal en el efluente de yuca.



## Anexo 6. Punto de muestreo del efluente y del río Tarugo.



## Anexo 7. Determinación de temperaturas en el río.



## Anexo 9. Determinación del caudal en el río.

## Anexo 8. Determinación de oxígeno disuelto en el río.



## Anexo 10. Determinación de la profundidad en el río.



### Anexo 11. Datos del río y el efluente

RIO		EFLUENTE	
Caudal	0,19 m <sup>3</sup> /s	Caudal	0,0027 m <sup>3</sup> /s
DBO5	11,12 mg/L	DBO5	914,92 mg/L
Temperatura	25,02 °C	Temperatura	27,21 °C
Oxígeno Disuelto	0,9 sat.	Oxígeno Disuelto	0 sat.
Oxígeno Dis.	7,452 mg/L	Oxígeno Dis.	0 mg/L
Oxígeno Sat.	8,28 mg/L	Oxígeno Sat.	7,96 mg/L
Def.Oxígeno Do	0,828 mg/L	Def.Oxígeno Do	7,96 mg/L
Lo DBO	11,12 mg/L	Lo DBO	914,92 mg/L

### Anexo 12. Datos Constante de degradación ( $k_1$ ) y reoxigenación ( $k_2$ ).

RÍO SIN DISPERSIÓN LONGITUDINAL			CONSTANTES CORREGIDAS (K)		
K desoxigenado $K_1$ (20°C)	5	d-1	K desoxigenado $k_1$	6,31	d-1
K reaireación $K_2$ (20°C)	19,40898	d-1	K reaireación $k_2$	21,88	d-1
K sedimentación $K_s$ (20°C)	2,492922	d-1	T mezcla	25,056	
Fracción disuelta inicial	1				

**Anexo 13.** Datos para la aplicación del modelo matemático de Streeter y Phelps

Distancia X	L (I)	LD	LP	fd	L(II)	D (I)	OD (I)	Distancia X	L (I)	LD	LP	fd	L(II)	D (I)	OD (I)
0,01	23,72	12,79	10,93	0,54	23,71	2,19	6,09	5,01	6,74	3,63	1,89	0,54	5,52	2,64	5,64
0,02	23,66	12,75	10,89	0,54	23,64	2,23	6,05	5,02	6,72	3,62	1,88	0,54	5,51	2,63	5,65
0,03	23,60	12,72	10,85	0,54	23,57	2,27	6,01	5,03	6,71	3,62	1,87	0,54	5,49	2,62	5,66
0,04	23,55	12,69	10,81	0,54	23,50	2,31	5,97	5,04	6,69	3,61	1,87	0,54	5,47	2,62	5,66
0,05	23,49	12,66	10,77	0,54	23,43	2,35	5,93	5,05	6,67	3,60	1,86	0,54	5,46	2,61	5,67
0,06	23,43	12,63	10,74	0,54	23,36	2,39	5,89	5,06	6,66	3,59	1,85	0,54	5,44	2,61	5,67
0,07	23,37	12,60	10,70	0,54	23,29	2,42	5,85	5,07	6,64	3,58	1,85	0,54	5,43	2,60	5,68
0,08	23,31	12,56	10,66	0,54	23,22	2,46	5,82	5,08	6,62	3,57	1,84	0,54	5,41	2,59	5,69
0,09	23,25	12,53	10,62	0,54	23,16	2,50	5,78	5,09	6,61	3,56	1,84	0,54	5,40	2,59	5,69
0,1	23,19	12,50	10,59	0,54	23,09	2,54	5,74	5,1	6,59	3,55	1,83	0,54	5,38	2,58	5,70
0,11	23,13	12,47	10,55	0,54	23,02	2,57	5,71	5,11	6,57	3,54	1,82	0,54	5,37	2,58	5,70
0,12	23,08	12,44	10,51	0,54	22,95	2,61	5,67	5,12	6,56	3,53	1,82	0,54	5,35	2,57	5,71
0,13	23,02	12,41	10,47	0,54	22,88	2,64	5,64	5,13	6,54	3,53	1,81	0,54	5,34	2,56	5,72
0,14	22,96	12,38	10,44	0,54	22,81	2,68	5,60	5,14	6,52	3,52	1,80	0,54	5,32	2,56	5,72
0,15	22,90	12,34	10,40	0,54	22,75	2,71	5,57	5,15	6,51	3,51	1,80	0,54	5,30	2,55	5,73
0,16	22,84	12,31	10,37	0,54	22,68	2,74	5,53	5,16	6,49	3,50	1,79	0,54	5,29	2,55	5,73

0,17	22,79	12,28	10,33	0,54	22,61	2,78	5,50	5,17	6,47	3,49	1,78	0,54	5,27	2,54	5,74
0,18	22,73	12,25	10,29	0,54	22,54	2,81	5,47	5,18	6,46	3,48	1,78	0,54	5,26	2,53	5,74
0,19	22,67	12,22	10,26	0,54	22,48	2,84	5,44	5,19	6,44	3,47	1,77	0,54	5,24	2,53	5,75
0,2	22,62	12,19	10,22	0,54	22,41	2,88	5,40	5,2	6,43	3,46	1,77	0,54	5,23	2,52	5,76
0,21	22,56	12,16	10,18	0,54	22,34	2,91	5,37	5,21	6,41	3,46	1,76	0,54	5,21	2,52	5,76
0,22	22,50	12,13	10,15	0,54	22,28	2,94	5,34	5,22	6,39	3,45	1,75	0,54	5,20	2,51	5,77
0,23	22,45	12,10	10,11	0,54	22,21	2,97	5,31	5,23	6,38	3,44	1,75	0,54	5,19	2,50	5,77
0,24	22,39	12,07	10,08	0,54	22,15	3,00	5,28	5,24	6,36	3,43	1,74	0,54	5,17	2,50	5,78
0,25	22,33	12,04	10,04	0,54	22,08	3,03	5,25	5,25	6,35	3,42	1,74	0,54	5,16	2,49	5,79
0,26	22,28	12,01	10,01	0,54	22,01	3,06	5,22	5,26	6,33	3,41	1,73	0,54	5,14	2,49	5,79
0,27	22,22	11,98	9,97	0,54	21,95	3,09	5,19	5,27	6,31	3,40	1,72	0,54	5,13	2,48	5,80
0,28	22,17	11,95	9,94	0,54	21,88	3,12	5,16	5,28	6,30	3,39	1,72	0,54	5,11	2,48	5,80
0,29	22,11	11,92	9,90	0,54	21,82	3,15	5,13	5,29	6,28	3,39	1,71	0,54	5,10	2,47	5,81
0,3	22,05	11,89	9,87	0,54	21,76	3,17	5,11	5,3	6,27	3,38	1,70	0,54	5,08	2,46	5,81
0,31	22,00	11,86	9,83	0,54	21,69	3,20	5,08	5,31	6,25	3,37	1,70	0,54	5,07	2,46	5,82
0,32	21,94	11,83	9,80	0,54	21,63	3,23	5,05	5,32	6,24	3,36	1,69	0,54	5,05	2,45	5,83
0,33	21,89	11,80	9,76	0,54	21,56	3,25	5,02	5,33	6,22	3,35	1,69	0,54	5,04	2,45	5,83
0,34	21,83	11,77	9,73	0,54	21,50	3,28	5,00	5,34	6,20	3,34	1,68	0,54	5,03	2,44	5,84
0,35	21,78	11,74	9,70	0,54	21,43	3,31	4,97	5,35	6,19	3,34	1,68	0,54	5,01	2,44	5,84
0,36	21,72	11,71	9,66	0,54	21,37	3,33	4,95	5,36	6,17	3,33	1,67	0,54	5,00	2,43	5,85

0,37	21,67	11,68	9,63	0,54	21,31	3,36	4,92	5,37	6,16	3,32	1,66	0,54	4,98	2,42	5,85
0,38	21,61	11,65	9,59	0,54	21,24	3,38	4,90	5,38	6,14	3,31	1,66	0,54	4,97	2,42	5,86
0,39	21,56	11,62	9,56	0,54	21,18	3,41	4,87	5,39	6,13	3,30	1,65	0,54	4,95	2,41	5,87
0,4	21,51	11,59	9,53	0,54	21,12	3,43	4,85	5,4	6,11	3,29	1,65	0,54	4,94	2,41	5,87
0,41	21,45	11,56	9,49	0,54	21,06	3,46	4,82	5,41	6,10	3,29	1,64	0,54	4,93	2,40	5,88
0,42	21,40	11,53	9,46	0,54	20,99	3,48	4,80	5,42	6,08	3,28	1,63	0,54	4,91	2,40	5,88
0,43	21,34	11,50	9,43	0,54	20,93	3,50	4,78	5,43	6,06	3,27	1,63	0,54	4,90	2,39	5,89
0,44	21,29	11,48	9,39	0,54	20,87	3,53	4,75	5,44	6,05	3,26	1,62	0,54	4,88	2,38	5,89
0,45	21,24	11,45	9,36	0,54	20,81	3,55	4,73	5,45	6,03	3,25	1,62	0,54	4,87	2,38	5,90
0,46	21,18	11,42	9,33	0,54	20,75	3,57	4,71	5,46	6,02	3,24	1,61	0,54	4,86	2,37	5,91
0,47	21,13	11,39	9,30	0,54	20,69	3,59	4,69	5,47	6,00	3,24	1,61	0,54	4,84	2,37	5,91
0,48	21,08	11,36	9,26	0,54	20,62	3,61	4,66	5,48	5,99	3,23	1,60	0,54	4,83	2,36	5,92
0,49	21,02	11,33	9,23	0,54	20,56	3,64	4,64	5,49	5,97	3,22	1,59	0,54	4,81	2,36	5,92
0,5	20,97	11,30	9,20	0,54	20,50	3,66	4,62	5,5	5,96	3,21	1,59	0,54	4,80	2,35	5,93
0,51	20,92	11,28	9,17	0,54	20,44	3,68	4,60	5,51	5,94	3,20	1,58	0,54	4,79	2,35	5,93
0,52	20,87	11,25	9,13	0,54	20,38	3,70	4,58	5,52	5,93	3,20	1,58	0,54	4,77	2,34	5,94
0,53	20,81	11,22	9,10	0,54	20,32	3,72	4,56	5,53	5,91	3,19	1,57	0,54	4,76	2,33	5,94
0,54	20,76	11,19	9,07	0,54	20,26	3,74	4,54	5,54	5,90	3,18	1,57	0,54	4,75	2,33	5,95
0,55	20,71	11,16	9,04	0,54	20,20	3,76	4,52	5,55	5,88	3,17	1,56	0,54	4,73	2,32	5,95
0,56	20,66	11,13	9,01	0,54	20,14	3,78	4,50	5,56	5,87	3,16	1,56	0,54	4,72	2,32	5,96

