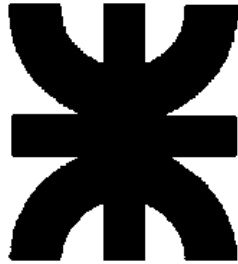


|SEBASTIAN SENN



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad regional reconquista

REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO
PARA MANEJO DE AGUA SUPERFICIAL

Asesores: Ing. Aldo Grenón, Ing. Carlos J. Nardin, Ing. Alejandro Gregoret.

Reconquista, Santa Fe

República Argentina

Año 2021



DEDICATORIA

Dedico este logro académico y profesional, en primera instancia a mis padres, quienes me dieron todo lo que estuvo a su alcance y más para que pueda alcanzar mi sueño de ser ingeniero.

Y en segunda a instancia a mi pareja y al resto de mi familia, hermanas, tíos quienes fueron fundamentales y estuvieron siempre presente durante el largo camino que tuve que recorrer.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres y familia por acompañarme en cada decisión que he tomado durante mi formación profesional.

A la Universidad Tecnológica Nacional que, a través de la Facultad Regional Reconquista, me brindo la posibilidad de formarme como Ingeniero Electromecánico.

A cada uno de los docentes y personal no docente que de alguna u otra forma aportaron desde su lugar para que pueda culminar mis estudios.



.....

INDICE

INDICE..... 3

INDICE CUADROS 5

INDICE TABLAS 5

INDICE IMÁGENES 6

INDICE PLANOS 7

INTRODUCCIÓN..... 9

OBJETIVOS..... 13

MEMORIA DESCRIPTIVA..... 14

 1. Sistema aforador 14

 2. Componente regulador 18

 3. Componente de potencia 21

 3.1. Transmisión mecánica..... 21

 3.2. Motorización 22

 4. Componente de control..... 23

 4.1. Periféricos..... 23

 4.2. Control del motor: 26

 4.3. Autómata programable 27

 4.4. Comunicación..... 28

 4.5. interfaz 32

 5. Alimentación eléctrica..... 35

MEMORIA DE CALCULO..... 37

 Sistema aforador 37



.....

Sistema regulador	40
Sistema de potencia	48
Sistema de control.....	53
Alimentación eléctrica	57
ANALISIS ECONÓMICO.....	78
CONCLUSIÓN	94
BIBLIOGRAFÍA.....	97
ANEXO I: CATALOGOS	98
ANEXO II: PLANOS.....	99
ANEXO III: INFORMACION ADICIONAL.....	100



INDICE CUADROS

Cuadro 1 (comparación de aforadores) 17

INDICE TABLAS

Tabla 1 (Limites caudales Parshall)..... 38

Tabla 2 (Dimensiones según tamaño de la garganta) 39

Tabla 3 (Fuerza del agua según apertura)..... 41

Tabla 4 (factor adimensional según a/b)..... 43

Tabla 5 (coeficiente Timoshenko)..... 44

Tabla 6 (Pesos de compuerta)..... 46

Tabla 7 (Carga sobre el tornillo)..... 50

Tabla 8 (Tabla reductores)..... 52

Tabla 9 (Lista E/S)..... 56

Tabla 10 (Consumos del sistema)..... 58

Tabla 11 (detalle sección de cables) 64

Tabla 12 (Caídas de tensión admisibles adoptadas) 64

Tabla 13 (coeficientes k para conductores de línea)..... 65

Tabla 15 (alternativas de materiales)..... 80

Tabla 16 (alternativas de alimentación)..... 80

Tabla 17, cuadro de inversión inicial (elaboración propia) 84

Tabla 18, cuadro de amortización (elaboración propia) 84

Tabla 19, tabla de rendimiento de bonos americanos..... 85



.....

Tabla 20, tabla de betas	86
Tabla 21, tabla de prima de riesgo	87
Tabla 22, Valor riesgo país.....	88
Tabla 23, cuadro de financiamiento (elaboración propia).....	88
Tabla 24, Proyección de ventas (elaboración propia).....	89
Tabla 25, Cuadro de ingresos mensuales (elaboración propia).....	89
Tabla 26, Cuadro de ingresos anuales (elaboración propia).....	89
Tabla 27, Cuadro de egresos mensuales (elaboración propia)	90
Tabla 28, Cuadro de egresos anuales (elaboración propia).....	90
Tabla 29, Cuadro de resultado mensual (elaboración propia).....	90
Tabla 30, Cuadro de resultado anual (elaboración propia).....	91
Tabla 31, Periodo de recuperación PRI (elaboración propia)	91
Tabla 32, Flujo de fondos operativos (elaboración propia).....	92
Tabla 33, Tabla VAN y TIR (elaboración propia)	92

INDICE IMÁGENES

Ilustración 1 (casos reales aplicaciones de compuertas)	12
Ilustración 2 (Tipos de sensores de desplazamiento)	25
Ilustración 3 (antenas omnidireccionales)	30
Ilustración 4 (antenas sectoriales)	31
Ilustración 5 (antenas direccionales)	31
Ilustración 6 (Dimensiones aforador)	39
Ilustración 7 (Esquema distribución presión hidrostática)	41
Ilustración 8: (Diagrama de cuerpo libre).....	46



.....

Ilustración 9: Diagrama de momento flector.....	47
Ilustración 10: Diagrama esfuerzos cortantes.....	47
Ilustración 11: Sensor de nivel	54

INDICE PLANOS

Plano n° 1: Sistema regulador telegestionado -----	PL-01
Plano n° 2: Componente regulador -----	PL-02
Plano n° 3: Escudo -----	PL-03
Plano n° 4: Chapón -----	PL-04
Plano n° 5: Prensa sello-----	PL-05
Plano n° 6: Sello estanqueidad -----	PL-06
Plano n° 7: Cobertor tornillo -----	PL-07
Plano n° 8: Bastidor -----	PL-08
Plano n° 9: Guía -----	PL-09
Plano n° 10: Travesaño -----	PL-10
Plano n° 11: Placa fijación -----	PL-11
Plano n° 12: Pata bastidor -----	PL-12
Plano n° 13: Pata bastidor izquierda -----	PL-13
Plano n° 14: Travesaño izquierda -----	PL-14
Plano n° 15: Soporte volante -----	PL-15
Plano n° 16: Accionamiento compuerta -----	PL-16
Plano n° 17: Tornillo -----	PL-17
Plano n° 18: Accesorios tornillo -----	PL-18



.....

Plano n° 19: Motorreductor -----	PL-19
Plano n° 20: Soporte motor -----	PL-20
Plano n° 21: Cobertor motor -----	PL-21
Plano n° 22: Volante -----	PL-22
Plano n° 23: Extensión volante -----	PL-23
Plano n° 24: Conducciones eléctricas -----	PL-24
Plano n° 25: Cañería conducción eléctrica -----	PL-25
Plano n° 26: Soporte cañerías eléctricas -----	PL-26
Plano n° 27: Componente de control -----	PL-27
Plano n° 28: Componente medición -----	PL-28
Plano n° 29: Componente potencia y comunicación -----	PL-29
Plano n° 30: Gabinete -----	PL-30
Plano n° 31: Topográfico tablero eléctrico -----	PL-31
Plano n° 32: Topológico -----	PL-32
Plano n° 33: Diagrama unifilar -----	PL-33
Plano n° 34: Diagrama unifilar alternativa fotovoltaica -----	PL-34



INTRODUCCIÓN

1- problemática del manejo hídrico superficial.

2- oportunidad (la posibilidad de innovación y mejoramiento de soluciones a partir de la aplicación de la electrónica) y motivo (aplicación de conocimientos de la ingeniería electromecánica para emprender una propuesta de solución, y en el marco del proyecto final, plantear el marco conceptual y formular diseño básico y evaluación de factibilidad)

El presente proyecto consta del desarrollo de un sistema regulador de caudal telegestionado para el manejo de agua superficial de pequeños caudales. El trabajo contempla el diseño técnico de las distintas partes involucradas en el sistema y un análisis económico de alternativas.

Comprende el diseño electromecánico de un dispositivo para la regulación hidráulica de caudales superficiales telegestionados aplicables en el manejo de los sistemas hídricos superficiales para el control de inundación pluvial, riego suplementario y base, drenaje rural, efluentes industriales y otros campos donde se requiera optimizar el movimiento de agua superficial.

A partir de condiciones de borde y de funcionamiento hidráulicos preestablecidos, se analizó las características básicas y funcionalidad que se debe dar respuesta. Al respecto se dispone de los datos de rangos de caudales, rango de niveles, régimen y tipo de flujos, tiempos de respuesta y variaciones de caudales respecto del tiempo, situaciones características del medio físico de emplazamientos (uso del suelo, relieve, geotecnia, clima, infraestructura, comportamiento social).

Conforme a ello se plantean los parámetros y condiciones específicas, y se adoptaron las metodologías y procedimientos para el diseño mecánico, estructural, eléctrico y electrónico, teniendo presente el estudio y selección de materiales aplicables.

En los componentes mecánicos el método de trabajo adoptado consiste en hacer una investigación de productos existentes en el mercado determinando el tipo más apropiado para



la aplicación. Una vez determinado el tipo y definidas las dimensiones se procede con un análisis técnico-económico de los materiales a utilizar en dicho componente. Con estos puntos definidos se desarrolla el diseño prototipo con un cómputo y presupuesto de este.

En el diseño de los componentes eléctricos se procede determinando previamente las prestaciones necesarias según los cálculos mecánicos. Con esto determinamos el tipo de fuente motriz y luego diseñamos la alimentación de esta con los respectivos elementos de protección.

Además, el proyecto contempla el desarrollo de un sistema de alimentación alternativo en caso de instalarse el regulador en zona donde no haya suministro de energía eléctrica.

En lo que respecta a la parte de control y comunicación se hace un análisis operativo del sistema y a partir de este se determina los componentes necesarios para la solución. Una vez definidos los componentes se hace un estudio de la oferta en el mercado para la selección definitiva de los equipamientos.

Estudio hidráulico

Características hidráulicas de los flujos superficiales

La esencia del manejo hídrico radica en poner en coincidencia en tiempo y espacio donde se interviene, la oferta con la demanda.

Por ello en diversos campos del aprovechamiento y control de los recursos hídricos, las infraestructuras suelen requerir de la función de regulación hidráulica. El dispositivo propuesto apunta a cubrir dicha necesidad.

Para su diseño y dimensionamiento, se debe conocer las características de los flujos y las respuestas que se deben lograr, tratando de que pueda funcionar dentro de determinados rangos en forma eficiente.

Los tipos de flujos superficiales en los sistemas de manejo hídrico básicamente consisten en encauzados, escurriendo sobre superficies naturales, artificiales o mixtos.



.....

Indagando sobre el comportamiento de los flujos, se puede observar que, en las áreas de llanura, en general, las características de los escurrimientos son de bajos tirantes¹ y caudales específicos en el rango de 0,1 a 1 m³/seg, con velocidades menores a 1 m/seg, ello se puede comprobar en la mayoría de los flujos de arroceras, áreas de riego suplementario, regulación de tirantes en campos ganaderos.

En áreas con pendientes mayores, como también en áreas urbanas, los valores mencionados de los flujos son significativamente mayores.

Sea el campo de aplicación el diseño básico tendrá la flexibilidad de ser ajustado y programado a los requisitos hídricos específicos dentro del sistema que se trate.

Un caso de aplicación como ejemplo corresponde al Proyecto del riego del área agrícola del distrito de Avellaneda, Provincia de Santa Fe, en los que se prevé manejos de los ramales secundarios y terciarios en rangos de caudales 0,1 a 0,5 m³/seg.

Estudio socioeconómico

Cuando se hace un análisis y evaluación de los impactos que tiene la instalación de un avance tecnológico no se puede obviar el efecto sobre la sociedad relacionada con la aplicación.

Si bien se puede considerar que todo avance tecnológico desplaza al trabajo humano también es necesario, para un correcto análisis, poner en la balanza todos los puntos.

En el caso de este dispositivo se produce un desplazamiento del trabajo humano, pero también da solución a algunas cuestiones sociales que están presentes en las actividades donde es susceptible de ser usado el dispositivo.

En el caso de las arroceras se eliminará el trabajo manual de personal en lugares lejanos inhóspitos bajo condiciones insalubres dando además certezas del manejo del agua evitando posibles errores humanos.

¹ **tirante** es la profundidad del flujo (generalmente representada con la letra **h**) es la distancia vertical del punto más bajo de la sección del canal a la superficie libre del agua.



Introducción

En el caso de la industria la eliminación de una operación manual generaría más disponibilidad de un operario para realizar otras tareas que no se pueda prescindir del trabajo humano evitando además posibles errores del personal.

En el caso de un riego suplementario hay varios aspectos que verían el efecto de la automatización. Por un lado, está el desplazamiento del humano en el control del flujo del agua y por el otro lado tenemos un avance en el funcionamiento del sistema de riego tanto en el aspecto operativo como en el aspecto comercial ya que brinda las herramientas para un control preciso de caudales entregados a cada finca.

Estos dos cambios tienen gran efecto en las relaciones sociales ya que se le quita el poder de control a cada consumidor evitando así posibles diferencias y/o suspicacia entre los vecinos.



Ilustración 1 (casos reales aplicaciones de compuertas)

² www.inforural.com.mx; www.ina.gob.ar; www.alertatolima.com.



OBJETIVOS

General

- Desarrollar un proyecto de un dispositivo de regulación de caudales telegestionado para el manejo de sistemas hídricos con flujos superficiales de caudales menores.

Específicos

- Determinar el conjunto de parámetros hidráulicos básicos relativos a la regulación hidráulica aplicable al desarrollo del dispositivo.
- Calcular los datos de dimensiones, fuerzas, energías y potencias derivadas de la mecánica de los fluidos inherentes al comportamiento hidráulico.
- Plantear el Diseño Funcional del sistema.
- Definir las características específicas y tipos de los componentes del dispositivo.
- Evaluar las variables estructurales, mecánicas y eléctricas del conjunto de los elementos y mecanismos integrantes.
- Diseñar y dimensionar los componentes y principales piezas.
- Evaluar los costos del producto.
- Determinar la factibilidad.



MEMORIA DESCRIPTIVA

El diseño del producto se divide en cinco partes bien diferenciadas:

- 1- El aforador para el control del caudal de líquido circulante.
- 2- La compuerta encargada de regular el caudal en el canal.
- 3- Componente de potencia encargado de otorgar la fuerza necesaria para el movimiento
- 4- del regulador.
- 5- Componente de control.
- 6- Alimentación eléctrica de todo el sistema.

1. Sistema aforador

El diseño e instalación de una estación de aforo es algo generalmente deseable y en muchos casos imprescindible para medir y regular el caudal de agua de los canales de riego y para medir el gasto de los cauces no navegables, drenajes, vertidos libres, etc.

A pesar de la gran variedad de aforadores que existen se los puede agrupar según el método que utilizan para la determinación del caudal:

- Aforo volumétrico.
- Aforo por sección y velocidad.
- Aforo químico.
- Aforo utilizando fórmulas empíricas.
- Aforo utilizando estructuras aforadoras.

Para la aplicación que estamos desarrollando el aforo más apropiado es mediante estructuras aforadoras.



Aforo utilizando estructuras aforadoras

Existen distintos tipos de estructuras aforadoras e incluso muchas variantes dentro de cada tipo sin embargo se puede generalizar diciendo que se trata de estructuras que utilizan un método indirecto para la determinación del caudal que se denomina *método de la altura piezométrica*.

El aforo se lleva a cabo expresando el caudal del flujo en función de la altura piezométrica mediante distintos coeficientes asociados a cada tipo de dispositivo.

Hay varios requerimientos para la instalación física de estos equipos de medición, que dependen de cada dispositivo en particular. En canales de superficie libre, la altura piezométrica debe medirse en lugares donde la altura de velocidad sea despreciable, lo cual se logra donde el agua escurre con flujo subcrítico o donde el agua se encuentra estancada.

Para lograr estas condiciones se han desarrollado, a lo largo de la historia, diversos instrumentos que se adaptan a las distintas aplicaciones que pueden existir en la naturaleza y en las generadas por el hombre.

Dentro de los dispositivos de mayor trascendencia podemos nombrar los vertederos y los aforadores.

Todos los vertederos y aforadores son ejemplos de instalaciones para medir el caudal por esto para determinar el tipo específico de obra a adoptar, si es que hay alguno, debemos primero, conocer durante qué período y con qué frecuencia deben realizarse las mediciones además de contar con la información sobre el tamaño y tipo del canal en el que han de medirse los caudales.

Vertederos

Un vertedero es un dique o pared que presenta una escotadura de forma regular, a través de la cual fluye una corriente líquida.

Aforadores

Al igual que los vertederos estos dispositivos funcionan por el método de altura piezométrica bajo un régimen crítico. Sin embargo, en estos caudalímetros dicho régimen se logra por contracción de la sección del flujo.

También se los identifica como aforadores de resalto ya que la estructura produce las condiciones de flujo crítico mediante el estrechamiento de las paredes del canal o la elevación



de la plantilla o ambos, en una sección transversal o en un tramo del canal o garganta del aforador. De esta forma y con la teoría de flujo crítico, existe una relación única entre el nivel del agua medido aguas arriba de la garganta del aforador y el gasto.

En el *Anexo III* se puede observar un análisis detallado de los distintos tipos de vertederos y aforadores.

Características y selección

Tomando en consideración los diferentes parámetros planteados para la comparación de los aforadores el *CUADRO N°1* muestra ventajas y desventajas de los diferentes tipos de aforadores clasificados en tres grupos:

TIPO DE OBRA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Vertederos de pared delgada: Rectangular, Triangular, Trapezoidal o Cipolletti	-La construcción de vertederos es por lo general de bajo costo. -Su construcción es sencilla, se lo hace con material delgado o planchas de metal. -Los usuarios del agua pueden verificar la medición de caudal	-No debe usarse para mediciones de alta precisión -Se recomienda su uso en condiciones de velocidad de acceso muy grande, haciendo correcciones por velocidad. -Para su buen funcionamiento se requiere de una calibración en laboratorio. -Los cuerpos flotantes no pueden pasar con facilidad y pueden causar daños que afectan la exactitud. -La medición es imposible cuando el nivel aguas abajo se eleva por encima de la cresta del vertedero. -La pérdida de carga es considerable.
Vertederos de cresta ancha:	-La lectura de caudal es fácil. -La construcción es simple. -Los cuerpos sólidos pasan sin problema. -La operación es fácil -Son los más económicos para mediciones de flujo exactas. -Requiere una pequeña caída de la superficie libre del agua a través de la instalación. -La forma hidráulica es flexible y simple porque pueden adaptarse a cualquier forma de canales, sin necesidad de reconstruir los canales. -Tiene mínima profundidad de carga, comparada con los aforadores de garganta larga.	-El flujo debe ser modular (libre) para una medida más exacta. -La utilización de vertederos de profundidad crítica no es recomendable bajo condiciones de flujo no modular. -Si el aforador no es construido con las dimensiones exactas, entonces será necesario una calibración.
Medidores a régimen crítico: Aforador Parshall,	-Permite medir con precisión tanto caudales pequeños como medianos y grandes.	-El flujo de entrada debe ser uniforme y la superficie del agua relativamente suave



Aforador sin cuello, y Aforador de garganta larga.	-Se mantiene libre de obstrucciones gracias a su geometría y la velocidad en la garganta. -El gasto no está influenciado por la velocidad de llegada. -Las pérdidas de carga son insignificantes frente a otras estructuras. -Funcionan muy bien tanto para caudales grandes (canales principales) como para acequias, -Su uso está recomendado tanto para el aforo de canales de riego, canales de drenaje y como de ríos pequeños.	-Sus mediciones son satisfactorias solo si la construcción es cuidadosa y exacta. -Los pequeños aforadores requieren una pequeña pérdida de carga para la medición de flujo modular; aunque las calibraciones de flujo sumergido son confiables no es recomendable diseñar aforadores para flujo no modular.
--	--	---

Cuadro 1 (comparación de aforadores)³

Para que una obra destinada a medir o a regular el caudal de un canal funcione bien, habrá de ser convenientemente elegida. Deberán relacionarse todas las condiciones que haya de cumplir y cubrirlas con las características de los medidores conocidos.

- De las características hidráulicas.
- De los costes de construcción y/o de instalación.
- De la facilidad de manejo del medidor.
- De los gastos de mantenimiento.

Teniendo consideración de estos puntos y atendiendo a las posibles aplicaciones del producto se determina que el tipo de aforador más apropiado, para obtener el dato del caudal que está circulando por el sistema, es el **Aforador Parshall**.

No obstante, si las condiciones y geometría del flujo hacen apropiado otro tipo de aforador, se adoptará el más conveniente y se ajustarán los componentes de regulación.

³ BOS, REPLOGLE Y CLEMMENS (1986) "Aforadores de caudal para canales abiertos"
International Institute for Land Reclamation and Improvement / ILRI, Wageningen Pub, Edición en español.



2. Componente regulador

Este componente es el encargado de regular el caudal que circula a través del canal que se quiere controlar por lo que es una de las partes más importantes del sistema y merece un análisis exhaustivo de las distintas variantes para llevar a cabo su función.

Si se tiene en cuenta la oferta que existe en el mercado los reguladores de caudal pueden ser válvulas o compuertas según la aplicación. Al tratarse de un proyecto de desarrollo de un regulador de caudal superficial se sobrentiende que el dispositivo se instala en canales abiertos o flujos superficiales, por lo cual el elemento móvil, encargado de permitir o impedir el paso del fluido, estará sometido a presión atmosférica cuya condición es la que determina si se utiliza uno u otro elemento de cierre y en este caso lo que se utiliza es una compuerta.

Compuerta: puerta movable que se coloca en las esclusas de los canales y en los portillos de las presas de río para detener o dejar pasar las aguas.

Una compuerta consiste en una placa móvil, plana o curva, que al levantarse permite graduar la altura del orificio que se va descubriendo, a la vez que controla la descarga producida. El orificio generalmente se hace entre el piso de un canal y borde inferior de la compuerta, en estas condiciones el flujo puede considerarse bidimensional.

Algunas de las principales aplicaciones son las siguientes:

- Control de flujos de aguas
- Control de inundaciones
- Proyectos de irrigación
- Crear reservas de agua
- Sistemas de drenaje
- Proyectos de aprovechamiento de suelos
- Plantas de tratamiento de agua
- Incrementar capacidad de reserva de las presas

Las condiciones físicas, hidráulicas, climáticas y de operación, evaluadas apropiadamente, imponen la selección del tipo y tamaño adecuado de las compuertas. Éstas se diseñan de



diferentes tipos y con variadas características en su operación y en su mecanismo de izado, los cuales permiten clasificarlas en grupos generales de la siguiente manera:

Según las condiciones del flujo aguas abajo:

- Compuerta con descarga libre.
- Compuerta con descarga sumergida o ahogada.

Según el tipo de operación o funcionamiento:

- Compuertas Principales: se diseñan para operar bajo cualquier condición de flujo; se les llama de regulación cuando se les conciben para controlar caudales en un canal abierto o sobre una estructura de presa, con aberturas parciales, y se conocen como compuertas de guarda o de cierre aquellas que funcionan completamente abiertas o cerradas.
- Compuertas de emergencia: se utilizan en los eventos de reparación, inspección y mantenimiento de las compuertas principales, siendo concebidas para funcionar tanto en condiciones de presión diferencial, en conductos a presión, como en condiciones de presión equilibrada.

De acuerdo con sus características geométricas:

- Compuertas planas:
 - Rectangulares
 - Cuadradas
 - Circulares
 - Triangulares, etc.
- Compuertas curvas o alabeadas:
 - Radiales
 - Tambor
 - Cilíndricas

Según el mecanismo de izado:



- Compuertas deslizantes: el elemento de cierre u obturación se mueve sobre superficies deslizantes (guías o rieles) que sirven, a la vez, de apoyo y sello. Generalmente, se construyen en acero colado, y se emplean en estructuras de canales y en algunas obras de captación, en presas o tanques de regulación. La hoja de la compuerta o elemento de obturación se acciona con un mecanismo elevador, a través de un vástago o flecha de acero.
- Compuertas rodantes: el elemento de cierre u obturación se mueve sobre un tren de ruedas, rodillos o de engranajes, hasta la posición de estanca. Se utilizan en obras de toma profunda, para casos de emergencia y de servicio, así como para cierre en mantenimiento, en conductos a presión. Ruedan a su posición de sello debido a su propio peso y se izan con cadenas o cables por medio de grúas especiales, fuera de la superficie del agua, hasta una caseta de operación, donde se les hace mantenimiento.

Para la selección del tipo de compuerta se deberá observar varios aspectos tanto del dispositivo en si como así también el entorno será instalado el mismo.

En el Anexo III se encuentra una descripción más detallada de los distintos tipos de compuertas que existen.

Solo para tener conocimiento de los tipos se enumeran los siguientes:

- Anillo
- Basculante
- Cilindro
- Lagarto
- Rodante
- Sector
- Segmento
- Stoney



- Tejado
- Vagón
- Visera
- Stop log
- Esclusa
- Flap o clapeta
- Deslizantes

Haciendo una comparativa de estos distintos factores entre los tipos de compuerta se observa que cada uno tiene su ventaja frente a otro, pero del mismo modo cuenta con sus desventajas. Por esto, para el tipo de aplicación y considerando los lugares donde será instalado, se concluye que la compuerta a utilizar es el tipo **deslizante**.

3. Componente de potencia

En esta parte del producto se engloban componentes cuyas funciones tienen vital importancia en el dispositivo:

3.1. Transmisión mecánica

En este punto se considera los componentes mecánicos encargados de generar movimiento de la compuerta a partir de la potencia del accionamiento.

Cuando decimos transmisión mecánica englobamos varios tipos de los cuales la mayoría no tendrían aplicación en el sistema por lo cual atendiendo a las dimensiones de la compuerta y las características operativas de la misma se pueden enmarcar solo dos tipos apropiados para el dispositivo:

- Cremallera- piñón
- Husillo de rosca trapezoidal

Haciendo una comparación entre estos dos tipos se puede tener en cuenta la facilidad de montaje, regulación y lubricación, también se debe considerar que la compuerta está guiada por APM por lo cual cuando la misma sufra desgaste la posición de la compuerta no será la misma



y el engrane en caso de usar una cremallera ya no será el óptimo, etc., se considera que el sistema más apropiado es el de *husillo de rosca trapezoidal*.

3.2. Motorización

Si se quiere definir el método de motorización de la compuerta habría que seleccionar entre un gran número de alternativas posibles. Para nombrar algunas se puede enumerar las siguientes:

- Accionamiento manual
- Accionamiento hidráulico
- Accionamiento neumático
- Accionamiento por motorreductor eléctrico

Sin embargo, la lista puede achicarse al atenderse a los lugares y condiciones donde se hará la instalación del aparato.

Otro punto para tener en cuenta a la hora de seleccionar el accionamiento es la facilidad operativa y el mantenimiento necesario de los componentes en su periodo de vida útil.

Teniendo en cuenta estos puntos y considerando como la instalación de menor costo operativo se determina que se utilizara accionamiento por *motorreductor eléctrico*.

Sin embargo, la elección aún no termina ya que dentro de los motores eléctricos podemos encontrar diversas alternativas:

- Motor de corriente continua
- Motor paso a paso
- Motor asíncrono
- Motor síncrono

Dentro de esta lista podemos ir descartando algunos tipos teniendo en cuenta la aplicación que se les dará.

En el caso de los motores síncronos no se justifica la inversión que implicaría para el tipo de prestación que tendría el motor.



En cuanto a los motores paso a paso habría que determinar si es factible lograr la potencia necesaria para el dispositivo y ver la adaptabilidad del motor a las condiciones que se verá expuesto en los lugares de utilización.

Con esto se define que los tipos de motores que utilizaremos pueden ser asíncrono. La elección dependerá del lugar de instalación del dispositivo y de la disponibilidad o no de energía eléctrica.

A pesar de existir la posibilidad de que no haya suministro de energía eléctrica en el lugar de instalación de la compuerta se opta por utilizar **motor monofásico asíncrono**.

4. Componente de control

El soporte incorporado para los protocolos de software SCADA más comunes, sumado las facilidades que brinda un sistema con conexión GSM, ofrece una gran flexibilidad sin comprometer la fiabilidad e integridad del diseño.

Si consideramos la automatización de la compuerta este sistema es el más importante ya que gracias a él se puede diagnosticar el estado del dispositivo para determinar las acciones necesaria y luego ejecutarlas desde el lugar que se encuentre.

El sistema se compone de varias estaciones:

- Periféricos
- Control del motor
- Autómata programable
- Comunicación
- Centro de control

4.1. Periféricos

Dentro de estos se incluyen todos los componentes que brindan información del estado del sistema.

Medidor de nivel

En esta estación se cuenta con un medidor de nivel instalado por encima del aforador Parshall que brinda la lectura del tirante en la sección convergente en el caudalímetro. Este dato es



trasmitido a la siguiente estación para efectuarse los cálculos correspondientes y determinar el caudal circulante a través de la compuerta.

La evolución tecnológica en el sector electrónico y en las comunicaciones ha propiciado la aparición de nuevos sistemas de medición de nivel para el control y gestión de distintos procesos.

Los beneficios básicos que proporciona la instalación de un sistema de medición de nivel preciso y fiable son los siguientes:

- Mejora el rendimiento del proceso
- Reducción en los costos de operación y mantenimiento
- Cumplimiento de Normativas medioambientales y de calidad

Al momento de definir el tipo de medidor de nivel que se utilizara se debe considerar varias opciones disponibles realizando un análisis exhaustivo de cada uno para determinar la más apta para esta aplicación.

Después del análisis de alternativas se rescataron tres alternativas que poseen más adaptabilidad al proyecto:

- Medidor por ultrasonido
- Flotador
- Medidor de radar

Una vez seleccionadas estas alternativas se realizó un análisis técnico económico de los mismos teniendo en cuenta las condiciones ambientales de los lugares de aplicación del dispositivo, disponibilidad de los aparatos y del costo de estos.

