



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS REDES HIDROSANITARIAS DE LAS  
EDIFICACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERA CIVIL DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

CRUZ LOPEZ WILSON MARCELO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS REDES HIDROSANTARIAS DE LAS  
EDIFICACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

CRUZ LOPEZ WILSON MARCELO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

EVALUACIÓN DE LAS REDES HIDROSANITARIAS DE LAS EDIFICACIONES DE  
LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MACHALA

CRUZ LOPEZ WILSON MARCELO  
INGENIERO CIVIL

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 16 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA  
16 de febrero de 2022

# Evaluación de las redes hidrosanitarias de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala

*por Wilson Cruz*

---

**Fecha de entrega:** 08-feb-2022 07:31p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1746833653

**Nombre del archivo:** prueba\_complexivo\_similitud.docx (44.6K)

**Total de palabras:** 3090

**Total de caracteres:** 16367

# prueba titulación final

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

< 1%

★ [www.imbabura.gob.ec](http://www.imbabura.gob.ec)

Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CRUZ LOPEZ WILSON MARCELO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de las redes hidrosanitarias de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

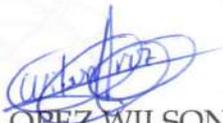
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 16 de febrero de 2022

  
CRUZ LOPEZ WILSON MARCELO  
0706512662

## **DEDICATORIA**

Mis logros académicos y mis triunfos se los dedico a Dios y a mi linda madre Esperanza del Carmen López, ya que sin sus bendiciones y sin su apoyo nada de esto fuera posible.

También mi tía, segunda madre, Rocío del Pilar Valarezo, sus consejos, su apoyo económico, pilar fundamental para alcanzar mis metas propuestas, su apoyo fue y sigue siendo incondicional.

A las demás personas, amigos, compañeros que de alguna u otra forma estuvieron siempre para ayudarme y darme la mano para verme salir adelante, sin importar cual fuera las circunstancias.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mi tutor de mi trabajo de titulación al Ingeniero Freddy Aguirre Morales por el aporte de sus conocimientos y ser guía para realizar de manera satisfactoria mi trabajo, demostrando siempre ser un gran docente resaltando su ética profesional.

A señor Adriano Uchuari, por su apoyo incondicional en mi trabajo de titulación, dando los mejores consejos y colaborando con su conocimiento por los años de trabajo en la facultad.

A un gran amigo como es Kevin Agurto que extendió su mano de una forma desinteresada para lograr el objetivo de terminar mi trabajo.

A mi amiga Patty Valencia por la acogida en su hogar, charlas motivacionales y por darme a probar sus banquetes durante el desarrollo de mi informe.

## **RESUMEN**

Evaluación de las redes hidrosanitario de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala.

Wilson Marcelo Cruz López

C.I: 0706512662

En el desarrollo del presente trabajo se evidencian los procesos y criterios tomados de la NHE agua para evaluación de las redes de agua potable, aguas sanitarias y aguas pluviales de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería Civil. Para el efecto es necesario evaluar las Redes Hidráulico-Sanitarias de estos edificios a través del catastro de las redes de agua potable y desagüe sanitario, que permitan conocer su situación actual y determinar las presiones requeridas. La evaluación consistía en realizar un catastro de las redes hidráulico-sanitarias, con el objeto de determinar si su funcionamiento es óptimo o requieren hacer ampliaciones u obras de mejoramiento, que permitan que los servicios sean de buena calidad de acuerdo a las normas vigentes. Se detalla el proceso matemático necesario donde se determina el diámetro de las tuberías adecuado para los sistemas, cálculo de caudales probables, las presiones en los nudos de consumo y la demanda de los puntos críticos, de los cuales se presenta la metodología para su distribución en cada edificio. Finalmente, se realiza la verificación de los requisitos mínimos que contempla la normativa para el correcto funcionamiento del sistema hidrosanitario. De los resultados obtenidos, la presión y la velocidad en los tramos están entre 0.67 m/s y 2.55 m/s y las presiones superan las recomendadas. Las conclusiones están fundamentadas en la verificación de cumplimiento de los valores obtenidos del proceso matemático respecto a la norma y la observación realizada en campo. Las recomendaciones se elaboran en función de la observación en campo.

**Palabras clave:** puntos de consumo, sistema hidrosanitario, caudales probables, puntos críticos.

## ABSTRACT

Evaluation of the hydrosanitary networks of the buildings of the Faculty of Civil Engineering of the Technical University of Machala.

Wilson Marcelo Cruz López

CI: 0706512662

In the development of this work, the processes and criteria taken from the NHE water for the evaluation of the drinking water, sanitary water and rainwater networks of the buildings of the Faculty of Civil Engineering are evidenced. For this purpose, it is necessary to evaluate the Hydraulic-Sanitary Networks of these buildings through the cadastre of the drinking water and sanitary sewage networks, which allow knowing their current situation and determining the required pressures. The evaluation consisted of carrying out a cadastre of the hydraulic-sanitary networks, in order to determine if their operation is optimal or if they require extensions or improvement works, which allow services to be of good quality according to current regulations. The necessary mathematical process is detailed where the diameter of the pipes suitable for the systems is determined, calculation of probable flows, the pressures in the consumption nodes and the demand of the critical points, of which the methodology for its distribution in each building. Finally, the verification of the minimum requirements contemplated by the regulations for the correct functioning of the hydrosanitary system is carried out. From the results obtained, the pressure and speed in the sections are between 0.67 m/s and 2.55 m/s and the pressures exceed those recommended. The conclusions are based on the verification of compliance with the values obtained from the mathematical process with respect to the norm and the observation made in the field. Recommendations are made based on observation in the field.

**Keywords:** points of consumption, hydro-sanitary system, probable flows, critical points.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
OBJETIVOS:.....	14
DESARROLLO .....	15
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	15
2.1.1 Agua potable.....	15
2.1.2 Nudo de consumo .....	15
2.1.3 Artefactos sanitarios .....	15
2.1.4 Bajantes .....	15
2.1.5 Presión Hidráulica .....	15
2.1.6 Caja de revisión .....	16
2.1.7 Sistema de bombeo.....	16
2.1.8 Red de distribución de agua domiciliaria .....	16
2.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN UNIVERSIDADES .....	16
2.3 REQUISITOS DE LA NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA CONSIDERADOS.....	17
2.4 INSTALACIONES SANITARIAS EN UNIVERSIDADES .....	18
2.4.1 Unidades de descarga .....	19
2.5 SISTEMA PLUVIAL.....	20
2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	21
2.5.1 Ubicación.....	21
2.6 EVALUACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL .....	22
2.6.1 Resultados de la evaluación de la red de agua potable.....	22
2.7 EVALUACIÓN DE LA RED SANITARIA DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL .....	24
2.7.1 Resultados de la evaluación de la red sanitaria .....	24
2.8 EVALUACIÓN DE LA RED PLUVIAL DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.....	26
2.8.1 Resultados de la evaluación de la red pluvial.....	26
CONCLUSIONES .....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	28
ANEXOS .....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo.....	18
TABLA 2. Unidades de descarga .....	20
TABLA 3. Unidades de descarga .....	20
TABLA 4. Resultados de la evaluación de la red de agua potable.....	22
TABLA 5. Resultados de la evaluación de la red sanitaria .....	25
TABLA 6. Resultados de la evaluación de la red pluvial.....	26
TABLA 7. Memoria de cálculo de Red de Agua Potable, Edificio 1.....	30
TABLA 8. Memoria de cálculo de Red de Agua Potable, Edificio 2.....	32
TABLA 9. Memoria de cálculo de Red de Agua Potable, Baños .....	35
TABLA 10. Memoria de cálculo de Instalaciones Sanitarias, Edificio 1 .....	36
TABLA 11. Memoria de cálculo de Instalaciones Sanitarias, Edificio 2.....	37
TABLA 12. Memoria de cálculo de Instalaciones Sanitarias, Bloque de Baños .....	38
TABLA 13. Memoria de cálculo de Red Pluvial.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. Ubicación FIC .....	21
-------------------------------	----

## ANEXOS

ANEXO A. RESULTADO DE PRESIONES MANOMÉTRICAS MEDIDAS EN CAMPO .....	41
ANEXO B. INSTALACIONES SISTEMA HIDRONEUMÁTICO .....	43
ANEXO C. ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS EN CAJA DE REVISIÓN .....	43
ANEXO D. PLANOS DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LAS EDIFICACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA.....	44

## INTRODUCCIÓN

La distribución de agua, el sistema sanitario y la red de descarga de aguas lluvias dentro de una edificación debe ser planificada, es decir, deben considerarse aspectos como la funcionalidad de la edificación que se planea construir, demanda de usuarios y calidad de los materiales, con el objeto de brindar comodidad, eficiencia, durabilidad en los materiales y elementos; haciendo posible la dotación de la cantidad de agua necesaria para la realización de las actividades de los usuarios y a su vez la evacuación de las aguas residuales de estas actividades. Además, si el trazado de la red es el adecuado, realizar el mantenimiento y las reparaciones en la instalación hidrosanitaria será fácil, siendo un factor importante cuando se trata de edificaciones tales como: hospitales, instituciones educativas, instituciones públicas, etc.

La funcionalidad de las instalaciones hidrosanitarias de un edificio es un indicador del estado de las redes, tanto de aguas residuales como de la red de distribución interna de agua potable, evidenciando los problemas, que se generan en la edificación, debido a la vida útil de los elementos, o a su vez del incremento de la demanda de usuarios.

La NEC en el Capítulo 16 que se refiere a la Norma Hidrosanitaria NHE Agua, cuenta con normativas que permiten un diseño óptimo y el correcto funcionamiento de los sistemas hidrosanitarios en edificaciones, logrando cumplir con la demanda requerida según el uso de la edificación.

Por lo tanto, evaluar la condición de las redes internas de agua potable y desagüe sanitario de la Facultad de Ingeniería Civil, es necesario, considerando que estas instalaciones son antiguas y podrían ya haber cumplido su vida útil, lo que ocasionaría problemas en la distribución del agua y el desagüe de aguas servidas y aguas pluviales.

Considerando, que en la actualidad, la Facultad de Ingeniería Civil cuenta con una población universitaria de aproximadamente ochocientos usuarios, los mismos que corresponden a docentes, estudiantes, personal administrativo y personal de servicio; esta población en los últimos años ha incrementado, generando a su vez mayor demanda en sus servicios básicos, enfocándonos especialmente en el suministro agua potable y desagüe sanitario.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Facultad de Ingeniería Civil fue creada hace cuarenta y ocho años, desde su creación esta facultad ha presentado un incremento significativo de usuarios hasta la actualidad. El incremento de demanda se traduce en incremento de sus servicios básicos; enfocándose especialmente en lo que comprende el sistema hidrosanitario. Debido a la demanda actual, se han hecho ampliaciones y modificaciones en sus instalaciones con el propósito de brindar comodidad a los usuarios.

Cambios en las distribuciones de la facultad, generan problemas en el sistema hidrosanitario, puesto que, se han incrementado nudos de consumo, tales como construcción de baños y modificaciones en laboratorios, los mismo que se han conectado con el sistema hidrosanitario original de la Facultad.

Malos olores en baterías sanitarias, escases de agua en los baños, baja presión en nudos críticos, son algunos de los problemas que presenta el sistema hidrosanitario, ocasionados por el escaso mantenimiento de las redes, falta de planificación con las nuevas construcciones y modificaciones. Además, considerando que esta facultad ya tiene cuarenta y ocho años, es correcto asumir que las tuberías tanto de la red de desagüe, red de agua potable y red pluvial ya ha cumplido con su periodo de vida útil, lo que hace más deficiente cada uno de estos sistemas.

## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo general:**

- Evaluar de las Redes Hidráulico-Sanitarias de los edificios de la Facultad de Ingeniería Civil a través del catastro de las redes de agua potable y desagüe sanitario, que permitan conocer su situación actual.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar el estado actual de la red de agua potable, desagüe sanitario y pluvial mediante la inspección visual de cada uno de los elementos que comprenden a estos sistemas con el objeto determinar las reparaciones o mantenimiento pertinente.
- Evaluar el trazado y las dimensiones del sistema hidro-sanitario a través de la realización de diferentes pruebas y cálculos para conocer si el funcionamiento cumple con las normas hidrosanitarias según la demanda actual.
- Proponer las soluciones técnicas necesarias para que los servicios sean eficientes y de buena calidad para los usuarios de la Facultad de Ingeniería Civil y vayan acorde a las exigencias de la normativa vigente.

## **DESARROLLO**

### **2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1.1 Agua potable**

Es el agua que una vez tratadas sus características químicas y físicas cumple con los requisitos que la normativa ecuatoriana establece y no contiene contaminantes, cuyo consumo no provoca daños en la salud de las personas que la ingieren. [1].

#### **2.1.2 Nudo de consumo**

“Es un punto de la red en el cual se conoce que existirá una demanda de suministro, a una presión y caudal determinados. Normalmente un mueble sanitario se conecta en un nudo de consumo” [1].

#### **2.1.3 Artefactos sanitarios**

De acuerdo con [1] “Son aquellos aparatos que demandan agua para su funcionamiento y brindan un servicio directo al usuario con la consecutiva generación de un caudal de aguas servidas que requieren de un desagüe”.

La NTE INEN 1569 clasifica los artefactos sanitarios en “inodoros, lavabos, urinarios, fregaderos, fuentes de beber, bidets y bacinete” [2].

#### **2.1.4 Bajantes**

“La tubería que abastece la red interna desde un depósito superior mediante una columna descendente se conoce como bajante”; pueden evacuar aguas residuales o aguas provenientes de las lluvias. [1].

#### **2.1.5 Presión Hidráulica**

Al realizar la descarga en la bajante (tubo vertical), esta se llenará en una sección de la tubería produciendo lo que se conoce como presión hidráulica. Esta al bajar comprime todo el oxígeno interno en la tubería, de tal forma que se va acumulando en la parte inferior de la misma, provocando que se ejerza una mayor presión atmosférica perjudicando los accesorios más cercanos.[3].

### **2.1.6 Caja de revisión**

Es aquella estructura que permite la revisión y limpieza del sistema de alcantarillado de la casa o edificación, la misma que debe permanecer sin residuos depositados y sin obstrucciones en cada uno de las tuberías que se descargan.[3].

La revisión periódica de las cajas de registro evitan el acumulamiento de sólidos provenientes ya sea de las aguas lluvias o las aguas servidas.