0,57	20,61	11,11	8,98	0,54	20,08	3,80	4,48	5,57	5,85	3,16	1,55	0,54	4,71	2,31	5,97
0,58	20,55	11,08	8,94	0,54	20,02	3,81	4,46	5,58	5,84	3,15	1,55	0,54	4,69	2,31	5,97
0,59	20,50	11,05	8,91	0,54	19,96	3,83	4,45	5,59	5,83	3,14	1,54	0,54	4,68	2,30	5,98
0,6	20,45	11,02	8,88	0,54	19,90	3,85	4,43	5,6	5,81	3,13	1,53	0,54	4,67	2,30	5,98
0,61	20,40	11,00	8,85	0,54	19,85	3,87	4,41	5,61	5,80	3,12	1,53	0,54	4,65	2,29	5,99
0,62	20,35	10,97	8,82	0,54	19,79	3,89	4,39	5,62	5,78	3,12	1,52	0,54	4,64	2,29	5,99
0,63	20,30	10,94	8,79	0,54	19,73	3,90	4,38	5,63	5,77	3,11	1,52	0,54	4,63	2,28	6,00
0,64	20,25	10,91	8,76	0,54	19,67	3,92	4,36	5,64	5,75	3,10	1,51	0,54	4,61	2,27	6,00
0,65	20,19	10,88	8,73	0,54	19,61	3,94	4,34	5,65	5,74	3,09	1,51	0,54	4,60	2,27	6,01
0,66	20,14	10,86	8,70	0,54	19,55	3,95	4,33	5,66	5,72	3,09	1,50	0,54	4,59	2,26	6,01
0,67	20,09	10,83	8,67	0,54	19,50	3,97	4,31	5,67	5,71	3,08	1,50	0,54	4,57	2,26	6,02
0,68	20,04	10,80	8,64	0,54	19,44	3,98	4,29	5,68	5,70	3,07	1,49	0,54	4,56	2,25	6,03
0,69	19,99	10,78	8,60	0,54	19,38	4,00	4,28	5,69	5,68	3,06	1,49	0,54	4,55	2,25	6,03
0,7	19,94	10,75	8,57	0,54	19,32	4,01	4,26	5,7	5,67	3,05	1,48	0,54	4,54	2,24	6,04
0,71	19,89	10,72	8,54	0,54	19,27	4,03	4,25	5,71	5,65	3,05	1,48	0,54	4,52	2,24	6,04
0,72	19,84	10,69	8,51	0,54	19,21	4,04	4,23	5,72	5,64	3,04	1,47	0,54	4,51	2,23	6,05
0,73	19,79	10,67	8,48	0,54	19,15	4,06	4,22	5,73	5,62	3,03	1,47	0,54	4,50	2,23	6,05
0,74	19,74	10,64	8,46	0,54	19,10	4,07	4,21	5,74	5,61	3,02	1,46	0,54	4,48	2,22	6,06
0,75	19,69	10,61	8,43	0,54	19,04	4,09	4,19	5,75	5,60	3,02	1,46	0,54	4,47	2,22	6,06
0,76	19,64	10,59	8,40	0,54	18,98	4,10	4,18	5,76	5,58	3,01	1,45	0,54	4,46	2,21	6,07



0,77	19,59	10,56	8,37	0,54	18,93	4,11	4,16	5,77	5,57	3,00	1,45	0,54	4,45	2,21	6,07
0,78	19,54	10,53	8,34	0,54	18,87	4,13	4,15	5,78	5,55	2,99	1,44	0,54	4,43	2,20	6,08
0,79	19,50	10,51	8,31	0,54	18,82	4,14	4,14	5,79	5,54	2,99	1,44	0,54	4,42	2,20	6,08
0,8	19,45	10,48	8,28	0,54	18,76	4,15	4,12	5,8	5,53	2,98	1,43	0,54	4,41	2,19	6,09
0,81	19,40	10,46	8,25	0,54	18,71	4,17	4,11	5,81	5,51	2,97	1,43	0,54	4,40	2,18	6,09
0,82	19,35	10,43	8,22	0,54	18,65	4,18	4,10	5,82	5,50	2,96	1,42	0,54	4,38	2,18	6,10
0,83	19,30	10,40	8,19	0,54	18,60	4,19	4,09	5,83	5,48	2,96	1,42	0,54	4,37	2,17	6,10
0,84	19,25	10,38	8,16	0,54	18,54	4,20	4,08	5,84	5,47	2,95	1,41	0,54	4,36	2,17	6,11
0,85	19,20	10,35	8,13	0,54	18,49	4,21	4,06	5,85	5,46	2,94	1,41	0,54	4,35	2,16	6,11
0,86	19,16	10,32	8,11	0,54	18,43	4,23	4,05	5,86	5,44	2,93	1,40	0,54	4,33	2,16	6,12
0,87	19,11	10,30	8,08	0,54	18,38	4,24	4,04	5,87	5,43	2,93	1,40	0,54	4,32	2,15	6,12
0,88	19,06	10,27	8,05	0,54	18,32	4,25	4,03	5,88	5,42	2,92	1,39	0,54	4,31	2,15	6,13
0,89	19,01	10,25	8,02	0,54	18,27	4,26	4,02	5,89	5,40	2,91	1,39	0,54	4,30	2,14	6,14
0,9	18,96	10,22	7,99	0,54	18,21	4,27	4,01	5,9	5,39	2,90	1,38	0,54	4,29	2,14	6,14
0,91	18,92	10,20	7,97	0,54	18,16	4,28	4,00	5,91	5,37	2,90	1,38	0,54	4,27	2,13	6,15
0,92	18,87	10,17	7,94	0,54	18,11	4,29	3,99	5,92	5,36	2,89	1,37	0,54	4,26	2,13	6,15
0,93	18,82	10,14	7,91	0,54	18,05	4,30	3,98	5,93	5,35	2,88	1,37	0,54	4,25	2,12	6,16
0,94	18,77	10,12	7,88	0,54	18,00	4,31	3,97	5,94	5,33	2,88	1,36	0,54	4,24	2,12	6,16
0,95	18,73	10,09	7,85	0,54	17,95	4,32	3,96	5,95	5,32	2,87	1,36	0,54	4,23	2,11	6,17
0,96	18,68	10,07	7,83	0,54	17,89	4,33	3,95	5,96	5,31	2,86	1,35	0,54	4,21	2,11	6,17

0,97	18,63	10,04	7,80	0,54	17,84	4,34	3,94	5,97	5,29	2,85	1,35	0,54	4,20	2,10	6,18
0,98	18,59	10,02	7,77	0,54	17,79	4,35	3,93	5,98	5,28	2,85	1,34	0,54	4,19	2,10	6,18
0,99	18,54	9,99	7,74	0,54	17,74	4,35	3,92	5,99	5,27	2,84	1,34	0,54	4,18	2,09	6,19
1	18,49	9,97	7,72	0,54	17,68	4,36	3,92	6	5,25	2,83	1,33	0,54	4,17	2,09	6,19
1,01	18,45	9,94	7,69	0,54	17,63	4,37	3,91	6,01	5,24	2,83	1,33	0,54	4,15	2,08	6,20
1,02	18,40	9,92	7,66	0,54	17,58	4,38	3,90	6,02	5,23	2,82	1,32	0,54	4,14	2,08	6,20
1,03	18,35	9,89	7,64	0,54	17,53	4,39	3,89	6,03	5,21	2,81	1,32	0,54	4,13	2,07	6,21
1,04	18,31	9,87	7,61	0,54	17,48	4,40	3,88	6,04	5,20	2,80	1,31	0,54	4,12	2,07	6,21
1,05	18,26	9,84	7,58	0,54	17,43	4,40	3,88	6,05	5,19	2,80	1,31	0,54	4,11	2,06	6,22
1,06	18,21	9,82	7,56	0,54	17,37	4,41	3,87	6,06	5,18	2,79	1,31	0,54	4,10	2,06	6,22
1,07	18,17	9,79	7,53	0,54	17,32	4,42	3,86	6,07	5,16	2,78	1,30	0,54	4,08	2,05	6,23
1,08	18,12	9,77	7,50	0,54	17,27	4,42	3,85	6,08	5,15	2,78	1,30	0,54	4,07	2,05	6,23
1,09	18,08	9,74	7,48	0,54	17,22	4,43	3,85	6,09	5,14	2,77	1,29	0,54	4,06	2,04	6,24
1,1	18,03	9,72	7,45	0,54	17,17	4,44	3,84	6,1	5,12	2,76	1,29	0,54	4,05	2,04	6,24
1,11	17,99	9,70	7,43	0,54	17,12	4,44	3,83	6,11	5,11	2,75	1,28	0,54	4,04	2,03	6,25
1,12	17,94	9,67	7,40	0,54	17,07	4,45	3,83	6,12	5,10	2,75	1,28	0,54	4,03	2,03	6,25
1,13	17,90	9,65	7,37	0,54	17,02	4,46	3,82	6,13	5,09	2,74	1,27	0,54	4,01	2,02	6,26
1,14	17,85	9,62	7,35	0,54	16,97	4,46	3,82	6,14	5,07	2,73	1,27	0,54	4,00	2,02	6,26
1,15	17,81	9,60	7,32	0,54	16,92	4,47	3,81	6,15	5,06	2,73	1,27	0,54	3,99	2,01	6,26
1,16	17,76	9,57	7,30	0,54	16,87	4,48	3,80	6,16	5,05	2,72	1,26	0,54	3,98	2,01	6,27