Del análisis se concluye que el tipo que se adapta a un mayor número de aplicaciones del sistema y cuyo costo es competitivo es el tipo de **medidor de radar**.

Sensores de límite de carrera

Estos sensores son los encargados de detectar la posición límite de la compuerta para evitar roturas en el caso que suceda alguna falla del sistema y se pierda el control sobre el motor. Una vez que el escudo alcanza este punto limite el sensor emite una señal PLC el cual hace entrar en falla el variador para cortar así la alimentación del motor.



Como los sensores estarán expuesto a la intemperie o a las condiciones de la aplicación se opta por utilizar **sensores inductivos** con su respectiva protección anticorrosiva y materiales que no se vean afectados por la exposición solar.

Sensor de posición

Este sensor tiene la función de informar la posición exacta del escudo de la compuerta.

<p>Sensores de posición, distancia y desplazamiento</p> <ul style="list-style-type: none">• Medida de grandes distancias: Radar• Medida de distancias cortas: ultrasonidos• Medida de pequeños desplazamientos:<ul style="list-style-type: none">- Sensores de tipo resistivo:<ul style="list-style-type: none">○ Potenciómetro○ Galgas extensiométricas- Sensores de tipo inductivo

Ilustración 2 (Tipos de sensores de desplazamiento)

En este caso la elección del tipo de sensor se hizo en función del consumo en su funcionamiento, el costo, adaptación al sistema y el entorno:

Se adopta un encoder absoluto debido a su consumo es inferior a los otros tipos, su montaje está integrado al motor con lo cual no necesita otro recubrimiento exterior y su costo es similar al que implicarían los otros sensores. Se elige absoluto para evitar tener que referenciar cada vez que se corte la alimentación eléctrica o cualquier otro evento que haga que el encoder pierda su alimentación.

El encoder entrega información de la apertura de la compuerta al PLC y realiza el seguimiento de los movimientos que deba realizar el motor para poder tener un control preciso de los desplazamientos.



4.2. Control del motor:

Esta estación es la encargada de alimentar y proteger el motor durante su funcionamiento.

En cuanto al control del motor hay diversas maneras de realizarlo de las cuales las más recomendadas son:

- Variador de frecuencia
- Contactor

Con cualquiera de los dos tipos podría proteger y controlar el motor sin embargo la ventaja que tiene el variador es que me permite poder modificar la velocidad del motor en caso de que así se lo desee o la aplicación lo requiera.

Usar variadores de velocidad nos permite tener muchas ventajas, entre ellas:

- Reducción en el consumo de energía eléctrica por efectos de reducción del pico del par de arranque.
- Mejoramiento de la rentabilidad y la productividad de los procesos productivos, debido a la posibilidad de aumentar la capacidad de producción incrementando la velocidad del proceso.
- Protección del Motor por contar internamente con sistemas de protección además de permitirle mayor vida útil al motor por reducción de impactos mecánicos a través de la asignación de rampas de aceleración y desaceleración para eventos de arranque y parada.
- Ahorro en mantenimiento, por no contar con piezas mecánicas que puedan sufrir envejecimiento por desgaste mecánico.
- Posibilidad de realizar lazos de control y de interactuar con el proceso gracias a que actualmente muchos variadores de velocidad cuentan con funciones de control PID, además de activar señales de alarmas en casos de falla del proceso entre otras muchas posibilidades.
- Tener accesibilidad y control desde cualquier punto de la planta través del puerto RS485 Modbus que permite enlazarse con otros quipos.



Al igual que cuenta con sus ventajas tiene puntos que pueden llegar a ser una desventaja frente al contactor.

- La instalación, programación y mantenimiento, debe ser realizada por personal cualificado.
- Derivación de ruidos e interferencias en la red eléctrica, que podrían afectar a otros elementos electrónicos cercanos.
- Para aplicaciones sencillas puede suponer mayor inversión, que un sistema simple (contactor-guardamotor), si bien a la larga se amortiza el gasto suplementario, por el ahorro energético y de potencia reactiva que aporta el variador.
- Las averías del variador, no se pueden reparar in situ (hay que enviarlos a la casa o servicio técnico). Mientras tanto debe disponerse de otro variador equivalente, o dejar la instalación sin funcionamiento.

Pese a estas desventajas se opta por un **variador de frecuencia** lo cual nos permitirá realizar variaciones operativas en caso de ser necesario en las distintas aplicaciones.

4.3. Autómata programable

El dispositivo encargado de tomar las decisiones de que acciones realizar, en base a la información obtenidos de los periféricos y teniendo en cuenta el estado del sistema, es un PLC.

En este caso se opta por un PLC, pero también se podrá haber planteado el uso de otras alternativas como:

- Microcontroladores
- Relé programable

En el caso del relé no se tiene capacidad para muchas líneas de código por lo cual no se cuenta con la posibilidad de desarrollar una lógica complicada en caso de ser necesario.

Para el caso de los microcontroladores se podría llegar a las mismas prestaciones que con el plc, pero se debe realizar un desarrollo particular para el dispositivo que se pueda adaptar a las distintas aplicaciones del dispositivo. Por esto se plantea utilizar, en una primera instancia,



productos integrales de estanterías con la capacidad y propiedades apropiadas para este desarrollo.

4.4. Comunicación⁴

En esta sección se contemplan todos los elementos que intervienen en el intercambio de datos entre el dispositivo y el centro de control.

Por las distancias a las que se pretende llevar a cabo la telegestión se contempla la utilización de una red inalámbrica global.

Dentro de este tipo de redes podemos encontrar las siguientes:

❖ Wireless WAN (Wide Area Network).

Es una red de computadores que abarca un área geográfica relativamente extensa, típicamente permiten a múltiples organismos como oficinas de gobierno, universidades y otras instituciones conectarse en una misma red. Las WWAN tradicionales hacen estas conexiones generalmente por medio de líneas telefónicas, o líneas estáticas.

A este tipo de redes inalámbricas pertenecen las siguientes tecnologías:

a) CDMA

Es una tecnología inalámbrica digital que utiliza técnicas de expansión de espectro para distribuir una señal a lo largo de una banda de frecuencias amplia. Las frecuencias de operación de CMDA en PCs oscila entre los 1850 a 1990 MHz.

b) GSM

Permite la transmisión digital basada en TDMA, utiliza la idea de compartición de tiempo que permite simultáneamente el acceso de varios usuarios. Introduce comunicaciones de radio de banda ancha, con velocidades de acceso hasta de 2 Mbits/s.

Las frecuencias de operación de GSM entre PCs va desde los 1990 MHz en adelante.

⁴ José A. Carballar Falcón, 2014, WI-FI. CÓMO CONSTRUIR UNA RED INALÁMBRICA, 2ª Edición, RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones.



La tecnología GSM tiene entre sus características servicios y soporte que abarca las siguientes áreas:

- Multimedia Mejorados como voz, datos, video y controles remotos.
- Compatibilidad con los dispositivos y medios comunes como el teléfono celular, el correo electrónico, mensajes de localizador, fax, videoconferencia y navegación en Internet.
- Mejor utilización de ancho de banda y alta velocidad (2 Mbits/s).
- Flexibilidad de ruteo ya sea por repetidores, satélite, LAN, etc.
- Operación en frecuencias aproximadas a los 2 GHz para transmisión y recepción.

Para el caso planteado se considera que la opción más factible es un sistema GSM que permita el control remoto del sistema independientemente de la distancia al centro de control.

Por otro lado, en el caso que se instale un dispositivo en algún lugar donde sea inaccesible una red móvil se utilizara una antena para comunicar el dispositivo con el centro de control o con la antena de telefonía que se encuentre más cercana.

Las antenas son dispositivos pasivos que radian energía de radio frecuencia (FR). No crean energía FR, pero enfocan la energía en un área o en una dirección específica, por lo que la fuerza de la señal en esa área o dirección aumenta. El incremento en una dirección viene especificado como Ganancia en unidades dBi. Los dBis están basados en la energía de salida de la antena y en el punto de acceso (AP), aunque no todos los AP soportan conexiones con antenas externas.

Tipos de Antenas ⁵

La clasificación de las antenas puede basarse en:

❖ Polarización

Indica la orientación de los elementos conductores dentro de la antena. Hay tres tipos:

⁵ <https://es.scribd.com/document/20183657/antenas>



- Vertical: Tienen el perfil más alto. Es el tipo de antena más comúnmente usado debido a que no son afectadas por la reflexión horizontal (como agua, tierra, etc.).
- Horizontal: Tienen el perfil más bajo. No son afectadas por la reflexión vertical (como por ejemplo edificios).
- Circular: Tienen un perfil intermedio.

❖ Directividad

Las antenas pueden ser omnidireccionales, sectoriales o directivas.

Las antenas **omnidireccionales** irradian aproximadamente con la misma intensidad en todas las direcciones del plano horizontal, es decir en los 360°. En contrapartida, el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales. Los tipos más populares de antenas omnidireccionales son los dipolos y las de plano de tierra.



*Ilustración 3 (antenas omnidireccionales)*⁶⁶

Las antenas **sectoriales** irradian principalmente en un área específica. El haz puede ser tan amplio como 180 grados, o tan angosto como 60 grados.

De igual modo, su alcance es mayor que una omnidireccional y menor que una direccional. Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance

⁶⁶ <https://cayro.webcindario.com/wifi/Antenas.htm>



(como una antena direccional) deberemos instalar, tres antenas sectoriales de 120° o 4 antenas sectoriales de 80°. Este sistema de 360° con sectoriales se denomina “Array”. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.



Ilustración 4 (antenas sectoriales)⁷⁶

Las **direccionales o directivas** son antenas en las cuales el ancho del haz es mucho más angosto que en las antenas sectoriales. Tienen la ganancia más alta y por lo tanto se utilizan para enlaces a larga distancia. Tipos de antenas directivas son las Yagi, las biquad, las de bocina, las helicoidales, las antenas patch, los platos parabólicos, y muchas otras.



Ilustración 5 (antenas direccionales)⁶

⁶ <https://cayro.webcindario.com/wifi/Antenas.htm>



❖ Construcción física.

Las antenas pueden construirse de muchas formas diferentes, desde simples mallas, platos parabólicos, o latas de café.

❖ Ancho de banda de la frecuencia.

❖ Ganancia de energía efectiva (dBi).

Uno de los problemas que tienen las antenas es la distorsión multicamino. Esta distorsión ocurre cuando hay más de un camino entre el emisor y el receptor.

Estas múltiples señales se combinan en el RX⁸ de la antena y causa distorsión en la señal. Para solucionar este problema puede optarse por cambiar la antena o bien la localización de esta.

Como el caso en que se utilizara antenas es en lugares donde no exista señal móvil de buena calidad se supone que será en sitios donde las interferencias edilicias sean escasas y por este se opta por una *antena Direccional*.

4.5. interfaz ⁹

Este elemento del sistema es de gran importancia ya que se trata de dispositivos que serán manejados por personas no muy idóneas en temas de programación y automatización por lo cual debe existir una interfaz amigable que brinde la información útil al usuario en forma clara y sencilla.

Para esto lo que se desarrolla es una pantalla que traduce los datos recolectados del sistema y presenta al operario información útil en forma sencilla y segura.

Lo que se utiliza para este fin es un sistema SCADA en una pc instalada en el centro de control. También se contará con la posibilidad de utilizar una aplicación de celular que simule el scada y permita realizar el control del dispositivo desde el lugar que se encuentre.

SCADA viene de las siglas: “Supervisory Control And Data Adquisición”; es decir: hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control supervisor. Tradicionalmente se define

⁸ RX: significa que la antena es receptora de la señal.

⁹ <https://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>



a un SCADA como un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación central que hace de Máster (llamada también estación maestra o unidad terminal maestra, MTU) y una o varias unidades remotas (generalmente RTUs) por medio de las cuales se hace control/adquisición de datos hacia/desde el campo.

Estructura y componentes de un software SCADA

Los módulos o bloques de software que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

Configuración:

Permite definir el entorno de trabajo de la aplicación según la disposición de pantallas requerida y los niveles de acceso para los distintos usuarios. En este módulo, el usuario define las pantallas gráficas o de texto que va a utilizar, importándolas desde otra aplicación o generándolas en el propio SCADA. Para ello, se incorpora un editor gráfico que permite dibujar a nivel de píxel (punto de pantalla) o utilizar elementos estándar disponibles, líneas, círculos, textos o figuras, con funciones de edición típicas como copiar, mover, borrar, etc. Durante la configuración también se seleccionan los drivers de comunicación que permitirán el enlace con los elementos de campo y la conexión o no en red de estos últimos; se selecciona el puerto de comunicación sobre el ordenador y sus parámetros, etc. En algunos sistemas también es en la configuración donde se indican las variables que se van a visualizar, procesar, en forma de lista o tabla en la que éstas pueden definirse y facilitar la programación posterior.

Interfaz gráfica del operador:

Proporciona al operador las funciones de supervisión de la planta. El proceso que se supervisará se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación de uso general (Paintbrush, DrawPerfect, AutoCAD, etc.) durante la configuración del paquete. Los sinópticos están formados por un fondo fijo y varias zonas activas que cambian dinámicamente de formas y colores, según los valores leídos en la planta o en respuesta a las acciones del operador. Deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de diseñar las pantallas:



- Las pantallas deben tener apariencia consistente, con zonas diferenciadas para mostrar la planta (sinópticos), las botoneras y entradas de mando (control) y las salidas de mensajes del sistema (estados, alarmas).
- La representación del proceso se realizará preferentemente mediante sinópticos que se desarrollan de izquierda a derecha.
- La información presentada aparecerá sobre el elemento gráfico que la genera o soporta, y las señales de control estarán agrupadas por funciones.
- La clasificación por colores ayuda a la comprensión rápida de la información.
- Los colores deben usarse de forma consistente en toda la aplicación: si rojo significa peligro o alarma y verde indica normalidad, estos serán sus significados en cualquier parte de la aplicación.

Previendo dificultades en la observación del color, debe añadirse alguna forma de redundancia, sobre todo en los mensajes de alarma y atención: textos adicionales, símbolos gráficos dinámicos, intermitencias u otros. La redundancia como un componente de seguridad SCADA consiste en lograr respaldos de información, duplicar (cuando un elemento asume la función de otro), contar con centros de control separados geográficamente que proporcionen redundancia y, por tanto, protección contra los ataques humanos y desastres naturales. Este elemento permite seguir operando, aunque el sistema primario esté desactivado, funcionando incluso de manera remota.

Módulo de proceso:

Ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas. Sobre cada pantalla se pueden programar relaciones entre variables del ordenador o del autómatas que se ejecutan continuamente mientras esté activa. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (C, Basic, etc.). Es muy frecuente que el sistema SCADA confíe a los dispositivos de campo, principalmente autómatas, el trabajo de control directo de la planta, reservándose para sí las operaciones propias de la supervisión, como el control del proceso, análisis de tendencias, generación de históricos, etc. Las relaciones entre variables que constituyen el programa de mando que el SCADA ejecuta de forma automática pueden ser de varios tipos:



- Acciones de mando automáticas preprogramadas que dependen de valores de señales de entrada, salida o combinaciones de éstas.
- Animación de figuras y dibujos, asociando su forma, color, tamaño, etc., al valor actual de las variables.
- Gestión de recetas, que modifican los parámetros de producción (consignas de tiempo o de conteo, estados de variables, etc.) de forma preprogramada en el tiempo o dinámicamente según la evolución de la planta.

Gestión y archivo de datos:

Se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, según formatos inteligibles para elementos periféricos de hardware (impresoras, registradores) o software (bases de datos, hojas de cálculo) del sistema, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos. Pueden seleccionarse datos de planta para ser capturados a intervalos periódicos y almacenados como un registro histórico de actividad, o para ser procesados inmediatamente por alguna aplicación de software para presentaciones estadísticas, análisis de calidad o mantenimiento. Esto último se consigue con un intercambio de datos dinámico entre el SCADA y el resto de las aplicaciones que corren bajo el mismo sistema operativo. Por ejemplo, el protocolo DDE de Windows permite el intercambio de datos en tiempo real. Para ello, el SCADA actúa como un servidor DDE que carga variable de planta y las deja en la memoria para su uso por otras aplicaciones Windows, o las lee en memoria para su propio uso después de haber sido escritas por otras aplicaciones. Una vez procesados, los datos se presentan en forma de gráficas analógicas, histogramas, representación tridimensional, etc., que permiten analizar la evolución global del proceso.

5. Alimentación eléctrica

Cuando hablamos de alimentación estamos incluyendo tanto el medio de donde se obtiene la energía necesaria para el funcionamiento del conjunto como así también de los distintos elementos para poder transmitir dicha energía hasta los terminales de uso.



Por terminales de uso nos referimos a los accionamientos de la compuerta como así también a los componentes del sistema de control y comunicación.

- Fuente de energía

Si hablamos de fuente de energía a lo primero que asociamos es a la red eléctrica ya que es la fuente de mayor acceso y disponibilidad en gran parte de los territorios donde se utilizara el dispositivo. Sin embargo, existes otras alternativas que son viables en caso de tratarse de lugares remotos donde no haya disponibilidad de la red eléctrica. Dentro estas podemos nombras dos reconocidas y accesibles en el mercado:

- Fotovoltaica
- Eólica

Para estas dos alternativas existe variantes y se encuentran en el mercado los componentes necesarios para su instalación y funcionamiento.

Por la zona de aplicación del producto se contempla, en este proyecto, sola la alternativa de la energía fotovoltaica por lo cual se desarrollará toda la instalación que la misma necesita para satisfacer la demanda de energía por parte del sistema.

- Circuito de alimentación

En este punto se contempla el medio por el cual se llevará a cabo la transmisión de energía a las distintas partes del sistema.

Dependiendo de la aplicación y lugar de instalación del producto el tipo de canalizaciones que contendrán los conductores pueden variar entre bandejas portacables, cañerías empotradas o subterráneas.

Teniendo en cuenta el lugar de instalación en el que se enfoca el proyecto se determina utilizar cañerías subterráneas.



MEMORIA DE CALCULO

Con el estudio de cada uno de los componentes del sistema se determinó los dispositivos más apropiados para esta aplicación.

Con el objeto de realizar los cálculos necesarios para establecer las especificaciones contrastivas se considera el caso de un sistema instalado en un canal troncal de riego en una finca arrocera.

La aplicación cuenta con las siguientes características:

- caudal máximo: 0.45 m³/s
- ancho canal: 1,5 m
- profundidad canal: 1 m
- sección del canal: rectangular
- canal de tierra

Partiendo de estos datos se procede al cálculo y/o selección de cada una de las partes que componen el regulador telegestionado.

Sistema aforador

Ya se determinó, en el estudio preliminar, que el aforador que se utilizara para determinar el caudal que está circulando por el sistema es un AFORADOR PARSHALL el cual se dimensiona de la siguiente manera:

Se parte del rango de caudales que circulara por el canal considerando un valor mínimo y un máximo.

- Se consideran como valores límites de caudales para el canal de la aplicación contemplada los siguientes:
Qmin: 3.5 l/s
Qmax: 450 l/s
- Con estos valores se extrae de la *Tabla n° 1* el ancho de la garganta del aforador.



Ancho W	Límites de caudal (l/s)	
	Q Mínimo	Q Máximo
1''	0.28	5.67
2''	0.57	14.15
3''	0.85	28.31
6''	1.42	110.44
9''	2.58	252.00
12''	3.11	455.90
18''	4.24	696.50
24''	11.90	937.30
36''	17.27	1427.20
48''	36.81	1922.70

Tabla 1 (Límites caudales Parshall)¹⁰

- Con el ancho de garganta definido se debe definir el resto de las dimensiones del Parshall.

En este punto hay que ser cuidadosos ya que se presenta una de las desventajas de este tipo de aforador, el mismo debe construirse de acuerdo con medidas estándar ya determinadas experimentalmente para cumplir con su funcionalidad y respetar sus parámetros de precisión.

Por esto todas las medidas se extraen de las tablas de dimensiones estándar:

¹⁰ BOS, REPLOGLY Y CLEMMENS (1986) "Aforadores de caudal para canales abiertos"



w	A	2/3A	B	C	D	E	T	G	K	N	X	Y
1"	362,7	242,1	355,6	92,9	167,5	228,6	76,2	203,2	19,1	28,6	7,9	12,7
2"	414,3	276,2	406,4	134,9	213,5	254,0	114,3	254,0	22,2	42,9	15,9	25,4
3"	466,7	311,2	457,2	177,8	472,3	457,2	152,4	304,8	25,4	57,2	25,4	38,1
6"	620,7	414,4	609,6	387,4	396,9	609,6	304,8	609,6	76,2	114,3	50,8	76,2
9"	879,5	587,4	863,6	381,0	574,7	762,0	304,8	457,2	76,2	114,3	50,8	76,2
12"	1372,0	914,4	1343,0	609,6	844,6	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
18"	1448,0	965,2	1419,0	762,0	1026,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
24"	1524,0	1016,0	1495,0	914,4	1207,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
36"	1676,0	1118,0	1645,0	1219,0	1572,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
48"	1829,0	1219,0	1794,0	1524,0	1937,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
60"	1981,0	1321,0	1943,0	1829,0	2302,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
70"	2134,0	1422,0	2092,0	2134,0	2667,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
84"	2286,0	1524,0	2242,0	2438,0	3032,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
96"	2438,0	1626,0	2391,0	2743,0	3397,0	914,4	609,6	914,4	76,2	228,6	50,8	76,2
120"	0,0	1829,0	4267,0	3658,0	4756,0	1219,0	914,4	1829,0	152,4	342,9	304,8	228,6
144"	0,0	2032,0	4877,0	4470,0	5607,0	1524,0	914,4	2438,0	152,4	342,9	304,8	228,6

Tabla 2 (Dimensiones según tamaño de la garganta)¹¹

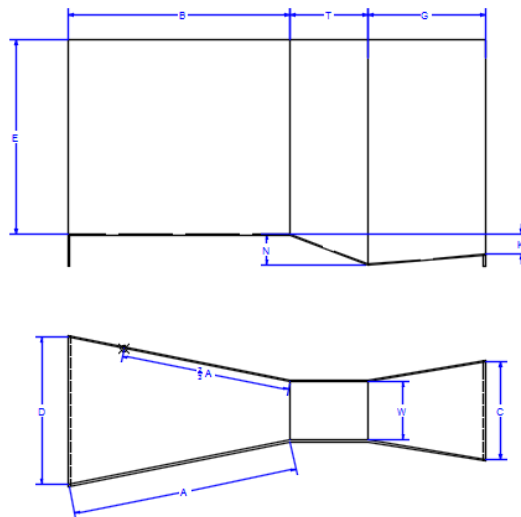


Ilustración 6 (Dimensiones aforador)

¹¹ BOS, REPLOGLÉ Y CLEMMENS (1986) "Aforadores de caudal para canales abiertos"



.....

Para resumir, se determina que para la aplicación el aforador indicado cuenta con una garganta de 12" (304.8mm) y con esto se desprenden todas sus dimensiones que se podrán observar en su plano; Ver *Plano PL-02*.

Con las dimensiones necesarias ya definidas el paso siguiente es adoptar el material más adecuado para la aplicación., con el cual estará construido el aforador.

Considerando el lugar donde será instalado y las condiciones a las cual estará sometido a lo largo de su vida útil se opta por utilizar chapa LC con un tratamiento de galvanizado en caliente.

El aforador estará sujeto por tabiques de hormigón cuyos cálculos escapan del proyecto.

Sistema regulador

A continuación, se describen los procedimientos y resultados para el cálculo de los elementos estructurales y mecánicos propios de la compuerta, tal como: Condiciones de carga, casos de carga, esfuerzos admisibles, escudo, vigas horizontales, guías, pistas de sello y anclajes.

La compuerta por elaborar se deberá proyectar para las condiciones de servicio especificado par esta aplicación.

- Vano libre 1,5 m
- Altura de la compuerta 1m
- Nivel de agua máximo de diseño 1 m
- Nivel normal de aguas arriba 1 m

Teniendo definidas cada una de las partes de una compuerta deslizante se plantea lo siguiente:

Para optar por un escudo de espesor constante y vigas del mismo tipo, es necesario subdividir la compuerta, en altura, de modo que la sollicitación en las vigas sea aproximadamente equivalente para la condición de máxima presión hidrostática. Para esto se utiliza el siguiente procedimiento de cálculo:

Carga hidrostática compuerta sumergida

El diagrama de presión corresponde a un trapecio tal como sigue para una compuerta sumergida:

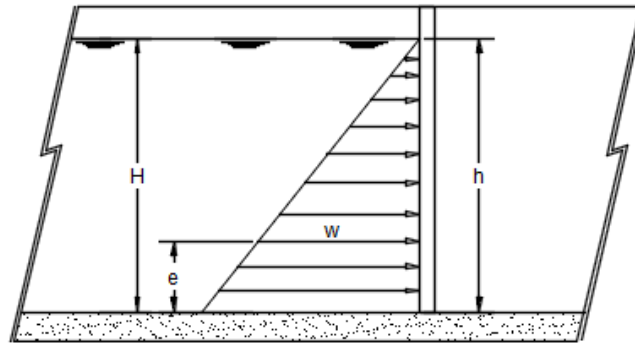


Ilustración 7 (Esquema distribución presión hidrostática)

La resultante de carga hidrostática, que actúa sobre la parte sumergida de la compuerta, resulta de la siguiente ecuación:

$$W = \gamma B h \left(H - \frac{h}{2} \right)$$

Donde:

γ = Peso específico del agua (N/m³)

B = Distancia entre sellos laterales (m)

H = Cabeza máxima (m)

h = altura de sellado de la compuerta (m)

Apertura		w
%	[m]	[N]
0%	0	7357,5
10%	0,1	5959,6
20%	0,2	4708,8
30%	0,3	3605,2
40%	0,4	2648,7
50%	0,5	1839,4
60%	0,6	1177,2
70%	0,7	662,2
80%	0,8	294,3
90%	0,9	73,6
100%	1	0,0

Tabla 3 (Fuerza del agua según apertura)

El punto de aplicación, en altura, de dicha resultante es el que se representa en la *Ilustración N° 7* con la letra “e” y resulta de la siguiente expresión:

$$e = \frac{1}{3} h$$

$$e = \frac{1}{3} 1 = \mathbf{0.33 [m]}$$

Número de vigas

Según la presión que se ejerza sobre el escudo se determina la cantidad de vigas necesarias teniendo en cuenta la tensión admisible del material del escudo. Se presupone un espesor del escudo para comenzar con los cálculos.



El número de vigas necesarias se calcula con la siguiente formula:

$$N = \frac{100 * h}{t} \sqrt{\frac{H_m}{2 * \sigma_{adm}}}$$

Donde

N : numero de vigas

h : altura de la compuerta [m]

t : espesor del escudo [mm]

H_m : cabeza de agua sobre el centro de la compuerta [m]

σ_{adm} : tensión admisible del material del escudo [MPa]

Con esto resulta:

$$N = \frac{100 * 1}{9.52} \sqrt{\frac{0.5}{2 * 170}} = 0.4$$

Con este resultado se adopta que la compuerta no tendrá una vida de refuerzo.

Dimensionamiento del espesor del escudo

Para el determinar el espesor del escudo se debe determinar los esfuerzos que sufrirá la placa en toda la operación de la compuerta. Se considera que la mayor sollicitación del escudo se desarrolla cuando la compuerta se encuentra totalmente cerrada.

La tensión soportada por el material se determina según la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{k}{100} p \frac{a^2}{t^2}$$

Donde

p : presión del agua en el centro de la placa **4905 [Pa]**

a : lado menor de la placa **1[m]**

t : espesor adoptado del escudo **0.0952[m]**

k : factor adimensional obtenido en función de la relación $\frac{b}{a}$. Ver Tabla N° 4

Para obtener el valor “k” se debe tener en cuenta las condiciones de apoyos de la placa en su operación.



Memoria de cálculo

Con la investigación realizada se puede dar fe de la poca documentación y normativas respecto de las compuertas hidráulicas por lo cual a la hora del dimensionamiento de estas no se encuentra una reglamentación nacional y se toma como referencia la norma DIN 19704-3 “HYDRAULIC STEEL STRUCTURES”.

En la normativa se detallan los siguientes casos de apoyo.