### **2.1.7 Sistema de bombeo**

El sistema de bombeo permite suministrar de agua en los puntos donde con la presión disponible no basta para dotar de agua al punto más crítico, aportando la presión requerida que se consigue transmitiendo energía al fluido. [1].

### **2.1.8 Red de distribución de agua domiciliaria**

Es el conjunto de tuberías y accesorios que conducen el agua desde la cisterna a todos los puntos de consumo de una vivienda para su distinto uso, proporcionando la cantidad suficiente de agua con la calidad requerida y a una presión adecuada todo el tiempo [4].

## **2.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN UNIVERSIDADES**

Es necesario identificar la demanda de agua en los centros educativos según sus distintos usos existentes en la institución para la adecuada gestión del suministro de agua y evitar de esta manera el mal uso o desperdicio, por lo tanto, es necesario identificar los componentes de red interna de distribución de agua y la clasificación de los usuarios. [5].

El agua potable es indispensable en la realización de las tareas cotidianas en la vida del ser humano, el consumo de agua indica el tipo de edificación. Las dotaciones se realizan en función del uso de las edificaciones. La NHE agua establece que para universidades la dotación comprende entre 40 a 60 L/estudiante/día.

Según Cheng y Hong, citado por Manco, Guerrero y Morales [5] “las instituciones o centros educativos, por su tamaño y demanda de agua son considerados como altos consumidores”.

El incremento de estudiantes en las universidades genera que los niveles de consumo de agua se incrementen, dejando deficientes las instalaciones, ya sea porque estos se han diseñado

para una determinada demanda o porque en algunos casos ya han cumplido su periodo de vida útil. Por lo tanto, además de evaluar el estado en que se encuentran las tuberías, accesorios y artefactos sanitarios es necesario concientizar entre la población estudiantil el uso sustentable del agua potable en el interior de las universidades, pudiéndose implementar paralelamente dispositivos ahorradores y mediante el control de fugas.[6].

### **2.3 REQUISITOS DE LA NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA CONSIDERADOS.**

Según Alperovits y Shamir, citado por Venkata, Sudheer and Rajasekhar [7]:

“El sistema de distribución de agua es una infraestructura hidráulica que consta de elementos tales como tuberías, tanques, depósitos, bombas y válvulas, etc.”.

Los mismos que deben ser adoptados según un adecuado diseño del trazado de la red o expansión de la misma, considerando los parámetros que se establecen en la norma.

En la Norma Hidrosanitaria NHE agua se establecen: “los parámetros mínimos exigibles y las recomendaciones técnicas del diseño y ejecución de proyectos para suministro de agua en edificaciones, [...], con el fin de garantizar el buen desempeño de las instalaciones interiores de agua potable del predio o edificación, con la implícita seguridad que las instalaciones presten un servicio adecuado en cantidad y calidad” [1].

La Norma Hidrosanitaria NHE detalla que “se deberá dimensionar la red interior tal que, bajo condiciones normales de funcionamiento, provea los caudales instantáneos mínimos y las presiones requeridas para que toda la red funcione” [1]. Las presiones se detallan en la TABLA 1.

TABLA 1. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		Recomendada (m c.a.)	Mínima (m c.a.)	
Bañera/tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores/calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuetes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con deposito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina de lavar vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, o hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Fuente: Norma Hidrosanitaria NHE

En este apartado se detalla únicamente los requisitos a considerar para evaluar las redes sanitarias, de suministro de agua potable y agua pluvial, por tal razón no se han detallado parámetros que la Norma Hidrosanitaria estipula para el proceso de diseño.

## 2.4 INSTALACIONES SANITARIAS EN UNIVERSIDADES

El alcantarillado sanitario es un servicio que se debe brindar en cada lugar del mundo, el adecuado tratamiento de las aguas residuales es necesario para evitar que estas contaminen las fuentes de agua dulce que después de un proceso de purificación a través de las plantas de tratamiento suministran agua apta para el consumo y uso en actividades de producción, comercialización y su confort.

Según Tormo i Santonja, las aguas residuales son aquellas que no cumplen los requisitos mínimos sanitarios exigibles para el consumo humano, son el resultado del consumo de agua en las actividades humanas.[8].

La exposición al derrame del agua residual puede ocasionar problemas en la salud de estudiantes y trabajadores, puesto que estas aguas contienen agentes patógenos, generando

olores desagradables lo que impacta de manera negativa en la calidad de vida de los estudiantes y en el deterioro del entorno. [9].

Una red de desagüe que no presente problemas en una edificación es esencial, puesto que representa una mejora de la calidad de vida de los usuarios. Los trabajos de mantenimiento y reparación de las instalaciones sanitarias deben realizarse de manera oportuna, sin generar inconvenientes en el funcionamiento de la red.

En las instituciones educativas, el mantenimiento y la reparación debe ser periódica, considerando la demanda de estas instalaciones en diferentes horarios. Es necesario mantener una adecuada funcionalidad en la red, evitando la emisión de malos olores o que el rompimiento de alguna tubería interna del sistema de desagüe ocasione daños en los elementos estructurales de la institución como paredes o pisos. También se debe prestar atención a los artefactos sanitarios.

VK BAYERN, citado en [10], explica que “La vulnerabilidad de un edificio está relacionada directamente a la seguridad de los servicios hidrosanitarios a través de las líneas de aguas potables, aguas lluvias y las residuales encabezan las estadísticas de siniestros en las edificaciones”.

#### **2.4.1 Unidades de descarga**

*Es la medida de una carga probable en un sistema de drenaje, usan en el método de Hunter para el cálculo de sistemas de agua, tratando de determinar la simultaneidad de uso de diferentes aparatos que al ser analizados en conjunto indiquen cual será el caudal máximo probable que se pueden presentar para el diseño. [11].*

TABLA 2. Unidades de descarga

<b>Método de las Unidades de Descarga</b>			
<b>Aparato</b>	<b>Uso</b>	<b>Control</b>	<b>Unidades de Descarga</b>
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro		Tanque	5
Urinario		Fluxómetro	5
Urinario		Llave	3
Lavamanos		Llave	2
Tina de baño		Llave	4
Ducha		Llave	4
Fregadero de cocina		Llave	4

Fuente: Libro Ing. Gustavo Ruiz, citado por López y Carrera

f

TABLA 3. Unidades de descarga

<b>Método de las Unidades de Descarga</b>			
<b>Aparato</b>	<b>Uso</b>	<b>Control</b>	<b>Unidades de Descarga</b>
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro			3
Lavamanos		Llaves	1
Tina de baño		Llaves	2
Ducha		Llaves	2
Fregadero de cocina		Llaves	2
Lavadero		Llaves	3
Grupo de baño		Fluxómetro	8
Grupo de baño		Tanque	6
Bidet		Llaves	2

Fuente: Libro Ing. Gustavo Ruiz, citado por López y Carrera

## 2.5 SISTEMA PLUVIAL

La captación de agua de lluvia puede llevarse a cabo por el escurrimiento en techos y se puede almacenar en cisternas, como una alternativa que permita reemplazar el agua potable en la descarga de inodoros, ahorrando en el consumo de agua, siendo evacuada a través de la bajante pluvial [12].

La instalación de las tuberías que componen el sistema pluvial deben ser diseñadas considerando que actualmente debido al cambio climático las precipitaciones de lluvia son más intensas. Y si en la red de desagüe de aguas residuales también se canaliza el agua lluvia, colapsaría la red, originando problemas en el interior de la edificación o predio.

En la actualidad se están desarrollando proyectos que contemplan el aprovechamiento del agua lluvia como medida de la disminución en el consumo de agua, a su vez que genere opciones que permita realizar ciertas actividades sin comprometer el agua para el consumo humano. [13].

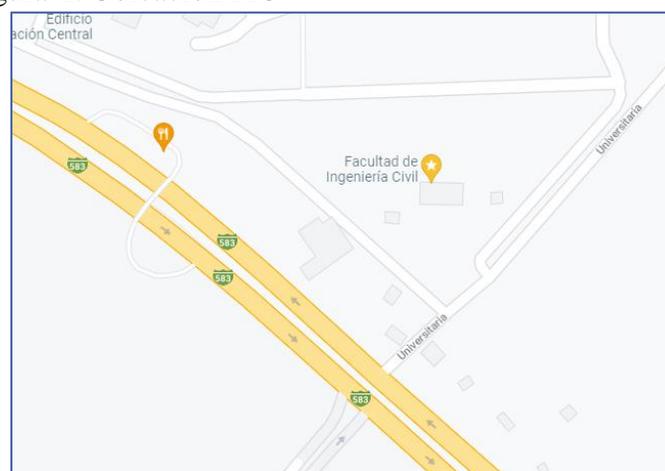
En su trabajo Palacio [13] explica que el uso del agua lluvia disminuye el caudal del alcantarillado pluvial principal, evitando que el agua excedente de las red principal de aguas residuales ingrese a la red domiciliaria, considerando que en la mayoría de los casos, los sistemas externos de aguas residuales y aguas pluviales se combinan, y están más propensas al colapso en las temporadas de mayores precipitaciones.

## 2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Facultad de Ingeniería Civil cuenta con tres edificaciones y una pequeña instalación para el uso único de baños, que entraron en servicio hace cuarenta y ocho años, las mismas que poseen sistemas de agua potable, sanitario y pluvial, pero a medida que ha pasado los años estas instalaciones se han visto deterioradas en su rendimiento, disminuyendo su eficiencia y desempeño por la falta de mantenimiento y antigüedad de sus materiales lo cual genera malestar y preocupación en sus ocupantes.

### 2.5.1 Ubicación

Figura I. Ubicación FIC



Fuente: Google Maps

La Facultad de Ingeniería Civil está localizada en el Campus Central de la Universidad Técnica de Machala.

## 2.6 EVALUACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Existen aspectos como la presión disponible en la conexión, la duración del servicio el incremento en puntos de consumo, fugas en las tuberías deterioradas por el escaso mantenimiento y la ausencia de reparación de elementos que componen la infraestructura hidrosanitaria los que determinan la cantidad de agua que el usuario puede captar, teniendo en cuenta que no siempre la demanda del usuario se satisface completamente.[14].

Cabrera y Tzatchkov, citado en [15], menciona que para cualquier sistema de evacuación de agua es necesario un mantenimiento apropiado que cubra el arreglo de desperfectos, sabiendo que en el sistema interno de la edificación los aspectos que pueden agravar esta situación corresponden a cambios en la demanda y su funcionamiento, haciendo que las nuevas condiciones difieran ampliamente de las adoptadas para su diseño.

Los datos necesarios para la evaluación de la red de agua potable se obtuvieron a través de la observación en campo.

Es necesario conocer el número de aparatos y el sistema que se usa para la distribución interna, la longitud entre cada aparato y determinar el material de las tuberías; aspecto necesario para adoptar valores de la NHE agua. Considerando que es una evaluación el diámetro de la tubería es obtenido de la inspección visual.

### 2.6.1 Resultados de la evaluación de la red de agua potable

TABLA 4. Resultados de la evaluación de la red de agua potable

<b>Diseño y Funcionamiento</b>	Resultado de la observación se considera optimo el diseño de la red y a su vez su funcionamiento. Las tuberías del sistema corresponden a PVC –Plastigama.
<b>Sistema de Tanque Elevado</b>	Existen seis sistemas tanques elevados: dos en el bloque donde funcionan secretarias y administración, dos en el bloque de laboratorios y dos más que corresponde a los tanques que se dotan de agua al bloque de baños. Lo cual satisface el requerimiento de la presión que se requiere en la red según dispone la norma. Volumen de tanques de edificios es de 2500 L y el de bloque de baterías sanitarias de 2000 L.

<b>Sistema Hidroneumático</b>	<p>El sistema hidroneumático abastece únicamente a la planta baja del bloque donde funcionan los laboratorios.</p> <p>El sistema hidroneumático tiene una presión de 25 psi, en reposo. Ver ANEXO A.</p>
<b>Caudal de suministro</b>	El caudal instantáneo mínimo de cada aparato sanitario se determinó usando la Tabla 1.
<b>Diámetros de tuberías</b>	En la NHE agua en su apartado 16.5.3 se detalla que el diámetro mínimo de infraestructura interior de agua corresponde a 16 mm (1/2"). De lo observado se constata que las tuberías del sistema evaluado cumplen con este requisito.
<b>Presión</b>	<p>Fue necesario la utilización de un manómetro para determinar la presión en puntos donde fue posible medir y comparar con los que se establece en la norma.</p> <p>La presión obtenida en un nudo de consumo (lavabo) del bloque donde funcionan las secretarías y administración fue de 17 psi (12 m.c.a). La presión recomendada por norma es de 5.0 m.c.a y la mínima 2.0 m.c.a.</p> <p>La presión obtenida en un nudo de consumo (grifo) del bloque donde funcionan los laboratorios fue de 16 psi (11.25 m.c.a). La presión recomendada por norma es de 7.0 m.c.a y la mínima 3.0 m.c.a.</p> <p>La presión obtenida en un nudo de consumo (grifo) del bloque donde funcionan los laboratorios fue de 7 psi (5.0 m.c.a). La presión recomendada por norma es de 7.0 m.c.a y la mínima 3.0 m.c.a.</p> <p>De acuerdo con los datos obtenidos se verifica que las presiones en los nudos de consumo son superiores a las recomendadas lo que significa que garantiza la dotación con mayor eficiencia, pero no sobrepasa los 50 m.c.a que en la norma se establece.</p> <p>Ver ANEXO A.</p>
<b>Velocidades</b>	<p>Las velocidades en las tuberías según la norma deben estar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s.</p> <p>Las velocidades que resultaron de los cálculos están dentro de las establecidas en NHE agua.</p> <p>El valor mínimo es de 0.67 m/s y el máximo de 2.55 m/s</p>
<b>Puntos Críticos</b>	<p>Los puntos críticos en la red de agua potable fueron determinados por muestreo, siendo aquel nudo más alto y más lejano.</p> <p>El punto crítico en el bloque donde funciona secretaría y administración se estima que se encuentra en el punto 16 (lavabo) que se encuentran en el tercer piso alto donde funciona la Escuela de Informática, tiene una presión calculada de 11 m, que supera a la recomendada en la NHE agua que recomienda 5 m.</p>

	El punto crítico en el bloque donde funcionan los laboratorios fue el punto 6 (lavabo) en el segundo piso alto, con una presión calculada de 8.44 m.
<b>Aparatos Sanitarios</b>	Los aparatos sanitarios de todos los bloques se encuentran en buenas condiciones.