1,17	17,72	9,55	7,27	0,54	16,82	4,48	3,80	6,17	5,03	2,71	1,26	0,54	3,97	2,00	6,27
1,18	17,67	9,53	7,24	0,54	16,77	4,49	3,79	6,18	5,02	2,71	1,25	0,54	3,96	2,00	6,28
1,19	17,63	9,50	7,22	0,54	16,72	4,49	3,79	6,19	5,01	2,70	1,25	0,54	3,95	1,99	6,28
1,2	17,58	9,48	7,19	0,54	16,67	4,50	3,78	6,2	5,00	2,69	1,24	0,54	3,94	1,99	6,29
1,21	17,54	9,45	7,17	0,54	16,62	4,50	3,78	6,21	4,98	2,69	1,24	0,54	3,92	1,98	6,29
1,22	17,50	9,43	7,14	0,54	16,57	4,51	3,77	6,22	4,97	2,68	1,23	0,54	3,91	1,98	6,30
1,23	17,45	9,41	7,12	0,54	16,53	4,51	3,77	6,23	4,96	2,67	1,23	0,54	3,90	1,98	6,30
1,24	17,41	9,38	7,09	0,54	16,48	4,52	3,76	6,24	4,95	2,67	1,23	0,54	3,89	1,97	6,31
1,25	17,36	9,36	7,07	0,54	16,43	4,52	3,76	6,25	4,93	2,66	1,22	0,54	3,88	1,97	6,31
1,26	17,32	9,34	7,04	0,54	16,38	4,52	3,76	6,26	4,92	2,65	1,22	0,54	3,87	1,96	6,32
1,27	17,28	9,31	7,02	0,54	16,33	4,53	3,75	6,27	4,91	2,65	1,21	0,54	3,86	1,96	6,32
1,28	17,23	9,29	6,99	0,54	16,28	4,53	3,75	6,28	4,90	2,64	1,21	0,54	3,85	1,95	6,33
1,29	17,19	9,27	6,97	0,54	16,24	4,54	3,74	6,29	4,88	2,63	1,20	0,54	3,84	1,95	6,33
1,3	17,15	9,24	6,95	0,54	16,19	4,54	3,74	6,3	4,87	2,63	1,20	0,54	3,83	1,94	6,34
1,31	17,10	9,22	6,92	0,54	16,14	4,54	3,74	6,31	4,86	2,62	1,20	0,54	3,82	1,94	6,34
1,32	17,06	9,20	6,90	0,54	16,09	4,55	3,73	6,32	4,85	2,61	1,19	0,54	3,80	1,93	6,35
1,33	17,02	9,17	6,87	0,54	16,05	4,55	3,73	6,33	4,84	2,61	1,19	0,54	3,79	1,93	6,35
1,34	16,98	9,15	6,85	0,54	16,00	4,55	3,73	6,34	4,82	2,60	1,18	0,54	3,78	1,92	6,36
1,35	16,93	9,13	6,82	0,54	15,95	4,55	3,72	6,35	4,81	2,59	1,18	0,54	3,77	1,92	6,36
1,36	16,89	9,10	6,80	0,54	15,90	4,56	3,72	6,36	4,80	2,59	1,18	0,54	3,76	1,91	6,36

1,37	16,85	9,08	6,78	0,54	15,86	4,56	3,72	6,37	4,79	2,58	1,17	0,54	3,75	1,91	6,37
1,38	16,81	9,06	6,75	0,54	15,81	4,56	3,72	6,38	4,78	2,57	1,17	0,54	3,74	1,90	6,37
1,39	16,76	9,04	6,73	0,54	15,77	4,56	3,71	6,39	4,76	2,57	1,16	0,54	3,73	1,90	6,38
1,4	16,72	9,01	6,71	0,54	15,72	4,57	3,71	6,4	4,75	2,56	1,16	0,54	3,72	1,90	6,38
1,41	16,68	8,99	6,68	0,54	15,67	4,57	3,71	6,41	4,74	2,55	1,15	0,54	3,71	1,89	6,39
1,42	16,64	8,97	6,66	0,54	15,63	4,57	3,71	6,42	4,73	2,55	1,15	0,54	3,70	1,89	6,39
1,43	16,60	8,94	6,64	0,54	15,58	4,57	3,71	6,43	4,72	2,54	1,15	0,54	3,69	1,88	6,40
1,44	16,55	8,92	6,61	0,54	15,54	4,58	3,70	6,44	4,70	2,54	1,14	0,54	3,68	1,88	6,40
1,45	16,51	8,90	6,59	0,54	15,49	4,58	3,70	6,45	4,69	2,53	1,14	0,54	3,67	1,87	6,41
1,46	16,47	8,88	6,57	0,54	15,44	4,58	3,70	6,46	4,68	2,52	1,13	0,54	3,66	1,87	6,41
1,47	16,43	8,86	6,54	0,54	15,40	4,58	3,70	6,47	4,67	2,52	1,13	0,54	3,65	1,86	6,41
1,48	16,39	8,83	6,52	0,54	15,35	4,58	3,70	6,48	4,66	2,51	1,13	0,54	3,64	1,86	6,42
1,49	16,35	8,81	6,50	0,54	15,31	4,58	3,70	6,49	4,64	2,50	1,12	0,54	3,63	1,85	6,42
1,5	16,31	8,79	6,47	0,54	15,26	4,58	3,70	6,5	4,63	2,50	1,12	0,54	3,62	1,85	6,43
1,51	16,26	8,77	6,45	0,54	15,22	4,58	3,69	6,51	4,62	2,49	1,11	0,54	3,61	1,85	6,43
1,52	16,22	8,74	6,43	0,54	15,17	4,58	3,69	6,52	4,61	2,48	1,11	0,54	3,60	1,84	6,44
1,53	16,18	8,72	6,41	0,54	15,13	4,59	3,69	6,53	4,60	2,48	1,11	0,54	3,59	1,84	6,44
1,54	16,14	8,70	6,38	0,54	15,09	4,59	3,69	6,54	4,59	2,47	1,10	0,54	3,58	1,83	6,45
1,55	16,10	8,68	6,36	0,54	15,04	4,59	3,69	6,55	4,58	2,47	1,10	0,54	3,57	1,83	6,45
1,56	16,06	8,66	6,34	0,54	15,00	4,59	3,69	6,56	4,56	2,46	1,10	0,54	3,56	1,82	6,46

1,57	16,02	8,64	6,32	0,54	14,95	4,59	3,69	6,57	4,55	2,45	1,09	0,54	3,55	1,82	6,46
1,58	15,98	8,61	6,30	0,54	14,91	4,59	3,69	6,58	4,54	2,45	1,09	0,54	3,54	1,81	6,46
1,59	15,94	8,59	6,27	0,54	14,87	4,59	3,69	6,59	4,53	2,44	1,08	0,54	3,53	1,81	6,47
1,6	15,90	8,57	6,25	0,54	14,82	4,59	3,69	6,6	4,52	2,44	1,08	0,54	3,52	1,81	6,47
1,61	15,86	8,55	6,23	0,54	14,78	4,59	3,69	6,61	4,51	2,43	1,08	0,54	3,51	1,80	6,48
1,62	15,82	8,53	6,21	0,54	14,73	4,59	3,69	6,62	4,50	2,42	1,07	0,54	3,50	1,80	6,48
1,63	15,78	8,51	6,19	0,54	14,69	4,59	3,69	6,63	4,48	2,42	1,07	0,54	3,49	1,79	6,49
1,64	15,74	8,48	6,16	0,54	14,65	4,59	3,69	6,64	4,47	2,41	1,07	0,54	3,48	1,79	6,49
1,65	15,70	8,46	6,14	0,54	14,61	4,59	3,69	6,65	4,46	2,40	1,06	0,54	3,47	1,78	6,49
1,66	15,66	8,44	6,12	0,54	14,56	4,59	3,69	6,66	4,45	2,40	1,06	0,54	3,46	1,78	6,50
1,67	15,62	8,42	6,10	0,54	14,52	4,59	3,69	6,67	4,44	2,39	1,05	0,54	3,45	1,78	6,50
1,68	15,58	8,40	6,08	0,54	14,48	4,58	3,69	6,68	4,43	2,39	1,05	0,54	3,44	1,77	6,51
1,69	15,54	8,38	6,06	0,54	14,44	4,58	3,70	6,69	4,42	2,38	1,05	0,54	3,43	1,77	6,51
1,7	15,51	8,36	6,04	0,54	14,39	4,58	3,70	6,7	4,41	2,37	1,04	0,54	3,42	1,76	6,52
1,71	15,47	8,34	6,01	0,54	14,35	4,58	3,70	6,71	4,39	2,37	1,04	0,54	3,41	1,76	6,52
1,72	15,43	8,32	5,99	0,54	14,31	4,58	3,70	6,72	4,38	2,36	1,04	0,54	3,40	1,75	6,52
1,73	15,39	8,29	5,97	0,54	14,27	4,58	3,70	6,73	4,37	2,36	1,03	0,54	3,39	1,75	6,53
1,74	15,35	8,27	5,95	0,54	14,23	4,58	3,70	6,74	4,36	2,35	1,03	0,54	3,38	1,75	6,53
1,75	15,31	8,25	5,93	0,54	14,18	4,58	3,70	6,75	4,35	2,35	1,02	0,54	3,37	1,74	6,54
1,76	15,27	8,23	5,91	0,54	14,14	4,58	3,70	6,76	4,34	2,34	1,02	0,54	3,36	1,74	6,54