- Cuatro lados apoyados
- Cuatro lados empotrados
- Un lado mayor apoyado y tres empotrados
- Un lado menor apoyado y tres empotrados
- Un lado mayor libre y tres empotrados
- Un lado menor libre y tres empotrados

En el punto de operación considerado se toma como valido el caso de “un lado mayor libre y tres empotrados”.

b/a	Cuatro lados apoyados		Cuatro lados empotrados				Un lado mayor apoyado y tres empotrados				Un lado menor apoyado y tres empotrados				Un lado mayor libre y tres empotrados				Un lado menor libre y tres empotrados			
	±S1x	±S1y	±S1x	±S1y	±S4y	±S3x	±S1x	±S1y	±S4y	±S3x	±S1x	±S1y	±S4y	±S3x	±S1x	±S1y	±S4y	±S3x	±S1x	±S1y	±S4y	±S3x
1,00	28,7	28,7	13,7	13,7	30,9	30,9	14,4	16,6	36,0	32,8	16,6	14,2	32,8	36,0	9,9	19,6	40,7	33,1	19,6	9,9	40,7	33,1
1,25	39,6	30,1	18,8	13,5	33,9	40,3	21,4	18,4	42,5	47,2	20,8	12,9	34,1	44,8	13,6	25,5	54,7	51,6	21,1	9,5	43,2	33,3
1,50	48,7	29,9	22,1	12,2	34,3	45,5	27,1	18,1	45,6	56,5	23,2	11,4	34,1	47,3	15,2	29,7	67,1	73,7	23,6	9,3	47,0	33,4
1,75	55,8	28,9	23,9	10,8	34,3	48,4	30,8	16,5	46,5	63,2	24,6	10,1	34,1	48,9	14,4	31,9	77,4	98,5	24,3	8,9	49,0	33,5
2,00	61,0	27,8	24,7	9,5	34,3	49,9	33,8	15,5	47,0	68,3	25,0	9,0	34,2	50,0	11,3	32,0	85,4	124,9	24,8	7,7	49,7	33,5
2,50	67,7	25,8	25,0	8,0	34,3	50,0	36,6	13,3	47,0	73,2	25,0	8,0	34,2	50,0	0,1	26,8	95,7	175,3	25,0	7,5	49,9	33,5
3,00	71,3	24,4	25,0	7,5	34,3	50,0	37,4	12,0	47,1	74,0	25,0	7,6	34,2	50,0	11,2	18,0	100,4	216,4	25,0	7,5	50,0	33,5
10	75,0	22,5	25,0	7,5	34,2	50,0	37,5	11,3	47,2	75,0	25,0	7,5	34,2	50,0	65,0	25,5	103,6	300,0	25,0	7,5	50,0	33,5

Tabla 4 (factor adimensional según a/b)¹²

$$\sigma_{1x} = \frac{15.2}{100} 4905 \frac{1^2}{0.0952^2} = 8217744 [Pa]$$

$$\sigma_{1y} = \frac{29.7}{100} 4905 \frac{1^2}{0.0952^2} = 16057040 [Pa]$$

$$\sigma_{4y} = \frac{67.1}{100} 4905 \frac{1^2}{0.0952^2} = 36277016 [Pa]$$

$$\sigma_{3x} = \frac{73.7}{100} 4905 \frac{1^2}{0.0952^2} = 39845247 [Pa]$$

¹² DIN 19704 – Septiembre 1976 - “HYDRAULIC STEEL STRUCTURES”



Extrayendo la máxima tensión soportada por el escudo se debe verificar que no sobrepase la tensión admisible del material.

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 39845247 \text{ [Pa]}$$

$$\sigma_{adm} = 217500000 \text{ [Pa]}$$

Se observa que con ese espesor del escudo los esfuerzos aplicados a la placa están dentro de los límites admisibles del material.

El paso siguiente consiste en calcular la flecha máxima que sufriría el escudo para que no escape de los valores recomendados por la norma ya mencionada.

Para esto se tiene que:

$$F = \frac{\alpha \rho a^4}{Et^3} \text{ [m]}$$

Donde:

p : presión del agua en el centro de la placa **4905 [Pa]**

a: lado menor de la placa **1[m]**

E: Modulo de elasticidad del material **210000[MPa]**

t: espesor adoptado del escudo **0.0952[m]**

α: Coeficiente (Timoshenko)

b/a	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	∞
α	0,0138	0,0188	0,0226	0,0251	0,0267	0,0277	0,0284

Tabla 5 (coeficiente Timoshenko)¹³

$$b/a = 1.5 \rightarrow \alpha = 0,0239$$

$$F = \frac{0,0239 \cdot 4905 \cdot 1^4}{210000 \times 10^6 \cdot 0,0952^3} = 0,000657 \text{ [m]}$$

$$F_{adm}: \text{Flecha admisible } 10\% \cdot t = 0.952 \text{ [mm]}$$

Por lo tanto, se verifica la condición de flecha del escudo $F_{adm}(0.952) > F(0.657)$.

determinar el módulo resistente necesario para soportar las sollicitaciones aplicadas al perfil.

¹³ S. Timoshenko – 1957 – “Resistencia de materiales”



.....
Dimensionamiento marco bastidor

Con el escudo dimensionado y sus refuerzos seleccionados el siguiente componente estructural a dimensionar es el bastidor que sujetara la compuerta.

En bastidor, en la profundidad del canal, estará empotrado por lo cual no se considera su flexión en estos tramos.

Si se debe dimensionar la viga superior del pórtico que será la que soportará todas las cargas.

Para estos cálculos es necesario determinar la carga que soportara dicho bastidor con lo cual se tiene que los componentes a considerar son:

- Motorreductor

Se extrae el peso de la planilla de características adjuntas según el modelo seleccionado: **7 [kg]**

- Tornillo

Al igual que los componentes anteriores el peso de este es brindado por el fabricante. **3 [kg]**

- Compuerta

Para determinar el peso de la compuerta es necesario sumar los pesos de todas sus partes:

- Escudo:

Con el espesor y el área de este se determina el peso.

- Vigas de refuerzo:

Con la medida de ángulo de tabla se extrae el peso por metro.

- Juntas de estanqueidad

El detalle de la selección de la junta de estanqueidad se describirá en otro apartado de igual modo para este cálculo se toma el peso brindado por el fabricante en el catálogo adjunto en el anexo correspondiente.

- Soportes juntas de estanqueidad

Las dimensiones del soporte que prensa la junta contra el escudo se seleccionan según la medida de sello elegida (descrito en otro apartado) y de tabla se extrae el peso por metro de la planchuela.



- Bulonería

Los bulones que se incluyen en la compuerta son los que soportan la junta de estanqueidad y se los contempla para los futuros recambios del sello. La cantidad y distribución de bulones se podrá observar en el *Plano N° 3*. El peso de cada bulón es tomado de tabla del fabricante.

Peso compuerta		
componente	peso	unidad
Escudo	118	kg
Prensa junta	4	Kg
Bulonería	0,5	Kg
Juntas de estanqueidad	2,5	kg
	125	kg

Tabla 6 (Pesos de compuerta)

Considerando la parte en vuelo del bastidor como un pórtico empotrado en ambas columnas se tiene el siguiente diagrama de cuerpo libre.

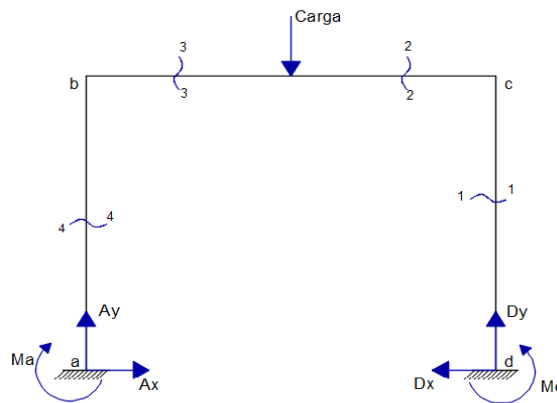


Ilustración 8: (Diagrama de cuerpo libre)

$$\text{Carga} = A_y + D_y$$

$$A_x + D_x = 0$$



Para los cálculos consideramos las 4 secciones representadas en la *ilustración 8*.

Sección 1-1:

$$V_1 = 0$$

$$M_1 = 0$$

Sección 2-2:

$$V_2 = D_y$$

$$M_2 = D_y \cdot x$$

Sección 3-3:

$$V_3 = D_y - P$$

$$M_3 = D_y \cdot \left(x + \frac{L}{2}\right) - P \cdot x$$

Sección 4-4:

$$V_4 = 0$$

$$M_4 = D_y \cdot L - P \cdot \frac{L}{2}$$

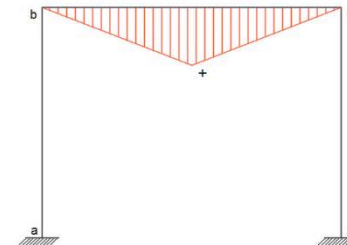


Ilustración 9: Diagrama de momento flector

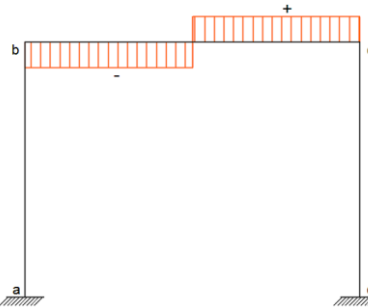


Ilustración 10: Diagrama esfuerzos cortantes

Remplazando valores obtenemos lo siguiente:

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 67,5 \text{ kg}$$

$$V_3 = -67,5 \text{ kg}$$

$$V_4 = 0$$

$$M_1 = 0$$

$$M_4 = 0$$

Para las secciones 2 y 3 se tiene que el momento máximo se da en el centro de la viga ósea para $x = L/2$ por lo tanto tenemos:

$$M_{bc \text{ max}} = 67,5 \text{ kg} \cdot 0,75 \text{ m} = \mathbf{50,625 \text{ kgm}}$$

Con estos datos se determina que módulo resistente debe tener el perfil que formara la viga horizontal del bastidor.



Para determinar el módulo necesario utilizamos la siguiente expresión:

$$W_{nec} = \frac{M_f}{\sigma_{adm}} \cdot C_s$$

Donde:

σ_{adm} = tensión admisible del material [1200 k/cm²]

M_f = momento flector máximo en la viga superior [38 kgm]

C_s = coeficiente de seguridad [3]

$$W_{nec} = \frac{5062,5}{1200} \cdot 3 = \mathbf{12,65 \text{ cm}^3}$$

Para la selección del perfil debemos tener en cuenta que el travesaño superior del bastidor está formado por dos ángulos de lados iguales, como se observa en el *Plano N° 3*, por lo tanto, el módulo resistente del ángulo seleccionado debe ser igual o superior a:

$$W_{nec} = \mathbf{6,325 \text{ cm}^3}$$

De la tabla de dimensiones normalizadas adjunta en el *Anexo N°2* se selecciona el ángulo correspondiente resultando:

Ángulo **2 ½" x 2 ½" x 1/4"**

Sistema de potencia

Transmisión mecánica

Como se describió anteriormente la transmisión mecánica se realizará mediante un husillo roscado para lo cual debemos dimensionar el perfil de la rosca según la carga que se necesita elevar.

Para determinar el esfuerzo máximo que soportara el tornillo se realiza una sumatoria de las cargas que actúan sobre la compuerta.

Las cargas que dependen de la apertura de la compuerta son:

- Rozamiento sellos estanqueidad
- Rozamiento patín de deslizamiento



Las expresiones para calcular cada uno de los esfuerzos son las siguientes:

Rozamiento juntas de estanqueidad

En este caso no depende de la presión sobre la compuerta sino de la presión de trabajo del sello.

$$F_v = \mu N$$

Donde:

$\mu =$ coeficiente de rozamiento del sello [0,8]

$N =$ Fuerzo normal sobre sello [10 kg]

Rozamiento patines de deslizamiento

En este punto es donde se soporta la fuerza generada por la presión del agua sobre el escudo por lo cual la expresión para determinar el esfuerzo es:

$$F_r = \mu_p P a h$$

Donde:

$\mu =$ coeficiente de rozamiento del APM – Acero [0,4]

$P =$ Presión del agua sobre el escudo [kg/m^2]

$a =$ Ancho e la compuerta [1.5 m]

$h =$ Altura sumergida del escudo [m]

Con esto se puede determinar la carga al ascender y descender la compuerta en función de la apertura de esta:

$$C_A = (G - E) + F_r + F_v.$$

$$C_D = -(G - E) + F_r + F_v.$$

En la tabla N° 7 se puede observar la carga que soportara la rosca del husillo en los distintos puntos de apertura de la compuerta.



% Apertura	G-E	fr	fvl	Ca	Cf
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
0	101,8	66,2	80	179,4	-28,1
10	103,3	64,4	80	179,0	-31,5
20	104,7	59,3	80	175,4	-38,1
30	106,2	51,9	80	169,3	-47,2
40	107,7	42,9	80	161,7	-57,9
50	109,1	33,1	80	153,2	-69,4
60	110,6	23,3	80	144,7	-80,8
70	112,1	14,3	80	137,0	-91,5
80	113,6	6,9	80	130,9	-100,6
90	115,0	0,0	80	125,4	-109,1
100	116,5	0,0	80	118,8	-118,8

Tabla 7 (Carga sobre el tornillo)

Con estos valores extraemos la peor condición para realizar el dimensionamiento del tornillo.

El esfuerzo máximo que debe soportar el tornillo es de **[179,4 kg]**.

El dimensionamiento comienza con el cálculo aproximado del diámetro del tornillo mediante la siguiente expresión:

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 * F_A * L_e^2}{\pi^3 * E}}$$

Donde:

$L_e = \text{longitud de pandeo } (0.5 L) [0,55m]$

$F_A = \text{Esfuerzo maximo } (C_A * C_s) [8800N]$.

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 * 8800 * 0,55^2}{\pi^3 * 2.1 * 10^{10}}} = 0,0127 [m]$$

Con este valor aproximado buscamos en el catálogo del fabricante un diámetro estándar inmediatamente superior con lo cual se obtiene.

$d_r = \text{diámetro de la raíz} [14.8 mm]$.

$d_e = \text{diámetro exterior} [20 mm]$.



$p = \text{paso [4 mm]}$

$n = \text{numero de entradas [4]}.$

Con los datos del tornillo seleccionado hacemos el cálculo de la carga que soportara el mismo y obtenemos el nuevo coeficiente de seguridad resultante.

$$F_p = \frac{E * \pi^2 * I}{l_e^2}$$

Donde:

$$I = \text{momento de inercia del tornillo} \left(\frac{\pi * d_r^4}{64} \right) [2,35 \times 10^{-9} \text{ m}^4].$$

$$F_p = \frac{2,1 \times 10^{10} * \pi^2 * 2,35 \times 10^{-9}}{0,55^2} = 1583 \text{ kg}.$$

$$C_s = \frac{F_p}{C_A} = \frac{1530}{179,4} = 8,9.$$

El paso siguiente es determinar el torque necesario para mover la compuerta.

Para el cálculo del momento resistente en el tornillo se deben tener en cuenta el rozamiento en la tuerca y en el collarín donde se apoya el tope del tornillo. En este caso el collarín es remplazado por un rodamiento cónico para disminuir rozamientos y reducir la potencia del motor.

Con esta aclaración y despreciando la fricción de dicho rodamiento se tiene que la expresión para el torque es:

$$T = \frac{C_A \cdot d_m}{2} * \left(\frac{a + \pi \cdot \mu \cdot d_m}{\pi \cdot d_m - \mu \cdot a} \right)$$

Donde:

$a = \text{avance del tornillo (n * p) [8 mm/rev]}$

$\mu = \text{coeficiente de fricción de la tuerca [0,3]}$

$$T = \frac{179,4 * 0,018}{2} * \left(\frac{16 + \pi * 0,3 * 18}{\pi * 18 - 0,3 * 16} \right) + \frac{179,4 * 0,19 * 30}{2} = 1,29 \text{ kgm} = 12,3 \text{ Nm}.$$

Para determinar la potencia necesaria para generar este torque debemos tener en cuenta a qué velocidad se quiere mover la compuerta.



Memoria de cálculo

Como las aplicaciones del dispositivo no requieren extrema precisión y mucha rapidez se considera una velocidad aceptable $v = 1.5 \text{ m} / \text{min}$

Con esta velocidad podemos obtener la velocidad angular que deberá adquirir el tornillo con la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{v}{a} * \frac{\pi}{30} = \frac{1500 * \pi}{16 * 30} = 9,81 \text{ rad} / \text{seg} .$$

con esto tenemos que la potencia necesaria sobre el tornillo será:

$$P = T * \omega = 12,3 * 9,81 = 170 \text{ W} .$$

La siguiente transmisión para llegar al eje del motor se realizará con un conjunto sinfin – corona alojado en una caja reductora con doble entrada. Una entrada estará acoplada al motor y la otra a una manivela para un movimiento manual en algún caso extraordinario.

Para el cálculo del conjunto sin fin-corona se parte de los siguientes datos:

Velocidad de salida: 93 rpm

Torque de salida: 12,3Nm

Velocidad de entrada: 1500 rpm

Datos de la Unidad Reductora										
n2 (r.p.m.)	187	140	93	70	47	35	28	23	18	14
Relación (i)	7,5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
Tamaño	025	025	025	025	025	025	025	030	030	030
Cap. (HP)	0,33	0,23	0,16	0,13	0,12	0,10	0,08	0,12	0,08	0,12
M2 (Kgfm)	0,31	0,31	0,51	0,61	0,82	1,02	1,22	1,33	1,43	2,14
Tamaño	025	025	025	025	025	030	030	030	040	040
Cap. (HP)	0,33	0,23	0,16	0,13	0,12	0,16	0,13	0,12	0,16	0,12
M2 (Kgfm)	0,41	0,52	0,73	0,92	1,22	1,35	1,94	2,14	2,65	2,96
Tamaño	030	030	030	030	030	030	040	040	040	050
Cap. (HP)	0,56	0,44	0,31	0,25	0,22	0,16	0,28	0,25	0,16	0,25
M2 (Kgfm)	0,51	0,71	0,92	1,22	1,63	1,94	2,55	2,85	3,47	4,08
Tamaño	030	030	030	030	030	040	040	040	050	050
Cap. (HP)	0,56	0,44	0,31	0,25	0,22	0,33	0,28	0,25	0,33	0,25
M2 (Kgfm)	0,82	1,02	1,43	1,83	2,45	3,26	3,87	4,38	5,30	6,12

Tabla 8 (Tabla reductores)

Para lograr la velocidad de salida necesaria se selecciona un reductor sin fin-corona con una relación de transmisión de 15 y para lograr el torque necesario se selecciona el modelo NMTR 030 R.015 M2 1,43 Kgf.



Motorización

Como se describió anteriormente los movimientos de la compuerta serán generados por un motor monofásico.

Para determinar la potencia del motor se parte del dato de la potencia necesaria para hacer girar el husillo de transmisión afectada por el rendimiento del conjunto sin fin-corona. Con esta potencia se realiza la selección del catálogo correspondiente adjunto en el *Anexo I*.

$$P = 186 W$$

Del catálogo de motorreductores se extrae que el motor necesario para el conjunto sin fin-corona seleccionado tiene las siguientes características:

Tensión nominal: 230V

Potencia nominal: 0,186 KW

Velocidad nominal: 1500 rpm

Con estos valores vemos que el motor verifica las solicitudes generadas por el dispositivo.

Sistema de control

El sistema de control estará formado por cuatro grandes partes:

- Periféricos
- Autómata programable
- Comunicación
- Centro de control

Periféricos

Medidor de nivel

El dispositivo estará montado sobre el aforador parshall para determinar el nivel en cada momento y así calcular el caudal que está atravesando por la compuerta.



Con las dimensiones del aforador parshall se selecciona el aparato más apropiado del catálogo del fabricante adjunto en el *Anexo I*.

El aparato seleccionado es de la marca MEGASOL y posee las siguientes características:

Modelo: VEGAPULS WL S 61

Alcance: Hasta 8 m

Alimentación: 24 Vdc

Comunicación: 4 a 20 mA



Ilustración 11: Sensor de nivel

Sensores límites de carrera:

Los límites de carrera de la compuerta constan de sensores inductivos que detectan en determinado punto del recorrido del escudo para evitar daños en los componentes en caso de errores de funcionamiento. La señal de estos sensores ingresa al PLC el cual se encarga de realizar las acciones correspondientes para cortar la marcha del motor.

Los sensores seleccionados del mercado son de la marca DATALOGIC y tienen las siguientes características:

Modelo: Ls-18-a1-s2

Alcance de medida: 4 mm

Tipo: PNP

Conexión: 2 hilos

Alimentación: 24 V dc

Encoder:

Este dispositivo es el encargado de dar seguimiento a los movimientos del motor, mediante instrumento se puede realizar los desplazamientos exactos que se le solicite al motor desde el PLC.

El encoder será acoplado al eje del motor y se conectará al PLC.



.....
El modelo seleccionado es de la marca TELEMECANIQUE. Ver catalogo en *Anexo I*.

Modelo: XCC 3510PS84CBN

Control de motor:

El motor será alimentado por un variador de frecuencia monofásico de la marca Schneider para lograr un movimiento suave y tener control de la corriente que se está entregando al motor y comparar con el desplazamiento que me está indicando el encoder. En caso de haber alguna obstrucción o falla el motor será protegido por sobre corriente sin sufrir daños. El dato de corriente también nos brindara una información relativa del estado de lubricación de los componentes o el estado de funcionamiento de todo el conjunto.

El motor además contempla una protección por temperatura para evitar daños en los bobinados en caso de sobrecalentamiento por alguna causa.

El variador apropiado para la aplicación es seleccionado del catálogo del fabricante y se puede observar en el *Anexo I*.

Modelo: altivar 12

Potencia: 0,18 kW

Conexión: Modbus

Autómata programable

El PLC será el encargado de recibir la información desde el dispositivo y contrastarla con los requerimientos que bajen del centro de control. El mismo funcionara cuando el sistema esté en modo automático y quedara deshabilitado en caso de tener que hacer algún movimiento manual.

Para la selección del PLC los datos para tener en cuenta son:

- Lista de entradas-salidas
- Alimentación
- Módulo de comunicación

La lista de entradas y salidas es:



Lista entradas - salidas		
	nombre	tipo
entradas	límite de carrera inferior	DI
	límite de carrera superior	DI
	lectura sensor de nivel	A
	nivel de carga de baterías	A
	pulsos de encoder	A
	parada de emergencia	DI
	pulsador de marcha	DI
	pulsador de contramarcha	DI
salidas	marcha motor	DI
	parada motor	DI

Tabla 9 (Lista E/S)

El PLC seleccionado para la aplicación es de la marca SCHNEIDER de la serie MODICON M221.

El modelo que se adapta a las solicitudes del proyecto es el modelo TM221CE16R. Ver catalogo en *Anexo I*.

En este diseño no está contemplado la escritura del código de la lógica de funcionamiento del dispositivo.

En el momento de realizar el desarrollo del prototipo se realizará la programación del plc donde tendrá líneas de código que se encargaran de los movimientos del dispositivo. Por otro lado, se tendrá líneas de códigos adicionales que se encargaran de las reglas de funcionamiento de cada tipo de aplicación.

Otro bloque de código incluirá las líneas abocadas a las funciones de comunicación tanto para la operación como para la transmisión de información, del estado del dispositivo, útil para el usuario para dar seguimiento al equipo.

Como interfaz para el operador se cuentan con dos opciones posibles.

Una es el SCADA instalado en una CPU instalada en el centro de control o en la vivienda del usuario. Esta interfaz permitirá dar las ordenes al dispositivo como así también cargar manualmente información necesaria para los cálculos de reglas de funcionamiento del aparato.



.....

Por otro lado, el usuario también contara con la posibilidad de tener el control del dispositivo mediante una aplicación que podrá instalar en algún celular que puede ser con una línea dedicada exclusivamente para manejar la compuerta o también podrá descargarse en su teléfono particular dicha aplicación que simulara al SCADA permitiendo así partir ordenes al regulador desde cualquier lugar donde se encuentre en ese momento.

Comunicación

La comunicación será mediante una red inalámbrica global GSM para poder hacer un control desde un pc o un dispositivo de telefonía móvil.

Para este tipo de comunicación se cuenta con un módulo de red GSM de la mara SCHNEIDER del modelo SR2MOD03.

Para la transmisión de datos se utilizará una antena de la marca SCHNEIDER del modelo EBXA-ANT.

En el caso que el equipo se instale en una zona donde la señal telefónica sea escasa se realizara la transmisión mediante una antena hasta un centro de control ubicado en un punto donde exista disponibilidad de una señal telefónica.

Para la transmisión de datos se utilizará una antena direccional de la marca UBIQUITI del modelo NANOBEAM2.

Las características de ambos equipos se encuentran detalladas en sus respetivos catálogos adjuntos en *Anexo I*.

Como en el presente trabajo se contempla la instalación del equipo en la zona rural de Avellaneda en caso de que la señal telefónica sea escasa se utilizara la antena direccional para tomar la señal de la antena telefónica más cercana.

Alimentación eléctrica

Fuente de energía

En este trabajo se plantean dos posibles fuentes de energía:



- Conexión al sistema eléctrico rural existente en la zona de aplicación.
- Energía fotovoltaica.

En el caso de la instalación fotovoltaica solo se realizan los cálculos y se hace la selección de componentes solo con fines prácticos para tener una visión de lo que implicaría optar por este tipo de fuente de energía.

Como este proyecto está planteado para la zona rural de avellaneda donde se cuenta con electrificación rural considera que el dispositivo será alimentado desde la red.

La selección de los componentes necesarios para la conexión está basada en la especificación técnica TN 375a de la EPE.

Para el caso de paneles solares se debe hacer la selección del sistema teniendo en cuenta la potencia que consume todo el sistema.

Se trata de un sistema de generación autónomo que no estará conectado a la red eléctrica.

Para la selección de equipos se estimó un consumo máximo que podría alcanzar el dispositivo. En la siguiente tabla se observa el consumo máximo alcanzado contemplando 1 operación por hora.

	Consumo sistema		
	Potencia	Uso día	Consumo día
	(W)	(h)	(Wh)
compuerta	186	0,2	37,2
fuelle de corriente	17	24	408
plc	15	24	360
Total	218		805,2

Tabla 10 (Consumos del sistema)

Descripción de la solución adoptada

Las cargas requeridas por el sistema pueden depender del día. La instalación presenta demandas instantáneas máxima de 218 W que deben ser cubiertas por el sistema.

Para empezar, se debe calcular la energía total E que debe proporcionar el acumulador y el campo fotovoltaico, en base a la energía total teórica requerida por las cargas E_t y el factor global de rendimiento R.



La energía E viene dada por la siguiente ecuación.

$$E = \frac{E_T}{R}$$

El factor global de rendimiento R, de la instalación, viene dado por la siguiente expresión:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * N}{P_d}\right)$$

Siendo:

N = Número de días de autonomía.

P_d = Profundidad de descarga de la batería.

K_b = Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.

K_a = Coeficiente de auto descarga.

K_c = Coeficiente de pérdidas del inversor.

K_v = Coeficiente de otras pérdidas.

Para el sistema propuesto se tienen en cuenta los siguientes valores:

K_b representa las pérdidas de joule de los acumuladores. Dado que en el sistema que se proyecta no son previsible descargas intensas se ha decidido utilizar un valor de $K_b = 0,05$.

Para calcular K_a se tiene en cuenta, según los datos del fabricante, que la batería a utilizar tiende a descargarse 25% en seis meses. Por lo cual se debe dividir el porcentaje que se descarga la batería para expresarlo en valor por unidad (0,25) en seis meses, entre el número de días equivalentes (180 días).

$$K_a = \frac{0,25}{180} = 0,00139$$

Para los inversores de onda senoidal se recomienda usar un valor, $K_c = 0,2$.

Las pérdidas del cableado y las pérdidas de cada carga se recomiendan usar el siguiente valor un $K_v = 0,1$.

Con un número de días de autonomía necesarios para el emplazamiento $N = 2$ y una profundidad de descarga $P_d = 70\%$ podremos calcular el valor de R:

$$R = (1 - 0,05 - 0,2 - 0,1) * \left(1 - \frac{0,00139 * 2}{0,7}\right) = 0,647$$



Y así con un consumo energético simultaneo de $E_t = 805,2 \text{ Wh/día}$

$$E = 805,2 / 0,647 = 1244 \text{ Wh}$$

Cálculo de la capacidad y determinación del acumulador

Para dimensionar el acumulador se halla la capacidad útil necesaria C_u , con base en la energía total necesaria diariamente E , y el número de días de autonomía estimado N .

$$C_u = 1244 * 2 = 2488 \text{ Wh}$$

Como la tensión del sistema U_s será de 12V, es posible obtener C_u en Ah de la siguiente manera:

$$C_u = C_u / U_s = \frac{2488}{12} = 207 \text{ Ah}$$

La capacidad nominal asignada por el fabricante será igual al cociente entre C_u y la profundidad máxima de descarga admisible P_d

$$C = C_u / P_d = \frac{207}{0,7} = 296 \text{ Ah}$$

Y finalmente sabiendo que las baterías Estacionarias USO SOLAR - Electrolito líquido MOURA CLEAN 12MF150 tienen una capacidad de 165Ah a una tensión U_b de 12V se necesitan dos baterías conectadas en paralelo, para que suministre la capacidad calculada.

Cálculo del campo fotovoltaico

El valor de E obtenido es la energía que debe entrar a través de los bornes de la batería, la cual tiene origen en los paneles. Sin embargo, entre estos dos elementos suele haber un regulador de carga que disipa energía en forma de calor o bien corta el suministro durante ciertos periodos de tiempo, por lo que la cantidad diaria, E_p producida por los paneles debe ser siempre superior a E .

Como es difícil evaluar con precisión las pérdidas del regulador, ya que dependen del estado de carga de la batería, que a su vez depende del perfil de consumo diario, se recomienda usar por término medio un diez por ciento de pérdidas en el regulador, así el rendimiento de éste sería del 90%.



$$E_p = E/0.9 = 1244/0.9 = \mathbf{1382 \text{ Wh}}$$

Con el fin de evaluar la energía que un panel puede producir diariamente en una determinada localidad, resulta útil el concepto de horas de sol pico sobre la horizontal (H.S.P.), que para el emplazamiento y el mes de cálculo propuesto su valor es de 2.71 kWh.

Considerando la potencia pico P_p de los Panel Solar SOLARTEC S.A. KS150T 150W - 12 V se determinó el número de paneles necesarios mediante la siguiente expresión:

$$N_p = \frac{E_p}{P_p * HSP * \eta} = \mathbf{1382 / (150 * 2,71 * 0.97) = 3.5 \text{ PANELES}}$$

Aproximando al número entero más cercano, se necesitan 4 paneles, para lograr la potencia necesaria.

Reguladores

Además de los paneles solares y las baterías, el sistema precisa para su funcionamiento, de un regulador de carga que se encarga de proteger la batería ante sobrecargas y antes descargas excesivas de las baterías mediante la desconexión de las cargas. Para conocer bien que regulador se debe usar, es necesario conocer la tensión del sistema, que en este caso es de 12V, como también conocer cuál es la corriente máxima que debería soportar el regulador.