Elaborado por: Wilson Cruz López

En el ANEXO B se evidencia como están conectadas las tuberías con las bombas y el tanque hidroneumático, mostrando poca estética, puesto que se observa el cableado eléctrico entre las tuberías.

Todos los cálculos realizados se evidencian en Anexos, en TABLA 7, TABLA 8 y TABLA 9; los mismos están representados en la vista en planta de cada uno de los niveles de los bloques de la Facultad de Ingeniería Civil.

## **2.7 EVALUACIÓN DE LA RED SANITARIA DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

La evaluación de la red sanitaria inicio determinando el número de aparatos sanitarios de cada bloque y la demanda de caudal de cada aparato sanitario utilizando los caudales que se detallan en la TABLA 1.

Para determinar el punto de descarga de las aguas provenientes de los muebles sanitarios fue necesario retirar momentáneamente las tapas de algunas cajas de revisión. No se abrieron todas ya que algunas de estas tapas estaban deterioradas y fácilmente se rompían cuando se las intentaba retirar para observar la dirección de las tuberías.

Del trabajo realizado en campo, se tomaron cotas para determinar las pendientes de las tuberías. Aspecto que se detalla en los planos.

### **2.7.1 Resultados de la evaluación de la red sanitaria**

De la inspección visual realizada a las instalaciones sanitarias de la Facultad se observaron problemas tales como:

TABLA 5. Resultados de la evaluación de la red sanitaria

<p><b>Diseño y Funcionamiento</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de desagüe obsoleto, puesto que debido a las modificaciones en las distribuciones de espacio existen tramos que no están funcionando.</li> <li>• Hay tramos construidos en los últimos años que no se han conectado a la red ya existente.</li> <li>• De lo observado, existe un tramo de la tubería que es de asbesto cemento.</li> </ul>
<p><b>Cajas de revisión</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de revisión con acumulación de sedimentos</li> <li>• Tapas en mal estado</li> </ul> <p>Ver ANEXO C.</p>
<p><b>Pendientes</b></p>	<p>Una vez calculadas las pendientes, se evidencio que en la mayoría de los tramos de la red no cumple con la pendiente mínima que corresponde al 2%, lo que ocasiona que se acumulen los sólidos en las tuberías y generen taponamientos y malos olores.</p>
<p><b>Bajantes</b></p>	<p>El edificio 1 que corresponde a donde funcionan las secretarias y administración tiene dos bajantes. Los diámetros que resultaron son de 75 mm y 110 mm.</p> <p>El edificio 2 que corresponde a donde funcionan los laboratorios tiene dos bajantes. Los diámetros que resultaron son de 75 mm y 110 mm.</p> <p>Las bajantes del bloque de baños son de 110 mm.</p>

Elaborado por: Wilson Cruz López

Una vez obtenido el número de aparatos fue necesario considerar las unidades de descarga para determinar si el diámetro de las tuberías que conforman la red de desagüe es el correcto.

Los resultados se muestran en TABLA 10, TABLA 11 Y TABLA 12, en Anexos.

## 2.8 EVALUACIÓN DE LA RED PLUVIAL DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Para los cálculos realizados en la red pluvial de igual manera se tuvo que realizar inspección visual.

### 2.8.1 Resultados de la evaluación de la red pluvial.

TABLA 6. Resultados de la evaluación de la red pluvial.

<b>Diseño y Funcionamiento</b>	Las tuberías que sirven para evacuar las aguas lluvias están en buen estado, pero es necesario que se de mantenimiento oportuno. El sistema pluvial se conecta en determinados tramo a la red sanitaria, esto provoca que en temporada con mayor intensidad de lluvia se colapsen las cajas de revisión.
<b>Bajantes</b>	El diámetro de las bajantes del sistema de evacuación de aguas lluvias obtenido es de 160 mm para los tres edificios, el bloque de baterías sanitarias y la biblioteca.

Elaborado por: Wilson Cruz López

Los resultados obtenidos se detallan en la TABLA 13.

## CONCLUSIONES

- En la red de suministro de agua potable en el área de bombas y tanque hidroneumático hay problemas en la distribución de las tuberías, evidenciando poca estética, siendo necesario también un panel de control eléctrico de las bombas con cableado enterrado.
- En los elementos que conforman la red sanitaria, hay problemas que deben ser solucionados inmediatamente, tal es el caso de las cajas de revisión y del tramo de la tubería que corresponde a asbesto cemento.
- En cuanto al suministro de agua potable las presiones obtenidas utilizando un manómetro en los puntos de consumo oscilan entre 10 PSI A 17 PSI, siendo suficiente para el adecuado funcionamiento de los aparatos sanitarios; mientras que los problemas se presentan en la red de desagüe donde las pendientes están por debajo de la mínima que comprende el 2% , y obteniendo de los cálculos realizados bajantes de 100 mm.
- Es necesario la sustitución del tramo que corresponde a asbesto cemento de la red sanitaria con tubería PVC, garantizando que las instalaciones funciones adecuadamente.
- La instalación pluvial de las edificaciones está en buen estado, pero con falta de mantenimiento. Además, el problema con esta red es que se conecta en determinado tramo a la red sanitaria, lo que ocasiona que en temporadas con mayor precipitación el sistema sanitario colapse.

## RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento periódicamente a las cajas de revisión de la red sanitaria, para evitar acumulación de sólidos.
- Cambiar las tapas de las cajas de revisión, ya que estas están deterioradas, a través de las cuales también es posible ingresen sólidos de la parte externa y aporten al colapso de la cajas.
- Mejora en sistema de evacuación de las aguas lluvias del bloque de baños.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] MIDUVI, *Norma Hidrosanitaria NHE agua*. Ecuador, 2011, pp. 1–38.
- [2] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *Artefactos Sanitarios. Clasificación*. Ecuador, 2011, p. 21.
- [3] H. Arreaga and M. Figueroa, “Evaluación, propuesta de implementación en los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial en los diseños hidrosanitarios del proyecto, Centro Corporativo Américas. Ubicado en la ciudad de Guayaquil. Calle 12D No (Eleodoro Arboleda Zavaleta) entre Av.,” Universidad de Guayaquil, 2019.
- [4] G. Pereyra, G. Pandolfi, and A. Villagra, “Diseño y optimización de redes de distribución de agua utilizando algoritmos genéticos,” *Inf. Científico Técnico UNPA*, pp. 37–63, 2017.
- [5] D. Manco, J. Guerrero, and T. Morales, “Estimación de la demanda de agua en centros educativos: Caso de estudio Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia,” *Rev. Luna Azul*, vol. 44, pp. 153–164, 2017.
- [6] J. Ortiz, E. Molina, J. Quesada, A. Calle, and D. Orellana, “Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca,” *Ingenius*, no. 20, pp. 28–38, 2018.
- [7] G. Venkata Ramana, C. V. S. S. Sudheer, and B. Rajasekhar, “Network analysis of water distribution system in rural areas using EPANET,” *Procedia Eng.*, vol. 119, no. 1, pp. 496–505, 2015.
- [8] J. Tormo i Santoja, “Depuración, reutilización y abastecimiento hídrico en el interior septentrional de Alicante,” *Investig. Geográficas*, vol. 47, pp. 123–138, 2008.
- [9] S. Crombet, N. Pérez, A. Ávalos, and S. Rodríguez, “Caracterización de las aguas residuales de la comunidad ‘Antonio Maceo’ de la Universidad de Oriente,” *Rev. Cuba. Química*, vol. 25, pp. 134–142, 2013.
- [10] S. Bueno, “Sostenibilidad en la construcción. Calidad integral y rentabilidad en instalaciones hidro-sanitarias,” *Rev. Arquitect. e Ing.*, vol. 3, no. 2, 2009.
- [11] D. Salazar, “Bases para el diseño y construcción de sistemas hidrosanitarios en

edificaciones escolares, Unidad Educativa del Milenio (UEM),” Universidad Central del Ecuador, 2016.

- [12] R. Torres and A. Fresquet, “Captación de lluvia para descarga de inodoros en edificio alto en el Vedado, La Habana,” *Ing. Hidráulica y Ambient.*, vol. 40, no. 1, pp. 122–135, 2019.
- [13] N. Palacios, “Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia,” *Gestión y Ambient.*, vol. 13, no. 2, pp. 25–39, 2010.
- [14] J. Cabrera and V. Gueorguiev, “Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente,” *Tecnol. y Cienc. del Agua*, vol. III, pp. 5–25, 2012.
- [15] V. de Nicola, F. Laguna, and P. Vidueira, “Criterio para la optimización energética de redes ramificadas de agua,” *Tecnol. y Cienc. del Agua*, vol. 6, pp. 41–51, 2014.

## ANEXOS

TABLA 7. Memoria de cálculo de Red de Agua Potable, Edificio 1

PLANTA BAJA EDIFICIO 1																
Nudo Inicial	Nudo Final	Número de aparatos	Caudal máximo posibles (l/t)	Factor de simultaneidad	Caudal máximo probable (l/t)	Diámetro Nominal (in)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud del tramo (m)	Número de Reynolds	Factor de fricción	Pérdidas por fricción hf(m)	K	Pérdidas menores hm(m)	Pérdidas totales (m)	Presión (N)
<b>1</b>	<b>2</b>	1	0,100	1,00	0,10	1/2	13,8	0,67	0,94	9198,777	0,03	0,05	0,54	0,01	0,06	11,04
<b>2</b>	<b>3</b>	2	0,200	1,08	0,22	1/2	13,8	1,44	0,98	19806,394	0,03	0,21	1,62	0,17	0,38	10,72
<b>3</b>	<b>4</b>	3	0,300	0,82	0,24	1/2	13,8	1,64	0,80	22509,979	0,03	0,22	1,84	0,25	0,47	10,63
<b>4</b>	<b>5</b>	4	0,400	0,70	0,28	1/2	13,8	1,88	1,50	25833,575	0,02	0,52	2,16	0,39	0,90	10,20
<b>5</b>	<b>6</b>	5	0,500	0,64	0,32	1/2	13,8	2,12	0,90	29211,332	0,02	0,38	1,62	0,37	0,76	10,34
<b>6</b>	<b>7</b>	6	0,600	0,59	0,35	1/2	13,8	2,37	3,10	32551,741	0,02	1,60	2,16	0,62	2,21	8,89
<b>7</b>	<b>8</b>	7	0,700	0,56	0,39	1/2	13,8	2,60	0,35	35837,277	0,02	0,21	3,46	1,20	1,41	9,69
<b>8</b>	<b>A</b>	8	0,800	0,53	0,42	1/2	13,8	2,84	0,60	39067,680	0,02	0,43	1,54	0,63	1,06	10,04

PRIMER PLANTA ALTA EDIFICIO 1																
Nudo Inicial	Nudo Final	Número de aparatos	Caudal máximo posibles (l/t)	Factor de simultaneidad	Caudal máximo probable (l/t)	Diámetro Nominal (in)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud del tramo (m)	Número de Reynolds	Factor de fricción	Pérdidas por fricción hf(m)	K	Pérdidas menores hm(m)	Pérdidas totales (m)	Presión (N)
<b>9</b>	<b>10</b>	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	1,36	9198,777	0,03	0,07	0,76	0,02	0,09	11,01
<b>10</b>	<b>11</b>	2	0,500	1,077	0,538	3/4	18,8	1,94	1,10	36346,841	0,02	0,27	2,00	0,38	0,66	10,44
<b>11</b>	<b>B</b>	3	0,600	0,816	0,489	3/4	18,8	1,76	0,20	33046,566	0,02	0,04	2,20	0,35	0,39	10,71
<b>15</b>	<b>14</b>	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	0,55	9198,777	0,03	0,03	0,54	0,01	0,04	11,06
<b>14</b>	<b>13</b>	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,60	19806,394	0,03	0,13	1,62	0,17	0,30	10,80
<b>13</b>	<b>12</b>	3	0,300	0,816	0,245	1/2	13,8	1,64	1,30	22509,979	0,03	0,35	1,84	0,25	0,60	10,50
<b>12</b>	<b>B</b>	4	0,400	0,702	0,281	3/4	18,8	1,01	3,45	18962,943	0,03	0,27	3,70	0,19	0,47	10,63

TERCERA PLANTA ALTA EDIFICIO 1																
Nudo Inicial	Nudo Final	Número de aparatos	Caudal máximo posibles (l/t)	Factor de simultaneidad	Caudal máximo probable (l/t)	Diámetro Nominal (in)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud del tramo (m)	Número de Reynolds	Factor de fricción	Pérdidas por fricción hf(m)	K	Pérdidas menores hm(m)	Pérdidas totales (m)	Presión (N)
16	17	1	0,100	1,000	0,10	1/2	13,8	0,67	0,60	9198,777	0,03	0,03	0,54	0,01	0,04	11,06
17	18	2	0,200	1,077	0,22	1/2	13,8	1,44	0,60	19806,394	0,03	0,13	1,62	0,17	0,30	10,80
18	25	3	0,300	0,816	0,24	1/2	13,8	1,64	5,30	22509,979	0,03	1,43	2,38	0,32	1,76	9,34
21	20	1	0,100	1,000	0,10	1/2	13,8	0,67	1,10	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,07	11,03
20	19	2	0,200	1,077	0,22	1/2	13,8	1,44	1,10	19806,394	0,03	0,24	1,62	0,17	0,41	10,69
19	25	3	0,300	0,816	0,24	1/2	13,8	1,64	0,50	22509,979	0,03	0,14	2,38	0,32	0,46	10,64
25	26	6	0,600	0,590	0,35	1/2	13,8	2,37	0,10	32551,741	0,02	0,05	3,46	0,99	1,04	10,06
24	23	1	0,100	1,000	0,10	1/2	13,8	0,67	1,10	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,07	11,03
23	22	2	0,200	1,077	0,22	1/2	13,8	1,44	1,10	19806,394	0,03	0,24	1,62	0,17	0,41	10,69
22	26	3	0,300	0,816	0,24	1/2	13,8	1,64	0,50	22509,979	0,03	0,14	1,84	0,25	0,39	10,71
26	32	9	0,900	0,510	0,46	3/4	18,8	1,65	3,40	31011,187	0,02	0,64	1,50	0,21	0,85	10,25
28	29	1	0,500	1,000	0,50	3/4	18,8	1,80	0,80	33761,469	0,02	0,17	2,00	0,33	0,50	10,60
29	30	2	0,500	1,077	0,54	3/4	18,8	1,94	0,85	36346,841	0,02	0,21	1,50	0,29	0,50	10,60
30	31	3	1,100	0,816	0,90	1	24,2	1,95	0,60	47066,321	0,02	0,11	2,94	0,57	0,68	10,42
31	32	4	1,200	0,702	0,84	1	24,2	1,83	0,60	44194,628	0,02	0,10	1,38	0,24	0,33	10,77
32	C	13	1,300	0,456	0,59	1	24,2	1,29	19,40	31107,633	0,02	1,71	3,22	0,27	1,98	9,12