1,77	15,23	8,21	5,89	0,54	14,10	4,57	3,71	6,77	4,33	2,33	1,02	0,54	3,35	1,73	6,55
1,78	15,20	8,19	5,87	0,54	14,06	4,57	3,71	6,78	4,32	2,33	1,01	0,54	3,34	1,73	6,55
1,79	15,16	8,17	5,85	0,54	14,02	4,57	3,71	6,79	4,31	2,32	1,01	0,54	3,33	1,72	6,55
1,8	15,12	8,15	5,83	0,54	13,98	4,57	3,71	6,8	4,30	2,32	1,01	0,54	3,32	1,72	6,56
1,81	15,08	8,13	5,81	0,54	13,94	4,57	3,71	6,81	4,29	2,31	1,00	0,54	3,31	1,72	6,56
1,82	15,04	8,11	5,79	0,54	13,90	4,56	3,71	6,82	4,27	2,30	1,00	0,54	3,30	1,71	6,57
1,83	15,01	8,09	5,77	0,54	13,85	4,56	3,72	6,83	4,26	2,30	1,00	0,54	3,29	1,71	6,57
1,84	14,97	8,07	5,75	0,54	13,81	4,56	3,72	6,84	4,25	2,29	0,99	0,54	3,29	1,70	6,58
1,85	14,93	8,05	5,73	0,54	13,77	4,56	3,72	6,85	4,24	2,29	0,99	0,54	3,28	1,70	6,58
1,86	14,89	8,03	5,71	0,54	13,73	4,56	3,72	6,86	4,23	2,28	0,99	0,54	3,27	1,69	6,58
1,87	14,86	8,01	5,69	0,54	13,69	4,55	3,73	6,87	4,22	2,28	0,98	0,54	3,26	1,69	6,59
1,88	14,82	7,99	5,67	0,54	13,65	4,55	3,73	6,88	4,21	2,27	0,98	0,54	3,25	1,69	6,59
1,89	14,78	7,97	5,65	0,54	13,61	4,55	3,73	6,89	4,20	2,26	0,98	0,54	3,24	1,68	6,60
1,9	14,74	7,95	5,63	0,54	13,57	4,55	3,73	6,9	4,19	2,26	0,97	0,54	3,23	1,68	6,60
1,91	14,71	7,93	5,61	0,54	13,53	4,54	3,74	6,91	4,18	2,25	0,97	0,54	3,22	1,67	6,60
1,92	14,67	7,91	5,59	0,54	13,49	4,54	3,74	6,92	4,17	2,25	0,97	0,54	3,21	1,67	6,61
1,93	14,63	7,89	5,57	0,54	13,45	4,54	3,74	6,93	4,16	2,24	0,96	0,54	3,20	1,67	6,61
1,94	14,60	7,87	5,55	0,54	13,42	4,54	3,74	6,94	4,15	2,24	0,96	0,54	3,19	1,66	6,62
1,95	14,56	7,85	5,53	0,54	13,38	4,53	3,75	6,95	4,14	2,23	0,96	0,54	3,19	1,66	6,62
1,96	14,52	7,83	5,51	0,54	13,34	4,53	3,75	6,96	4,13	2,22	0,95	0,54	3,18	1,65	6,62

1,97	14,49	7,81	5,49	0,54	13,30	4,53	3,75	6,97	4,12	2,22	0,95	0,54	3,17	1,65	6,63
1,98	14,45	7,79	5,47	0,54	13,26	4,52	3,76	6,98	4,11	2,21	0,95	0,54	3,16	1,65	6,63
1,99	14,41	7,77	5,45	0,54	13,22	4,52	3,76	6,99	4,10	2,21	0,94	0,54	3,15	1,64	6,64
2	14,38	7,75	5,43	0,54	13,18	4,52	3,76	7	4,09	2,20	0,94	0,54	3,14	1,64	6,64
2,01	14,34	7,73	5,41	0,54	13,14	4,51	3,77	7,01	4,08	2,20	0,94	0,54	3,13	1,63	6,65
2,02	14,31	7,71	5,39	0,54	13,10	4,51	3,77	7,02	4,06	2,19	0,93	0,54	3,12	1,63	6,65
2,03	14,27	7,69	5,38	0,54	13,07	4,51	3,77	7,03	4,05	2,19	0,93	0,54	3,11	1,63	6,65
2,04	14,23	7,67	5,36	0,54	13,03	4,50	3,78	7,04	4,04	2,18	0,93	0,54	3,11	1,62	6,66
2,05	14,20	7,65	5,34	0,54	12,99	4,50	3,78	7,05	4,03	2,17	0,92	0,54	3,10	1,62	6,66
2,06	14,16	7,63	5,32	0,54	12,95	4,50	3,78	7,06	4,02	2,17	0,92	0,54	3,09	1,61	6,67
2,07	14,13	7,61	5,30	0,54	12,91	4,49	3,79	7,07	4,01	2,16	0,92	0,54	3,08	1,61	6,67
2,08	14,09	7,60	5,28	0,54	12,88	4,49	3,79	7,08	4,00	2,16	0,91	0,54	3,07	1,61	6,67
2,09	14,06	7,58	5,26	0,54	12,84	4,49	3,79	7,09	3,99	2,15	0,91	0,54	3,06	1,60	6,68
2,1	14,02	7,56	5,24	0,54	12,80	4,48	3,80	7,1	3,98	2,15	0,91	0,54	3,05	1,60	6,68
2,11	13,99	7,54	5,23	0,54	12,76	4,48	3,80	7,11	3,97	2,14	0,90	0,54	3,04	1,59	6,68
2,12	13,95	7,52	5,21	0,54	12,73	4,47	3,81	7,12	3,96	2,14	0,90	0,54	3,04	1,59	6,69
2,13	13,92	7,50	5,19	0,54	12,69	4,47	3,81	7,13	3,95	2,13	0,90	0,54	3,03	1,59	6,69
2,14	13,88	7,48	5,17	0,54	12,65	4,47	3,81	7,14	3,94	2,13	0,89	0,54	3,02	1,58	6,70
2,15	13,85	7,46	5,15	0,54	12,62	4,46	3,82	7,15	3,93	2,12	0,89	0,54	3,01	1,58	6,70
2,16	13,81	7,44	5,14	0,54	12,58	4,46	3,82	7,16	3,92	2,12	0,89	0,54	3,00	1,57	6,70

2,17	13,78	7,43	5,12	0,54	12,54	4,45	3,83	7,17	3,91	2,11	0,88	0,54	2,99	1,57	6,71
2,18	13,74	7,41	5,10	0,54	12,51	4,45	3,83	7,18	3,90	2,10	0,88	0,54	2,99	1,57	6,71
2,19	13,71	7,39	5,08	0,54	12,47	4,44	3,83	7,19	3,89	2,10	0,88	0,54	2,98	1,56	6,72
2,2	13,67	7,37	5,06	0,54	12,43	4,44	3,84	7,2	3,88	2,09	0,87	0,54	2,97	1,56	6,72
2,21	13,64	7,35	5,05	0,54	12,40	4,44	3,84	7,21	3,88	2,09	0,87	0,54	2,96	1,56	6,72
2,22	13,60	7,33	5,03	0,54	12,36	4,43	3,85	7,22	3,87	2,08	0,87	0,54	2,95	1,55	6,73
2,23	13,57	7,31	5,01	0,54	12,32	4,43	3,85	7,23	3,86	2,08	0,87	0,54	2,94	1,55	6,73
2,24	13,54	7,30	4,99	0,54	12,29	4,42	3,86	7,24	3,85	2,07	0,86	0,54	2,94	1,54	6,73
2,25	13,50	7,28	4,98	0,54	12,25	4,42	3,86	7,25	3,84	2,07	0,86	0,54	2,93	1,54	6,74
2,26	13,47	7,26	4,96	0,54	12,22	4,41	3,87	7,26	3,83	2,06	0,86	0,54	2,92	1,54	6,74
2,27	13,43	7,24	4,94	0,54	12,18	4,41	3,87	7,27	3,82	2,06	0,85	0,54	2,91	1,53	6,75
2,28	13,40	7,22	4,92	0,54	12,15	4,40	3,87	7,28	3,81	2,05	0,85	0,54	2,90	1,53	6,75
2,29	13,37	7,20	4,91	0,54	12,11	4,40	3,88	7,29	3,80	2,05	0,85	0,54	2,89	1,52	6,75
2,3	13,33	7,19	4,89	0,54	12,08	4,39	3,88	7,3	3,79	2,04	0,84	0,54	2,89	1,52	6,76
2,31	13,30	7,17	4,87	0,54	12,04	4,39	3,89	7,31	3,78	2,04	0,84	0,54	2,88	1,52	6,76
2,32	13,27	7,15	4,85	0,54	12,00	4,38	3,89	7,32	3,77	2,03	0,84	0,54	2,87	1,51	6,77
2,33	13,23	7,13	4,84	0,54	11,97	4,38	3,90	7,33	3,76	2,03	0,84	0,54	2,86	1,51	6,77
2,34	13,20	7,11	4,82	0,54	11,93	4,37	3,90	7,34	3,75	2,02	0,83	0,54	2,85	1,51	6,77
2,35	13,17	7,10	4,80	0,54	11,90	4,37	3,91	7,35	3,74	2,02	0,83	0,54	2,85	1,50	6,78
2,36	13,13	7,08	4,79	0,54	11,87	4,36	3,91	7,36	3,73	2,01	0,83	0,54	2,84	1,50	6,78