En el dimensionado de los reguladores se debe tener en cuenta un margen de seguridad tal que entre la potencia máxima producida por el campo fotovoltaico y la potencia máxima del regulador haya un margen aproximado del 10%.

Para calcular el número de reguladores necesario se aplica la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{[N_{PP} * i_p + (N_{PP} * i_p * 0,1)]}{i_r}$$

Siendo:

N_r = Numero de reguladores.

N_{pp} = Numero de paneles en paralelo.



.....
 i_p = Intensidad pico del panel seleccionado.

i_r = Intensidad máxima del regulador.

En este caso se opta por un regulador SOLARTEC SC40 12/24 Vcc- 40A con lo cual obtenemos la cantidad de reguladores:

$$N_r = [4 * 8,2 + (4 * 8,2 * 0,1)] / 40 = \frac{36,08}{40} = 1 \text{ regulador}$$

Inversor

El inversor necesario para la instalación se debe proporcionar la potencia pico máxima instantánea exigida por las cargas, considerando que al momento de un mantenimiento el dispositivo no se encuentra en funcionamiento, la potencia necesaria es de 1500W, y la tensión alterna de funcionamiento de las cargas que es de 220V.

La tensión saliente del inversor deberá llegar a un cuadro eléctrico donde se encuentran las protecciones del sistema y se distribuyen las cargas.

Para seleccionar el inversor se debe tener en cuenta las siguientes características del sistema:

Tensión nominal de entrada: $U_s = 12V$.

Potencia Nominal: 1500 W.

El sistema presenta una potencia máxima de 1500W, pero se escoge un inversor de 2000W debido a que da un margen de crecimiento y el sistema se adapta correctamente a él.

Tensión nominal y frecuencia de salida: $U_{ac} = 220V_{ac}$ a 50Hz

Eficiencia: $\eta_i > 84,5\%$.

Modelo: INVERSORES QMAX (CC a CA) - onda senoidal

Características: QM-1012FC 12 Vcc - 1000 W - 2000 W.

Alimentación de periféricos



.....

Independientemente del tipo de alimentación que se utilice el dispositivo necesita un circuito auxiliar de 24v para la alimentación de los periféricos para lo cual se selecciona una fuente de corriente con capacidad para alimentar todos los consumos en 24v.

Los datos técnicos de la fuente seleccionada se observan en el catálogo adjunto en el Anexo I.

Modelo: MINI-SYS-PS-100-240AC/24DC/1.5

Marca: PHOENIX CONTACT

Corriente de salida: 1,5A

Tensión nominal: 240 Vac/ 24 Vdc

Circuito de alimentación

En esta sección se realizan los cálculos de todo el circuito de alimentación desde la fuente de potencia hasta los terminales de uso. En este circuito se incluyen:

- Conductores
- Elementos de protección

Conductores

Para comenzar con los cálculos de los conductores podemos dividir el conexionado en partes para poder ordenar los cálculos.

En el sistema se distinguen las siguientes partes:

- Conexión de la fuente de potencia
- Conexiones dentro del tablero.
- Conexiones de los terminales de uso.

Para la selección de los conductores se considera la siguiente tabla de secciones mínimas recomendadas para cada circuito.



Sección mínima admisible de conductores	
tramo	sección [mm ²]
circuito de alimentación	4
circuitos internos tablero	1,5
alimentación de terminales de uso	1.5
circuitos de usos especiales	2,5

Tabla 11 (detalle sección de cables)¹⁴

Las verificaciones que se realizan en cada conductor son:

- Selección del conductor por intensidad máxima

En este punto se realiza la preselección del conductor en función de la intensidad máxima admisible, de cada sección, brindada por el fabricante.

- Verificación de la sección por máxima caída de tensión

Para este cálculo se tiene en cuenta la impedancia del conductor brindada por el fabricante y se determina si la caída de tensión se encuentra dentro de los parámetros recomendados.

Caída de tensión máxima permitida	
Medidor EPE - gabinete GP	2%
Panel - Regulador	1%
Regulador - Acumulador	1%
Regulador - Inversor	1%
Inversor - Protección principal	1%
Variador de velocidad - motor	3%

Tabla 12 (Caídas de tensión admisibles adoptadas)

En el caso de las conexiones de los sensores se utilizan los parámetros exigidos por el fabricante.

¹⁴ Cuaderno técnico Schneider



- Verificación del conductor por máxima corriente de cortocircuito

En este punto se determina la corriente máxima que pueden soportar los conductores en un tiempo determinado intervalo de tiempo. Para este cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$I_{cc} = k \cdot S / \sqrt{t}$$

Donde

I_{cc} : corriente de cortocircuito admisible por conductor

S : sección del conductor

t : duración del cortocircuito (mínimo 0.1 segundo, máximo 5 seg)

k : constante que depende de la naturaleza del material (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplásticos PVC o termoestables XLPE).

<i>k</i>							
Aislación de los conductores	PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral		
					PVC	Desnudo	
Temperatura inicial °C	70	70	90	60	70	105	
Temperatura final °C	160	140	250	200	160	250	
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Tabla 13 (coeficientes *k* para conductores de línea)¹⁵

Conexiones de la fuente de potencia

Este parte depende del tipo de fuente:

En el caso de una conexión a la red eléctrica se tiene que el conductor que unirá el medidor de la empresa de energía y el tablero.

La acometida en este caso está establecida por la proveedora de energía y se puede observar el conexionado y características en las especificaciones adjuntas TN 375. Ver ANEXO III.

¹⁵ AEA 90364



Memoria de cálculo

Dicha acometida contará con un medidor colocado en un pilar y este se conectará al gabinete principal mediante un cable subterráneo enterrado directamente.

Verificación por intensidad máxima

Partiendo del dato de la corriente nominal que consumirá el sistema se hace la selección del conductor:

Se plantea una potencia máxima que se consumiría en caso de tener que usar el tomacorriente auxiliar para realizar alguna operación de mantenimiento. Para esto se considera una potencia de 1500 W.

$$I_n = \frac{P_N}{V_N * \cos\phi} = \frac{1500}{230 * 0,8} = \mathbf{8,15 A}$$

De acuerdo con este valor de corriente obtenido, y a los valores de corriente admisibles que especifica el fabricante en sus catálogos, se adopta inicialmente el conductor con las siguientes características:

Marca: Prysmian

Modelo: Retenax Valio Tripolar 0,6/1,1 kV. Categoría II

Sección: 4 [mm²]

Corriente admisible: para tendido directamente enterrado

Medidor EPE - gabinete GP									
tramo	I _b [A]	Sección [mm ²]			R[Ω/Km]	Xl[Ω/Km]	tramo[r]	R [Ω]	Xl [Ω]
		fase	neutro	PE					
Medidor - GP	8,15	4	4	-	6,3	0,0894	15	0,0945	0,00134

Verificación por caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión se considera, ya que se trata de pequeñas sesiones, despreciable la reactancia y se efectúan los cálculos con la resistencia brindada por el fabricante.

Caída de tensión									
tramo	Corriente [A]	Longitud [Km]	Sección [mm ²]	R [Ω/Km]	X [Ω/Km]	ΔU [V]	% U		
Medidor - GP	8,15	0,015	4	0,0945	0	0,0185	0,008%	VERIFIA	



.....
Verificación por corriente de cortocircuito

Cálculo de la impedancia del transformador

Se considera que la potencia disponible en un corto es la que entrega el transformador de bajada que en este caso es de 5 KVA.

Para el calcula de la impedancia del transformador se utiliza la siguiente expresión:

$$Z_t = \frac{\mu_{cc} U_N^2}{S_N}$$

Donde:

Z_t = es la impedancia del transformador.

U_n = tensión de línea de la red.

u_{cc} = 4,5% valor obtenido del catálogo de transformador. Ver Anexo I

S_n = 5 [kVA], potencia del transformador rural adoptado.

$$Z_t = \frac{0,045 \cdot 230^2}{5000}$$

$$z_t = 0,4761 [\Omega]$$

Para fines prácticos y considerando que, al tratarse de una línea de baja tensión, la resistencia es despreciable adoptamos lo siguiente:

$$R_t = 0,1 Z_t = 0,04761[\Omega]$$

$$X_a = 0,9 Z_t = 0,4285[\Omega]$$

Entonces:

$$Z_t = 0,04761 + 0,4285i$$

Cálculo de impedancia de los conductores

La impedancia de los conductores ya fue detallada el inciso de la selección de conductores para cada tramo.



Memoria de cálculo

Este método, para el cálculo de las corrientes de corto, consiste en introducir una fuente de tensión equivalente en el punto del defecto. La fuente de tensión es la única tensión activa del sistema, y las máquinas sincrónicas, asincrónicas, se sustituyen por su impedancia equivalente (en este caso despreciamos estas máquinas).

La fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, mencionada anteriormente, viene dada por la siguiente ecuación:

$$U_{eq} = c \times \frac{U_L}{\sqrt{3}}$$

Donde:

U_L = tensión de línea.

c = factor de tensión obtenido de la norma AEA 90909

$c_{max} = 1,10$

$c_{min} = 1,00$

Estos factores, nos dará la corrientes máximas o mínimas de cortocircuito según el valor que sea utilizado.

La corriente de fallo monofásica a tierra máxima o mínima viene dada por:

$$I_k''(Max. \text{ ó } Min.) = \frac{U_L \times (c_{max} \text{ ó } c_{min}) \times \sqrt{3}}{Z_D + Z_I + Z_0}$$

El valor de cresta de la intensidad de fallo es:

$$I_p = \sqrt{2} \times k \times I_k''(Maxima)$$

El factor k puede ser extraído de una curva en función de la relación R/X o también se lo puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$k = 1.02 + 0.98 \times e^{-3R/X}$$

cortocircuito en tablero												
circuito	tipo de falla	sección [mm²]	Impedancias			Corriente de corto		R/X	k	I _p	Valores de cresta	
			Z(+)	Z(-)	Z(0)	I _k ''	I _k '				S [mm²]	S < S _c
						(Max)	(Min)					
Medidor - gabinete	monofásica	4	0,14211+0j	0,14211+0j	0,42633+1,28j	176,0	167,2	0,33	1,38	344,3	0,39	verifica

Para el caso en el que se adopte como fuente de energía un sistema fotovoltaico se tendrá distintas conexiones entre sus elementos.

Estas conexiones son:



Memoria de cálculo

- Tramo campo paneles - regulador
- Tramo regulador - Acumulador
- Tramo regulador - inversor
- Tramo inversor - gabinete

Se hace la selección del conductor más apropiado para la aplicación teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible:

- Tramo campo paneles - regulador

Verificación por intensidad máxima

En este tramo la corriente máxima sale de las prestaciones de los paneles que se determinaron en los cálculos anteriores.

La corriente que entrega cada panel en su potencia máxima es de 4,29 A y con esta dimensionamos el conductor desde el panel hasta el regulador de carga.

Para este caso también se adopta un cable de la marca Prysmian de las siguientes características:

Modelo: Retenax Valio Bipolar 0,6/1,1 kV. Categoría II

Sección: 1,5 [mm²]

Con este valor extraemos del catálogo correspondiente la sección del conductor apropiado.

Panel - Regulador									
tramo	I _b [A]	Sección [mm ²]			R[Ω/Km]	Xl[Ω/Km]	L tramo[m]	R [Ω]	Xl [Ω]
		fase	neutro	PE					
Panel - Regulador	12,87	1,5	1,5	-	17	0,103	0,015	0,255	0,001545

Verificación por caída de tensión

Al igual que en el caso anterior se desprecia la reactancia del conductor se obtiene que el mismo verifica la caída de tensión admisible.

Caída de tensión de cada circuito								
tramo	Corriente [A]	Longitud [Km]	Sección [mm ²]	R [Ω/Km]	X [Ω/Km]	ΔU [V]	% U	
Panel - regulador	12,87	0,015	1,5	0,255	0	0,0788	0,328%	verifica



Verificación por corriente de cortocircuito

En este caso no es necesario hacer la verificación por cortocircuito a que los conductores se seleccionaron respecto de la intensidad máxima que pueden entregar los paneles por lo tanto nunca se sobrepasara esa intensidad.

- Tramo regulador - Acumulador

Verificación por intensidad máxima

Para este caso tenemos que la corriente que llegara al acumulador es la entregada por los paneles 12,87 A por lo cual se extrae del catálogo de cables las dimensiones necesarias del conductor.

Se considera para este caso la utilización del siguiente tipo de conductor:

Modelo: Retenax Valio Bipolar 0,6/1,1 kV. Categoría II

Marca: Prysmian

Sección: 1,5 [mm²]

Cuya selección se lleva a cabo teniendo en cuenta la intensidad máxima, permitida por el fabricante, que soporta el conductor según su sección.

Regulador - Acumulador									
tramo	I _b [A]	Sección [mm ²]			R[Ω/Km]	Xl[Ω/Km]	L tramo[m]	R [Ω]	Xl [Ω]
		fase	neutro	PE					
Regulador - batería	12,87	1,5	1,5	-	17	0,103	0,002	0,034	0,000206

Verificación por caída de tensión

Siguiendo el mismo criterio anterior se obtiene:

Caída de tensión de cada circuito								
tramo	Corriente [A]	Longitud [Km]	Sección [mm ²]	R [Ω/Km]	X [Ω/Km]	ΔU [V]	% U	
regulador-batería	12,87	0,002	1,5	0,034	0	0,0014	0,006%	verifica

Verificación por corriente de cortocircuito

Para este tramo el conductor se seleccionó con la corriente que entrega el regulador por lo cual no se superara la intensidad admisible del conductor.

- Tramo regulador - inversor



Verificación por intensidad máxima

En este tramo la intensidad máxima está dada por las prestaciones de los paneles que, como se detalló anteriormente, tienen una corriente máxima de 12,87 A.

Con este dato se obtiene del catálogo del fabricante que se necesita un conductor de las siguientes características:

Modelo: Retenax Valio Bipolar 0,6/1,1 kV. Categoría II

Marca: Prysmian

Sección: 1,5 [mm²]

Regulador - Inversor									
tramo	I _b [A]	Sección [mm ²]			R[Ω/Km]	Xl[Ω/Km]	L tramo[m]	R [Ω]	Xl [Ω]
		fase	neutro	PE					
Regulador - inversor	12,87	1,5	1,5	-	17	0,103	0,001	0,017	0,000103

Verificación por caída de tensión

Caída de tensión de cada circuito								
tramo	Corriente [A]	Longitud [Km]	Sección [mm ²]	R [Ω/Km]	X [Ω/Km]	ΔU [V]	% U	
regulador-inversor	12,87	0,001	1,5	0,017	0	0,0004	0,001%	verifica

Verificación por corriente de cortocircuito

Al igual que el caso anterior no es necesario hacer la verificación por cortocircuito.

- Tramo inversor – gabinete

Verificación por intensidad máxima

En este tramo ya tenemos corriente AC y tenemos que la tensión de trabajo del sistema es de 230 Vac y según el dato del fabricante el inversor seleccionado posee una potencia de 1500W con lo cual se obtiene que la corriente máxima que puede circular en este tramo es:

$$I_n = \frac{P_N}{V_N * \cos\phi} = \frac{1500}{230 * 0,8} = \mathbf{8,15 A}$$

Con este valor se obtiene del catálogo del fabricante que la sección necesaria de conductor es:



Inversor - Protección principal									
tramo	I_b [A]	Sección [mm ²]			R[Ω/Km]	Xl[Ω/Km]	L tramo[m]	R [Ω]	Xl [Ω]
		fase	neutro	PE					
Inv. - protección	8,15	4	4	-	6,3	0,0894	1	6,3	0,0894

El conductor seleccionado para este tramo es:

Modelo: Retenax Valio Bipolar 0,6/1,1 kV. Categoría II

Marca: Prysmian

Sección: 4 [mm²]

Verificación por caída de tensión

Caída de tensión de cada circuito								
tramo	Corriente [A]	Longitud [Km]	Sección [mm ²]	R [Ω/Km]	X [Ω/Km]	ΔU [V]	% U	
Inv. - protección	8,15	0,001	4	6,3	0	0,0822	0,036%	VERIFICA

Verificación por corriente de cortocircuito

En este caso el inversor no puede entregar más corriente que su máximo por lo cual no existe riesgo de sobrepasar la intensidad admisible del conductor.

Conexiones dentro del tablero

Para las conexiones dentro del gabinete principal se utiliza un conductor flexible de la sección correspondiente según los consumos de cada componente conectado.

El conductor seleccionado es de la marca Prysmian del tipo Superastic flex.

Debido a los bajos consumos y con el fin de estandarizar secciones se plantea las conexiones de potencia dentro del tablero con conductores de 1 mm² de sección y las conexiones de comando con un conductor de 0.75 mm² de sección.

Conexiones de los terminales de uso

Motor

Partiendo de la potencia nominal del motor podemos obtener la corriente que conducirán estos conductores.



$$I_n = \frac{P_N}{V_N * \cos\varphi} = \frac{186}{230 * 0,8} = 1.1 A$$

Para el dimensionamiento de los conductores se tendrá en cuenta la corriente de arranque del motor que consideramos es:

$$I_{arr} = 2 I_n = 2.2 A$$

Verificación por intensidad máxima

Con el valor de la corriente se ingresa en la tabla de corrientes admisible recomendada por el fabricante q se obtiene un conductor de las siguientes características:

Marca: Prysmian

Modelo: Retenax Valio Bipolar 0,6/1,1 kV. Categoría II

Marca: Prysmian

Sección: 1,5 [mm²]

Corriente admisible: para tendido directamente enterrado

protección - motor									
tramo	I _b [A]	Sección [mm ²]			R[Ω/Km]	Xl[Ω/Km]	L tramo[m]	R [Ω]	Xl [Ω]
		fase	neutro	PE					
protección-motor	2,2	1,5	1,5	-	17	0,103	10	0,17	0,00103

Verificación por caída de tensión

Para esta verificación se tiene en cuenta la corriente que consume el motor en el arranque.

Caída de tensión protección-motor								
tramo	Corriente [A]	Longitud [Km]	Sección [mm ²]	R [Ω/Km]	X [Ω/Km]	ΔU [V]	% U	
Protección-motor	2,2	0,01	1,5	0,17	0,00103	0,006	0,003%	VERIFICA

Verificación por corriente de cortocircuito

Con las fórmulas descriptas anteriormente se realiza el cálculo de las corrientes de cortocircuito y se obtiene que la sección de cable preseleccionada verifica la condición de falla.

cortocircuito en motor												
circuito	tipo de falla	sección [mm ²]	Impedancias			Corriente de corto		Valores de cresta				
			Z(+)	Z(-)	Z(0)	Ik* (Max)	Ik* (Min)	R/X	k	Ip	S [mm ²]	S< Sc
proteccion - motor	monofásica	1,5	0,31211+0,430861i	0,31211+0,430861i	0,93633+1,292583i	149,8	142,3	0,72	1,13	239,6	0,33	verifica



.....
Sensores

La alimentación de los sensores la realiza la fuente de corriente y los conductores utilizados son los recomendados por los fabricantes y se encuentran dimensionados para las longitudes especificadas.

Elementos de protección

Como puede observarse en el esquema unifilar las protecciones que se utilizaran son:

Como se plantea alimentarse de una red de electrificación rural, con un transformador monofásico de 5KVA, las protecciones están estipuladas en la especificación técnica TN 375 de la EPE.

Aguas abajo del transformador se considera un seccionador fusible MN239a del cual parte la conexión hacia el medidor de energía colocado en un pilar construido bajo la especificación CN 01a.

Protección – principal

La protección del sistema estará dada por un interruptor diferencial a la salida del medidor y luego un pequeño interruptor automático en la entrada del tablero principal.

Para la selección del interruptor diferencial se considera la intensidad de corriente asignada, su capacidad de ruptura y la corriente de corto que podrá soportar.

En lo que respecta a la protección contra sobrecargas, la corriente asignada de un interruptor diferencial (ID) deberá ser elegida teniendo en cuenta la máxima corriente de carga que, en forma permanente, podrá circular por él. El dispositivo seleccionado debe:

- verificar que la corriente asignada del ID sea mayor o igual que la corriente asignada del dispositivo de protección contra sobrecargas ubicado, en serie, aguas arriba.
- verificar que la corriente asignada ID, cuando el interruptor está ubicado aguas arriba de un grupo de circuitos, sea igual o mayor que la suma aritmética (por fase) de las corrientes asignadas de cada interruptor termomagnético de cada circuito aguas debajo de él.

En lo que corresponde a la capacidad de ruptura y a las corrientes de cortocircuito, siempre debe verificarse:



Memoria de cálculo

- que posea una capacidad de ruptura adecuada (mayor que la corriente de falla a tierra presunta en el punto)
- que pueda soportar sin daños las corrientes de corto que pudieran presentarse en el punto.

Para este proyecto se plantea utilizar interruptores diferenciales instantáneo de la gama Acti 9 modelo Acti 9 IID clase AC de la marca Schneider. Ver Catalogo adjunto Anexo I.

Interruptor diferencial					
I_n [A] PIA aguas arriba	ΣI_n [A] PIA aguas abajo	I_n [A]	Sensibilidad [mA]	Nº de polos	Clase
25	16	25	30	2	AC

Modelo: A9R71225

Calibre: 25A

Capacidad de ruptura: 10000 KA

Número de polos: 2

Curva de disparo: AC

Aguas abajo del interruptor diferencial se encuentra el tablero principal protegido con un interruptor termomagnético del calibre correspondiente.

Proteccion principal												
I_b [A]	I_n [A]	I_z [A]	$I < I_n$	$I_n < I_z$	Nº de polos	Curva	Clase	Sección [mm²]		$k^2 \times S^2$	$I^2 \times t$	$k^2 \times S^2$ > $I^2 \times t$
8,15	16	51	verifica	verifica	1+N	C	3	2	4,0	2E+05	18000	verifica

Modelo: A9F74216

Calibre: 16 A

Capacidad de ruptura: 10000 KA

Número de polos: 2

Curva de disparo: C

Aguas debajo de la protección principal de tableros existes tres circuitos independientes protegidos cada uno por un interruptor termomagnético del calibre correspondiente.



Protección circuito motor

Para la protección del motor se cuenta con el variador con lo cual la única función de este instrumento va a ser de protección del circuito sin necesidad de colocar un guardamotor.

Protección circuito motor											
I _b [A]	I _N [A]	I _z [A]	I<I _N	I _N <I _z	Nº de polos	Curva	Clase	Sección [mm ²]	k ² x S ²	I ² x t	k ² x S ² > I ² x t
2,20	4	29	verifica	verifica	2	C	3	2 x 1,5	29756,3	18000	verifica

Modelo: A9F74204

Calibre: 4 A

Capacidad de ruptura: 10000 KA

Número de polos: 2

Curva de disparo: C

Protección circuito comando

Como se detalló anteriormente para alimentación de este circuito se cuenta con una fuente de corriente con salida en 24v y alimentada con 230Vac. Por esto se tendrá una protección magnetotérmica aguas arriba de la fuente.

Esta protección esta seleccionada por la recomendación del fabricante de dicha fuente:

Protección circuito comando											
I _b [A]	I _N [A]	I _z [A]	I<I _N	I _N <I _z	Nº de polos	Curva	Clase	Sección [mm ²]	k ² x S ²	I ² x t	k ² x S ² > I ² x t
0,75	6	13	verifica	verifica	2	C	3	2 x 1,5	29756	18000	verifica

Modelo: A9F77206

Calibre: 6 A

Capacidad de ruptura: 10000 KA

Número de polos: 2

Curva de disparo: C

Protección circuito auxiliares

En este circuito se encuentra una toma auxiliar de 230V y la iluminación interna del tablero. Para determinar la protección se considera un consumo simultaneo de 1500W por lo que la corriente que debe soportar la térmica es:



Memoria de cálculo

.....

Protección circuito auxiliar											
I _b [A]	I _N [A]	I _z [A]	I < I _N	I _N < I _z	Nº de polos	Curva	Clase	Sección [mm²]	k² x S²	I² x t	k² x S² > I² x t
8,15	16	29	verifica	verifica	2	C	3	2 x 1,5	29756,3	18000	verifica

Modelo: A9F74216

Calibre: 16 A

Capacidad de ruptura: 10000 KA

Número de polos: 2

Curva de disparo: C



ANALISIS ECONÓMICO

El análisis que se realiza sobre las cuestiones económicas está enfocado por una parte a la determinación de los costos que insume la fabricación de un dispositivo conforme a los diseños realizados y por otra parte considerar la factibilidad de producir una cantidad hipotética.

En cuanto a la justificación de asumir que el producto desarrollado va a ser demandado, se extraen y aplican las consideraciones y evaluaciones sobre los beneficios técnicos, económicos y ambientales de la regulación hidráulica de caudales telegestionados

En primera instancia se realiza una evaluación detallada y precisa de los costos y se plantean los beneficios de la instalación del dispositivo frente a otro tipo de soluciones.

Por otro lado, se efectúa un estudio de la factibilidad de la fabricación, para lo cual plantea sobre el modelo desarrollado, disponer otros modelos afines contemplando a su vez, varias capacidades de regulación y por consiguiente justificar una escala de producción mayor e hipótesis de optimización de los costos interviniendo en cuestiones de organización y de procesos de fabricación.

El éxito dependerá de demostrar la competitividad de un manejo hídrico a partir del regulador de caudales superficiales telegestionado, respecto de aquel que se maneja sin esta tecnología, realizando los análisis de los costos diferenciales de los factores que pudieran incidir como ser en la operación y mantenimiento, en las infraestructuras requeridas, la eficiencia y eficacia de respuesta a las demandas hídricas, a los condicionantes o restricciones ambientales y a otros conceptos específicas que pudiera tener cada tipo de sistema.

Para el análisis de alternativas constructivas enfocadas en adquisición de productos de estantería, lo que es una premisa de una primera etapa del proyecto, se realiza un cómputo de materiales para generar un presupuesto planteado para el desarrollo de un prototipo.

Cabe destacar que una vez que se hayan recopilado datos con el prototipo se realizara la reingeniería de los componentes de dispositivo para optimizar al máximo el diseño e implementación.



		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA Ingeniería electromecánica Proyecto final					
REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO Computo y presupuesto							
Fecha: 16/11/2020						Precio USD:	\$ 85,25
Ítem	Detalle	CANT.	UNIDAD	PESO (Kg)	P.U.	Total	
1	AFORADOR						
1.1	Parshall						
1.1.1	Chapa LC 3mm	3	M²	71	USD 1,05	\$	6.343
1.2	Soporte sensor de nivel						
1.2.1	Perfil ángulo 2 1/2" x 3/8"	1,5	m	13	USD 1,05	\$	1.196
2	REGULADOR DE CAUDAL						
2.1	Bastidor						
2.1.1	Chapa LC 1/4"	1	M²	50	USD 1,05	\$	4.476
2.1.2	Perfil ángulo LC 2" x 1/4"	2	M	10	USD 1,05	\$	895
2.1.3	APM	4	M²			\$ 720,0	\$ 2.880
2.2	Escudo						
2.2.1	Chapa LC 1/4"	1,3	M²	65	USD 1,05	\$	5.818
2.2.2	Perfil ángulo LC 2 1/2" x 1/4"	1,5	M	9	USD 1,05	\$	830
2.3	Estanqueidad						
2.3.1	Sello neoprene nota	4	M		USD 3,00	\$	1.023
2.3.2	Planchuela LC1 1/2" x 3/16"	3	M	4	USD 1,05	\$	376
2.3.3	Sello neoprene esquinero	2	U		USD 7,00	\$	1.194
2.4	Transmisión						
2.4.1	Tornillo	1	U		USD 85,00	\$	7.246
2.4.1	Tuerca	1	U		USD 15,00	\$	1.279
2.5	Accionamiento						
2.5.1	Motoreductor	1	U		USD 300,00	\$	25.575
2.5.2	Variador de frecuencia	1	U		USD 100,00	\$	8.525
2.5.3	Cable	10	M		USD 10,00	\$	8.525
3	Sistema eléctrico						
3.1	Fuente de energía						
3.1.1	kit pilar de luz	1	U		USD 110,00	\$	9.378
3.2	Instrumental						
3.2.0	Interruptor diferencial	2	U		USD 60,00	\$	10.230
3.2.1	Térmica bipolar	3	U		USD 18,00	\$	4.604
3.2.3	borneras	20	U		USD 0,50	\$	853
3.2.4	fusibles	10	U		USD 0,10	\$	85
3.2.5	fuelle 24v	1	U		USD 95,00	\$	8.099
3.2.6	gabinete	1	U		USD 30,00	\$	2.558
4	Sistema control						
4.1	Sistema de medición						
4.1.1	Sensor de nivel	1	U		USD 100,00	\$	8.525
4.1.3	Cable	15	M		USD 8,00	\$	10.230
4.2	Sistema de control						
4.2.1	PLC	1	U		USD 150,00	\$	12.788
4.2.2	Modulo de comunicación	1	U		USD 80,00	\$	6.820
4.2.3	Sensor inductivo	2	U		USD 57,00	\$	9.719
4.3	Sistema de comunicación						
4.3.1	antena	2	U		USD 100,00	\$	17.050
5	Varios						
5.1	Galvanizado en caliente	280	kg		USD 1,00	\$	23.870
5.2	cables	1	U		USD 380,00	\$	32.395
5.3	Burlonería	1	U		USD 75,00	\$	6.394
SUBTOTAL							\$ 239.776
	Total Materiales	0	U			\$	239.776
	Mano de obra	50	H		\$ 200,0	\$	10.000
	Mano de obra eléctrica	5	H		\$ 220,0	\$	1.100
	Plegados y cortes	50	Kg		\$ 75,0	\$	3.750
	Mecanizados	3	H		\$ 350,0	\$	1.050
	Ingeniería	10	H		\$ 300,0	\$	3.000
	Transporte	1	U		\$ 10.000,0	\$	10.000
	Varios	8%				\$	21.494
	COSTO TOTAL					\$	290.170
	TOTAL					\$	290.170
	TOTAL USD					USD	3.404

Tabla 14 (Computo y presupuesto)¹⁶

¹⁶ Valor del dólar 16/11/2020 - <https://www.bna.com.ar/>



En este primer diseño del prototipo también se encontraron distintas alternativas para el desarrollo de determinados componentes que generan diferencia en el presupuesto necesario para la fabricación de las partes.