Elaborado por: Wilson Cruz López

TABLA 8. Memoria de cálculo de Red de Agua Potable, Edificio 2

SEGUNDA PLANTA ALTA EDIFICIO 2																
Nudo Inicial	Nudo Final	Número de aparatos	Caudal máximo posibles (l/t)	Factor de simultaneidad	Caudal máximo probable (l/t)	Diámetro Nominal (in)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud del tramo (m)	Número de Reynolds	Factor de fricción	Pérdidas por fricción hf(m)	K	Pérdidas menores hm(m)	Pérdidas totales (m)	Presión (N)
1	2	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	1,10	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,07	8,43
2	5	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,50	19806,394	0,03	0,11	1,84	0,19	0,30	8,13
3	4	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	1,15	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,08	8,05
4	5	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,70	19806,394	0,03	0,15	1,84	0,19	0,35	7,78
5	10	4	0,400	0,702	0,281	1/2	13,8	1,88	4,40	25833,575	0,02	1,51	1,62	0,29	1,80	6,32
6	7	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	0,70	9198,777	0,03	0,04	0,54	0,01	0,05	8,45
7	8	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,70	19806,394	0,03	0,15	3,24	0,34	0,49	7,95
8	9	3	0,300	0,816	0,245	1/2	13,8	1,64	0,70	22509,979	0,03	0,18	1,84	0,25	0,43	7,53
9	10	4	0,400	0,702	0,281	1/2	13,8	1,88	0,90	25833,575	0,02	0,31	1,62	0,29	0,60	7,18
10	11	8	0,800	0,531	0,425	3/4	18,8	1,53	0,40	28677,340	0,02	0,07	1,70	0,20	0,27	6,91
11	12	9	1,300	0,510	0,663	1	24,2	1,44	0,90	34798,595	0,02	0,10	1,38	0,15	0,24	6,67
12	13	10	1,800	0,493	0,888	1	24,2	1,93	1,00	46580,783	0,02	0,18	1,38	0,26	0,44	6,23
13	14	11	1,900	0,479	0,910	1	24,2	1,98	0,75	47744,651	0,02	0,14	1,38	0,28	0,42	5,81
14	C	12	2,000	0,467	0,934	1	24,2	2,03	0,20	48973,446	0,02	0,04	2,94	0,62	0,66	5,16

PRIMERA PLANTA ALTA EDIFICIO 2																
Nudo Inicial	Nudo Final	Número de aparatos	Caudal máximo o posibles (l/t)	Factor de simultaneidad	Caudal máximo probable (l/t)	Diámetro Nominal (in)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud del tramo (m)	Número de Reynolds	Factor de fricción	Pérdidas por fricción hf(m)	K	Pérdidas menores hm(m)	Pérdidas totales (m)	Presión (N)
15	16	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	1,100	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,07	8,43
16	19	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,500	19806,394	0,03	0,11	1,84	0,19	0,30	8,13
17	18	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	1,150	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,08	8,05
18	19	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,700	19806,394	0,03	0,15	1,84	0,19	0,35	7,78
19	24	4	0,400	0,702	0,281	1/2	13,8	1,88	4,400	25833,575	0,02	1,51	1,62	0,29	1,80	6,32
20	21	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	0,700	9198,777	0,03	0,04	0,54	0,01	0,05	6,27
21	22	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,700	19806,394	0,03	0,15	3,24	0,34	0,49	5,78
22	23	3	0,300	0,816	0,245	1/2	13,8	1,64	0,700	22509,979	0,03	0,18	1,84	0,25	0,43	5,35
23	24	4	0,400	0,702	0,281	1/2	13,8	1,88	0,900	25833,575	0,02	0,31	1,62	0,29	0,60	7,18
24	25	8	0,800	0,531	0,425	3/4	18,8	1,53	0,400	28677,340	0,02	0,07	1,70	0,20	0,27	6,91
25	26	9	1,300	0,510	0,663	1	24,2	1,44	0,900	34798,595	0,02	0,10	1,38	0,15	0,24	6,67
26	27	10	1,800	0,493	0,888	1	24,2	1,93	1,000	46580,783	0,02	0,18	1,38	0,26	0,44	6,23
27	28	11	1,900	0,479	0,910	1	24,2	1,98	0,750	47744,651	0,02	0,14	1,38	0,28	0,42	5,81
28	B	12	2,000	0,467	0,934	1	24,2	2,03	0,200	48973,446	0,02	0,04	2,94	0,62	0,66	5,16

PLANTA BAJA EDIFICIO 2																
Nudo Inicial	Nudo Final	Número de aparatos	Caudal máximo posibles (l/t)	Factor de simultaneidad	Caudal máximo probable (l/t)	Diámetro Nominal (in)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud del tramo (m)	Número de Reynolds	Factor de fricción	Pérdidas por fricción hf(m)	K	Pérdidas menores hm(m)	Pérdidas totales (m)	Presión (N)
33	32	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	0,600	9198,777	0,03	0,032	0,540	0,01	0,04	11,06
32	31	2	0,100	1,077	0,108	1/2	13,8	0,72	0,800	9903,197	0,03	0,051	1,620	0,04	0,09	11,01
31	30	3	0,400	0,816	0,326	1/2	13,8	2,18	16,500	30013,306	0,02	7,376	2,380	0,58	7,95	0,55
30	42	4	0,600	1,000	0,600	3/4	18,8	2,16	9,200	40513,763	0,02	2,750	0,500	0,12	2,87	8,23
29	42	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	0,300	9198,777	0,03	0,017	1,620	0,04	0,05	11,05
42	43	5	0,700	0,635	0,445	3/4	18,8	1,60	2,900	30019,305	0,02	0,513	2,200	0,29	0,80	10,30
34	35	1	0,200	1,000	0,200	1/2	13,8	1,34	5,800	18397,554	0,03	1,101	3,460	0,32	1,42	9,68
35	36	2	0,400	1,000	0,400	1/2	13,8	2,67	6,550	36795,109	0,02	3,911	0,540	0,20	4,11	6,99
36	37	3	0,600	0,816	0,489	3/4	18,8	1,76	4,600	33046,566	0,02	0,963	1,500	0,24	1,20	9,90
38	37	1	0,200	1,000	0,200	1/2	13,8	1,34	3,300	18397,554	0,03	0,626	1,620	0,15	0,77	10,33
37	39	4	0,800	0,702	0,562	3/4	18,8	2,02	2,400	37925,886	0,02	0,639	1,700	0,35	0,99	10,11
39	40	5	1,000	0,635	0,635	3/4	18,8	2,29	7,700	42884,721	0,02	2,542	1,500	0,40	2,94	8,16
40	41	6	1,200	0,590	0,708	3/4	18,8	2,55	7,500	47788,726	0,02	2,993	1,500	0,50	3,49	7,61
41	43	7	1,300	0,557	0,724	3/4	18,8	2,61	1,300	48854,160	0,02	0,539	2,000	0,69	1,23	9,87
43	A	12	2,000	0,467	0,934	1	24,2	2,03	9,000	48973,446	0,02	1,758	1,380	0,29	2,05	9,05

Elaborado por: Wilson Cruz López

TABLA 9. Memoria de cálculo de Red de Agua Potable, Baños

BAÑOS																
Nudo Inicial	Nudo Final	Número de aparatos	Caudal máximo posibles (l/t)	Factor de simultaneidad	Caudal máximo probable (l/t)	Diámetro Nominal (in)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud del tramo (m)	Número de Reynolds	Factor de fricción	Pérdidas por fricción hf(m)	K	Pérdidas menores hm(m)	Pérdidas totales (m)	Presión (N)
1	2	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	1,100	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,07	2,63
2	5	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,500	19806,394	0,03	0,11	1,84	0,19	0,30	2,40
3	4	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	1,150	9198,777	0,03	0,06	0,54	0,01	0,08	2,62
4	5	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,700	19806,394	0,03	0,15	1,84	0,19	0,35	2,35
5	10	4	0,400	0,702	0,281	1/2	13,8	1,88	4,400	25833,575	0,02	1,51	1,62	0,29	1,80	0,90
6	7	1	0,100	1,000	0,100	1/2	13,8	0,67	0,700	9198,777	0,03	0,04	0,54	0,01	0,05	2,65
7	8	2	0,200	1,077	0,215	1/2	13,8	1,44	0,700	19806,394	0,03	0,15	3,24	0,34	0,49	2,21
8	9	3	0,300	0,816	0,245	1/2	13,8	1,64	0,700	22509,979	0,03	0,18	1,84	0,25	0,43	2,27
9	10	4	0,400	0,702	0,281	1/2	13,8	1,88	0,900	25833,575	0,02	0,31	1,62	0,29	0,60	2,10
10	11	8	0,800	0,531	0,425	3/4	18,8	1,53	0,400	28677,340	0,02	0,07	1,70	0,20	0,27	2,43
11	12	9	1,300	0,510	0,663	1	24,2	1,44	0,900	34798,595	0,02	0,10	1,38	0,15	0,24	2,46
12	13	10	1,800	0,493	0,888	1	24,2	1,93	1,000	46580,783	0,02	0,18	1,38	0,26	0,44	2,26
13	14	11	1,900	0,479	0,910	1	24,2	1,98	0,750	47744,651	0,02	0,14	1,38	0,28	0,42	2,28
14	C	12	2,000	0,467	0,934	1	24,2	2,03	0,200	48973,446	0,02	0,04	2,94	0,62	0,66	2,04

Elaborado por: Wilson Cruz López

TABLA 10. Memoria de cálculo de Instalaciones Sanitarias, Edificio 1

EDIFICIO 1				
BAJANTE 1				
SEGUNDA PLANTA ALTA				
DESCRIPCION	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	UNIDADES DE DESCARGA	CAUDAL MAX PROBABLE $q = 0.1163UD^{0.6875}$
lavamanos	1	2	2	0,19
lavamanos	3	4	2	0,19
lavamanos	5	6	2	0,19
inodoro	7	8	5	0,35
inodoro	9	10	5	0,35
inodoro	11	12	5	0,35
inodoro	13	14	5	0,35
inodoro	14	15	5	0,35
inodoro	16	17	5	0,35
lavamanos	18	19	2	0,19
lavamanos	20	21	2	0,19
urinario	22	23	5	0,35
urinario	23	24	5	0,35
urinario	25	Bajante	5	0,35
			<b>55</b>	<b>4,10</b>

<b>Q=</b>	<b>4,10</b>	L/s
<b>n=</b>	0,01	mm
<b>D=</b>	0,08	m
<b>D adoptado=</b>	<b>110</b>	mm

BAJANTE 2				
PRIMERA PLANTA ALTA				
DESCRIPCION	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	UNIDADES DE DESCARGA	CAUDAL MAX PROBABLE $q = 0.1163UD^{0.6875}$
lavamanos	1	2	2	0,19
urinario	3	4	5	0,35
inodoro	5	Bajante	5	0,35
lavamanos	6	7	2	0,19
lavamanos	8	9	2	0,19
lavamanos	10	11	2	0,19
inodoro	12	Bajante	5	0,35
			<b>23</b>	<b>1,80</b>

<b>Q=</b>	<b>1,80</b>	L/s
<b>n=</b>	0,01	mm
<b>D=</b>	0,06	m
<b>D adoptado=</b>	<b>110</b>	mm

Elaborado por: Wilson Cruz López

TABLA 11. Memoria de cálculo de Instalaciones Sanitarias, Edificio 2

<b>BAJANTE 1</b>				
<b>SEGUNDA PLANTA ALTA</b>				
DESCRIPCION	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	UNIDADES DE DESCARGA	CAUDAL MAX PROBABLE $q = 0.1163UD^{0.6875}$
inodoro	1	2	5	0,35
inodoro	3	4	5	0,35
lavamanos	5	6	2	0,19
lavamanos	7	8	2	0,19
lavamanos	9	10	2	0,19
lavamanos	11	Bajante	2	0,19
inodoro	12	13	5	0,35
inodoro	14	15	5	0,35
lavamanos	16	17	2	0,19
lavamanos	18	19	2	0,19
urinario	20	21	5	0,35
urinario	22	Bajante	5	0,35
			<b>42</b>	<b>3,23</b>

<b>Q=</b>	<b>3,23</b>	L/s
<b>n=</b>	0,01	mm
<b>D=</b>	0,07	m
<b>D=</b>	<b>74,16</b>	mm
<b>D adoptado=</b>	<b>110</b>	mm

<b>PRIMERA PLANTA ALTA</b>				
DESCRIPCION	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	UNIDADES DE DESCARGA	CAUDAL MAX PROBABLE $q = 0.1163UD^{0.6875}$
inodoro	1	2	5	0,35
inodoro	3	4	5	0,35
lavamanos	5	6	2	0,19
lavamanos	7	8	2	0,19
lavamanos	9	10	2	0,19
lavamanos	11	Bajante	2	0,19
inodoro	12	13	5	0,35
inodoro	14	15	5	0,35
lavamanos	16	17	2	0,19
lavamanos	18	19	2	0,19
urinario	20	21	5	0,35
urinario	22	Bajante	5	0,35
			<b>42</b>	<b>3,23</b>

<b>Q=</b>	<b>3,23</b>	L/s
<b>n=</b>	0,01	mm
<b>D=</b>	0,07	m
<b>D adoptado=</b>	<b>110</b>	mm