2,37	13,10	7,06	4,77	0,54	11,83	4,36	3,92	7,37	3,72	2,01	0,82	0,54	2,83	1,50	6,78
2,38	13,07	7,04	4,75	0,54	11,80	4,35	3,92	7,38	3,71	2,00	0,82	0,54	2,82	1,49	6,79
2,39	13,03	7,03	4,74	0,54	11,76	4,35	3,93	7,39	3,70	2,00	0,82	0,54	2,81	1,49	6,79
2,4	13,00	7,01	4,72	0,54	11,73	4,34	3,93	7,4	3,69	1,99	0,82	0,54	2,81	1,48	6,79
2,41	12,97	6,99	4,70	0,54	11,69	4,34	3,94	7,41	3,68	1,99	0,81	0,54	2,80	1,48	6,80
2,42	12,94	6,97	4,69	0,54	11,66	4,33	3,95	7,42	3,68	1,98	0,81	0,54	2,79	1,48	6,80
2,43	12,90	6,95	4,67	0,54	11,63	4,33	3,95	7,43	3,67	1,98	0,81	0,54	2,78	1,47	6,81
2,44	12,87	6,94	4,65	0,54	11,59	4,32	3,96	7,44	3,66	1,97	0,80	0,54	2,78	1,47	6,81
2,45	12,84	6,92	4,64	0,54	11,56	4,32	3,96	7,45	3,65	1,97	0,80	0,54	2,77	1,47	6,81
2,46	12,81	6,90	4,62	0,54	11,52	4,31	3,97	7,46	3,64	1,96	0,80	0,54	2,76	1,46	6,82
2,47	12,77	6,89	4,61	0,54	11,49	4,31	3,97	7,47	3,63	1,96	0,80	0,54	2,75	1,46	6,82
2,48	12,74	6,87	4,59	0,54	11,46	4,30	3,98	7,48	3,62	1,95	0,79	0,54	2,74	1,46	6,82
2,49	12,71	6,85	4,57	0,54	11,42	4,30	3,98	7,49	3,61	1,95	0,79	0,54	2,74	1,45	6,83
2,5	12,68	6,83	4,56	0,54	11,39	4,29	3,99	7,5	3,60	1,94	0,79	0,54	2,73	1,45	6,83
2,51	12,65	6,82	4,54	0,54	11,36	4,28	3,99	7,51	3,59	1,94	0,78	0,54	2,72	1,44	6,83
2,52	12,61	6,80	4,53	0,54	11,32	4,28	4,00	7,52	3,58	1,93	0,78	0,54	2,71	1,44	6,84
2,53	12,58	6,78	4,51	0,54	11,29	4,27	4,01	7,53	3,58	1,93	0,78	0,54	2,71	1,44	6,84
2,54	12,55	6,76	4,49	0,54	11,26	4,27	4,01	7,54	3,57	1,92	0,78	0,54	2,70	1,43	6,85
2,55	12,52	6,75	4,48	0,54	11,23	4,26	4,02	7,55	3,56	1,92	0,77	0,54	2,69	1,43	6,85
2,56	12,49	6,73	4,46	0,54	11,19	4,26	4,02	7,56	3,55	1,91	0,77	0,54	2,68	1,43	6,85

2,57	12,46	6,71	4,45	0,54	11,16	4,25	4,03	7,57	3,54	1,91	0,77	0,54	2,68	1,42	6,86
2,58	12,43	6,70	4,43	0,54	11,13	4,24	4,03	7,58	3,53	1,90	0,77	0,54	2,67	1,42	6,86
2,59	12,39	6,68	4,42	0,54	11,10	4,24	4,04	7,59	3,52	1,90	0,76	0,54	2,66	1,42	6,86
2,6	12,36	6,66	4,40	0,54	11,06	4,23	4,05	7,6	3,51	1,89	0,76	0,54	2,65	1,41	6,87
2,61	12,33	6,65	4,38	0,54	11,03	4,23	4,05	7,61	3,50	1,89	0,76	0,54	2,65	1,41	6,87
2,62	12,30	6,63	4,37	0,54	11,00	4,22	4,06	7,62	3,50	1,88	0,75	0,54	2,64	1,41	6,87
2,63	12,27	6,61	4,35	0,54	10,97	4,22	4,06	7,63	3,49	1,88	0,75	0,54	2,63	1,40	6,88
2,64	12,24	6,60	4,34	0,54	10,94	4,21	4,07	7,64	3,48	1,87	0,75	0,54	2,62	1,40	6,88
2,65	12,21	6,58	4,32	0,54	10,90	4,20	4,08	7,65	3,47	1,87	0,75	0,54	2,62	1,40	6,88
2,66	12,18	6,56	4,31	0,54	10,87	4,20	4,08	7,66	3,46	1,87	0,74	0,54	2,61	1,39	6,89
2,67	12,15	6,55	4,29	0,54	10,84	4,19	4,09	7,67	3,45	1,86	0,74	0,54	2,60	1,39	6,89
2,68	12,12	6,53	4,28	0,54	10,81	4,19	4,09	7,68	3,44	1,86	0,74	0,54	2,59	1,38	6,89
2,69	12,09	6,51	4,26	0,54	10,78	4,18	4,10	7,69	3,43	1,85	0,74	0,54	2,59	1,38	6,90
2,7	12,06	6,50	4,25	0,54	10,75	4,17	4,11	7,7	3,43	1,85	0,73	0,54	2,58	1,38	6,90
2,71	12,03	6,48	4,23	0,54	10,72	4,17	4,11	7,71	3,42	1,84	0,73	0,54	2,57	1,37	6,90
2,72	12,00	6,47	4,22	0,54	10,68	4,16	4,12	7,72	3,41	1,84	0,73	0,54	2,57	1,37	6,91
2,73	11,96	6,45	4,20	0,54	10,65	4,15	4,12	7,73	3,40	1,83	0,73	0,54	2,56	1,37	6,91
2,74	11,93	6,43	4,19	0,54	10,62	4,15	4,13	7,74	3,39	1,83	0,72	0,54	2,55	1,36	6,91
2,75	11,90	6,42	4,17	0,54	10,59	4,14	4,14	7,75	3,38	1,82	0,72	0,54	2,54	1,36	6,92
2,76	11,87	6,40	4,16	0,54	10,56	4,14	4,14	7,76	3,37	1,82	0,72	0,54	2,54	1,36	6,92

2,77	11,85	6,38	4,15	0,54	10,53	4,13	4,15	7,77	3,37	1,81	0,72	0,54	2,53	1,35	6,92
2,78	11,82	6,37	4,13	0,54	10,50	4,12	4,15	7,78	3,36	1,81	0,71	0,54	2,52	1,35	6,93
2,79	11,79	6,35	4,12	0,54	10,47	4,12	4,16	7,79	3,35	1,81	0,71	0,54	2,52	1,35	6,93
2,8	11,76	6,34	4,10	0,54	10,44	4,11	4,17	7,8	3,34	1,80	0,71	0,54	2,51	1,34	6,93
2,81	11,73	6,32	4,09	0,54	10,41	4,10	4,17	7,81	3,33	1,80	0,71	0,54	2,50	1,34	6,94
2,82	11,70	6,30	4,07	0,54	10,38	4,10	4,18	7,82	3,32	1,79	0,70	0,54	2,50	1,34	6,94
2,83	11,67	6,29	4,06	0,54	10,35	4,09	4,19	7,83	3,32	1,79	0,70	0,54	2,49	1,33	6,94
2,84	11,64	6,27	4,04	0,54	10,32	4,09	4,19	7,84	3,31	1,78	0,70	0,54	2,48	1,33	6,95
2,85	11,61	6,26	4,03	0,54	10,29	4,08	4,20	7,85	3,30	1,78	0,70	0,54	2,47	1,33	6,95
2,86	11,58	6,24	4,02	0,54	10,26	4,07	4,21	7,86	3,29	1,77	0,69	0,54	2,47	1,32	6,95
2,87	11,55	6,23	4,00	0,54	10,23	4,07	4,21	7,87	3,28	1,77	0,69	0,54	2,46	1,32	6,96
2,88	11,52	6,21	3,99	0,54	10,20	4,06	4,22	7,88	3,27	1,76	0,69	0,54	2,45	1,32	6,96
2,89	11,49	6,19	3,97	0,54	10,17	4,05	4,23	7,89	3,27	1,76	0,69	0,54	2,45	1,31	6,96
2,9	11,46	6,18	3,96	0,54	10,14	4,05	4,23	7,9	3,26	1,76	0,68	0,54	2,44	1,31	6,97
2,91	11,44	6,16	3,95	0,54	10,11	4,04	4,24	7,91	3,25	1,75	0,68	0,54	2,43	1,31	6,97
2,92	11,41	6,15	3,93	0,54	10,08	4,03	4,24	7,92	3,24	1,75	0,68	0,54	2,43	1,30	6,97
2,93	11,38	6,13	3,92	0,54	10,05	4,03	4,25	7,93	3,23	1,74	0,68	0,54	2,42	1,30	6,98
2,94	11,35	6,12	3,91	0,54	10,02	4,02	4,26	7,94	3,22	1,74	0,67	0,54	2,41	1,30	6,98
2,95	11,32	6,10	3,89	0,54	9,99	4,01	4,26	7,95	3,22	1,73	0,67	0,54	2,41	1,30	6,98
2,96	11,29	6,09	3,88	0,54	9,96	4,01	4,27	7,96	3,21	1,73	0,67	0,54	2,40	1,29	6,99

2,97	11,26	6,07	3,86	0,54	9,94	4,00	4,28	7,97	3,20	1,73	0,67	0,54	2,39	1,29	6,99
2,98	11,24	6,06	3,85	0,54	9,91	3,99	4,28	7,98	3,19	1,72	0,67	0,54	2,39	1,29	6,99
2,99	11,21	6,04	3,84	0,54	9,88	3,99	4,29	7,99	3,18	1,72	0,66	0,54	2,38	1,28	7,00
3	11,18	6,03	3,82	0,54	9,85	3,98	4,30	8	3,18	1,71	0,66	0,54	2,37	1,28	7,00
3,01	11,15	6,01	3,81	0,54	9,82	3,97	4,30	8,01	3,17	1,71	0,66	0,54	2,37	1,28	7,00
3,02	11,12	6,00	3,80	0,54	9,79	3,97	4,31	8,02	3,16	1,70	0,66	0,54	2,36	1,27	7,01
3,03	11,09	5,98	3,78	0,54	9,76	3,96	4,32	8,03	3,15	1,70	0,65	0,54	2,35	1,27	7,01
3,04	11,07	5,97	3,77	0,54	9,74	3,95	4,32	8,04	3,14	1,69	0,65	0,54	2,35	1,27	7,01
3,05	11,04	5,95	3,76	0,54	9,71	3,95	4,33	8,05	3,14	1,69	0,65	0,54	2,34	1,26	7,02
3,06	11,01	5,94	3,74	0,54	9,68	3,94	4,34	8,06	3,13	1,69	0,65	0,54	2,33	1,26	7,02
3,07	10,98	5,92	3,73	0,54	9,65	3,93	4,34	8,07	3,12	1,68	0,64	0,54	2,33	1,26	7,02
3,08	10,96	5,91	3,72	0,54	9,62	3,93	4,35	8,08	3,11	1,68	0,64	0,54	2,32	1,25	7,02
3,09	10,93	5,89	3,70	0,54	9,60	3,92	4,36	8,09	3,11	1,67	0,64	0,54	2,31	1,25	7,03
3,1	10,90	5,88	3,69	0,54	9,57	3,91	4,36	8,1	3,10	1,67	0,64	0,54	2,31	1,25	7,03
3,11	10,87	5,86	3,68	0,54	9,54	3,91	4,37	8,11	3,09	1,67	0,64	0,54	2,30	1,24	7,03
3,12	10,85	5,85	3,67	0,54	9,51	3,90	4,38	8,12	3,08	1,66	0,63	0,54	2,29	1,24	7,04
3,13	10,82	5,83	3,65	0,54	9,48	3,89	4,38	8,13	3,07	1,66	0,63	0,54	2,29	1,24	7,04
3,14	10,79	5,82	3,64	0,54	9,46	3,89	4,39	8,14	3,07	1,65	0,63	0,54	2,28	1,24	7,04
3,15	10,76	5,80	3,63	0,54	9,43	3,88	4,40	8,15	3,06	1,65	0,63	0,54	2,28	1,23	7,05
3,16	10,74	5,79	3,61	0,54	9,40	3,87	4,40	8,16	3,05	1,64	0,62	0,54	2,27	1,23	7,05