A continuación, se presupuestan algunas de estas alternativas:

Análisis de diferencias de materiales o tratamientos											
										Precio USD	\$ 85,25
Ítem	Detalle	CANT.	UNIDAD	PESO (Kg)	alternativa 1		alternativa 2		alternativa 3		
					P.U.	subtotal 1	P.U.	subtotal 2	P.U.	subtotal 3	
1.1	Parshall										
1.1.1	Chapa 2mm	9,3	M ²	146	USD 1,40	\$ 17.480	USD 1,70	\$ 21.225	USD 5,39	\$ 67.296	
2.1	Bastidor										
2.1.1	Chapa 1/4"	1	M ²	50	USD 1,40	\$ 5.968	USD 1,70	\$ 7.246	USD 5,39	\$ 22.975	
2.1.2	Perfil ángulo 2" x 1/4"	3,3	M	17	USD 1,70	\$ 2.391	USD 2,00	\$ 2.813	USD 5,39	\$ 7.582	
2.2	Escudo										
2.2.1	Chapa 3/8"	1,6	M ²	120	USD 1,40	\$ 14.322	USD 1,70	\$ 17.391	USD 5,39	\$ 55.140	
2.3	Estanqueidad										
2.3.2	Planchuela 1 1/2" x 3/16"	3,5	M	5	USD 1,40	\$ 585	USD 1,70	\$ 710	USD 5,39	\$ 2.252	
						\$ 40.745		\$ 49.386		\$ 155.244	

- Alternativa 1 acero con tratamiento de pintura epoxi
 Alternativa 2 acero con tratamiento de galvanizado en caliente
 Alternativa 3 acero inoxidable

Tabla 15 (alternativas de materiales)

Análisis de diferencias de sistema								
							Precio USD	\$ 85,25
Ítem	Detalle	CANT.	UNIDAD	alternativa 1		alternativa 2		
				P.U.	subtotal 1	P.U.	subtotal 2	
1.1	Alimentación eléctrica							
1.1.1	fuelle de energía	1	U	USD 338,00	\$ 28.815	USD 1.978,00	\$ 168.625	
					\$ 28.815		\$ 168.625	

- Alternativa 1 alimentación red eléctrica
 Alternativa 2 alimentación con energía solar

Tabla 16 (alternativas de alimentación)

Beneficios aportados por el Regulador de caudal Telegestionado

El primer análisis se contempla el estudio de razones técnicas y económicas que permiten dar entendimiento de los beneficios que puede acarrear la utilización del dispositivo.

Debido a que no se dispone de suficientes casos donde se puedan extraer criterios y métodos específicos de evaluación validados y reconocidos para resolver con certeza la evaluación económica, será necesario plantear ciertas suposiciones o hipótesis y simplificaciones, para poder realizar las estimaciones cuantitativas de cada factor o concepto.



La cuantificación de las variables que permiten realizar las evaluaciones comparativas puede ser realizadas sobre las características y datos de un sistema concreto.

- **Operación:**

En los sistemas de canales por gravedad, como, por ejemplo, el caso de una arrocera o de obras de riego suplementario por gravedad, el manejo del agua depende de operaciones en diversos puntos de la red de suministro de agua, donde se disponen de compuertas que son abiertas parcial o totalmente y cerradas afectando personal. En algunas arroceras que no cuentan con compuertas, realizan cortes y reposiciones de los bordos contenedores, tarea que conlleva más trabajo y sobre todo riesgos en que los suministros sean los requeridos.

El personal tiene que trasladarse a los sitios donde están las compuertas la cantidad de veces que deba intervenir en el proceso. Esto conlleva, a contar con el medio de transporte; el combustible; un correcto mantenimiento del vehículo empleado y, en ciertos casos, el medio de transporte requiere de las capacidades para desplazarse en terrenos que son adversos para el desplazamiento. Dependiendo de las distancias, frecuencia y tipo de calzada, los costos de operación pueden ser relevantes a lo largo del tiempo de explotación.

También debe ponderarse la eficacia en la operatividad, dado que eventos pluviométricos elevados, fallas mecánicas en el medio de transporte, enfermedad o falta de asistencia del personal afectado u otro condicionante asociado con esos recursos, impedirán que se realice el manejo de agua que el sistema requiere, incidiendo en una pérdida de productividad o el normal funcionamiento del servicio.

- **Mantenimiento:**

como toda obra requiere de ciertas actividades para su correcto funcionamiento. Al tratarse de canales que mueven grandes volúmenes de agua con su equipamiento adecuado, estaciones de bombeo, derivadores, compuertas, y al estar expuestos al ambiente, estas necesitan de supervisión constante. Por lo cual, se realiza un mantenimiento preventivo constante de todos los equipos utilizados y del mismo canal para evitar el mal funcionamiento, ya que se puede generar distintos casos de erosiones o rupturas, como también las bombas, los derivadores y compuertas pueden descomponerse por desgaste, obstrucciones por suciedad y otras causas.



La supervisión del sistema de riego depende del operador a cargo, lo cual puede ser un inconveniente si ocurre un desperfecto o falla del equipo o canal y no se detecta a tiempo. Las consecuencias económicas dependen de la gravedad del incidente y del tiempo en repararlos.

La telegestión en secciones de control como son las compuertas, son claves dado que permiten prevenir el mal funcionamiento de determinados componentes de la red de suministro y/o de drenaje, lo que en definitiva facilita el mantenimiento al poder definir con confianza la ejecución de medidas preventivas.

Finalmente se tiene que, si bien los costos de mantenimiento de las compuertas telegestionadas seguramente son mayores a una manual, se debe considerar que, al requerirse otros bienes e infraestructuras en estos últimos sistemas, los costos resultantes de mantenimiento serán más bajos.

- **Pérdidas de rendimiento por déficit de manejo:**

en el caso de un proyecto de riego suplementario, se persigue dotar al suelo con la humedad óptima o dentro de un rango cercano al punto óptimo, de tal manera de alcanzar los mayores rindes con niveles de gastos inferiores de tal manera que resulte una producción con mayores márgenes de beneficios.

Por lo que, el accionar de los operadores debe ser en tiempo y forma para que el agua llegue en las cantidades requeridas para lograr en todo momento los grados de humedad del suelo requeridos por los cultivos.

Además, en ocasiones de periodos lluviosos, surge la necesidad de eliminar el exceso de agua ya que genera un efecto negativo en el crecimiento del cultivo.

Como se mencionó, la actividad del operador tiene un impacto directo en el rendimiento, y todo el proceso de riego queda librado al personal, a sus criterios, tiempo, capacidad de respuesta, que en ocasiones no pueden ser las correctas generando pérdidas sistemáticas.

En otros casos de manejo de agua, como ser atenuación de escurrimientos superficiales de excedentes pluviales, regular momento a momento estos conforme a las capacidades del sistema, evitarán pérdidas por inundaciones parciales.



En cualquiera de los objetivos de manejo del agua de riego que se planteen, la regulación dinámica de las capacidades de los reservorios en función de la demanda de agua deberá funcionar correctamente. Cuanto ello se logra se maximizan los beneficios económicos.

- **Eficiencia suministro de agua.**

el proyecto de riego contempla un rango de caudales y volúmenes ajustados a una demanda estimada, por lo que el uso adecuado de la instalación brinda una mejor eficiencia del sistema.

Ahora si bien, por falta de capacidad operativa del sistema de riego, se va a requerir un volumen y caudal de riego mayor al requerido por determinada superficie. Ello implica además de una mayor cantidad de agua, un mayor consumo energético y consecuentemente instalaciones de mayor capacidad de suministro, que se traducen en montos de inversiones de equipos y obras más costas.

- **Aprovechamiento de la infraestructura para otros fines.**

Cuando se cuenta con un dispositivo que puede variar con facilidad la regulación hidráulica de los flujos superficiales con pendientes bajas, se puede asumir que con determinadas adecuaciones de las conducciones se podrá invertir el sentido del flujo, como también incrementar las capacidades de retención.

Este hecho es de gran importancia en los sistemas de riego suplementario, dado que en parte las infraestructuras de la red de suministro, con adecuaciones hidráulicas menores, podrán funcionar como drenajes de los excedentes pluviales.

Por consiguiente, para un proyecto de riego suplementario, se reducirán las áreas de emplazamiento de las obras y se evitarán la construcción de canales y sus obras anexas.

Este factor puede llegar a tener un impacto en los costos cuando la disponibilidad de tierras se torna onerosa o presenta fuertes restricciones por competencia de usos del suelo e interferencias sobre las estructuras socioeconómicas existentes y proyectadas. Relacionado con lo expuesto, este factor, podría evitar el cambio de traza de tramos de una red de riego.

Estudio de factibilidad económica

Como segundo análisis se realiza un estudio de factibilidad económica de la fabricación del dispositivo planteando un futuro de recupero de 5 años.



Para encarar la producción del aparato se considera un gasto inicial que se afrontará con capital propio y un aporte externo que se devolverá en los años de proyección estipulados.

En la tabla 18 se detallan los gastos iniciales para armar las instalaciones donde se producirán los dispositivos y construir un prototipo.

CUADRO DE INVERSIONES						
INVERSIONES *	Año					
	0	1	2	3	4	5
Activo Fijo						
Terreno	\$ -					
Instalaciones	\$ -					
Bienes de Capital						
Maquinarias y herramientas	\$ 100.000					
Vehículos y eq. adm. No informático	\$ -					
Eq. adm. Informático	\$ 50.000					
Capital de Trabajo	\$ -					
Activos Intangibles	\$ -					
Consultorías y Servicios	\$ 25.000					
Prototipo	\$ 290.170					
Otros	\$ 30.000					
TOTAL INVERSIONES	\$ 495.170	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

(*) sin IVA

Tabla 17, cuadro de inversión inicial (elaboración propia)

Se considera que el gasto inicial será amortizado en los años de proyección.

AMORTIZACIONES						
Años de amortización	5	Años				
Alicuota	20%	1	2	3	4	5
Bienes de Capital						
Maquinarias	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000
Eq. adm. Informático y herramientas	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
Otros						
Prototipo	\$ 58.034	\$ 58.034	\$ 58.034	\$ 58.034	\$ 58.034	\$ 58.034
Consultorías y Servicios	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000
Otros	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000
Total de Amortizaciones	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034

Tabla 18, cuadro de amortización (elaboración propia)

Con el objetivo de hacer más realista el análisis se considera que la inversión inicial excede la capacidad de financiamiento propio por lo que es necesario adquirir una financiación de aportes externos.

Para esta instancia debemos determinar la tasa de descuento a la cual se financiará el proyecto:



Para el cálculo se utiliza la fórmula de CAMP modificada para la situación económica Argentina donde se ve influenciada por el riesgo país.

$$K_{\mu} = R_f + B_{\mu}(R_m - R_f) + R_p$$

R_f : Tasa Risk Free

B_{μ} : Beta

$R_m - R_f$: Prima de riesgo

R_p : Riesgo país

Estos índices se los puede extraer de sitios web que brinden datos financieros.

Tasa Risk Free

Es la correspondiente al rendimiento de los bonos del tesoro americano (T-Bonds).

De la tabla n°20 extraemos para la fecha más próxima con una nota del tesoro a 5 años.

$$R_f = 0,386$$

Tasas del Tesoro de E.U.A.

Porcentajes

	Letras del Tesoro	Nota del Tesoro			Bonos del Tesoro
	6 meses	2 años	5 años	10 años	30 años
1 Oct 2020	0,10700	0,13100	0,27400	0,68100	1,45700
2 Oct 2020	0,10400	0,13500	0,28800	0,70400	1,49000
3 Oct 2020					
4 Oct 2020					
5 Oct 2020	0,11200	0,15100	0,33700	0,78300	1,59200
6 Oct 2020	0,11400	0,15100	0,31300	0,73700	1,53900
7 Oct 2020	0,11200	0,15700	0,34300	0,78800	1,59000
8 Oct 2020	0,11200	0,15300	0,33900	0,78700	1,58900
9 Oct 2020	0,11900	0,15900	0,33900	0,77900	1,57700
10 Oct 2020					
11 Oct 2020					
12 Oct 2020	0,11900	0,15900	0,33900	0,77900	1,57700
13 Oct 2020	0,11900	0,14100	0,30600	0,72900	1,51300
14 Oct 2020	0,11700	0,14300	0,30600	0,72700	1,50700
15 Oct 2020	0,11900	0,14100	0,31500	0,73400	1,51500
16 Oct 2020	0,11700	0,14500	0,32300	0,74700	1,53100
17 Oct 2020					
18 Oct 2020					
19 Oct 2020	0,11200	0,15100	0,33600	0,77200	1,56400
20 Oct 2020	0,12200	0,14500	0,33600	0,78700	1,59400
21 Oct 2020	0,12200	0,15100	0,35700	0,82600	1,63900
22 Oct 2020	0,11200	0,15500	0,37600	0,85800	1,67900
23 Oct 2020	0,11200	0,15700	0,37800	0,84500	1,64300
24 Oct 2020					
25 Oct 2020					
26 Oct 2020	0,11700	0,15100	0,35200	0,80400	1,59400
27 Oct 2020	0,10700	0,14700	0,33200	0,77100	1,55600
28 Oct 2020	0,10700	0,15100	0,33200	0,77400	1,55600
29 Oct 2020	0,10700	0,15200	0,37200	0,82500	1,60500
30 Oct 2020	0,10100	0,15800	0,38600	0,87500	1,66400

Tabla 19, tabla de rendimiento de bonos americanos¹⁷

Beta

La Beta mide la sensibilidad de los retornos de una acción a los retornos del mercado.

$$B_{\mu}: 0,81*2: 1,62$$

¹⁷ Extraído del sitio <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/>



Industry Name	Number of firms	Beta	D/E Ratio	Effective Tax rate	Unlevered beta	Cash/Firm value	Unlevered beta corrected for cash	HiLo Risk	Standard deviation of equity	Standard deviation in operating income (last 10 years)
Advertising	312	1,18	49,37%	16,25%	0,87	9,53%	0,96	0,4119	46,39%	20,63%
Aerospace/Defense	238	1,18	24,63%	11,36%	1,00	4,92%	1,05	0,3590	37,02%	16,43%
Air Transport	159	1,10	106,54%	16,08%	0,61	6,13%	0,65	0,2918	30,61%	52,01%
Apparel	1161	0,80	27,65%	14,72%	0,67	4,96%	0,70	0,3469	36,30%	21,20%
Auto & Truck	134	1,37	114,79%	13,57%	0,74	13,15%	0,85	0,3364	33,62%	41,09%
Auto Parts	682	1,26	39,09%	17,45%	0,98	12,07%	1,11	0,3233	34,67%	34,18%
Bank (Money Center)	595	0,81	246,50%	20,82%	0,29	29,04%	0,40	0,2069	22,54%	55,71%
Banks (Regional)	862	0,63	156,11%	18,69%	0,29	36,91%	0,46	0,1673	19,98%	-454,14%
Beverage (Alcoholic)	216	0,90	22,52%	17,64%	0,77	3,63%	0,80	0,2970	29,17%	20,68%
Beverage (Soft)	94	0,79	20,52%	10,74%	0,69	3,05%	0,71	0,4070	34,38%	9,56%
Broadcasting	138	0,97	67,26%	17,09%	0,65	5,66%	0,69	0,3393	33,69%	15,37%
Brokerage & Investment Bank	559	1,00	218,04%	14,25%	0,38	12,58%	0,44	0,3423	36,29%	54,36%
Building Materials	426	0,96	32,24%	18,82%	0,78	6,21%	0,83	0,2924	31,42%	24,80%
Business & Consumer Services	868	1,00	26,32%	17,26%	0,84	5,06%	0,88	0,3583	41,49%	20,35%
Cable TV	61	1,17	71,29%	14,37%	0,77	3,13%	0,79	0,3344	30,69%	27,60%
Chemical (Basic)	793	1,06	38,72%	16,45%	0,83	8,45%	0,90	0,3023	32,19%	30,27%
Chemical (Diversified)	73	1,22	48,73%	18,88%	0,89	6,14%	0,95	0,2927	29,94%	22,08%
Chemical (Specialty)	829	1,12	26,69%	15,85%	0,93	5,05%	0,98	0,3370	36,68%	21,77%
Coal & Related Energy	224	1,45	52,41%	9,96%	1,04	18,03%	1,27	0,4430	55,46%	40,75%
Computer Services	969	1,08	24,02%	17,21%	0,92	6,54%	0,98	0,3466	39,39%	12,14%
Computers/Peripherals	332	1,41	17,15%	12,50%	1,25	7,15%	1,35	0,3582	37,67%	27,45%
Construction Supplies	747	1,15	45,89%	15,39%	0,86	10,38%	0,96	0,3093	35,08%	23,89%
Diversified	319	0,93	67,88%	14,98%	0,62	10,47%	0,69	0,2604	26,62%	20,85%
Drugs (Biotechnology)	1024	1,43	12,29%	2,02%	1,31	6,71%	1,40	0,5222	62,07%	36,63%
Drugs (Pharmaceutical)	1263	1,30	18,28%	10,04%	1,14	4,74%	1,20	0,4549	52,03%	4,78%
Education	211	1,14	27,31%	13,42%	0,94	7,68%	1,02	0,3816	39,39%	17,35%
Electrical Equipment	902	1,28	28,89%	12,81%	1,05	8,04%	1,15	0,3709	38,22%	13,64%
Electronics (Consumer & Office)	142	1,45	38,82%	10,60%	1,13	13,36%	1,30	0,3872	40,86%	60,39%
Electronics (General)	1345	1,40	17,73%	13,44%	1,24	10,52%	1,38	0,3522	39,67%	35,87%
Engineering/Construction	1208	1,10	90,85%	17,76%	0,66	18,89%	0,81	0,3267	36,53%	21,44%
Entertainment	660	1,26	19,52%	9,40%	1,10	6,02%	1,17	0,4414	48,01%	18,77%
Environmental & Waste Services	325	1,22	37,00%	13,41%	0,95	5,60%	1,01	0,4335	43,82%	21,46%
Farming/Agriculture	406	0,82	58,65%	12,31%	0,57	5,29%	0,60	0,3439	38,16%	17,82%
Financial Svcs. (Non-bank & Insurance)	1059	0,79	628,80%	15,57%	0,14	6,97%	0,15	0,3079	34,53%	31,30%
Food Processing	1262	0,75	27,46%	15,98%	0,62	4,19%	0,65	0,3057	32,02%	14,53%
Food Wholesalers	151	0,76	74,62%	17,46%	0,49	6,15%	0,52	0,3029	34,20%	11,64%
Furn/Home Furnishings	328	1,03	23,99%	16,36%	0,87	13,41%	1,01	0,3106	34,40%	30,70%
Green & Renewable Energy	213	0,89	77,05%	11,61%	0,56	3,86%	0,59	0,3796	38,03%	41,60%
Healthcare Products	739	1,20	12,44%	7,74%	1,09	3,39%	1,13	0,4267	48,36%	17,11%
Healthcare Support Services	402	1,01	41,55%	15,07%	0,77	5,69%	0,82	0,3842	39,82%	22,88%
Healthcare Information and Technology	389	1,30	12,05%	7,80%	1,19	2,96%	1,23	0,4619	53,76%	32,58%
Homebuilding	167	0,89	43,14%	22,06%	0,67	10,37%	0,75	0,3004	32,29%	54,26%
Hospitals/Healthcare Facilities	206	0,78	80,12%	16,36%	0,49	2,97%	0,50	0,3045	31,47%	20,73%
Hotel/Gaming	639	0,90	53,06%	14,10%	0,64	6,17%	0,68	0,3102	34,67%	24,52%
Household Products	536	1,03	14,38%	13,44%	0,93	3,38%	0,96	0,4064	40,58%	9,78%
Information Services	215	1,10	12,11%	12,89%	1,01	3,29%	1,05	0,4047	41,26%	32,00%

Tabla 20, tabla de betas ¹⁸

Prima de riesgo

Es la diferencia histórica entre el rendimiento de la cartera total de acciones del mercado de USA y el rendimiento de los bonos de USA.

$$R_m - R_f: 22,86$$

¹⁸ Extraído del sitio <http://www.damodaran.com>



Country	GDP (in billions) in 2019	Moody's rating	Adj. Default Spread	Equity Risk Premium	Country Risk Premium	Corporate Tax Rate	Region
Argentina	519,87	Ca	14,08%	22,86%	17,63%	30,00%	Central and South America
Belize	1,87	Caa1	8,80%	16,25%	11,02%	32,36%	Central and South America
Bolivia	40,29	B1	5,28%	11,84%	6,61%	25,00%	Central and South America
Brazil	1868,63	Ba2	3,53%	9,64%	4,41%	34,00%	Central and South America
Chile	298,23	A1	0,83%	6,26%	1,03%	27,00%	Central and South America
Colombia	331,05	Baa2	2,23%	8,03%	2,80%	33,00%	Central and South America
Costa Rica	60,13	B2	6,46%	13,32%	8,09%	30,00%	Central and South America
Ecuador	108,40	Caa3	11,73%	19,92%	14,69%	25,00%	Central and South America
El Salvador	26,06	B3	7,63%	14,79%	9,56%	30,00%	Central and South America
Guatemala	78,46	Ba1	2,93%	8,90%	3,67%	25,00%	Central and South America
Honduras	23,97	B1	5,28%	11,84%	6,61%	25,00%	Central and South America
Mexico	1220,70	Baa1	1,87%	7,58%	2,35%	30,00%	Central and South America
Nicaragua	13,12	B3	7,63%	14,79%	9,56%	30,00%	Central and South America
Panama	65,06	Baa1	1,87%	7,58%	2,35%	25,00%	Central and South America
Paraguay	40,50	Ba1	2,93%	8,90%	3,67%	10,00%	Central and South America
Peru	222,04	A3	1,41%	6,99%	1,76%	29,50%	Central and South America
Suriname	3,59	B3	7,63%	14,79%	9,56%	36,00%	Central and South America
Uruguay	59,60	Baa2	2,23%	8,03%	2,80%	25,00%	Central and South America
Venezuela	100,00	C	17,50%	27,14%	21,91%	34,00%	Central and South America

Tabla 21, tabla de prima de riesgo ¹⁹

Riesgo país

Es un adicional en el retorno esperado como consecuencia de invertir en un país factible de:

- Mayor volatilidad económica.
- Riesgo político o soberano (Ej: expropiaciones, incumplimiento compromisos)
- Riesgo cambiario (alta revaluación o devaluación de la moneda)
- Hiperinflación

R_p : 1323

¹⁹ Extraído del sitio <http://www.damodaran.com>



Riesgo país argentino - (EMBI, elaborado por JP Morgan)

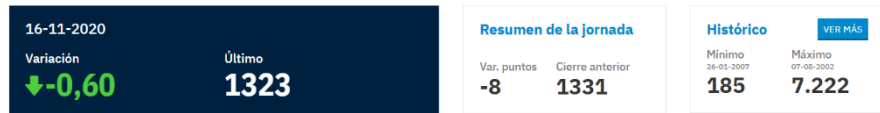


Tabla 22, Valor riesgo país ²⁰

Con los valores obtenidos determinamos la tasa de descuento:

$$K_{\mu} = R_f + B_{\mu}(R_m - R_f) + R_p$$

$$K_{\mu} = 0,386 + 1,62(22,86) + 13,23 = 50,65$$

Partiendo con la tasa calculada hacemos el análisis del financiamiento por fondos externos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO	
Inversión Inicial	\$ 495.170
Aporte de Capital Propio	\$ 100.000
Aporte de Terceros	\$ 395.170

Amortización Préstamo - Sistema frances	
Monto	395.170
Tasa	51%
Nº Pagos	5

Año	Cuota	Saldo de Deuda Inicial	Cuota de Capital	Cuota de Interes	Cuota Total	Saldo de Deuda Final
1	1	395.170	-29.610	-200.150	-229.761	365.560
2	2	365.560	-44.608	-185.153	-229.761	320.952
3	3	320.952	-67.201	-162.560	-229.761	253.751
4	4	253.751	-101.238	-128.523	-229.761	152.514
5	5	152.514	-152.514	-77.247	-229.761	0

Tabla 23, cuadro de financiamiento (elaboración propia)

²⁰ Extraído del sitio <https://www.ambito.com/contenidos/riesgo-pais.html>



En base al estudio de mercado realizado en el momento de realizar el plan de negocio del dispositivo se dedujo que el dispositivo puede tener gran aceptación debido a la necesidad de un instrumento de este tipo. Son varios los profesionales consultados que dan fe de la posibilidad de utilización de esta solución en diferentes aplicaciones de manejo de agua superficial.

Con ese estudio estamos en condiciones de hacer la siguiente proyección de ventas del producto considerando una variación de precio de venta durante los años de proyección.

Proyección de venta					
	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Precio unitario	391.758	403.511	403.511	423.686	423.686
Poyección de ventas	12	18	27	32	36

Tabla 24, Proyección de ventas (elaboración propia)

Con la proyección de ventas calculamos los ingresos mensuales durante el primer año y luego hacemos un resumen anual a lo largo de los años proyectados.

CUADRO FINANCIERO DE INGRESOS (primer año)												
	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Precio Unitario	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758
Unidades vendidas	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
TOTAL	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758	391.758

Tabla 25, Cuadro de ingresos mensuales (elaboración propia)

CUADRO FINANCIERO DE INGRESOS (años de proyección)					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio Unitario	391.758	399.593	399.593	411.581	411.581
Unidades vendidas	12	16	20	24	29
TOTAL	4.701.094	6.233.651	8.103.746	10.016.230	12.019.476

Tabla 26, Cuadro de ingresos anuales (elaboración propia)

Cada dispositivo vendido genera un costo. Este costo está formado por los gastos de insumos utilizados más un costo fijo que se generan a la hora de llevar a cabo la producción de dicho producto. En las siguientes tablas se observa una estimación de gastos mensuales durante el primer año y un resumen de gastos anuales durante los años de proyección.



CUADRO FINANCIERO DE EGRESOS (primer año)												
Gastos variables	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Directos												
insumos	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270	\$ 261.270
mano de obra	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100	\$ 11.100
ingeniería	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 3.000
trabajos de tercer	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800
Indirectos												
transporte	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
Subtotal	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170	\$ 290.170
Gastos fijos												
Directos												
alquiler	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000
servicios	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
Indirectos												
administrativo	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000
gastos afip	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000
promoción	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
mantenimiento												
seguros												
Subtotal	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000	\$ 91.000
TOTAL	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170

Tabla 27, Cuadro de egresos mensuales (elaboración propia)

CUADRO FINANCIERO DE EGRESOS (años de proyección)					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos variables					
Directos					
insumos	\$ 3.135.238	\$ 4.075.810	\$ 5.298.553	\$ 6.358.263	\$ 7.629.916
ingeniería	\$ 36.000	\$ 46.800	\$ 60.840	\$ 73.008	\$ 87.610
mano de obra	\$ 133.200	\$ 173.160	\$ 225.108	\$ 270.130	\$ 324.156
trabajos de terceros	\$ 57.600	\$ 74.880	\$ 97.344	\$ 116.813	\$ 140.175
Indirectos					
transporte	\$ 120.000	\$ 156.000	\$ 202.800	\$ 243.360	\$ 292.032
Subtotal	\$ 3.482.038	\$ 4.526.650	\$ 5.884.645	\$ 7.061.573	\$ 8.473.888
Gastos fijos					
Directos					
alquiler	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 432.000
servicios	\$ 180.000	\$ 216.000	\$ 259.200	\$ 311.040	\$ 373.248
Indirectos					
administrativo	\$ 420.000	\$ 504.000	\$ 604.800	\$ 725.760	\$ 870.912
gastos afip	\$ 72.000	\$ 82.800	\$ 95.220	\$ 109.503	\$ 125.928
promoción	\$ 120.000	\$ 144.000	\$ 158.400	\$ 174.240	\$ 191.664
mantenimiento					
seguros					
Subtotal	\$ 1.092.000	\$ 1.246.800	\$ 1.477.620	\$ 1.680.543	\$ 1.993.752
TOTAL	\$ 4.574.038	\$ 5.773.450	\$ 7.362.265	\$ 8.742.116	\$ 10.467.641

Tabla 28, Cuadro de egresos anuales (elaboración propia)

Teniendo en cuenta los ingresos y egresos podemos obtener un cuadro de resultados de las utilidades incluyendo los impuestos aproximados que deberían abonarse al estado.

CUADRO DE RESULTADOS (primer año)												
CONCEPTO	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758	\$ 391.758
Gastos	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170	\$ 381.170
Amortización	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253	\$ 8.253
Intereses y financiación	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147	\$ 19.147
Utilidades sin impuestos	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.884	\$ 5.884	\$ 5.884	\$ 5.884	\$ 5.884	\$ 5.884	\$ 5.884	\$ 5.884
total utilidades	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -16.812	\$ -22.696	\$ -22.696	\$ -22.696	\$ -22.696	\$ -22.696	\$ -22.696	\$ -22.696	\$ -22.696
impuesto	35%											

Tabla 29, Cuadro de resultado mensual (elaboración propia)



CUADRO DE RESULTADOS (años de proyección)					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ 4.701.094	\$ 6.233.651	\$ 8.103.746	\$ 10.016.230	\$ 12.019.476
Gastos	\$ 4.574.038	\$ 5.773.450	\$ 7.362.265	\$ 8.742.116	\$ 10.467.641
Amortización	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034
Intereses y financiación	\$ 229.761	\$ 229.761	\$ 229.761	\$ 229.761	\$ 229.761
Utilidades sin impuestos	\$ -201.739	\$ 131.407	\$ 412.687	\$ 945.319	\$ 1.223.041
Impuestos	\$ 47.072	\$ 45.992	\$ 144.440	\$ 330.862	\$ 428.064
TOTAL	\$ -248.811	\$ 85.414	\$ 268.247	\$ 614.457	\$ 794.977

Tabla 30, Cuadro de resultado anual (elaboración propia)

En el cuadro de resultado se observan los flujos netos para cada periodo proyectado con lo cual podemos determinar el periodo en el cual recuperáramos la inversión inicial.