Elaborado por: Wilson Cruz López

TABLA 12. Memoria de cálculo de Instalaciones Sanitarias, Bloque de Baños

<b>BAJANTE 1</b>				
<b>BAÑOS HOMBRES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NUDO INICIAL</b>	<b>NUDO FINAL</b>	<b>UNIDADES DE DESCARGA</b>	<b>CAUDAL MAX PROBABLE</b>
inodoro	1	2	5	0,35
inodoro	3	4	5	0,35
inodoro	5	6	5	0,35
inodoro	7	8	5	0,35
inodoro	9	10	5	0,35
inodoro	11	12	5	0,35
urinario	13	14	5	0,35
urinario	15	16	5	0,35
urinario	17	18	5	0,35
urinario	19	20	5	0,35
urinario	21	22	5	0,35
urinario	23	24	5	0,35
urinario	25	26	5	0,35
urinario	27	28	5	0,35
urinario	29	30	5	0,35
urinario	31	32	5	0,35
urinario	33	34	5	0,35
lavamanos	35	36	2	0,19
lavamanos	37	38	2	0,19
lavamanos	39	40	2	0,19
lavamanos	41	42	2	0,19
lavamanos	43	44	2	0,19
lavamanos	45	46	2	0,19
inodoro	47	48	5	0,35
lavamanos	49	Bajante	2	0,19
			<b>104</b>	<b>7,64</b>

<b>Q=</b>	<b>7,64</b>	L/s
<b>n=</b>	0,01	mm
<b>D=</b>	0,10	m
<b>D adoptado=</b>	<b>110</b>	mm

<b>BAJANTE 2</b>				
<b>BAÑOS MUJERES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NUDO INICIAL</b>	<b>NUDO FINAL</b>	<b>UNIDADES DE DESCARGA</b>	<b>CAUDAL MAX PROBABLE</b> $q = 0.1163UD^{0.6875}$
lavamanos	1	2	2	0,19
inodoro	3	4	5	0,35
lavamanos	5	6	2	0,19
lavamanos	7	8	2	0,19
lavamanos	9	10	2	0,19
lavamanos	11	12	2	0,19
lavamanos	13	14	2	0,19
lavamanos	15	16	2	0,19
lavamanos	17	18	2	0,19
lavamanos	19	20	2	0,19
lavamanos	21	22	2	0,19
lavamanos	23	24	2	0,19
lavamanos	25	26	2	0,19
lavamanos	27	28	2	0,19
lavamanos	29	30	2	0,19
lavamanos	31	32	2	0,19
inodoro	33	34	5	0,35
inodoro	35	36	5	0,35
inodoro	37	38	5	0,35
inodoro	39	40	5	0,35
inodoro	41	42	5	0,35
inodoro	43	44	5	0,35
inodoro	45	46	5	0,35
inodoro	47	48	5	0,35
inodoro	49	50	5	0,35
inodoro	51	Bajante	5	0,35
			<b>85</b>	<b>6,68</b>

<b>Q=</b>	<b>6,68</b>	L/s
<b>n=</b>	0,01	mm
<b>D=</b>	0,10	m
<b>D adoptado=</b>	<b>110</b>	mm

Elaborado por: Wilson Cruz López

TABLA 13. Memoria de cálculo de Red Pluvial

CÓDIGO	ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD
		LATITUD	LONGITUD	mts
M-072	Machala	615178	9638811	4

CÓDIGO	ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
M-072	Machala	5 min<51,4 min	$I_{tr}=49,64 \cdot I_d \cdot T R \cdot t^{-0,296}$
		51,4min<1440 min	$I_{tr}=370,3 \cdot I_d \cdot T R \cdot t^{-0,806}$

<b>I<sub>tr</sub></b> =	281	mm/h
-------------------------	-----	------

EDIFICIO 1			EDIFICIO 2			EDIFICIO 3			BATERIAS SS.HH			BIBLIOTECA		
DESCRIP.	CANT.	UNIDADES	DESCRIP.	CANT.	UNIDADES	DESCRIP.	CANT.	UNIDADES	DESCRIP.	CANT.	UNIDADES	DESCRIP.	CANT.	UNIDADES
C=	1		C=	1		C=	1		C=	1		C=	1	
I=	281	mm/h	I=	281	mm/h	I=	281	mm/h	I=	281	mm/h	I=	281	mm/h
AREA 1	262	m2	AREA 2	323	m2	AREA 3	391	m2	AREA 4	186	m2	AREA 5	168	m2
	0,000262	km2		0,000323	km2		0,000391	km2		0,000186	km2		0,000168	km2
Q1=	0,020466916	m3/s	Q2=	0,02523211	m3/s	Q3=	0,03054414	m3/s	QBaterias=	0,01452995	m3/s	QBiblioteca=	0,01312382	m3/s
DIAMETRO 1			DIAMETRO 2			DIAMETRO 3			DIAMETRO 4			DIAMETRO 5		
n=	0,011		n=	0,011		n=	0,011		n=	0,011		n=	0,011	
r=	0,33333		r=	0,33333		r=	0,33333		r=	0,33333		r=	0,33333	
D=	131,9080696	mm	D=	142,67876	mm	D=	153,276179	mm	D=	116,00474	mm	D=	111,660447	mm

Elaborado por: Wilson Cruz López

## ANEXO A. RESULTADO DE PRESIONES MANOMÉTRICAS MEDIDAS EN CAMPO



Foto 1. Presión manométrica 25 psi, tomada en sistema hidroneumático, bomba en reposo.

Fuente: Tomada por Wilson Cruz López



Foto 2. Presión manométrica 17 psi en lavabo, Bloque Administración y Secretarías.

Fuente: Tomada por Wilson Cruz López



Foto 3. Presión manométrica 16 psi en grifo, Bloque Laboratorios  
Fuente: Tomada por Wilson Cruz López



Foto 4. Presión manométrica 7 psi en grifo, Bloque Baños  
Fuente: Tomada por Wilson Cruz López

## ANEXO B. INSTALACIONES SISTEMA HIDRONEUMÁTICO



Foto 5. Mala estética de tuberías y cables de electricidad en el sistema hidroneumático.

Fuente: Tomada por Wilson Cruz López

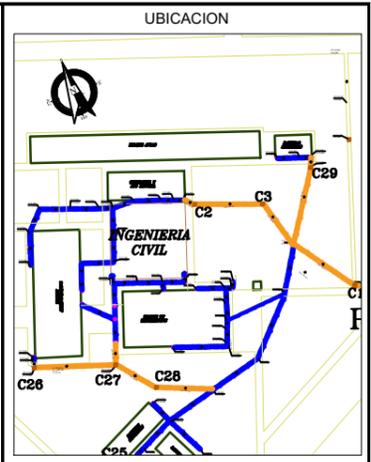
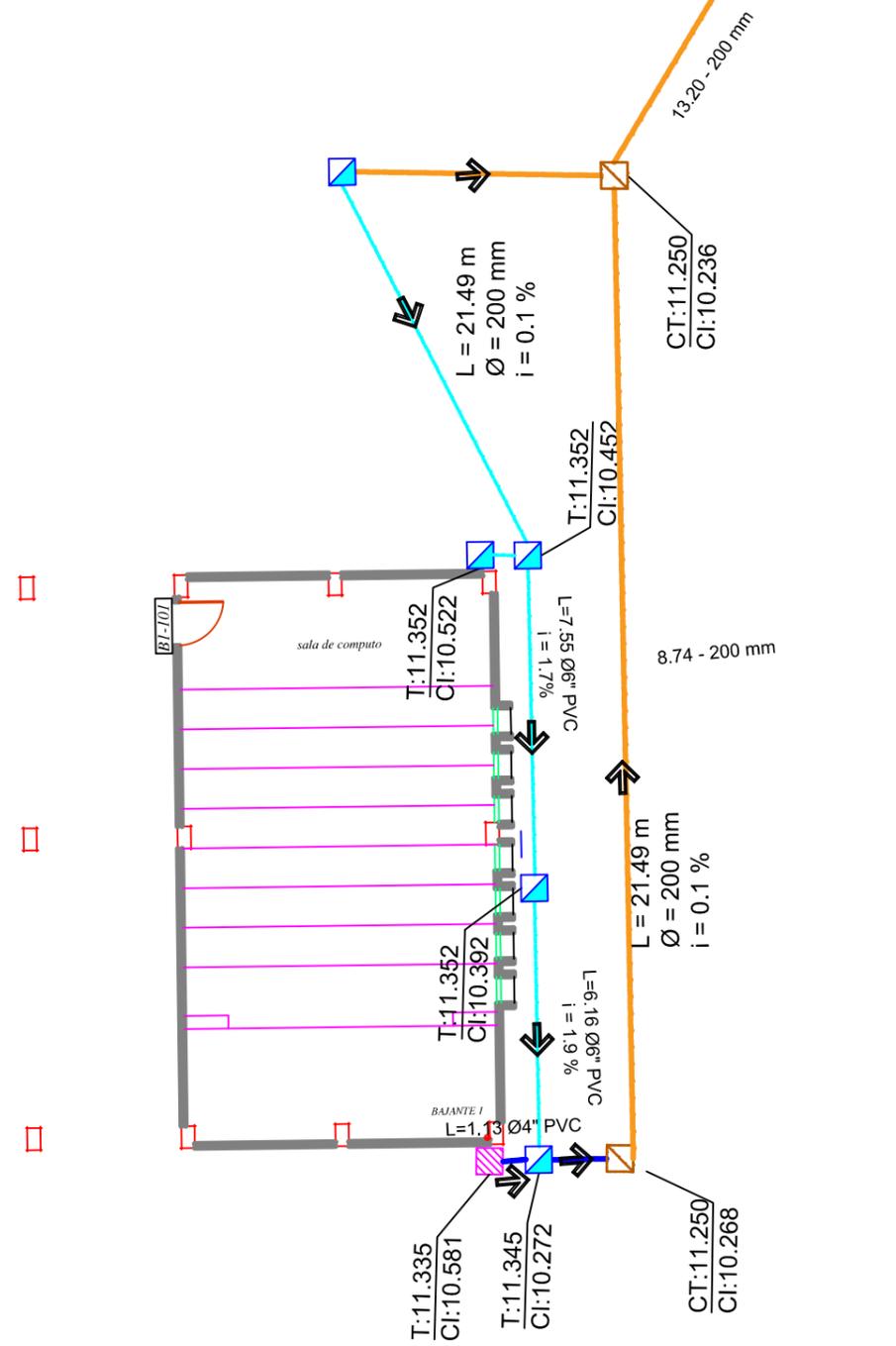
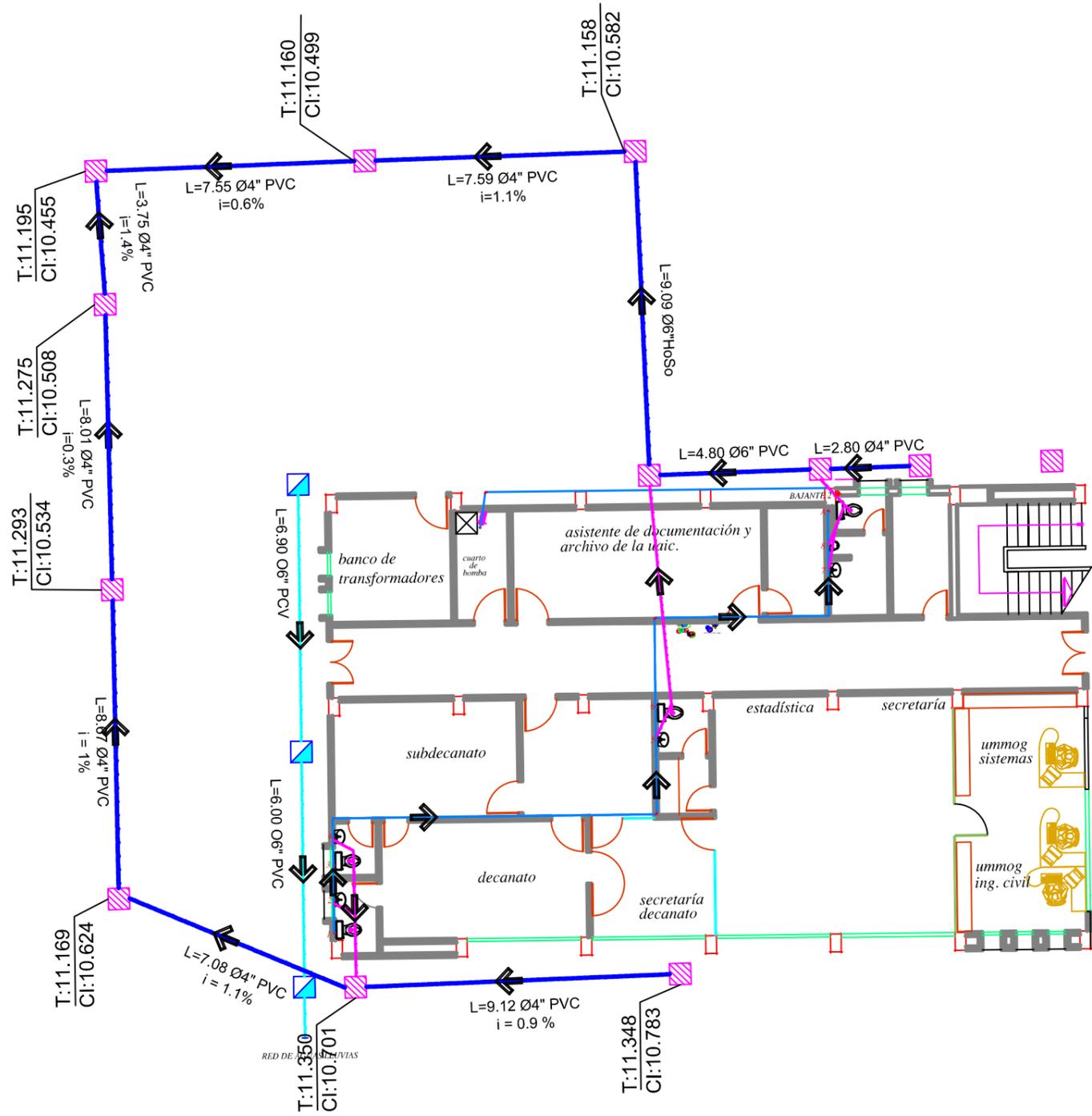
## ANEXO C. ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS EN CAJA DE REVISIÓN



Foto 6. Caja de revisión con acumulación de sedimentos.