3,17	10,71	5,77	3,60	0,54	9,38	3,87	4,41	8,17	3,04	1,64	0,62	0,54	2,26	1,23	7,05
3,18	10,68	5,76	3,59	0,54	9,35	3,86	4,42	8,18	3,04	1,64	0,62	0,54	2,26	1,22	7,06
3,19	10,66	5,74	3,58	0,54	9,32	3,85	4,43	8,19	3,03	1,63	0,62	0,54	2,25	1,22	7,06
3,2	10,63	5,73	3,56	0,54	9,29	3,85	4,43	8,2	3,02	1,63	0,62	0,54	2,24	1,22	7,06
3,21	10,60	5,72	3,55	0,54	9,27	3,84	4,44	8,21	3,01	1,62	0,61	0,54	2,24	1,21	7,06
3,22	10,58	5,70	3,54	0,54	9,24	3,83	4,45	8,22	3,01	1,62	0,61	0,54	2,23	1,21	7,07
3,23	10,55	5,69	3,53	0,54	9,21	3,83	4,45	8,23	3,00	1,62	0,61	0,54	2,23	1,21	7,07
3,24	10,52	5,67	3,51	0,54	9,19	3,82	4,46	8,24	2,99	1,61	0,61	0,54	2,22	1,21	7,07
3,25	10,50	5,66	3,50	0,54	9,16	3,81	4,47	8,25	2,98	1,61	0,61	0,54	2,21	1,20	7,08
3,26	10,47	5,64	3,49	0,54	9,13	3,81	4,47	8,26	2,98	1,60	0,60	0,54	2,21	1,20	7,08
3,27	10,44	5,63	3,48	0,54	9,11	3,80	4,48	8,27	2,97	1,60	0,60	0,54	2,20	1,20	7,08
3,28	10,42	5,62	3,47	0,54	9,08	3,79	4,49	8,28	2,96	1,60	0,60	0,54	2,19	1,19	7,09
3,29	10,39	5,60	3,45	0,54	9,05	3,78	4,49	8,29	2,95	1,59	0,60	0,54	2,19	1,19	7,09
3,3	10,37	5,59	3,44	0,54	9,03	3,78	4,50	8,3	2,95	1,59	0,59	0,54	2,18	1,19	7,09
3,31	10,34	5,57	3,43	0,54	9,00	3,77	4,51	8,31	2,94	1,58	0,59	0,54	2,18	1,18	7,09
3,32	10,31	5,56	3,42	0,54	8,98	3,76	4,51	8,32	2,93	1,58	0,59	0,54	2,17	1,18	7,10
3,33	10,29	5,55	3,41	0,54	8,95	3,76	4,52	8,33	2,92	1,58	0,59	0,54	2,16	1,18	7,10
3,34	10,26	5,53	3,39	0,54	8,92	3,75	4,53	8,34	2,92	1,57	0,59	0,54	2,16	1,18	7,10
3,35	10,24	5,52	3,38	0,54	8,90	3,74	4,54	8,35	2,91	1,57	0,58	0,54	2,15	1,17	7,11
3,36	10,21	5,50	3,37	0,54	8,87	3,74	4,54	8,36	2,90	1,56	0,58	0,54	2,15	1,17	7,11

3,37	10,19	5,49	3,36	0,54	8,85	3,73	4,55	8,37	2,89	1,56	0,58	0,54	2,14	1,17	7,11
3,38	10,16	5,48	3,35	0,54	8,82	3,72	4,56	8,38	2,89	1,56	0,58	0,54	2,13	1,16	7,11
3,39	10,13	5,46	3,33	0,54	8,80	3,72	4,56	8,39	2,88	1,55	0,58	0,54	2,13	1,16	7,12
3,4	10,11	5,45	3,32	0,54	8,77	3,71	4,57	8,4	2,87	1,55	0,57	0,54	2,12	1,16	7,12
3,41	10,08	5,43	3,31	0,54	8,75	3,70	4,58	8,41	2,87	1,54	0,57	0,54	2,12	1,16	7,12
3,42	10,06	5,42	3,30	0,54	8,72	3,69	4,58	8,42	2,86	1,54	0,57	0,54	2,11	1,15	7,13
3,43	10,03	5,41	3,29	0,54	8,70	3,69	4,59	8,43	2,85	1,54	0,57	0,54	2,10	1,15	7,13
3,44	10,01	5,39	3,28	0,54	8,67	3,68	4,60	8,44	2,84	1,53	0,57	0,54	2,10	1,15	7,13
3,45	9,98	5,38	3,26	0,54	8,65	3,67	4,60	8,45	2,84	1,53	0,56	0,54	2,09	1,14	7,13
3,46	9,96	5,37	3,25	0,54	8,62	3,67	4,61	8,46	2,83	1,52	0,56	0,54	2,09	1,14	7,14
3,47	9,93	5,35	3,24	0,54	8,60	3,66	4,62	8,47	2,82	1,52	0,56	0,54	2,08	1,14	7,14
3,48	9,91	5,34	3,23	0,54	8,57	3,65	4,63	8,48	2,82	1,52	0,56	0,54	2,08	1,14	7,14
3,49	9,88	5,33	3,22	0,54	8,55	3,65	4,63	8,49	2,81	1,51	0,56	0,54	2,07	1,13	7,15
3,5	9,86	5,31	3,21	0,54	8,52	3,64	4,64	8,5	2,80	1,51	0,55	0,54	2,06	1,13	7,15
3,51	9,83	5,30	3,20	0,54	8,50	3,63	4,65	8,51	2,79	1,51	0,55	0,54	2,06	1,13	7,15
3,52	9,81	5,29	3,19	0,54	8,47	3,63	4,65	8,52	2,79	1,50	0,55	0,54	2,05	1,12	7,15
3,53	9,78	5,27	3,17	0,54	8,45	3,62	4,66	8,53	2,78	1,50	0,55	0,54	2,05	1,12	7,16
3,54	9,76	5,26	3,16	0,54	8,42	3,61	4,67	8,54	2,77	1,49	0,55	0,54	2,04	1,12	7,16
3,55	9,73	5,25	3,15	0,54	8,40	3,60	4,67	8,55	2,77	1,49	0,54	0,54	2,04	1,12	7,16
3,56	9,71	5,23	3,14	0,54	8,37	3,60	4,68	8,56	2,76	1,49	0,54	0,54	2,03	1,11	7,17

3,57	9,69	5,22	3,13	0,54	8,35	3,59	4,69	8,57	2,75	1,48	0,54	0,54	2,02	1,11	7,17
3,58	9,66	5,21	3,12	0,54	8,33	3,58	4,70	8,58	2,75	1,48	0,54	0,54	2,02	1,11	7,17
3,59	9,64	5,19	3,11	0,54	8,30	3,58	4,70	8,59	2,74	1,48	0,54	0,54	2,01	1,10	7,17
3,6	9,61	5,18	3,10	0,54	8,28	3,57	4,71	8,6	2,73	1,47	0,54	0,54	2,01	1,10	7,18
3,61	9,59	5,17	3,09	0,54	8,25	3,56	4,72	8,61	2,72	1,47	0,53	0,54	2,00	1,10	7,18
3,62	9,56	5,16	3,08	0,54	8,23	3,56	4,72	8,62	2,72	1,46	0,53	0,54	2,00	1,10	7,18
3,63	9,54	5,14	3,06	0,54	8,21	3,55	4,73	8,63	2,71	1,46	0,53	0,54	1,99	1,09	7,19
3,64	9,52	5,13	3,05	0,54	8,18	3,54	4,74	8,64	2,70	1,46	0,53	0,54	1,99	1,09	7,19
3,65	9,49	5,12	3,04	0,54	8,16	3,53	4,74	8,65	2,70	1,45	0,53	0,54	1,98	1,09	7,19
3,66	9,47	5,10	3,03	0,54	8,14	3,53	4,75	8,66	2,69	1,45	0,52	0,54	1,97	1,09	7,19
3,67	9,44	5,09	3,02	0,54	8,11	3,52	4,76	8,67	2,68	1,45	0,52	0,54	1,97	1,08	7,20
3,68	9,42	5,08	3,01	0,54	8,09	3,51	4,77	8,68	2,68	1,44	0,52	0,54	1,96	1,08	7,20
3,69	9,40	5,06	3,00	0,54	8,07	3,51	4,77	8,69	2,67	1,44	0,52	0,54	1,96	1,08	7,20
3,7	9,37	5,05	2,99	0,54	8,04	3,50	4,78	8,7	2,66	1,44	0,52	0,54	1,95	1,07	7,20
3,71	9,35	5,04	2,98	0,54	8,02	3,49	4,79	8,71	2,66	1,43	0,51	0,54	1,95	1,07	7,21
3,72	9,33	5,03	2,97	0,54	8,00	3,49	4,79	8,72	2,65	1,43	0,51	0,54	1,94	1,07	7,21
3,73	9,30	5,01	2,96	0,54	7,97	3,48	4,80	8,73	2,64	1,42	0,51	0,54	1,94	1,07	7,21
3,74	9,28	5,00	2,95	0,54	7,95	3,47	4,81	8,74	2,64	1,42	0,51	0,54	1,93	1,06	7,21
3,75	9,26	4,99	2,94	0,54	7,93	3,46	4,81	8,75	2,63	1,42	0,51	0,54	1,93	1,06	7,22
3,76	9,23	4,98	2,93	0,54	7,90	3,46	4,82	8,76	2,62	1,41	0,51	0,54	1,92	1,06	7,22