Para determinar el valor exacto del periodo donde las utilidades netas igualan a los fondos utilizados para poner en marcha la producción del dispositivo lo que se utiliza es método de “Periodo de recuperación de la inversión PRI”.

Al tratarse de un proyecto donde los flujos netos no son constantes se utiliza la fórmula:

$$PRI = a + abs(b)/c \quad ^{21}$$

a: último periodo negativo

b: flujo del último periodo negativo

c: flujo del periodo siguiente al último negativo

Periodo	0	1	2	3	4	5
Flujo	\$ -495.170	\$ -248.811	\$ 85.414	\$ 268.247	\$ 614.457	\$ 794.977
Flujo acumulado	\$ -495.170	\$ -743.981	\$ -658.567	\$ -390.320	\$ 224.137	\$ 1.019.114
PRI	3,44					

Tabla 31, Periodo de recuperación PRI (elaboración propia)

Con este valor podemos tener una visión del tiempo que debe subsistir el proyecto, como mínimo para recuperar los fondos confiados a este desarrollo. Sin embargo, este parámetro no termina de definir si el proyecto será exitoso o conveniente.

²¹ Extraído de artículo “Guía para la evaluación económica financiera de los proyectos de inversión”



Como este caso es un proyecto independiente, que no plantea comparación con alguna otra inversión o desarrollo, no se puede hacer un descarte de alternativas en función de tiempos de recuperación de fondos por lo que debemos enfocarnos en determinar si el proyecto es redituable en función del método de “flujos de fondos descontados”.

Para este análisis se contemplan los siguientes parámetros:

TIR: Tasa interna de retorno

VAN: Valor neto actual

Como criterios para evaluación de estos valores se parte de que es un análisis económico de un proyecto independiente donde no se contemplan otras alternativas o no existen proyectos excluyentes.

Basado en lo anterior podemos definir que el proyecto es interesante o conveniente, económicamente hablando, si el VAN > 0 y si la TIR > i.

Para hallar estos índices se contempla el flujo de fondos operativos en los años de proyección.

FLUJOS DE FONDOS OPERATIVO						
Concepto	Años de proyección					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas (+)		\$ 4.701.094	\$ 6.233.651	\$ 8.103.746	\$ 10.016.230	\$ 12.019.476
Gastos operativos (-)		\$ 4.574.038	\$ 5.773.450	\$ 7.362.265	\$ 8.742.116	\$ 10.467.641
Impuestos (-)		\$ 47.072	\$ 45.992	\$ 144.440	\$ 330.862	\$ 428.064
Inversion (-)	\$ 495.170	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortizaciones (Capital) (-)		\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034	\$ 99.034
Utilidad Neta Final	\$ -495.170	\$ -19.050	\$ 315.175	\$ 498.007	\$ 844.218	\$ 1.024.737

Tabla 32, Flujo de fondos operativos (elaboración propia)

Valor Actual Neto (VAN)	
TASA	ROA
50,65%	\$ 72.681

Tasa Interna de Retorno (TIR)	56,60%
--------------------------------------	---------------

Tabla 33, Tabla VAN y TIR (elaboración propia)

Con el fin de demostrar la rentabilidad del proyecto se puede observar que con la tasa de descuento adoptada el valor del VAN es positivo por lo cual desde ese punto de vista el proyecto es rentable.



En este análisis podemos hallar la tasa a la cual el valor de VAN se hace cero. Esta tasa es lo que se denomina TIR (tasa interna de retorno) y nos indica la tasa de interés máxima que puede pagar el inversor para no perder dinero al final de los años de proyección. En este caso la tasa es mayor al standard de referencia calculada para el proyecto por lo que podemos concluir que el mismo es una alternativa viable de inversión.

Cabe remarcar que si bien este análisis da un resultado bastante alentador no podemos dejar de visualizar otras alternativas que puedan llegar a existir o también situaciones políticas y/o económicas que surjan en la región debido a los cambios partidarios en los gobiernos y puedan afectar la demanda del producto que se plantea de desarrollar.



CONCLUSIÓN

Al comenzar a analizar este proyecto se consideraba a este dispositivo como un reemplazo de una actividad manual realizada por un operario el cual podría tener dificultades para llegar al lugar donde era necesario realizar el control de un flujo superficial.

Con el análisis de información recolectada fueron apareciendo otros puntos de vista desde los cuales se podía enfocar la justificación del desarrollo del artefacto como así también discriminar características a las cuales debería prestarse atención a la hora de definir la operatoria del equipo.

Profundizando en estos enfoques se logra englobar la justificación en dos aspectos preponderantes en cualquier plan de desarrollo de un nuevo producto.

El fin de cualquier producto innovador es mejorar un desarrollo ya obsoleto o afrontar una problemática no resuelta.

Con esto visualizamos uno de los puntos que le dan sustento al desarrollo del regulador telegestionado ya que uno de sus atributos es que puede adaptarse a varias aplicaciones dando solución a distintas problemáticas o automatizando métodos poco eficientes.

Al incorporar este artefacto en la regulación del caudal de un canal lo que se obtiene en la operatoria es:

Precisión de medición

Al tener medición de caudal, el control del volumen que se deja pasar es más preciso dando mayor transparencia y fiabilidad a la regulación.

En el caso de un suministro de agua de riego permite que la entidad encargada de la distribución tenga información precisa del agua entregada a cada cliente con lo cual se realiza el cobro en el caso que corresponda.

Independencia de percepciones humana

El dispositivo tiene la capacidad de tomar decisiones por si solo a partir de una consigna preestablecida con lo cual se logra independizar la operatoria de criterios o percepciones del operario.



Conclusión

Si seguimos con el ejemplo de un sistema de riego, como el sistema es automático y entrega el agua que debe entregar se eliminan las suspicacias entre vecinos que dependan del mismo canal. Esto permite además disminuir los negociados o preferencias entre los distintos clientes y los operadores del sistema de riego.

Facilidad operativa

La funcionalidad de telegestión permite realizar operaciones a distancia dando la posibilidad de introducción variaciones en la regulación sin necesidad de estar presente en el lugar como ocurriría en el caso de un accionamiento manual.

Rendimiento

El control a distancia y la medición del caudal generan un mayor rendimiento de la actividad que está aplicando este dispositivo ya que, tanto en el suministro como en la extracción del líquido, al generar la variación de caudal optima en tiempo y forma se puede obtener la máxima eficiencia del proceso.

En el caso de un sistema de riego la telegestión hace prescindir de los desplazamientos de personal para el manejo de la compuerta que si bien tiene un costo es algo poco relevante frente al perjuicio económico que puede acarrear la imposibilidad de llegar al lugar para regular la compuerta en tiempo y forma debido a las condiciones climáticas o estado del terreno en los accesos. Esto sin contar con los contratiempos o impedimento que presente el operario a cargo del manejo de la compuerta en un accionamiento manual.

Atendiendo a este último punto es donde se visualiza el segundo enfoque desde el cual se puede argumentar el desarrollo de esta innovación.

Cuando un usuario se plantea la adquisición de un nuevo dispositivo lo que pretende es solucionar una problemática que entorpece su labor en una determinada actividad y espera que de un modo u otro genere beneficios económicos.

En este marco se engloba la incorporación de este artefacto en distintas actividades tanto de orden público como privado ya que si bien, como se mencionó anteriormente, genera beneficios actuando directamente sobre el rendimiento del proceso también acarrea otros beneficios mediante el ahorro en la inversión necesaria en la obra instalada como así también en posibilidad de prescindir de alguna otra obra adjunta.



Conclusión

En base a estos argumentos generalizados y otros particulares derivados de los mismos se puede fundar la justificación del proyecto sabiendo que es posible una demostración cuantitativa de que los beneficios generados al aplicar el artefacto superan ampliamente a las inversiones necesarias para hacerse del mismo.

Finalmente, como **conclusión y síntesis final**, se señala que el resultado del proyecto:

- * Provee un diseño completo de un dispositivo para dar respuesta a la regulación de caudales, satisfaciendo condiciones de funcionamiento apropiadas a un determinado tipo y rango de caudales
- * Elaborado con un nivel de definiciones que permiten la materialización.
- * Destacándose que el conjunto de componentes y piezas están seleccionadas y dimensionadas y evaluados convenientemente a fin de lograr un producto eficiente y eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Norma IRAM - AADL j 20-06 (1996).
- 2- AEA 90364 - Parte 7, Sección 771. Edición 2006.
- 3- Empresa Provincial de Energía (2020). Recuperado en mayo de 2020 del sitio. www.epe.santafe.gov.ar/
- 4- Bos, M.G., J.A. Replogle, y A.J. Clemmens, 1984, Aforadores de Caudales para Canales Abiertos, John Wiley & Sons, New York, NY.
- 5- Bos, M.G., J.A. Replogle, and A.J. Clemmens, 1991, Aforadores de Caudales para Canales Abiertos, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, USA.
- 6- Clemmens, Albert J., Tony L. Wahl, Marinus G. Bos, and John A. Replogle, 2001, Water Measurement with Flumes and Weirs, ILRI Publication 58, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
- 7- Castro, Tato M. y Rodríguez Mesa, G., 1987, Evaluación de Proyectos Industriales. Editorial ENPES, La Habana, Cuba.
- 8- <http://es.scribd.com/doc/32147934/COMPUERTAS-Marco-Teorico>
- 9- Diseño y cálculo de compuertas tipo taintor (2016). Recuperado en mayo de 2016 del sitio. <http://es.scribd.com/doc/52044144>
- 10- Manejo del riego (2017). Recuperado en abril de 2017 del sitio <http://es.wikipedia.org/wiki>
- 11- Ing. Gerardo Bonanno y Ing. Julián Capomassi (2008), Guía para la evaluación económica financiera de los proyectos de inversión.
- 12- <http://www.awmawatercontrol.com.au/products/tainter-gate-radial/>
- 13- http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoencanales/flujo_compuertas/flujo_compuertas.html
- 14- <http://vvvvw.arqhys.com/construccion/compuertas-hidraulicas.htm>
- 15- <http://fluidos.eia.edu.co/obrashidraulicas/articulos/compuertas/compuertas.html>
- 16- Nassir Sapag Chain, 2011, Proyectos de inversión. Formulación y evaluación 2a edición Pearson Educación, Chile



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Reconquista

Proyecto final de carrera
Regulador de caudal telegestionado
Senn Sebastián

Anexo I

ANEXO I: CATALOGOS



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Reconquista

Proyecto final de carrera
Regulador de caudal telegestionado
Senn Sebastián

Anexo II

ANEXO II: PLANOS



ANEXO III: INFORMACION ADICIONAL

Sistema aforador

Aforo volumétrico

Se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente de un volumen conocido para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

$$Q = V t$$

Donde: Q = Caudal (l/s)

$$V = \text{Volumen (l)}$$

$$t = \text{Tiempo (s)}$$

Es un método sencillo, exige poco equipo y es muy preciso si se aplica con un cuidado razonable.

Aforo por sección y velocidad

Se determina la sección (S) y la velocidad del área (V) donde se afora (concepto ya visto anteriormente). La sección por medio de sondeos y la velocidad por flotadores o molinetes, donde se utiliza la fórmula general:

$$Q = S \times V$$

Esto permite el aforo de cursos de agua de variada magnitud: ríos, arroyos, canales, etc., donde para determinar la sección transversal de la corriente se debe demarcar sus límites: contorno del cauce y su parte superior por la superficie del agua:

La determinación de la velocidad se realiza en la misma sección transversal, cuando se trabaja con molinete hidrométrico, o puede hallarse en un tramo determinado del curso de agua, cuando se trabaja con flotadores. En este caso (de los flotadores) hay que relevar varias secciones transversales para poder determinar la sección transversal media.



.....

Aforo químico

El aforo químico se aplica en casos especiales donde no se puede determinar la sección o la velocidad (por ejemplo, ríos de montaña).

Aforo utilizando fórmulas empíricas

Mientras que la utilización de fórmulas empíricas requiere de datos de campo (sección, radio hidráulico, pendiente del agua, características del cauce, etc.) que dependerá de cada autor de esas fórmulas, permitiendo calcular el caudal con un cierto grado de incertidumbre, que luego deberá ser corroborado con métodos más confiables.

Aforo utilizando estructuras aforadoras

Existen distintos tipos de estructuras aforadoras e incluso muchas variantes dentro de cada tipo sin embargo se puede generalizar diciendo que se trata de estructuras que utilizan un método indirecto para la determinación del caudal que se denomina *método de la altura piezométrica*.

El aforo se lleva a cabo expresando el caudal del flujo en función de la altura piezométrica mediante distintos coeficientes asociados a cada tipo de dispositivo.

Hay varios requerimientos para la instalación física de estos equipos de medición, que dependen de cada dispositivo en particular. En canales de superficie libre, la altura piezométrica debe medirse en lugares donde la altura de velocidad sea despreciable, lo cual se logra donde el agua escurre con flujo subcrítico o donde el agua se encuentra estancada.

Para lograr estas condiciones se han desarrollado, a lo largo de la historia, diversos instrumentos que se adaptan a las distintas aplicaciones que pueden existir en la naturaleza y en las generadas por el hombre.

Dentro de los dispositivos de mayor trascendencia podemos nombrar los vertederos y los aforadores.

Todos los vertederos y aforadores son ejemplos de instalaciones para medir el caudal por esto para determinar el tipo específico de obra a adoptar, si es que hay alguno, debemos primero, conocer durante qué período y con qué frecuencia deben realizarse las mediciones además de contar con la información sobre el tamaño y tipo del canal en el que han de medirse los caudales.



Vertederos

Un vertedero es un dique o pared que presenta una escotadura de forma regular, a través de la cual fluye una corriente líquida.

Si tenemos en cuenta el tipo de flujo en estas estructuras se puede decir que los vertederos están dentro del grupo de medición por desbordamiento.

Ya sea como estructura de control de aprovechamientos hidráulicos o bien como estructura para medición de caudales en obras de saneamiento, su aplicación es muy difundida y una de las razones es porque permiten tener un adecuado control del caudal por encima de su cresta siendo necesario únicamente medir una variable que es el tirante sobre dicha cresta.

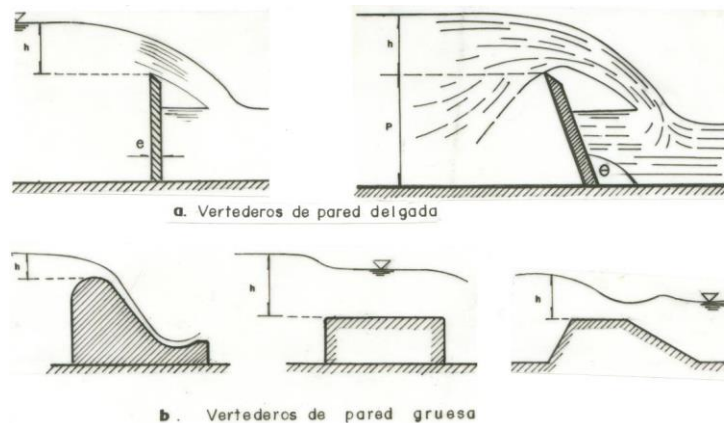
Los vertederos son utilizados, intensiva y satisfactoriamente en la medición del caudal de pequeños cursos de agua y conductos libres, así como en el control del flujo en galerías y canales.

Los vertederos se clasifican en atención a diversos aspectos:

Según el espesor de la pared:

Vertederos de pared delgada ($e / h < 0.67$).

Vertederos de pared gruesa o de cresta ancha ($e / h \geq 0.67$).





Los vertederos de pared delgada sirven para medir caudales con gran precisión, y los de pared gruesa, como integrantes de una presa u otra estructura hidráulica, se utilizan para controlar niveles, aunque también se pueden instrumentar como medidores de caudales.

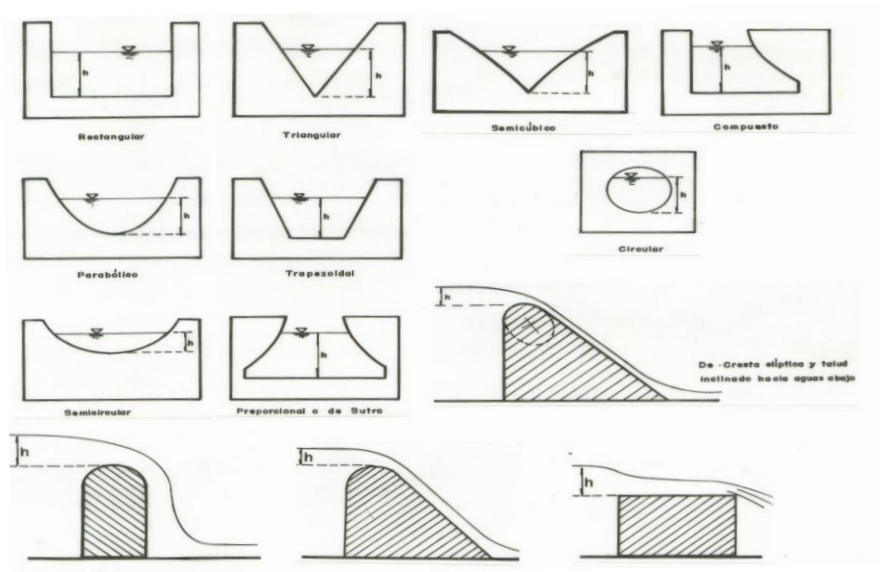
Según su forma geométrica:

Vertederos de pared delgada:

- Rectangulares o de Francis
- Triangulares o de Thompson
- Trapezoidales o del Ing. Cipolletti
- Circulares
- Semicirculares
- Parabólicos
- Simétricos
- Asimétricos
- Exponenciales

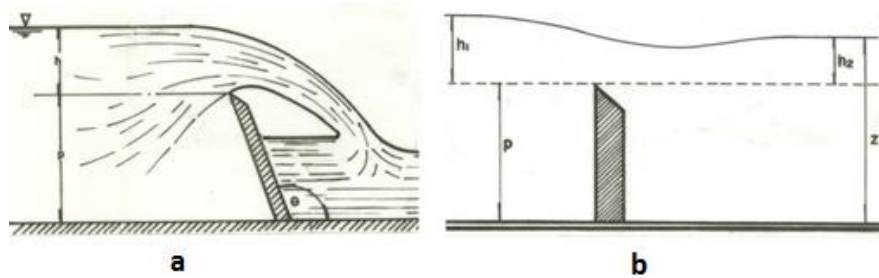
Vertederos de pared gruesa:

- Rectangulares de arista viva
- De cresta redondeada y talud vertical
- Cresta redondeada y talud inclinado hacia aguas abajo
- De cresta elíptica y talud inclinado hacia aguas abajo
- Vertedero Cimacio o de Creager



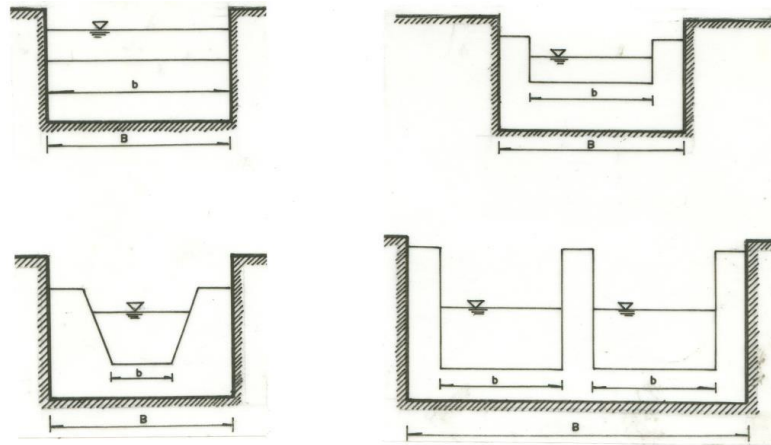
Según la altura de la lámina de agua, aguas abajo:

- Vertederos de descarga libre
- Vertederos sumergidos o ahogados



Según la longitud de la cresta:

- Vertederos sin contracciones laterales ($b = B$)
- Vertederos con contracciones laterales ($b < B$)



Ventajas y desventajas de los vertederos:

Ventajas

- Facilidad de medición de caudales variables.
- No se obstruyen con cuerpos flotantes, arrastrados por la corriente, tales como hojas, ramas, etc.
- Construcción simple (respetando dimensionalmente según carga)
- Precisión adaptable.
- Otros usos: regulación, en la distribución de caudales, o su eliminación en casos de excesos.
- La duración del dispositivo es relativamente larga.

Desventajas

- Ocasionan saltos de agua que verifican una pérdida de carga muy considerable. Por ello, no son aconsejados en zonas de pendientes débiles, ya que se dificulta la conducción de agua, y en general, se pierde dominancia de riego.
- Modificaciones en la velocidad de llegada o en la sección aguas arriba y/o abajo, alteran las condiciones de funcionamiento. Por ejemplo: la deposición de sedimentos junto a la pared vertedora disminuye la sección y provoca disturbios en la trayectoria de los filetes.



- Funcionando en descarga libre cometen un error del 3 al 5 %. En cambio, descargando en forma sumergida, el error se eleva del 5 al 15 %.
- Los vertederos deben trabajar libres, siendo ésta una condición difícil de lograr en llanura, y uno de los condicionamientos fuertes frente a los aforadores de resalto.

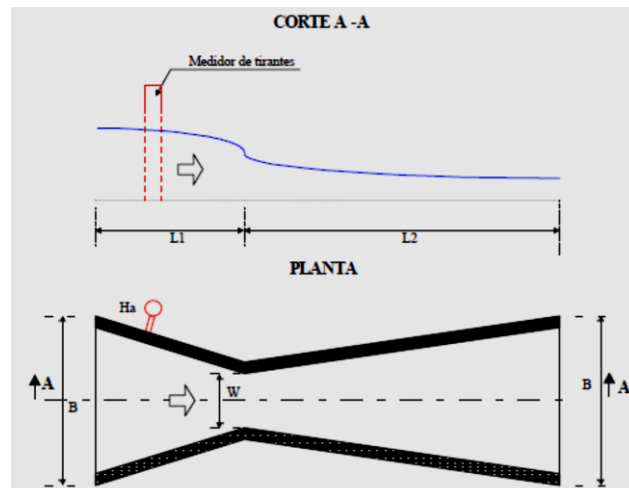
Aforadores

La mayoría de las obras de medición de este tipo constan de un tramo convergente, en el que el agua, que llega en régimen subcrítico se acelera y conduce hacia una contracción o garganta, en la que alcanza una velocidad supercrítica, a partir de esta velocidad se va reduciendo gradualmente, hasta llegar, de nuevo, a un régimen subcrítico, en el que se recupera la energía potencial.

Algunos ejemplos de estructuras de medición de caudales del tipo aforador son: los Parshall, aforadores sin cuello, y aforadores de garganta larga.

Aforador sin cuello

Este medidor relativamente conocido con el nombre de “Cutthroat Flume” fue desarrollado en EE. UU., y al igual que los aforadores Parshall, las dimensiones están definidas por la amplitud de la garganta W y por la longitud total “ L ”.





Ventajas:

Tal como se indicó en líneas anteriores, la ventaja de este aforador es evidentemente la facilidad de su construcción, ya que todas las dimensiones de su estructura giran en torno a los valores de L y W.

Aforador de garganta larga

Los aforadores de garganta larga son aforadores de sección crítica, en los cuales el flujo crítico se produce mediante una contracción tanto en las paredes laterales como en el fondo, o en ambos.



La sección contraída se denomina “garganta”, y debe tener una longitud suficiente para que en ella las líneas de corriente sean prácticamente paralelas. En este sentido es que se denominan de “garganta larga”.

Ventajas:

- Si ocurre el régimen crítico dentro de la sección de garganta, es posible calcular la curva de calibración con un error no mayor del 2%.
- Pueden lograrse diseños en los que es posible medir con gran exactitud el rango de caudales esperados.
- Las pérdidas de carga son mínimas y pueden estimarse con gran exactitud.
- Se tienen pocos problemas ocasionados por materiales flotantes, debido a que las transiciones de entrada y salida son graduales.
- Estos aforadores son, los más sencillos y económicos.



Los aforadores de garganta larga, de los cuales los vertedores de cresta ancha son un caso especial, han sido usados con éxito desde hace varios años.

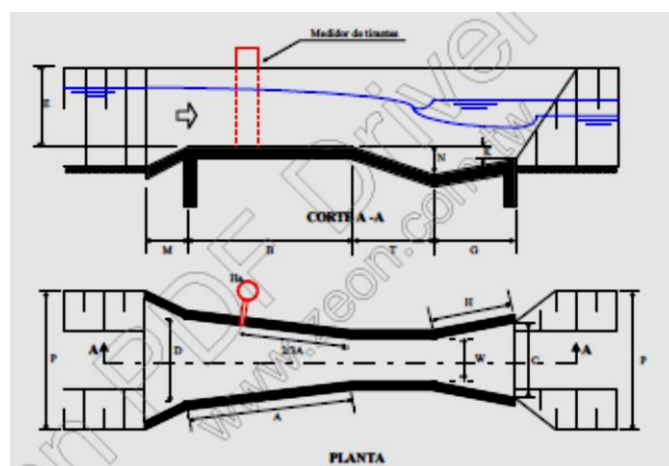
Debido a que el flujo en la sección crítica es muy inestable, el tirante debe medirse en una sección aguas arriba del aforador, donde el flujo es subcrítico, y la superficie libre es estable. La sección de medición se ubica aguas arriba de la transición de entrada al aforador.

Medidor Parshall

Este medidor a régimen crítico fue ideado por Ralph L. Parshall. En este aforador se aplica el aparato de Venturi y por lo tanto se usa el teorema de Bernoulli.

En la literatura es posible encontrar las dimensiones estándar de los Parshall, así como sus relaciones altura caudal. El rango para la medición práctica de caudales con estas estructuras es de 0.09 lt/s a 93 m³/s.

La medición del nivel de agua en un Parshall se la hace en una de las paredes convergentes de la base horizontal a la distancia de $\frac{2}{3} A$, medida de la forma en que se ilustra en la figura.





Las medidas del medidor Parshall deben ser cuidadosamente respetados para poder utilizar las mismas tablas dadas por el autor; pues de variar es necesario efectuar ensayos de calibración para ajustar los coeficientes de medida y corrección.

Ventajas:

- Permite medir con precisión tanto caudales pequeños como grandes, para tal fin se construyen de diversos materiales.
- Soluciona el problema de azolve muy comprometido y notorio en los vertederos, por mantenerse libre de obstrucciones gracias a su geometría y la velocidad en la garganta.
- Las pérdidas de carga son insignificantes frente a otras estructuras.
- Su uso está recomendado tanto para el aforo de canales de riego, canales de drenaje, así como de ríos pequeños.
- La velocidad de aproximación no afecta las medidas de caudal cuando el aforador es construido de acuerdo con las dimensiones dadas y son usadas cuando el ingreso de flujo es uniformemente distribuido y libre de turbulencia.
- Una ventaja decisiva de la canaleta Parshall consiste en la posibilidad que trabaje con mínima pérdida de carga. Esto hace que se pueda emplear en canales relativamente poco profundos con pendiente escasa.
- Es de construcción económica.
- Y quizás la más importante es que si en la construcción del aforador no se respetaron algunas de las medidas durante su construcción, existen fórmulas hidráulicas que mediante programas computacionales se les introduce los valores de las nuevas medidas y se obtiene la calibración de este en gabinete.

Desventajas:

- Son generalmente más caros en su construcción que los vertederos.
- No pueden ser usados en lugares cercanos a las derivaciones.
- El flujo de entrada debe ser uniforme y la superficie del agua relativamente suave.
- Sus mediciones son satisfactorias solo si la construcción es cuidadosa y exacta.
- Si no se construye con las dimensiones exactas la tabla de magnitudes no es confiable.

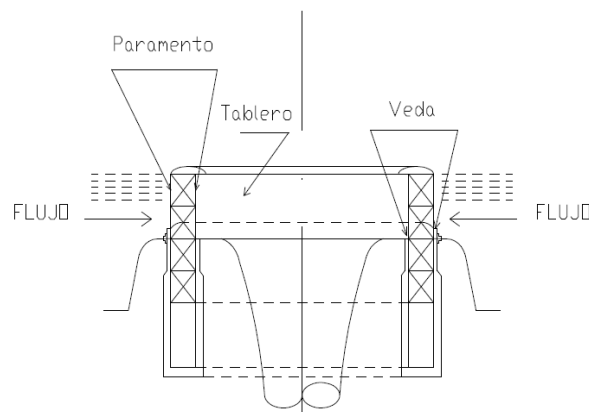


- Los pequeños aforadores requieren una pequeña pérdida de carga para la medición de flujo modular; aunque las calibraciones de flujo sumergido son confiables no es recomendable diseñar aforadores para flujo no modular porque el manejo de las dos cargas consume tiempo y da como resultado mediciones de baja exactitud.
- Este aforador tiene el grave inconveniente de no poder adaptarse a nuestras condiciones topográficas accidentadas, como lo que es más insalvable aún, el hecho de tener que afrontar la gran dificultad de su construcción con los siguientes problemas de calibración y de poca adaptación a la forma de canales de riego; razón por la cual su empleo se hace cada vez más restringido.