Fuente: Tomada por Wilson Cruz López

ANEXO D. PLANOS DE LA  
EVALUACIÓN DEL SISTEMA  
HIDROSANITARIO DE LAS  
EDIFICACIONES DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CIVIL DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE MACHALA



**SIMBOLOGIA**

- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED TERCIARIA AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CE= COTA DE INVERT
- ➔ SENTIDO DE FLUJO

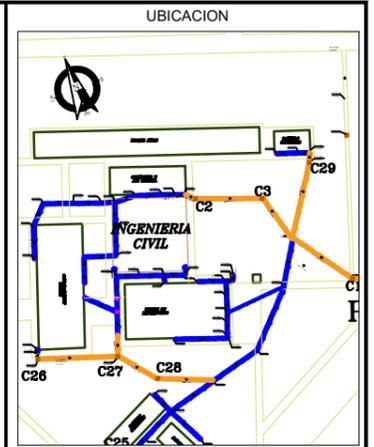
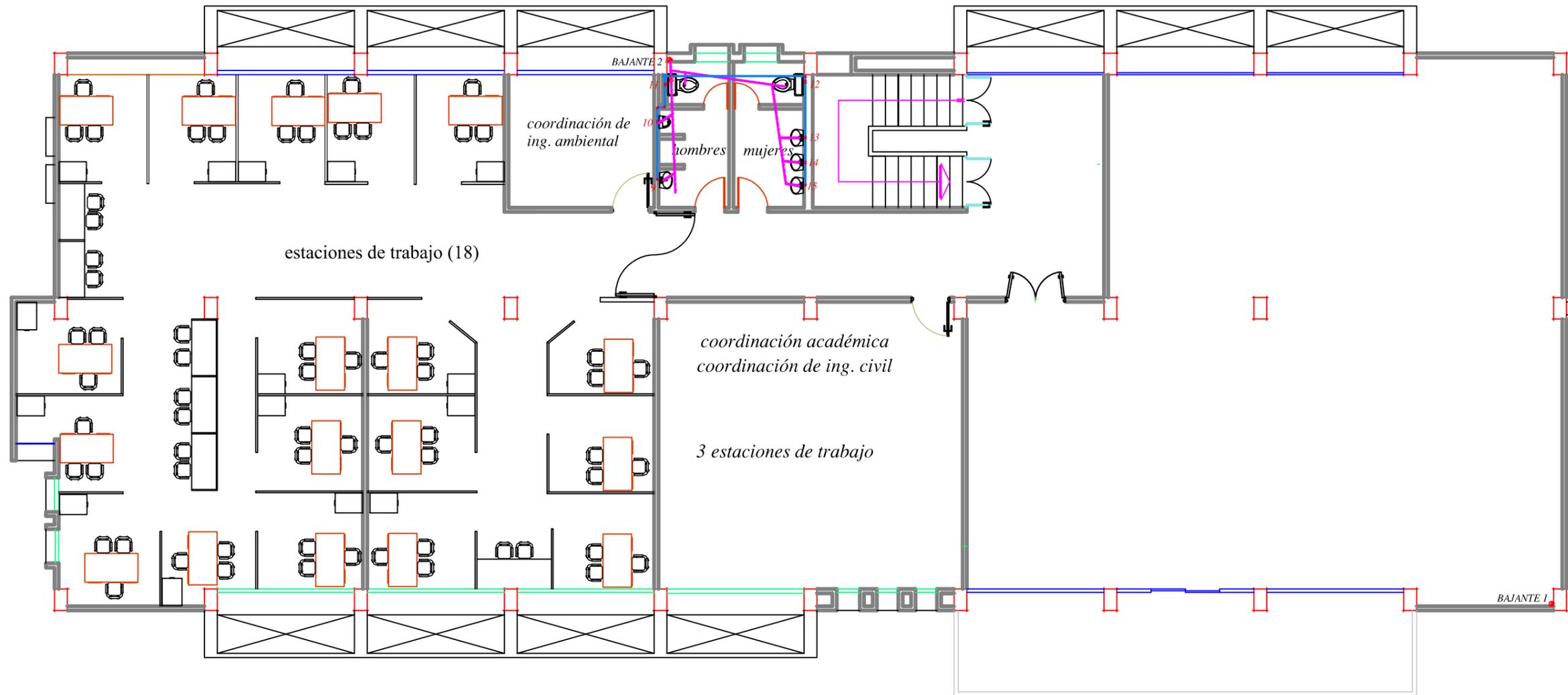
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
 ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

**CONTENIDO:**  
 REDES DE AASS, AA.PP, AALL  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
 PLANTA BAJA EDIFICIO DE DECANATO

**TITULO:**  
 ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE  
 INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

ELABORADO	REVISADO	PLANO No.
WILSON BARRAZO CRUZ	ING. FREDY AGUIRRE	1
FECHA:	FECHA:	
PLANO ABRIL 2022	04/02/2022	

SISTEMA HIDROSANITARIO INGENIERIA CIVIL



SIMBOLOGIA

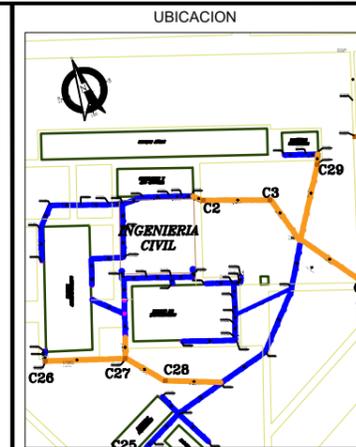
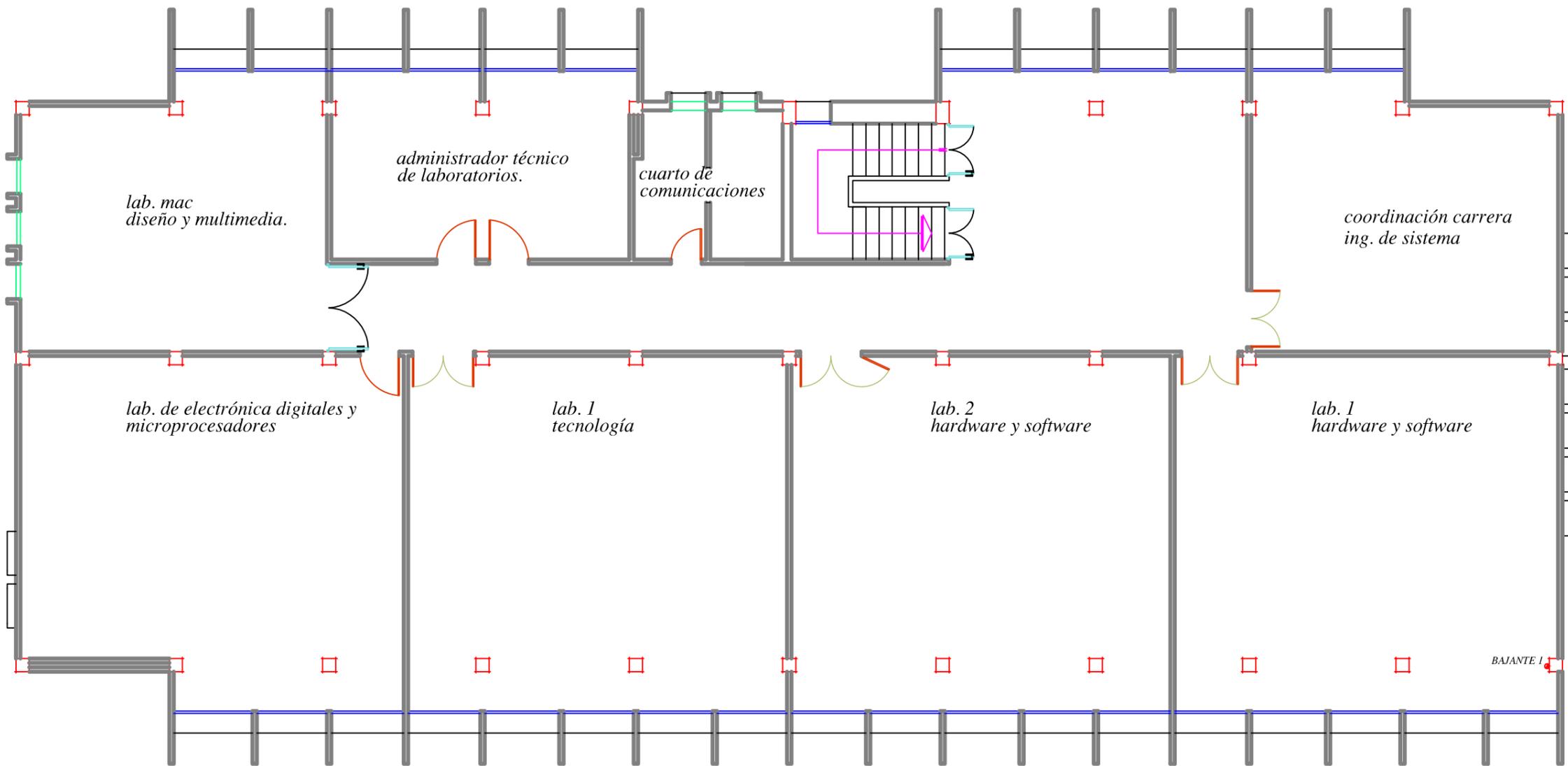
- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED TERCARIA AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CI= COTA DE INVERT
- ➔ SENTIDO DE FLUJO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
 ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

CONTENIDO:  
 REDES DE AASS, AA.PP, AALL, DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, PRIMERA PLANTA ALTA EDIFICIO DE DECANATO

TITULO:  
 ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

ELABORADO: SOLDA MARCHESU OLIVERA	REVISADO: ING. FREDY AGUIRRE	PLANO No.:
FECHA: 04/02/2022	<b>2</b>	



**SIMBOLOGÍA**

- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED Terciaria AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CI= COTA DE INVERT
- ➔ SENTIDO DE FLUJO

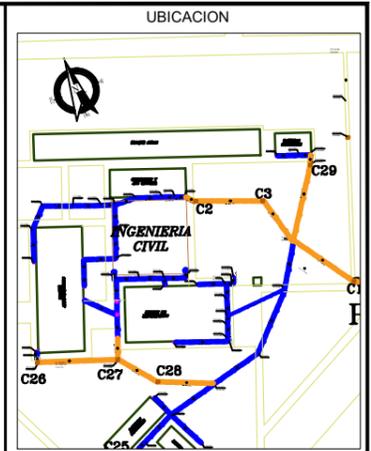
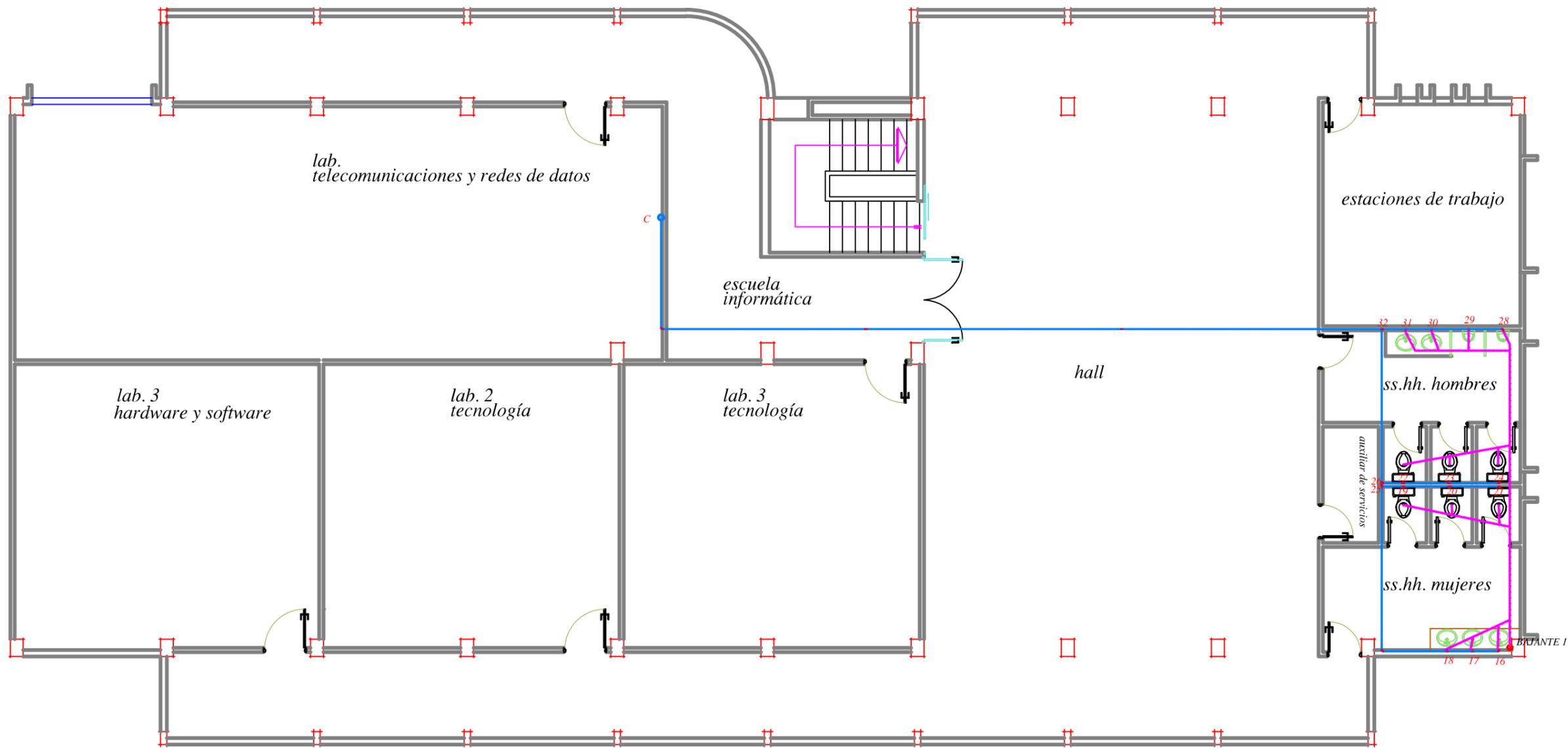
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

**CONTENIDO:**

REDES DE AASS, AA.PP, AALL  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
SEGUNDA PLANTA ALTA EDIFICIO DE  
DECANATO

**TITULO:**  
ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

<small>ELABORADO</small>	<small>REVISADO</small>	3
<small>WILSON MARCHETTI LOPEZ</small>	<small>DAVID REYES ACOSTA</small>	
<small>PLANTAS ABRIL</small>	<small>FECHA</small>	
	04/02/2022	



**SIMBOLOGIA**

- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED TERCARIA AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CE= COTA DE INVERT
- SENTIDO DE FLUJO