3,77	9,21	4,96	2,92	0,54	7,88	3,45	4,83	8,77	2,62	1,41	0,50	0,54	1,91	1,06	7,22
3,78	9,19	4,95	2,91	0,54	7,86	3,44	4,83	8,78	2,61	1,41	0,50	0,54	1,91	1,05	7,23
3,79	9,16	4,94	2,90	0,54	7,84	3,44	4,84	8,79	2,60	1,40	0,50	0,54	1,90	1,05	7,23
3,8	9,14	4,93	2,89	0,54	7,81	3,43	4,85	8,8	2,60	1,40	0,50	0,54	1,90	1,05	7,23
3,81	9,12	4,91	2,88	0,54	7,79	3,42	4,86	8,81	2,59	1,40	0,50	0,54	1,89	1,05	7,23
3,82	9,09	4,90	2,87	0,54	7,77	3,42	4,86	8,82	2,58	1,39	0,50	0,54	1,89	1,04	7,24
3,83	9,07	4,89	2,86	0,54	7,75	3,41	4,87	8,83	2,58	1,39	0,49	0,54	1,88	1,04	7,24
3,84	9,05	4,88	2,85	0,54	7,72	3,40	4,88	8,84	2,57	1,39	0,49	0,54	1,88	1,04	7,24
3,85	9,03	4,87	2,84	0,54	7,70	3,40	4,88	8,85	2,56	1,38	0,49	0,54	1,87	1,04	7,24
3,86	9,00	4,85	2,83	0,54	7,68	3,39	4,89	8,86	2,56	1,38	0,49	0,54	1,87	1,03	7,25
3,87	8,98	4,84	2,82	0,54	7,66	3,38	4,90	8,87	2,55	1,38	0,49	0,54	1,86	1,03	7,25
3,88	8,96	4,83	2,81	0,54	7,64	3,37	4,90	8,88	2,55	1,37	0,49	0,54	1,86	1,03	7,25
3,89	8,94	4,82	2,80	0,54	7,61	3,37	4,91	8,89	2,54	1,37	0,48	0,54	1,85	1,02	7,25
3,9	8,91	4,80	2,79	0,54	7,59	3,36	4,92	8,9	2,53	1,37	0,48	0,54	1,85	1,02	7,26
3,91	8,89	4,79	2,78	0,54	7,57	3,35	4,92	8,91	2,53	1,36	0,48	0,54	1,84	1,02	7,26
3,92	8,87	4,78	2,77	0,54	7,55	3,35	4,93	8,92	2,52	1,36	0,48	0,54	1,84	1,02	7,26
3,93	8,85	4,77	2,76	0,54	7,53	3,34	4,94	8,93	2,51	1,35	0,48	0,54	1,83	1,01	7,26
3,94	8,82	4,76	2,75	0,54	7,50	3,33	4,95	8,94	2,51	1,35	0,47	0,54	1,83	1,01	7,27
3,95	8,80	4,74	2,74	0,54	7,48	3,33	4,95	8,95	2,50	1,35	0,47	0,54	1,82	1,01	7,27
3,96	8,78	4,73	2,73	0,54	7,46	3,32	4,96	8,96	2,49	1,34	0,47	0,54	1,82	1,01	7,27



3,97	8,76	4,72	2,72	0,54	7,44	3,31	4,97	8,97	2,49	1,34	0,47	0,54	1,81	1,00	7,27
3,98	8,74	4,71	2,71	0,54	7,42	3,31	4,97	8,98	2,48	1,34	0,47	0,54	1,81	1,00	7,28
3,99	8,71	4,70	2,70	0,54	7,40	3,30	4,98	8,99	2,48	1,33	0,47	0,54	1,80	1,00	7,28
4	8,69	4,68	2,69	0,54	7,38	3,29	4,99	9	2,47	1,33	0,47	0,54	1,80	1,00	7,28
4,01	8,67	4,67	2,68	0,54	7,36	3,28	4,99	9,01	2,46	1,33	0,46	0,54	1,79	0,99	7,28
4,02	8,65	4,66	2,67	0,54	7,33	3,28	5,00	9,02	2,46	1,32	0,46	0,54	1,79	0,99	7,29
4,03	8,63	4,65	2,66	0,54	7,31	3,27	5,01	9,03	2,45	1,32	0,46	0,54	1,78	0,99	7,29
4,04	8,60	4,64	2,65	0,54	7,29	3,26	5,01	9,04	2,45	1,32	0,46	0,54	1,78	0,99	7,29
4,05	8,58	4,63	2,64	0,54	7,27	3,26	5,02	9,05	2,44	1,31	0,46	0,54	1,77	0,98	7,29
4,06	8,56	4,61	2,64	0,54	7,25	3,25	5,03	9,06	2,43	1,31	0,46	0,54	1,77	0,98	7,30
4,07	8,54	4,60	2,63	0,54	7,23	3,24	5,03	9,07	2,43	1,31	0,45	0,54	1,76	0,98	7,30
4,08	8,52	4,59	2,62	0,54	7,21	3,24	5,04	9,08	2,42	1,30	0,45	0,54	1,76	0,98	7,30
4,09	8,50	4,58	2,61	0,54	7,19	3,23	5,05	9,09	2,41	1,30	0,45	0,54	1,75	0,97	7,30
4,1	8,48	4,57	2,60	0,54	7,17	3,22	5,06	9,1	2,41	1,30	0,45	0,54	1,75	0,97	7,31
4,11	8,45	4,56	2,59	0,54	7,15	3,22	5,06	9,11	2,40	1,29	0,45	0,54	1,74	0,97	7,31
4,12	8,43	4,55	2,58	0,54	7,13	3,21	5,07	9,12	2,40	1,29	0,45	0,54	1,74	0,97	7,31
4,13	8,41	4,53	2,57	0,54	7,11	3,20	5,08	9,13	2,39	1,29	0,44	0,54	1,73	0,97	7,31
4,14	8,39	4,52	2,56	0,54	7,08	3,20	5,08	9,14	2,38	1,29	0,44	0,54	1,73	0,96	7,32
4,15	8,37	4,51	2,55	0,54	7,06	3,19	5,09	9,15	2,38	1,28	0,44	0,54	1,72	0,96	7,32
4,16	8,35	4,50	2,54	0,54	7,04	3,18	5,10	9,16	2,37	1,28	0,44	0,54	1,72	0,96	7,32

4,17	8,33	4,49	2,54	0,54	7,02	3,18	5,10	9,17	2,37	1,28	0,44	0,54	1,71	0,96	7,32
4,18	8,31	4,48	2,53	0,54	7,00	3,17	5,11	9,18	2,36	1,27	0,44	0,54	1,71	0,95	7,33
4,19	8,29	4,47	2,52	0,54	6,98	3,16	5,12	9,19	2,35	1,27	0,44	0,54	1,70	0,95	7,33
4,2	8,27	4,45	2,51	0,54	6,96	3,16	5,12	9,2	2,35	1,27	0,43	0,54	1,70	0,95	7,33
4,21	8,24	4,44	2,50	0,54	6,94	3,15	5,13	9,21	2,34	1,26	0,43	0,54	1,69	0,95	7,33
4,22	8,22	4,43	2,49	0,54	6,92	3,14	5,14	9,22	2,34	1,26	0,43	0,54	1,69	0,94	7,33
4,23	8,20	4,42	2,48	0,54	6,90	3,14	5,14	9,23	2,33	1,26	0,43	0,54	1,69	0,94	7,34
4,24	8,18	4,41	2,47	0,54	6,88	3,13	5,15	9,24	2,32	1,25	0,43	0,54	1,68	0,94	7,34
4,25	8,16	4,40	2,47	0,54	6,86	3,12	5,16	9,25	2,32	1,25	0,43	0,54	1,68	0,94	7,34
4,26	8,14	4,39	2,46	0,54	6,84	3,11	5,16	9,26	2,31	1,25	0,42	0,54	1,67	0,93	7,34
4,27	8,12	4,38	2,45	0,54	6,83	3,11	5,17	9,27	2,31	1,24	0,42	0,54	1,67	0,93	7,35
4,28	8,10	4,37	2,44	0,54	6,81	3,10	5,18	9,28	2,30	1,24	0,42	0,54	1,66	0,93	7,35
4,29	8,08	4,36	2,43	0,54	6,79	3,09	5,18	9,29	2,30	1,24	0,42	0,54	1,66	0,93	7,35
4,3	8,06	4,34	2,42	0,54	6,77	3,09	5,19	9,3	2,29	1,23	0,42	0,54	1,65	0,93	7,35
4,31	8,04	4,33	2,41	0,54	6,75	3,08	5,20	9,31	2,28	1,23	0,42	0,54	1,65	0,92	7,36
4,32	8,02	4,32	2,41	0,54	6,73	3,07	5,20	9,32	2,28	1,23	0,42	0,54	1,64	0,92	7,36
4,33	8,00	4,31	2,40	0,54	6,71	3,07	5,21	9,33	2,27	1,23	0,41	0,54	1,64	0,92	7,36
4,34	7,98	4,30	2,39	0,54	6,69	3,06	5,22	9,34	2,27	1,22	0,41	0,54	1,63	0,92	7,36
4,35	7,96	4,29	2,38	0,54	6,67	3,05	5,22	9,35	2,26	1,22	0,41	0,54	1,63	0,91	7,37
4,36	7,94	4,28	2,37	0,54	6,65	3,05	5,23	9,36	2,26	1,22	0,41	0,54	1,63	0,91	7,37