Sistema regulador

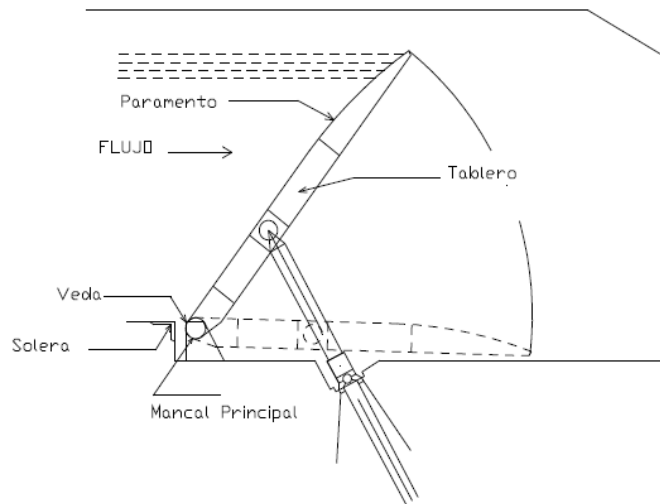
Compuerta tipo Anillo

Este tipo de compuertas se utiliza en las presas equipadas con vertederos tipo “tulipa”, este tipo de vertedero se encuentra fuera de la presa, la descarga puede estar dentro o fuera del cauce del río aguas abajo, y dichas compuertas van colocadas en las crestas de este tipo de vertederos.



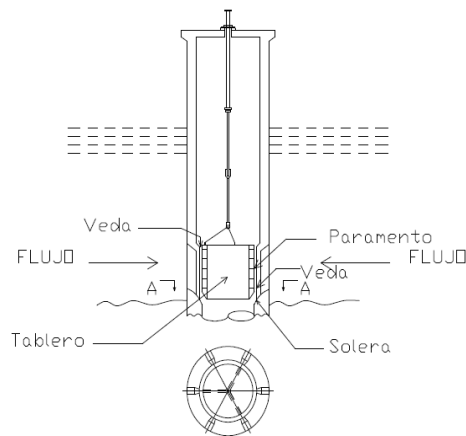
Compuerta tipo Basculante

La compuerta basculante es una de las compuertas con mayor utilidad en ríos y canales ya que puede ser instalada en el fondo de estos y no afecta con la corriente ni la navegación del río o canal, así como también puede ser utilizada en la cima de un vertedero de una presa.



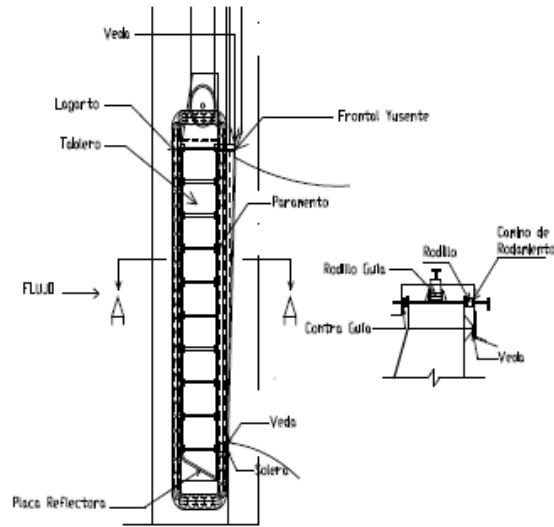
Compuerta tipo Cilindro

Estas compuertas son utilizadas para descargas en presión permitiendo la colocación de la sección de toma a cualquier profundidad, en un embalse. En el mismo pozo se pueden disponer tomas de agua a diversas alturas y es fácil de acoplar a una tubería de salida.



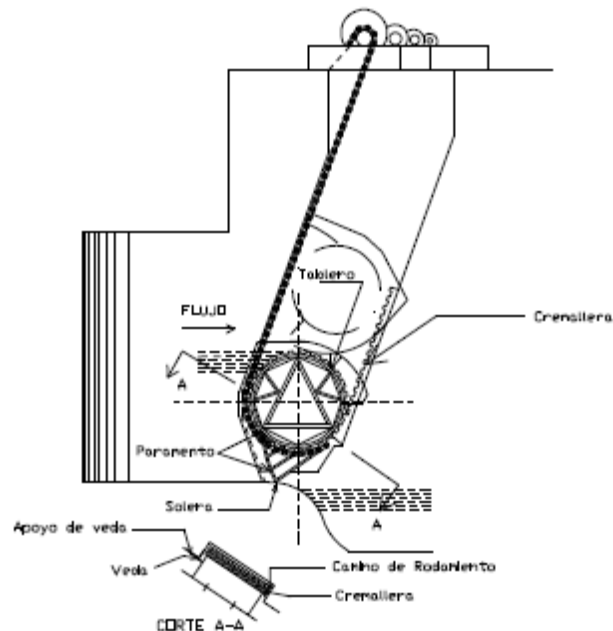
Compuerta tipo Lagarto

Son compuertas que trabajan a grandes presiones ya sea para descargas de fondo donde la presión es grande o en centrales hidroeléctricas. Ambos extremos de la compuerta están equipados con orugas que facilitan su desplazamiento a lo largo de ranuras paralelas a los lados de la compuerta. Las orugas se mueven alrededor de la compuerta mientras la compuerta es movida. Este tipo de compuertas es movido por medio de cables de acero tirados por motores, lo que facilita su operación bajo diferentes condiciones de flujo.



Compuerta tipo Rodante

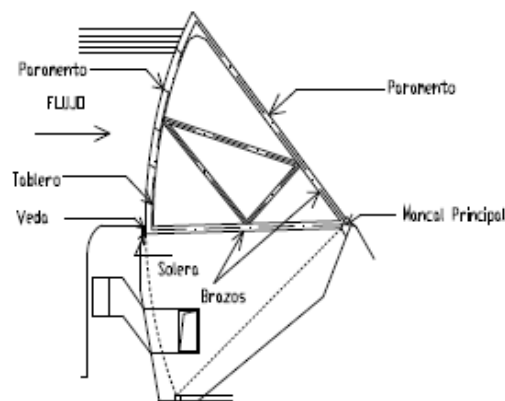
Este tipo de compuerta se utiliza en los vertederos de las presas, se hace funcionar desde los pilares del vertedero accionando cadenas, una en cada punta. La compuerta, constituida por un cilindro vacío, rueda sobre sí misma al ser elevada o descendida, lo cual permite liberar el vano del vertedero y esto hace posible la navegación.



Compuerta tipo Sector

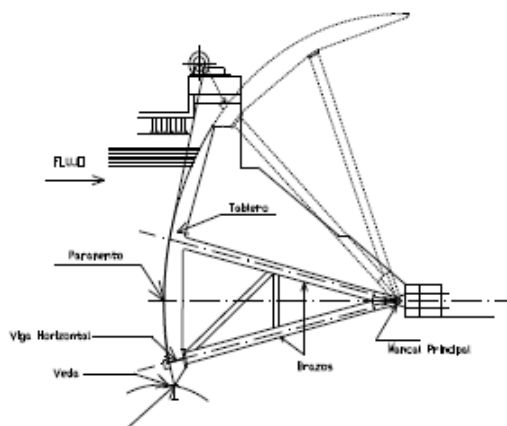


Compuerta utilizada en vertederos de presas, es manipulada utilizando el desnivel de agua creado por estas, no requiere de equipo mecánico para su operación. La necesidad de contar con una cámara donde se abate la compuerta hace que el vertedero no pueda tener la forma óptima, lo que incrementa el volumen de concreto del mismo. También conocidas como compuertas tambor.



Compuerta tipo Segmento

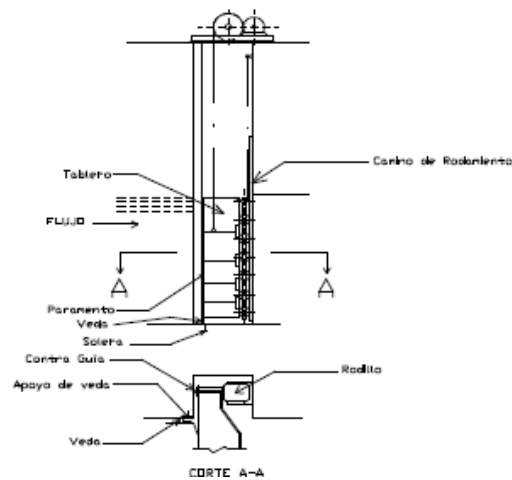
Se utilizan principalmente en las crestas de los vertederos de las presas, son accionadas mediante pistones hidráulicos o neumáticos. Algunas de estas compuertas están equipadas en su parte superior de un elemento basculante, generalmente operado por medio de pistones neumáticos o hidráulicos. Bajando este elemento basculante se consigue descargar cantidades limitadas de agua, y eliminar elementos fluctuantes del embalse.





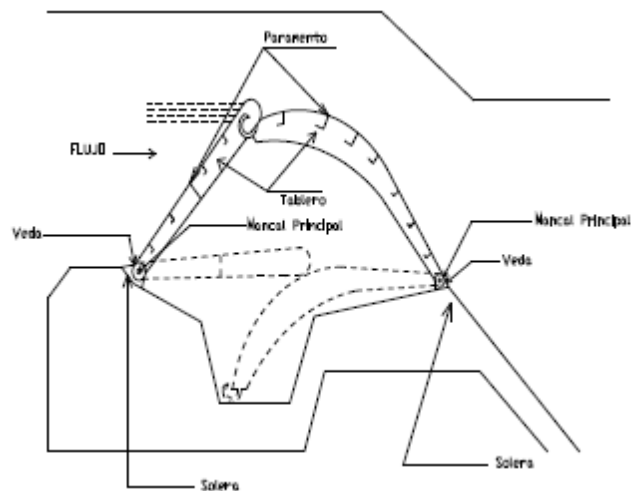
Compuerta tipo Stoney.

Este tipo de compuertas son muy parecidas a las compuertas tipo lagarto y al igual que éstas trabajan a grandes presiones en el fondo de embalses o centrales hidroeléctricas, sólo que las orugas que tiene este tipo de compuertas se encuentran únicamente de un lado y de igual forma sirven para abrir o cerrar la compuerta. Este tipo de compuertas es movido por medio de cables de acero tirados por motores, lo que facilita su operación bajo diferentes condiciones de flujo.



Compuerta tipo Tejado

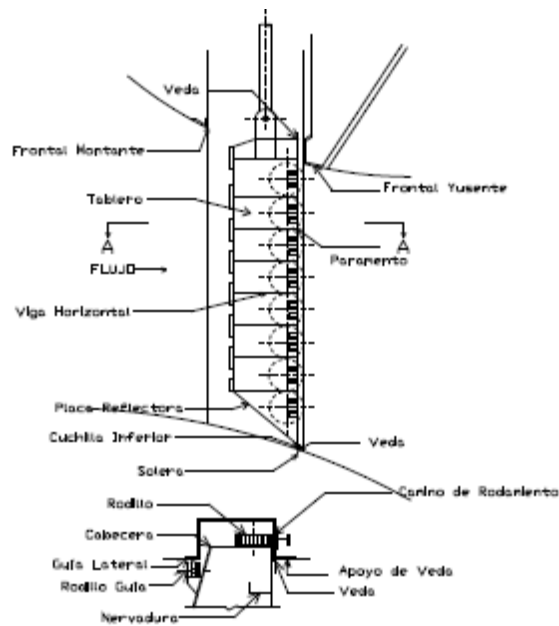
Es un tipo de compuerta hidráulica utilizado en vertederos de presas. Es operada utilizando el desnivel de agua creado por éstas y no requiere de equipo mecánico para su operación. Su función principal es evitar el paso del agua hasta el momento en que es abierta. Cuenta con una cámara donde se abate lo cual hace que el vertedero pierda su forma óptima.





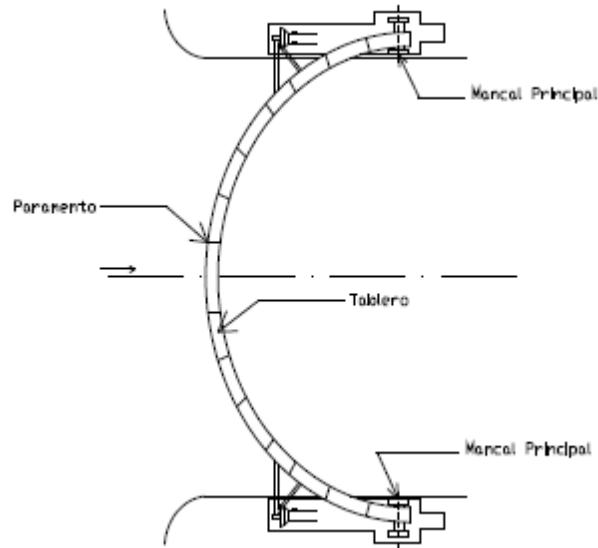
Compuerta tipo Vagón

Esta compuerta hidráulica está diseñada para trabajar a grandes presiones por lo que es utilizada únicamente en descargas de fondo y bocatomas de presas, es accionada por un pistón hidráulico o neumático, el cual la abre o la cierra.



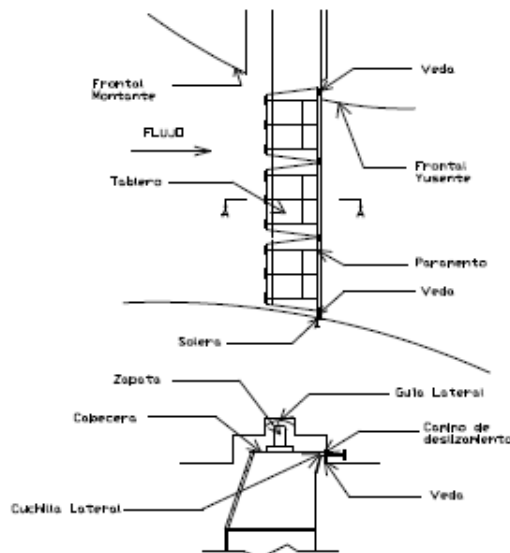
Compuerta tipo Visera

Esta compuerta hidráulica es muy similar a la compuerta tipo esclusa ya que tiene el mismo funcionamiento de ésta, solo que su forma es distinta ya que tiene forma de arco y al igual que la compuerta esclusa la accionan los pistones hidráulicos o neumáticos y únicamente se utiliza en canales navegables.



Compuerta tipo Stop Log

Es un tipo de compuerta hidráulica utilizada como compuerta auxiliar, para poder dar mantenimiento a las compuertas principales, se utiliza en todos los lugares donde hay algún tipo de compuerta hidráulica, ya sean vertederos, descargas de fondo, canales, ríos, etc.

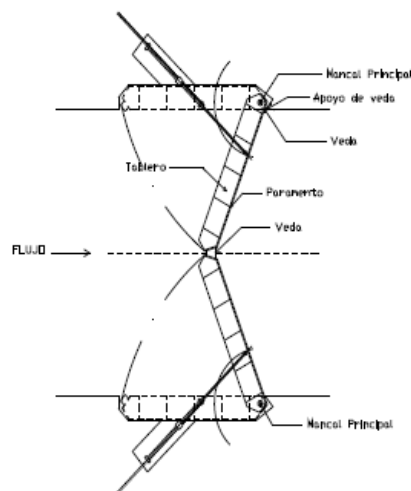


Compuerta tipo esclusa

Este tipo de compuerta es utilizada principalmente en ríos y canales, su funcionamiento es muy simple ya que las compuertas constan de bisagras verticales, que son accionadas por pistones



o medios mecánicos, las cuales se abren o se cierran al igual que una puerta común. Las compuertas son abiertas para permitir el paso de las embarcaciones, cuando el nivel de agua afuera y dentro de la esclusa se encuentren a pocos centímetros de diferencia. Su función principal es hacer elevar o descender las embarcaciones y así vencer los grandes desniveles.



Compuertas Flap o Clapetas

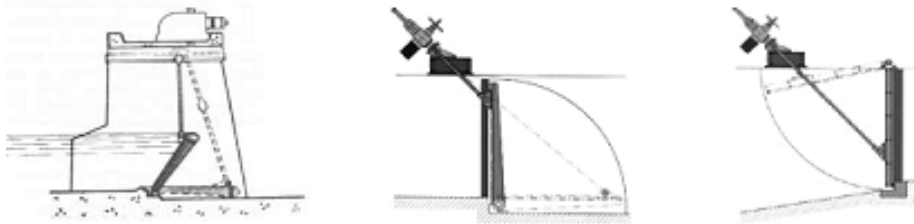
Suelen estar formadas por tableros, planos o curvados, de superficie rectangular. El giro lo realizan sobre un eje longitudinal situado en la base o en la parte superior, haciendo el movimiento de apertura, a modo de bisagra, hacia aguas abajo, con lo que, las compuertas de este tipo pueden quedar sumergidas en el momento de vertido, al igual que sucede con las compuertas de sector.

Se emplean, mayormente, en aliviaderos de superficie.

Los equipos de accionamiento, individuales para cada compuerta, son variados. Desde los basados en la utilización de cabestrantes que, mediante cadenas o cables, tiran de los extremos superiores de la compuerta para su elevación, o la dejan caer lentamente en el descenso, el cual es debido a la presión ejercida por el agua sobre la pantalla; hasta los mecanismos compuestos por servomotores, palancas y levas, contrapesos, etc., que controlan el movimiento de las compuertas, desde recintos situados por debajo de las mismas.



En las compuertas de clapeta, la estanqueidad presenta ciertas dificultades, como consecuencia, fundamentalmente, de la acumulación de objetos extraños en las zonas de cierre, cuando éstas se encuentran abiertas e inician el cierre.



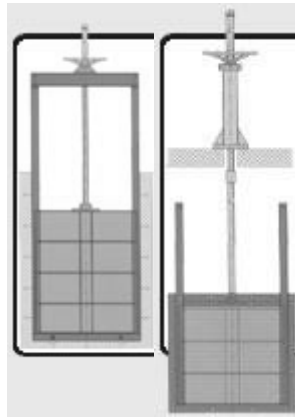
Compuertas deslizantes

Las compuertas deslizantes son aquellas que se desplazan directamente sobre la superficie de las muescas o guías, sin ruedas ni rodillos intermedios, estas compuertas pueden ser de superficie, o sumergidas.

Puede ser movida por diferentes tipos de motores.

Estas compuertas pueden ser de acero estructural, madera y en caso de pequeñas cabezas de hierro, el espesor y el material de la compuerta dependerá de la presión del agua y el diseño de los sellos. Al trabajar a compresión estas compuertas tienen buenas adaptaciones a los sellos presentando pequeñas fugas.

Este tipo de compuertas han sido utilizadas para todo tipo de canales, pero resultan ser más económicas para pequeños canales y tamaños moderados pues necesitan grandes fuerzas para ser movidas.



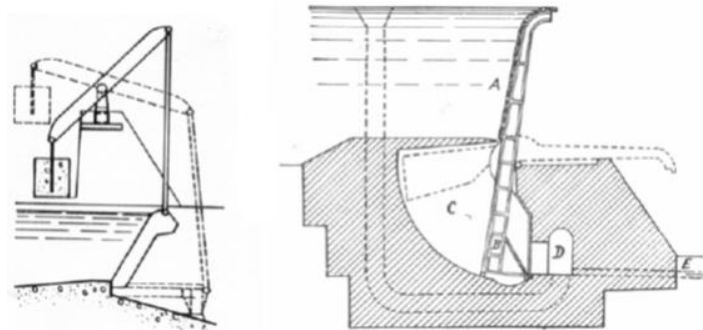
Compuertas automáticas

Compuertas basculantes o clapetas

Las compuertas basculantes están formadas por un tablero articulado en su arista de agua arriba, que puede abatirse, dando paso al agua. La principal aplicación de las compuertas basculantes es como alzas automáticas, cerrando vanos de no mucha altura limitados por pilas laterales.

El número de variedades que entran dentro de este tipo es enorme. Estas variedades se pueden agrupar en dos clases:

- Clapetas en las que la elevación se efectúa mecánicamente. Se pueden dividir en dos tipos: Clapetas sin contrapeso y clapetas con contrapeso.
- Clapetas cuya elevación se efectúa por medio de la misma presión de agua.



Compuertas de regulación de nivel aguas arriba constante

La compuerta de regulación de este tipo permite mantener automáticamente un nivel constante aguas arriba de ella independientemente del caudal que esté circulando por el canal. Para ello,



la compuerta se abre a medida que aumenta el caudal, llegando a su apertura total para el caudal máximo previsto con una mínima pérdida de carga.

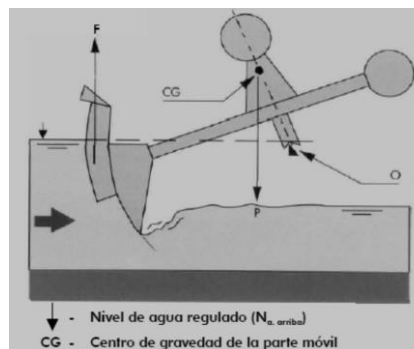
La parte móvil de la compuerta está constituida por una armadura unida rígidamente a un tablero cilíndrico previsto de un flotador instalado aguas arriba y una caja de contrapeso de equilibrado. El conjunto gira alrededor de un eje horizontal.

El empuje hidráulico sobre el tablero pasa por el eje de articulación y no interfiere en el equilibrio del conjunto.

Debido a la forma del flotador y a la posición del contrapeso, el centro de gravedad de la parte móvil del conjunto puede ser posicionado de forma que los momentos CF y CP , creados respectivamente por el Empuje de Arquímedes F y por el peso propio P , sean iguales y opuestos para todas las posiciones del tablero, cuando el nivel aguas arriba está en la cota del eje de articulación O .

- Cuando el nivel aguas arriba aumente tenemos: $CF > CP$ y la compuerta se abrirá.
- Cuando el nivel aguas arriba disminuye tenemos: $CF < CP$ y la compuerta se cerrará.

El movimiento de apertura o cierre de la compuerta continua hasta el momento en que el nivel de agua llega a su posición de equilibrio, es decir, cuando el nivel de líquido aguas arriba coincide con la cota del eje de articulación.



Compuertas de regulación de nivel aguas abajo constante

Estas compuertas controlan el nivel de agua sentido aguas abajo, independiente de su apertura, del nivel aguas arriba y del caudal solicitado.



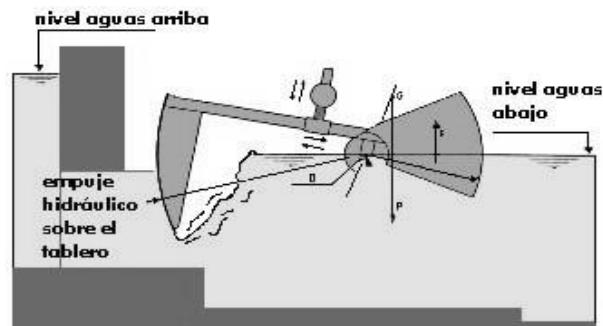
Esta característica se logra por medio de una sola pieza móvil articulada alrededor de un eje.

El eje de articulación en cuya cota se establece el nivel regulado, coincide con los centros del cilindro del tablero y flotador. El contrapeso fijado en la estructura permite ubicar el centro de gravedad de la parte móvil en una posición ideal para su equilibrio. El empuje hidráulico sobre la compuerta pasa por el eje de articulación y no interfiere en el equilibrio del conjunto, las únicas fuerzas que mueven el conjunto son los torques del peso propio P y del empuje de Arquímedes F sobre el flotador.

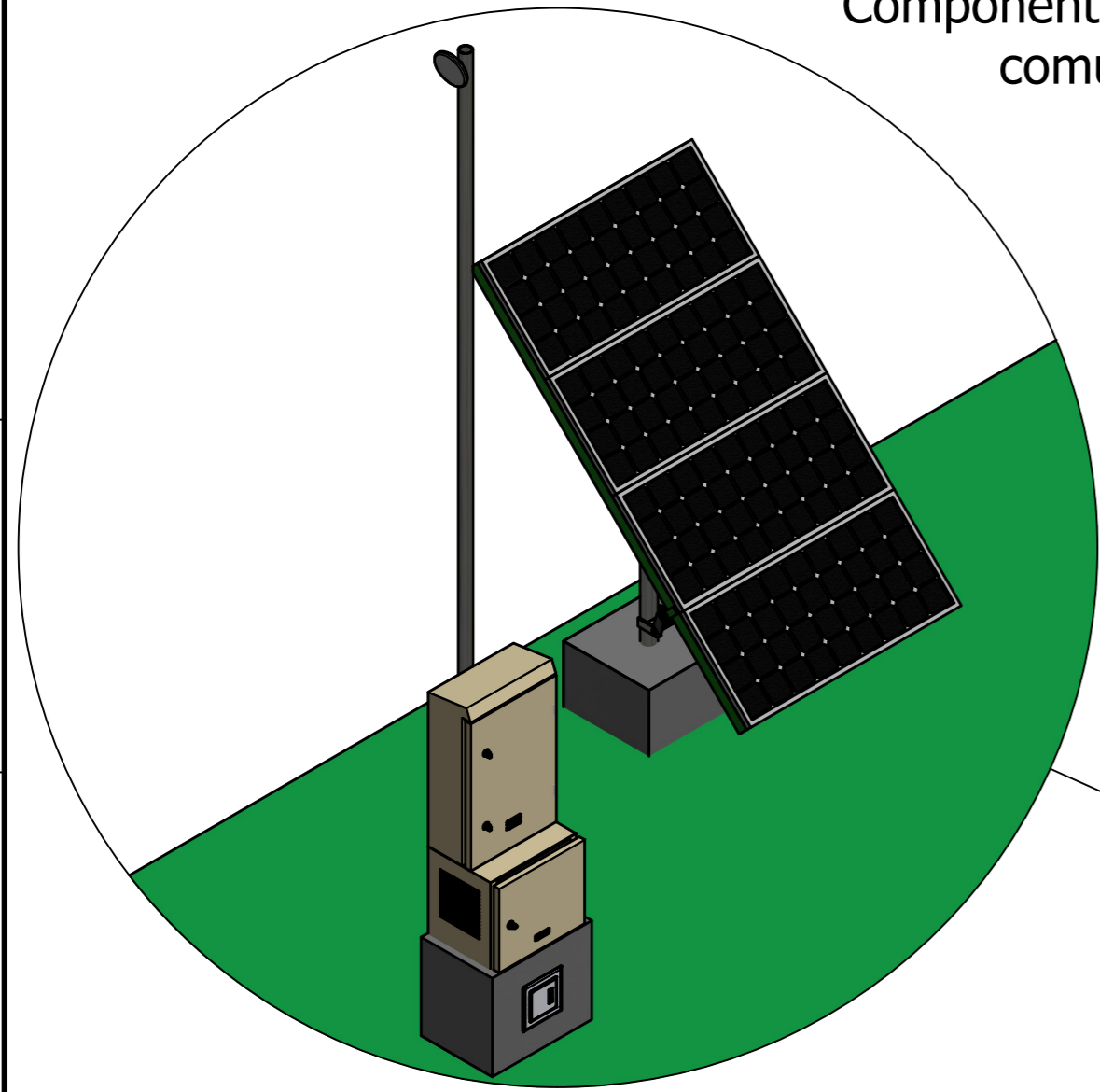
La compuerta está equilibrada de tal manera que los dos torques definidos arriba sean iguales y opuestos para todas las posiciones del tablero, cuando el nivel de agua aguas abajo está en la cota del eje de articulación.

Cuando el nivel de agua aguas abajo no coincide con la cota del eje de articulación, el equilibrio en cuestión es interrumpido y la posición de la compuerta se define como sigue:

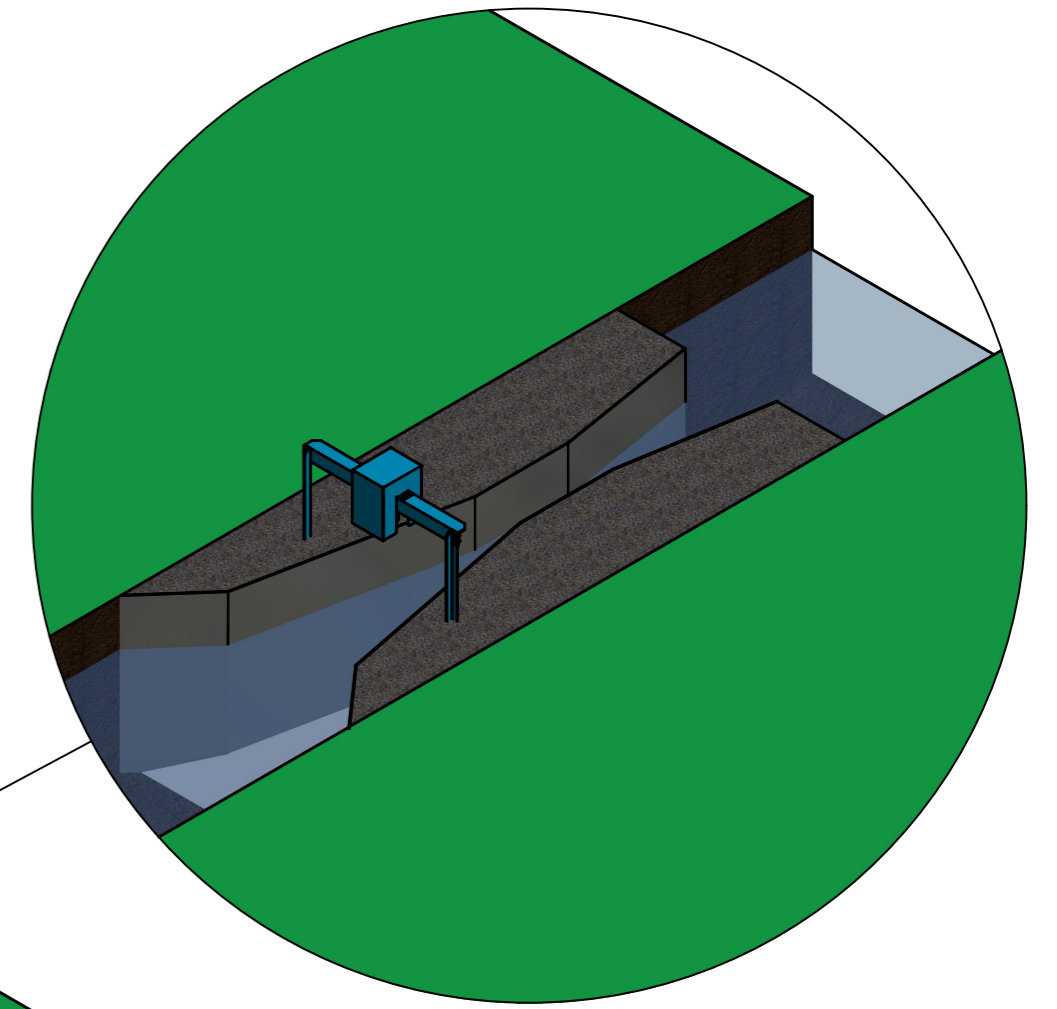
- Cuando el consumo de agua disminuye el nivel aguas abajo aumenta y la compuerta se cierra hasta permitir el paso del caudal consumido de forma que el nivel aguas abajo vuelva a coincidir con la cota del eje de articulación, estableciendo de este modo el equilibrio del conjunto.
- Cuando el consumo de agua aumenta, el nivel aguas abajo disminuye y la compuerta se abre hasta establecer otra vez el equilibrio del conjunto; este equilibrio se logra cuando el respectivo nivel de agua iguala la cota del eje de articulación.