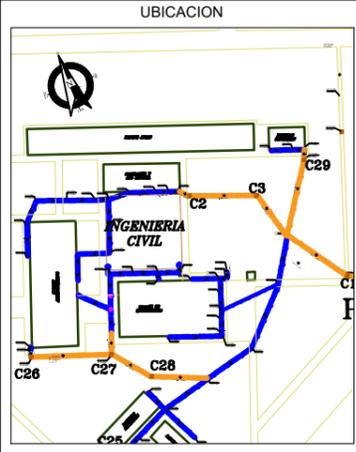
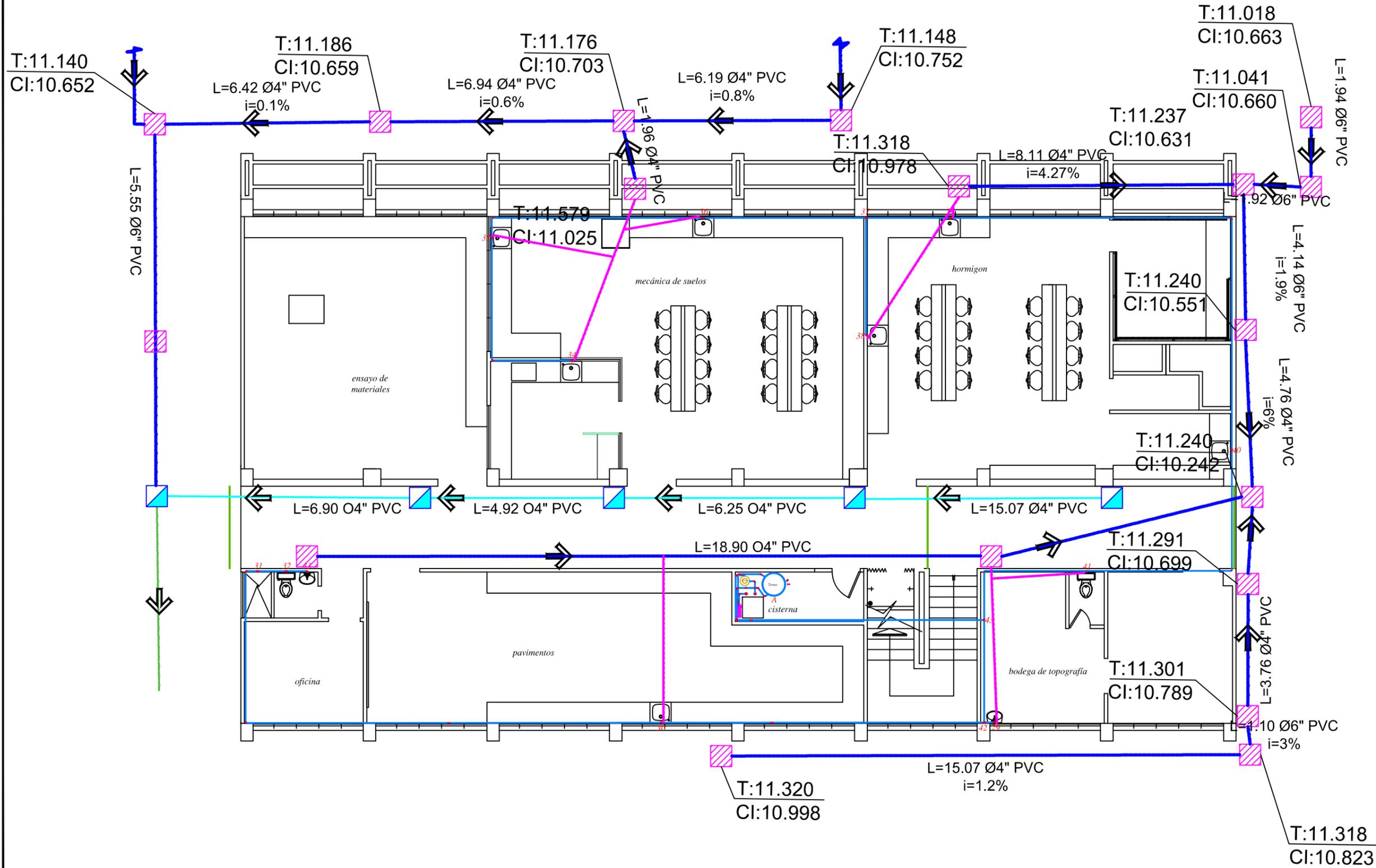
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

**CONTENIDO:**

REDES DE AASS, AA.PP, AALL  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
TERCERA PLANTA BAJA EDIFICIO DE  
DECANATO

**TITULO:**  
ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

DIBUJADO WILSON VILLALBA	REVISADO ING. FREDY ACOSTA	PLANO N° <b>4</b>
FECHA 04/02/2022	FECHA 04/02/2022	



**SIMBOLOGIA**

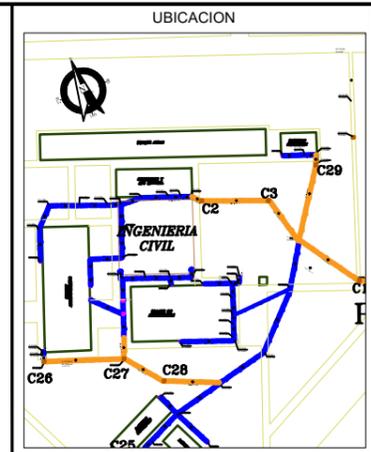
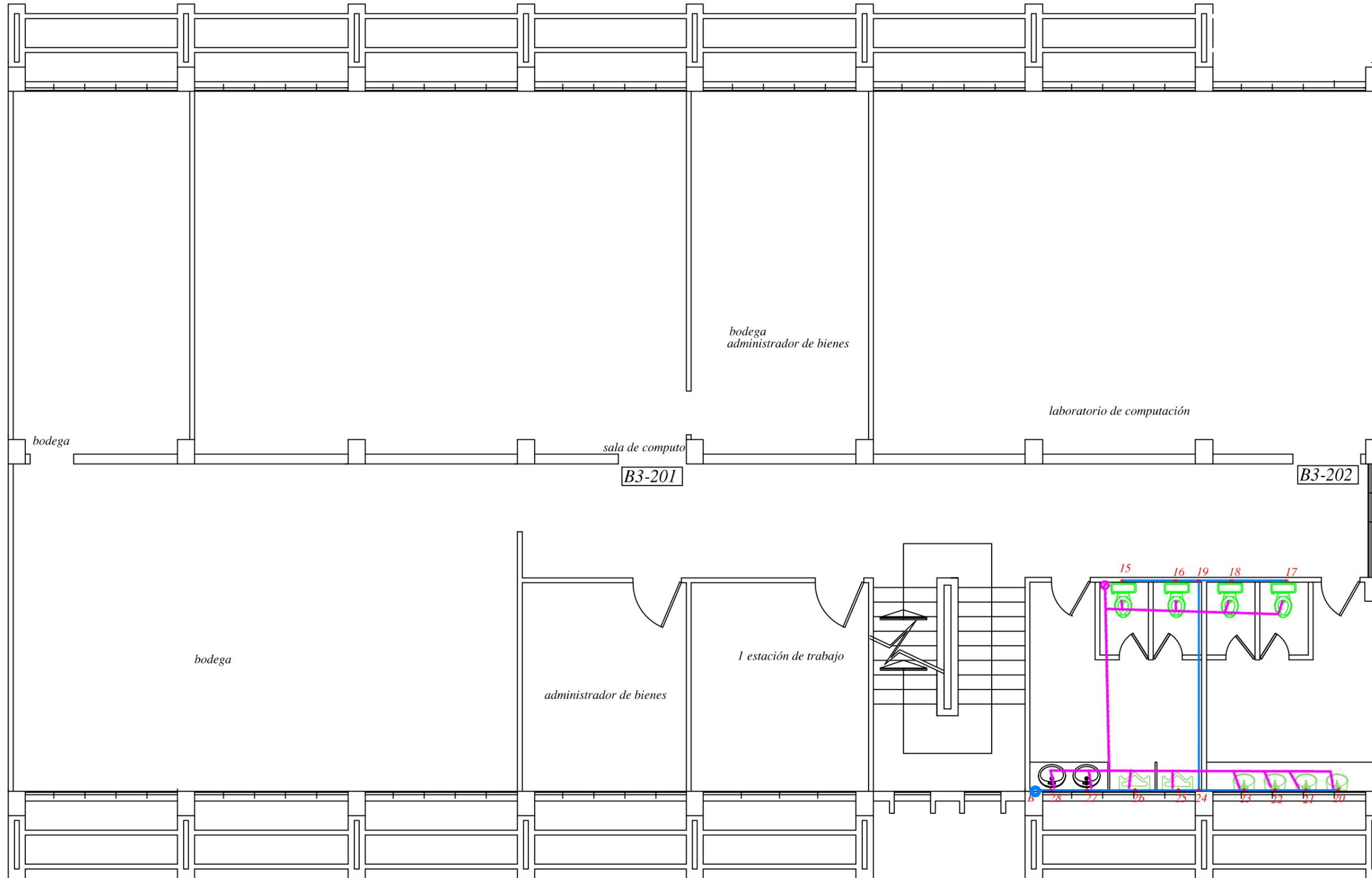
- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED TERCIARIA AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CI= COTA DE INVERT
- ➔ SENTIDO DE FLUJO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

**CONTENIDO:**  
REDES DE AASS, AA.PP, AALL  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
PLANTA BAJA EDIFICIO DE LABORATORIOS

**TITULO:**  
ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

ELABORADO	REVISADO	PLANO No:
WILSON BARRERO ORDOZ	ING. FREDY AGUIRRE	<b>5</b>
PLANOS ASIMBLT	FECHA	
	04/02/2022	



**SIMBOLOGIA**

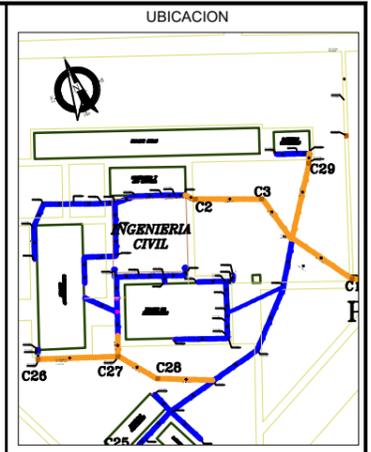
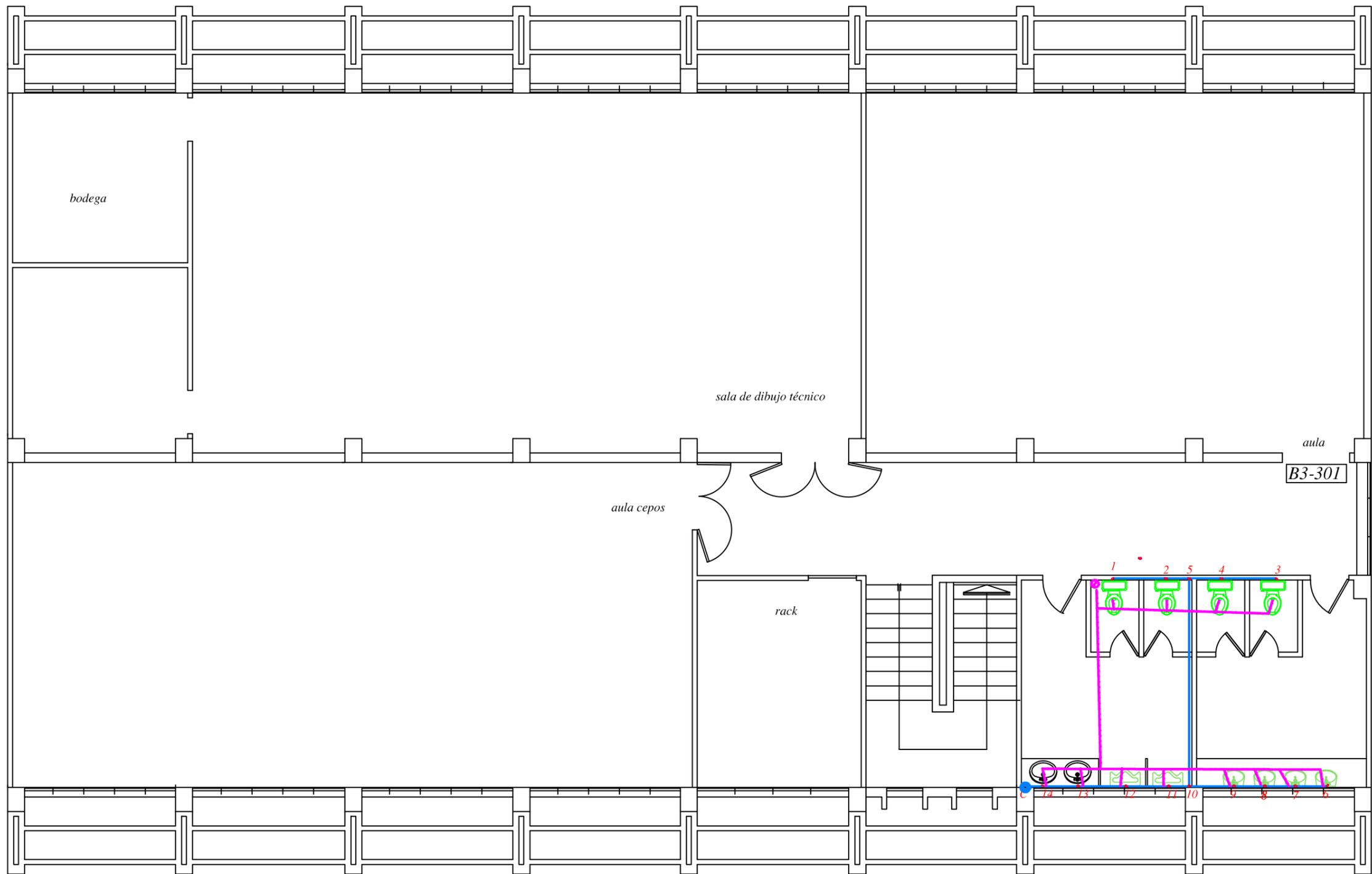
- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED TERCIARIA AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CE= COTA DE INVERT
- ➔ SENTIDO DE FLUJO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

**CONTENIDO:**  
REDES DE AASS, AA.PP, AALL.  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
PRIMERA PLANTA ALTA EDIFICIO DE  
LABORATORIOS