4,37	7,92	4,27	2,36	0,54	6,63	3,04	5,24	9,37	2,25	1,21	0,41	0,54	1,62	0,91	7,37
4,38	7,90	4,26	2,36	0,54	6,61	3,03	5,24	9,38	2,24	1,21	0,41	0,54	1,62	0,91	7,37
4,39	7,88	4,25	2,35	0,54	6,59	3,03	5,25	9,39	2,24	1,21	0,41	0,54	1,61	0,90	7,37
4,4	7,86	4,24	2,34	0,54	6,57	3,02	5,26	9,4	2,23	1,20	0,40	0,54	1,61	0,90	7,38
4,41	7,84	4,23	2,33	0,54	6,56	3,02	5,26	9,41	2,23	1,20	0,40	0,54	1,60	0,90	7,38
4,42	7,82	4,21	2,32	0,54	6,54	3,01	5,27	9,42	2,22	1,20	0,40	0,54	1,60	0,90	7,38
4,43	7,80	4,20	2,31	0,54	6,52	3,00	5,28	9,43	2,22	1,19	0,40	0,54	1,59	0,90	7,38
4,44	7,78	4,19	2,31	0,54	6,50	3,00	5,28	9,44	2,21	1,19	0,40	0,54	1,59	0,89	7,39
4,45	7,76	4,18	2,30	0,54	6,48	2,99	5,29	9,45	2,21	1,19	0,40	0,54	1,59	0,89	7,39
4,46	7,74	4,17	2,29	0,54	6,46	2,98	5,30	9,46	2,20	1,19	0,40	0,54	1,58	0,89	7,39
4,47	7,72	4,16	2,28	0,54	6,44	2,98	5,30	9,47	2,19	1,18	0,39	0,54	1,58	0,89	7,39
4,48	7,70	4,15	2,27	0,54	6,43	2,97	5,31	9,48	2,19	1,18	0,39	0,54	1,57	0,88	7,39
4,49	7,68	4,14	2,27	0,54	6,41	2,96	5,32	9,49	2,18	1,18	0,39	0,54	1,57	0,88	7,40
4,5	7,66	4,13	2,26	0,54	6,39	2,96	5,32	9,5	2,18	1,17	0,39	0,54	1,56	0,88	7,40
4,51	7,64	4,12	2,25	0,54	6,37	2,95	5,33	9,51	2,17	1,17	0,39	0,54	1,56	0,88	7,40
4,52	7,63	4,11	2,24	0,54	6,35	2,94	5,34	9,52	2,17	1,17	0,39	0,54	1,56	0,88	7,40
4,53	7,61	4,10	2,23	0,54	6,33	2,94	5,34	9,53	2,16	1,16	0,39	0,54	1,55	0,87	7,41
4,54	7,59	4,09	2,23	0,54	6,32	2,93	5,35	9,54	2,16	1,16	0,38	0,54	1,55	0,87	7,41
4,55	7,57	4,08	2,22	0,54	6,30	2,92	5,36	9,55	2,15	1,16	0,38	0,54	1,54	0,87	7,41
4,56	7,55	4,07	2,21	0,54	6,28	2,92	5,36	9,56	2,15	1,16	0,38	0,54	1,54	0,87	7,41

4,57	7,53	4,06	2,20	0,54	6,26	2,91	5,37	9,57	2,14	1,15	0,38	0,54	1,53	0,86	7,41
4,58	7,51	4,05	2,20	0,54	6,24	2,90	5,37	9,58	2,13	1,15	0,38	0,54	1,53	0,86	7,42
4,59	7,49	4,04	2,19	0,54	6,23	2,90	5,38	9,59	2,13	1,15	0,38	0,54	1,53	0,86	7,42
4,6	7,47	4,03	2,18	0,54	6,21	2,89	5,39	9,6	2,12	1,14	0,38	0,54	1,52	0,86	7,42
4,61	7,45	4,02	2,17	0,54	6,19	2,88	5,39	9,61	2,12	1,14	0,38	0,54	1,52	0,86	7,42
4,62	7,44	4,01	2,16	0,54	6,17	2,88	5,40	9,62	2,11	1,14	0,37	0,54	1,51	0,85	7,42
4,63	7,42	4,00	2,16	0,54	6,16	2,87	5,41	9,63	2,11	1,14	0,37	0,54	1,51	0,85	7,43
4,64	7,40	3,99	2,15	0,54	6,14	2,87	5,41	9,64	2,10	1,13	0,37	0,54	1,50	0,85	7,43
4,65	7,38	3,98	2,14	0,54	6,12	2,86	5,42	9,65	2,10	1,13	0,37	0,54	1,50	0,85	7,43
4,66	7,36	3,97	2,13	0,54	6,10	2,85	5,43	9,66	2,09	1,13	0,37	0,54	1,50	0,85	7,43
4,67	7,34	3,96	2,13	0,54	6,09	2,85	5,43	9,67	2,09	1,12	0,37	0,54	1,49	0,84	7,44
4,68	7,32	3,95	2,12	0,54	6,07	2,84	5,44	9,68	2,08	1,12	0,37	0,54	1,49	0,84	7,44
4,69	7,31	3,94	2,11	0,54	6,05	2,83	5,44	9,69	2,08	1,12	0,36	0,54	1,48	0,84	7,44
4,7	7,29	3,93	2,10	0,54	6,03	2,83	5,45	9,7	2,07	1,12	0,36	0,54	1,48	0,84	7,44
4,71	7,27	3,92	2,10	0,54	6,02	2,82	5,46	9,71	2,07	1,11	0,36	0,54	1,48	0,83	7,44
4,72	7,25	3,91	2,09	0,54	6,00	2,81	5,46	9,72	2,06	1,11	0,36	0,54	1,47	0,83	7,45
4,73	7,23	3,90	2,08	0,54	5,98	2,81	5,47	9,73	2,06	1,11	0,36	0,54	1,47	0,83	7,45
4,74	7,21	3,89	2,08	0,54	5,96	2,80	5,48	9,74	2,05	1,11	0,36	0,54	1,46	0,83	7,45
4,75	7,20	3,88	2,07	0,54	5,95	2,80	5,48	9,75	2,04	1,10	0,36	0,54	1,46	0,83	7,45
4,76	7,18	3,87	2,06	0,54	5,93	2,79	5,49	9,76	2,04	1,10	0,36	0,54	1,46	0,82	7,45

4,77	7,16	3,86	2,05	0,54	5,91	2,78	5,50	9,77	2,03	1,10	0,35	0,54	1,45	0,82	7,46
4,78	7,14	3,85	2,05	0,54	5,90	2,78	5,50	9,78	2,03	1,09	0,35	0,54	1,45	0,82	7,46
4,79	7,12	3,84	2,04	0,54	5,88	2,77	5,51	9,79	2,02	1,09	0,35	0,54	1,44	0,82	7,46
4,8	7,11	3,83	2,03	0,54	5,86	2,76	5,51	9,8	2,02	1,09	0,35	0,54	1,44	0,82	7,46
4,81	7,09	3,82	2,03	0,54	5,85	2,76	5,52	9,81	2,01	1,09	0,35	0,54	1,44	0,81	7,46
4,82	7,07	3,81	2,02	0,54	5,83	2,75	5,53	9,82	2,01	1,08	0,35	0,54	1,43	0,81	7,47
4,83	7,05	3,80	2,01	0,54	5,81	2,75	5,53	9,83	2,00	1,08	0,35	0,54	1,43	0,81	7,47
4,84	7,04	3,79	2,00	0,54	5,80	2,74	5,54	9,84	2,00	1,08	0,35	0,54	1,42	0,81	7,47
4,85	7,02	3,78	2,00	0,54	5,78	2,73	5,55	9,85	1,99	1,07	0,35	0,54	1,42	0,81	7,47
4,86	7,00	3,77	1,99	0,54	5,76	2,73	5,55	9,86	1,99	1,07	0,34	0,54	1,42	0,80	7,47
4,87	6,98	3,76	1,98	0,54	5,75	2,72	5,56	9,87	1,98	1,07	0,34	0,54	1,41	0,80	7,48
4,88	6,97	3,75	1,98	0,54	5,73	2,71	5,56	9,88	1,98	1,07	0,34	0,54	1,41	0,80	7,48
4,89	6,95	3,74	1,97	0,54	5,71	2,71	5,57	9,89	1,97	1,06	0,34	0,54	1,40	0,80	7,48
4,9	6,93	3,74	1,96	0,54	5,70	2,70	5,58	9,9	1,97	1,06	0,34	0,54	1,40	0,80	7,48
4,91	6,91	3,73	1,96	0,54	5,68	2,70	5,58	9,91	1,96	1,06	0,34	0,54	1,40	0,79	7,48
4,92	6,90	3,72	1,95	0,54	5,67	2,69	5,59	9,92	1,96	1,06	0,34	0,54	1,39	0,79	7,49
4,93	6,88	3,71	1,94	0,54	5,65	2,68	5,59	9,93	1,95	1,05	0,34	0,54	1,39	0,79	7,49
4,94	6,86	3,70	1,93	0,54	5,63	2,68	5,60	9,94	1,95	1,05	0,33	0,54	1,39	0,79	7,49
4,95	6,84	3,69	1,93	0,54	5,62	2,67	5,61	9,95	1,94	1,05	0,33	0,54	1,38	0,79	7,49
4,96	6,83	3,68	1,92	0,54	5,60	2,67	5,61	9,96	1,94	1,05	0,33	0,54	1,38	0,78	7,49

4,97	6,81	3,67	1,91	0,54	5,58	2,66	5,62	9,97	1,93	1,04	0,33	0,54	1,37	0,78	7,50
4,98	6,79	3,66	1,91	0,54	5,57	2,65	5,63	9,98	1,93	1,04	0,33	0,54	1,37	0,78	7,50
4,99	6,78	3,65	1,90	0,54	5,55	2,65	5,63	9,99	1,93	1,04	0,33	0,54	1,37	0,78	7,50
5	6,76	3,64	1,89	0,54	5,54	2,64	5,64	10	1,92	1,04	0,33	0,54	1,36	0,78	7,50