**TITULO:**  
ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

DISEÑADO: WILSON MARQUEZ CRUZ	REVISADO: ING. FREDDY AGUIRRE	<b>6</b>
PLANO ABAST.1	FECHA: 04/02/2022	



**SIMBOLOGIA**

- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- - - RED TERCIARIA AASS CONSTRUIDA
- - - RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CI= COTA DE INVERT
- ➔ SENTIDO DE FLUJO

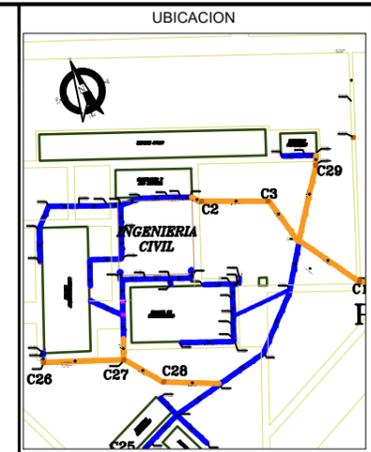
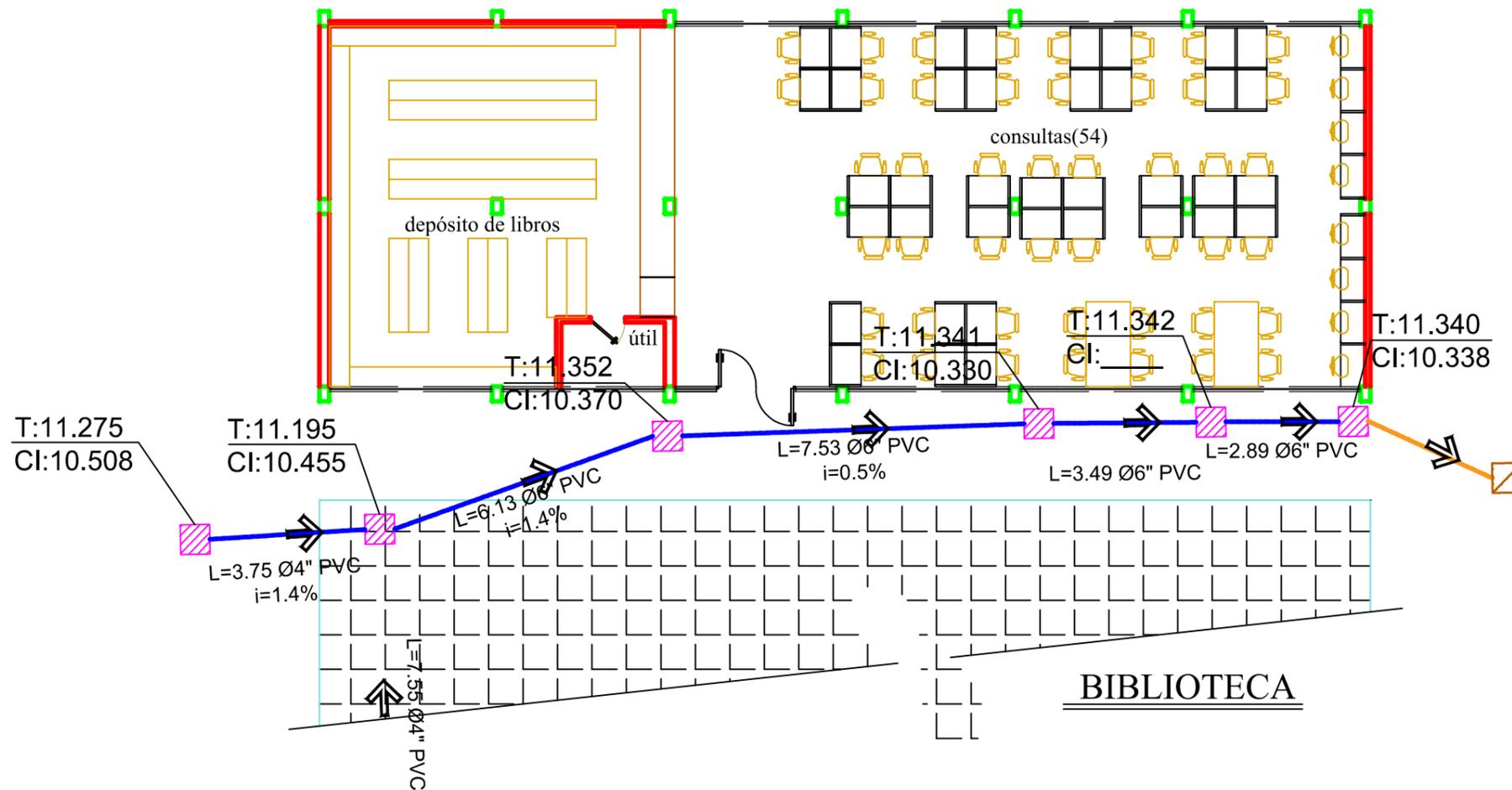
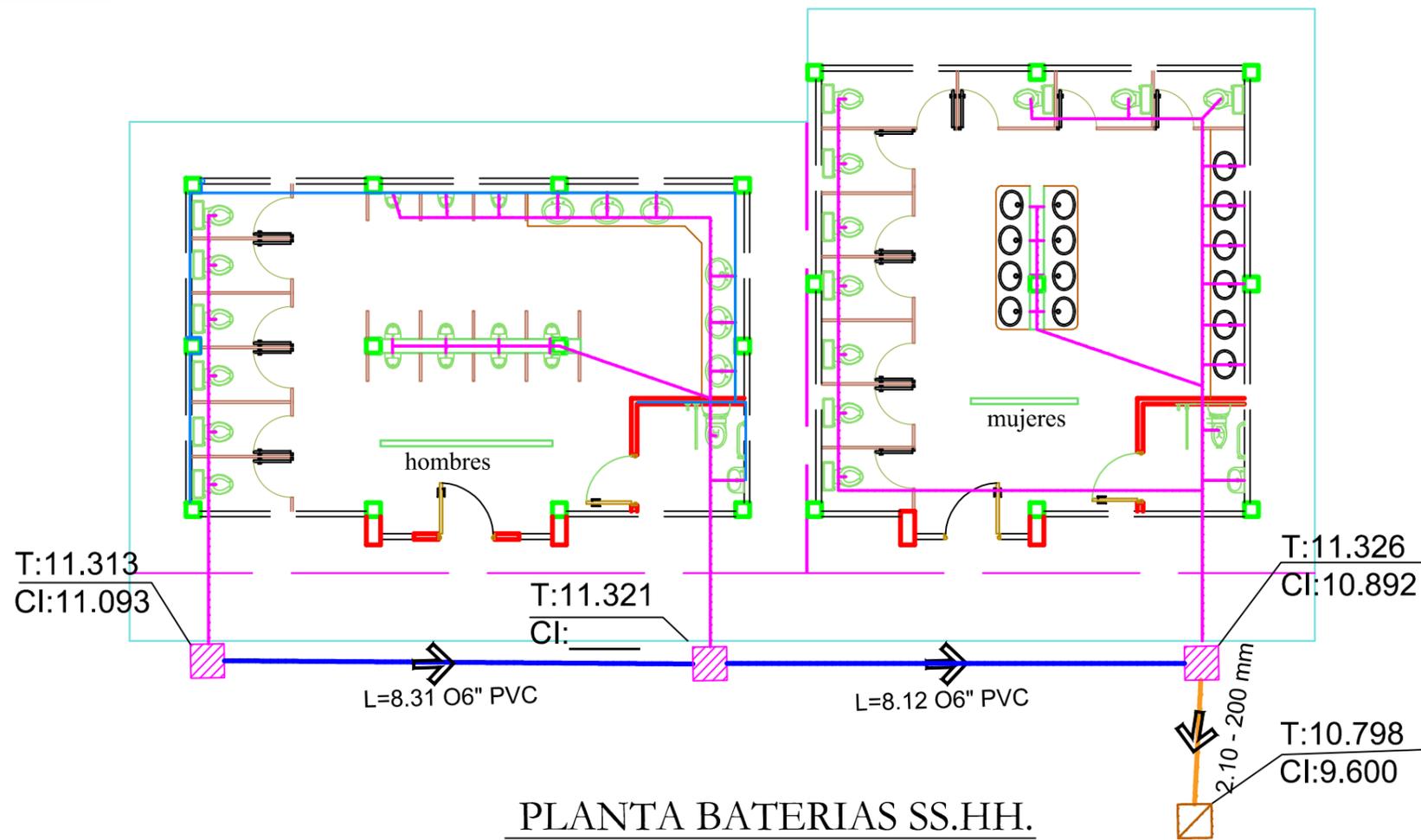
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
 ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

**CONTENIDO:**

REDES DE AASS, AA.PP, AALL  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
 SEGUNDA PLANTA ALTA EDIFICIO DE  
 LABORATORIOS

**TITULO:**  
 ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANTARIO DE LA FACULTAD DE  
 INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

DISEÑO	REVISADO	PLANO No.
WILSON MARTELLO TORRES	MELISSA PARRALES	7
PLANOS ASBUILT	FECHA	
	04/02/2022	



SIMBOLOGIA

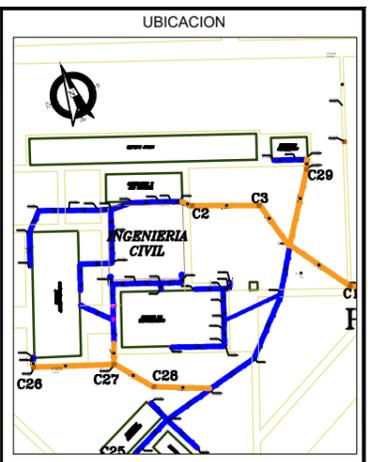
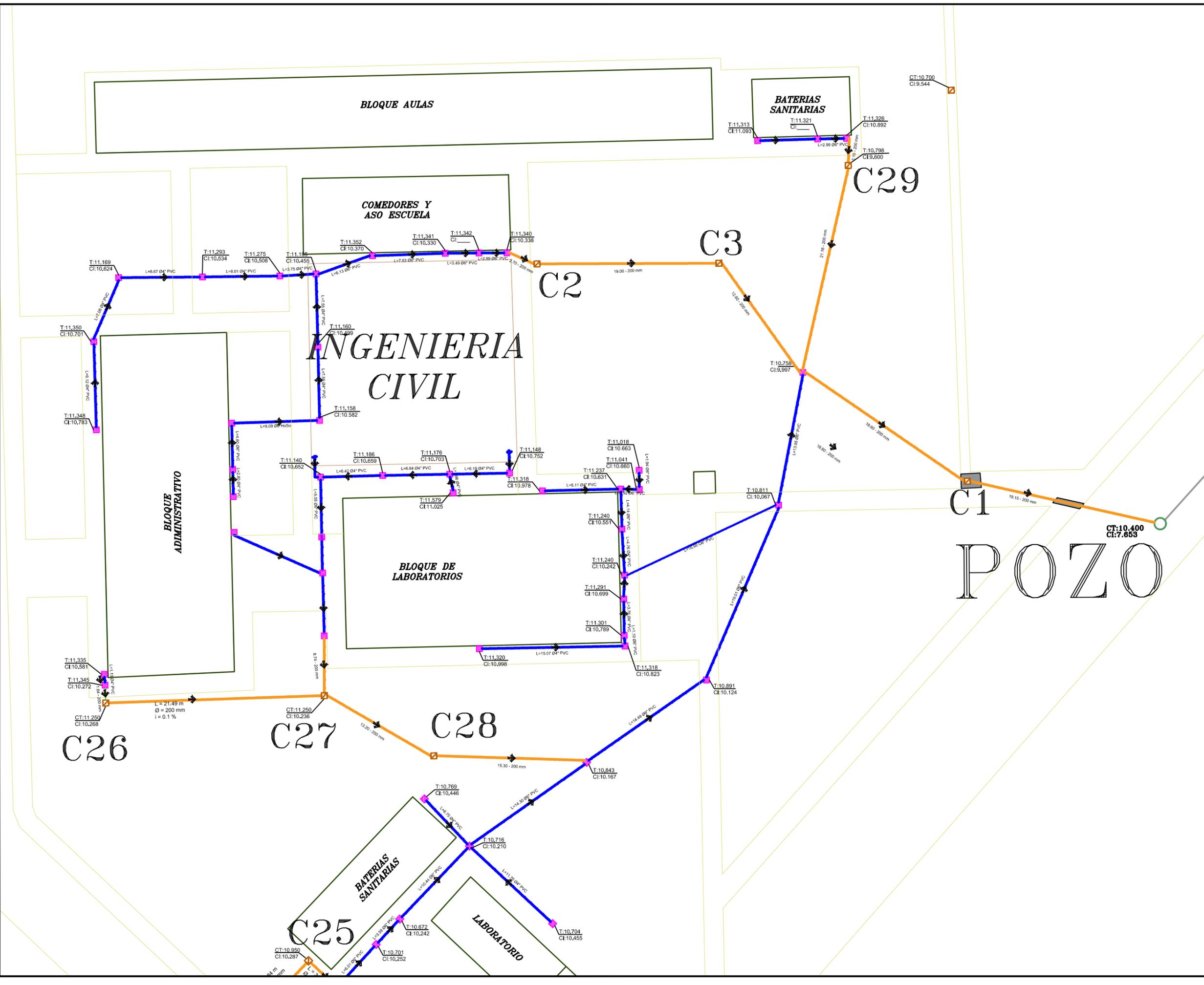
- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED TERCERIA AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CI= COTA DE INVERT
- ➔ SENTIDO DE FLUJO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

CONTENIDO:  
REDES DE AASS, AA.PP, AALL  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
BIBLIOTECA Y BAÑOS

TÍTULO:  
ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

DESEÑADO	REVISADO	PLANO No.
INGENIERO MARCELO ORTIZ	ING. FREDY AGUIAR	8
PLANCAS ASIMBLI	FECHA	
	04/02/2022	



SIMBOLOGIA

- RED DE AGUAS SERVIDAS EXISTENTE
- RED TERCIARIA AASS CONSTRUIDA
- RED DE AGUAS LLUVIAS
- RED DE AGUA POTABLE
- CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE
- CAJA DE REGISTRO REDISEÑO
- CT 22.35 COTA DE TERRENO
- CI= COTA DE INVERT
- SENTIDO DE FLUJO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
 ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

CONTENIDO:  
 REDES DE AASS  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TITULO:  
 ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LA FACULTAD DE  
 INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

DIBAJADO	REVISADO	PLANO Nº
INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL	9
PLANO ABULT	FECHA	
	04/02/2022	