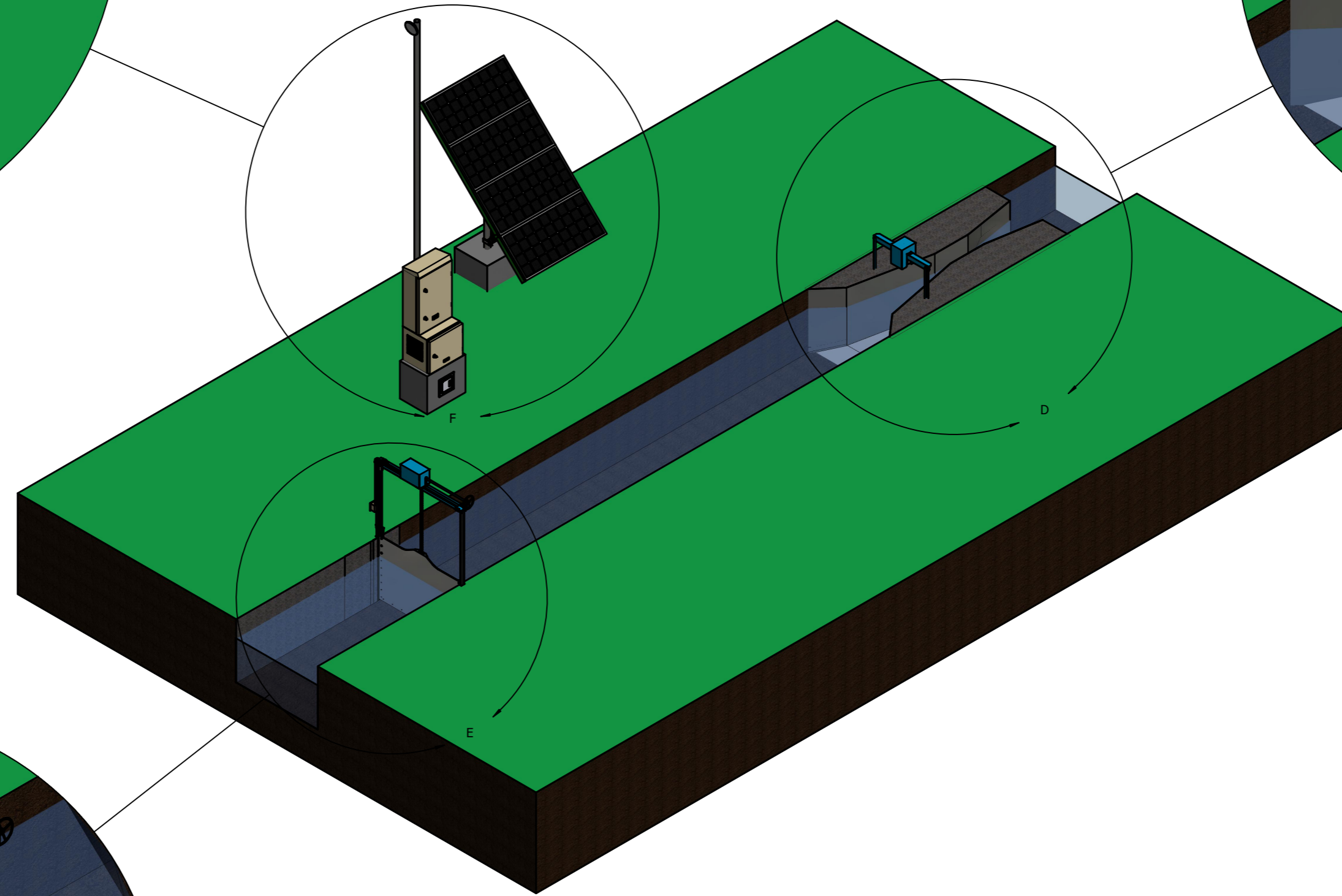
Componente de potencia y comunicación



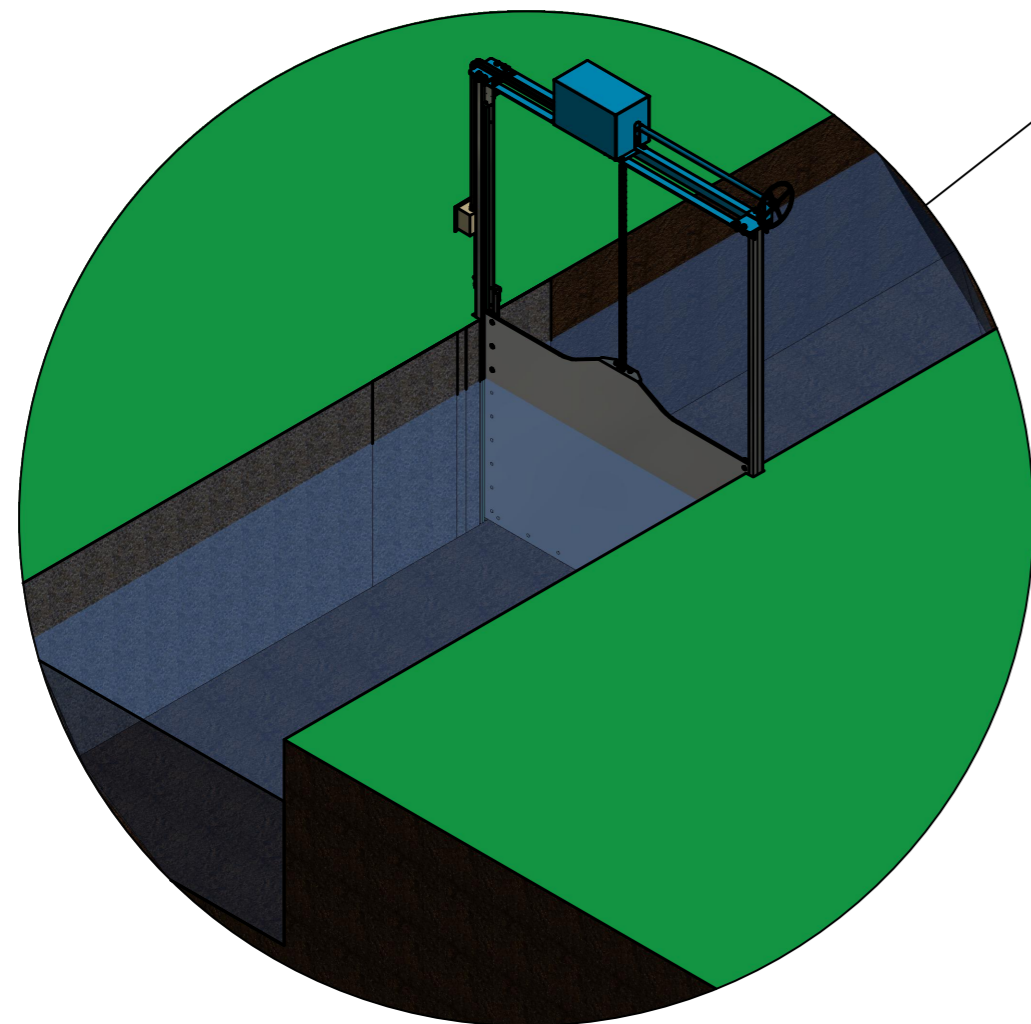
Componente de medición



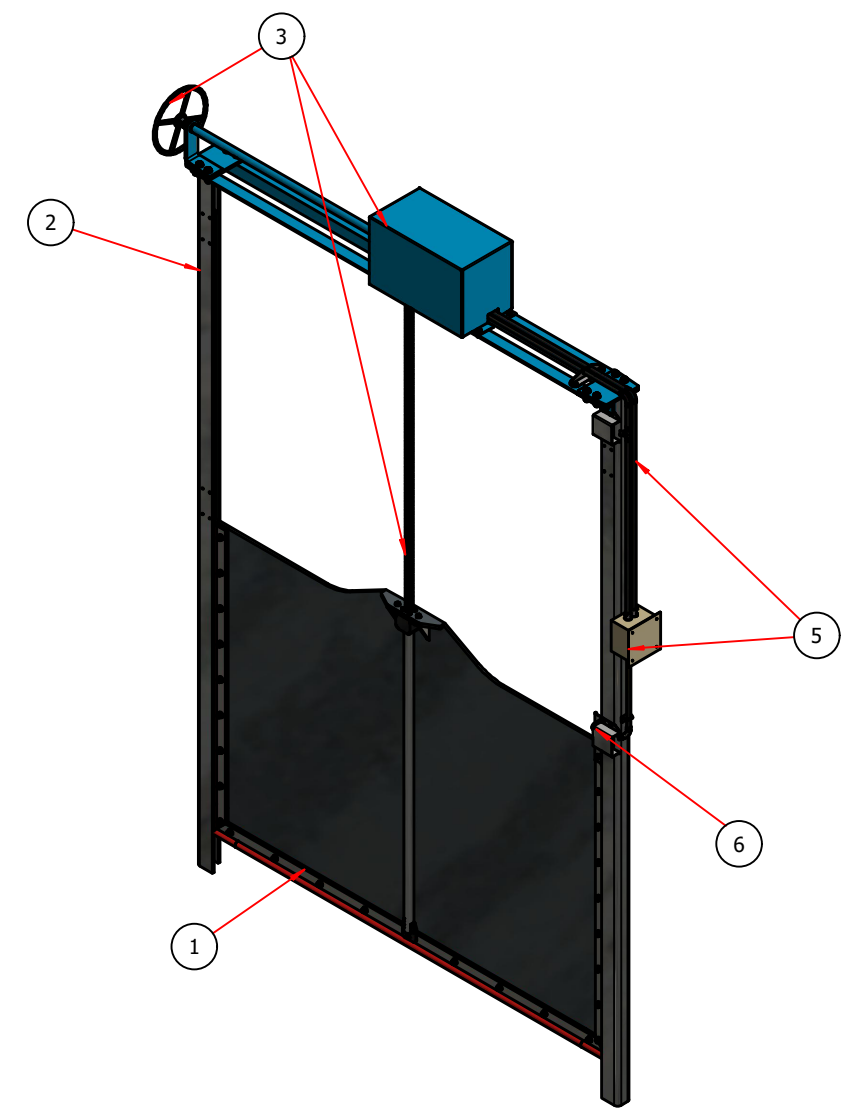
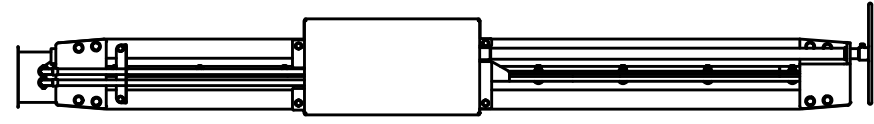
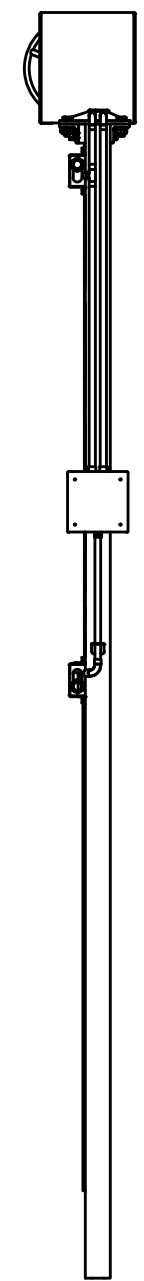
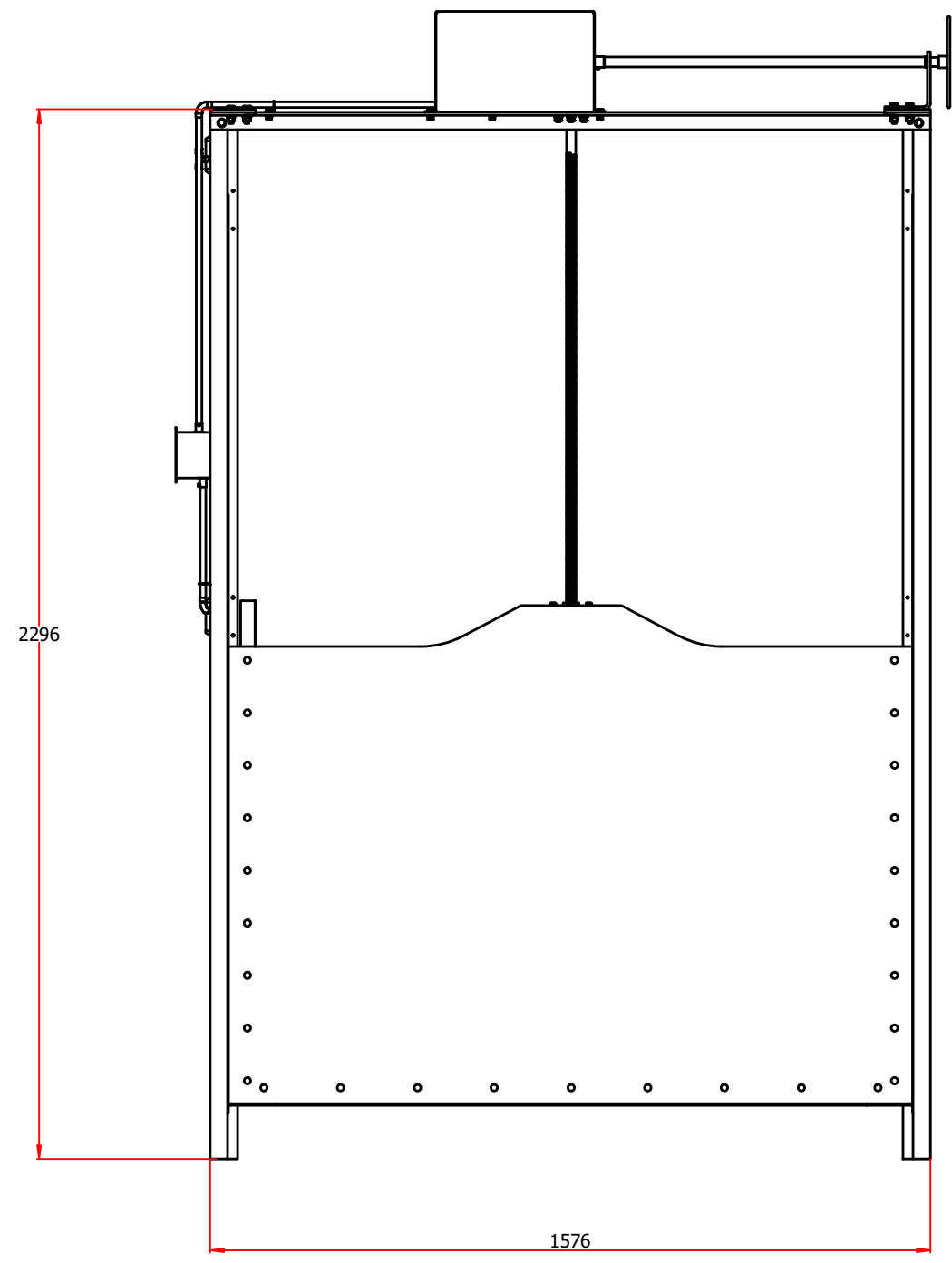
VISTA GENERAL DEL SISTEMA



Componente regulador



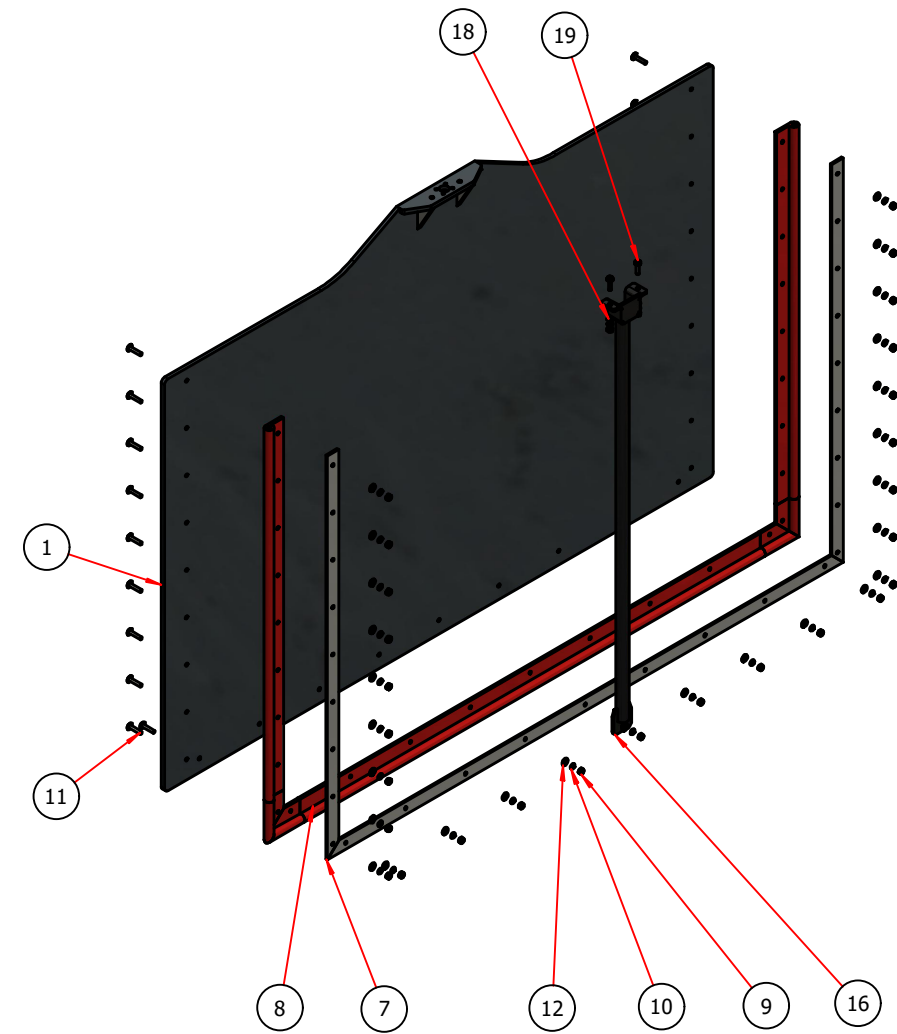
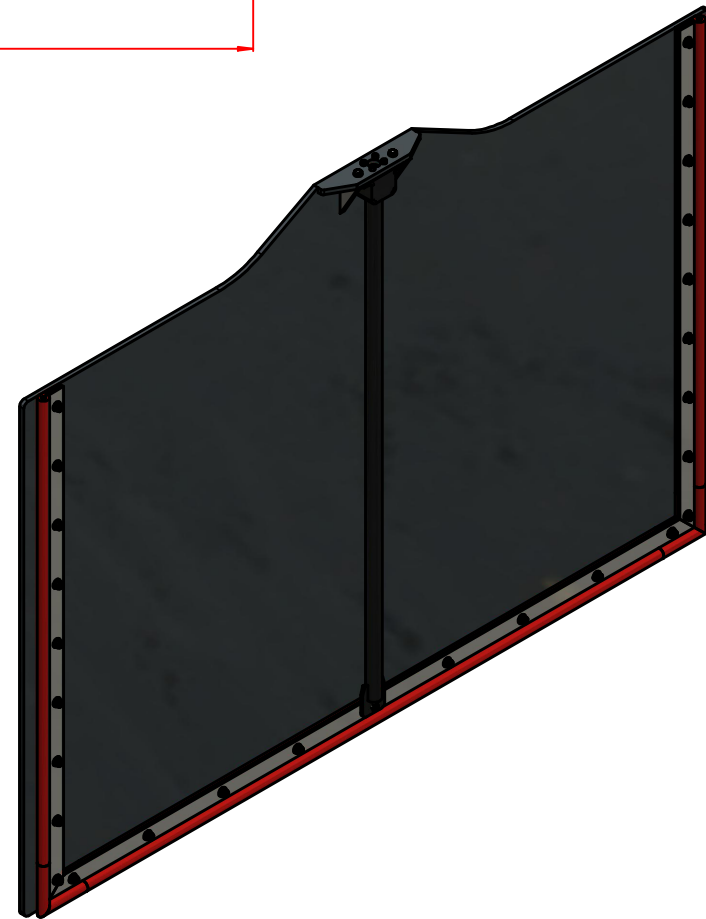
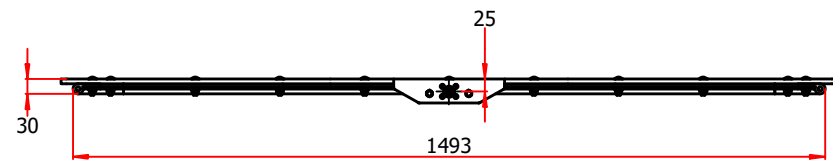
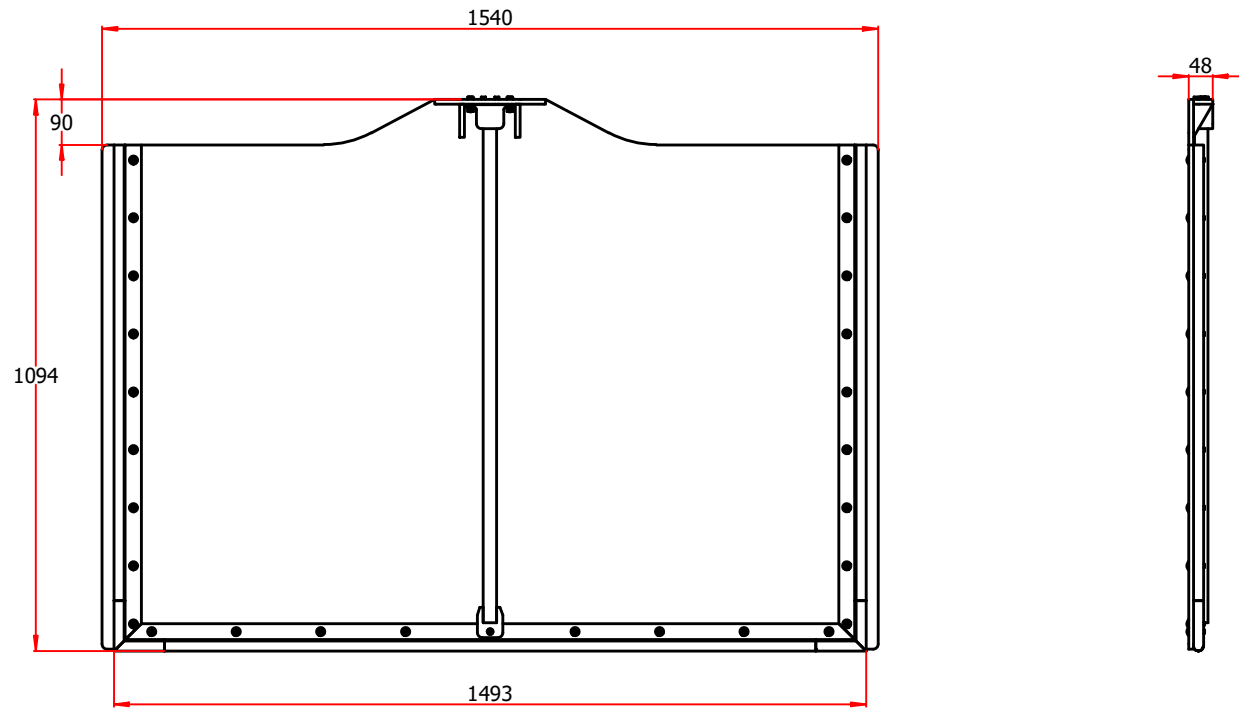
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Inq. Elvio Anton		
Apr.		Inq. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto: REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			Plano: PL-01
S/E	Título: Sistema regulador de caudal			Material:
Unid.	mm			Rev: R02
				Hoja:




LISTA DE COMPONENTES			
ELEMENTO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
1	Chapon	Panel regulador	PL-04
2	Bastidor	Estructura soporte	PL-08
4	Accionamiento	Accionamiento de compuerta	PL-16
5	Cañerías de conexión	Canalización de cables	PL-24
6	Sistema de control	Control operativo	PL-27

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		REGULATOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO	Plano:
S/E	Título:			PL-02
Unid.	mm		Componente regulador	Material:
				Varios
				Rev:
				R02
				Hoja:

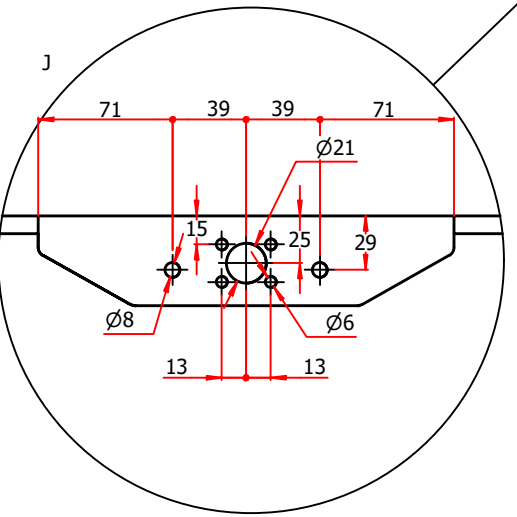
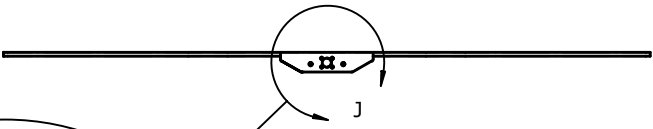
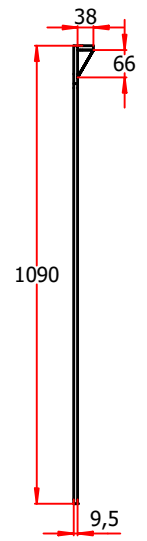
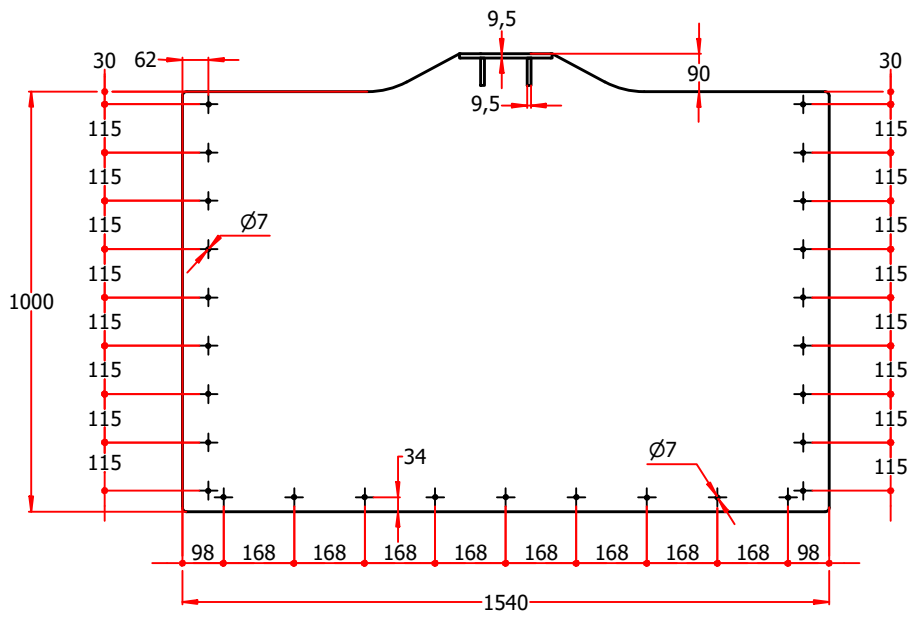





LISTA DE COMPONENTES				
ELEMENTO	CTDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
1	1	Chapon	Panel regulador	PL-04
7	1	Prensa sello		PL-05
8	1	Sello		PL-06
9	37	ANSI B18.2.2 - 1/4 - 20	Tuercas hex.	
10	38	ANSI B18.21.1 - 0,25	Arandelas de presión	
11	27	ANSI B18.5 - 1/4-20 UNC - 1,25	Perno de cabeza redonda	
12	27	ANSI B18.22.1 - 1/4 - Fino - Tipo A	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B	
16	1	cobertor tornillo		PL-07
18	20	ANSI B18.22.1 - 1/4 - Fino - Tipo B	Arandela plana Tipo A y B	
19	2	ANSI B18.2.1 - 1/4-20 UNC - 1	Tornillo de remate hex	

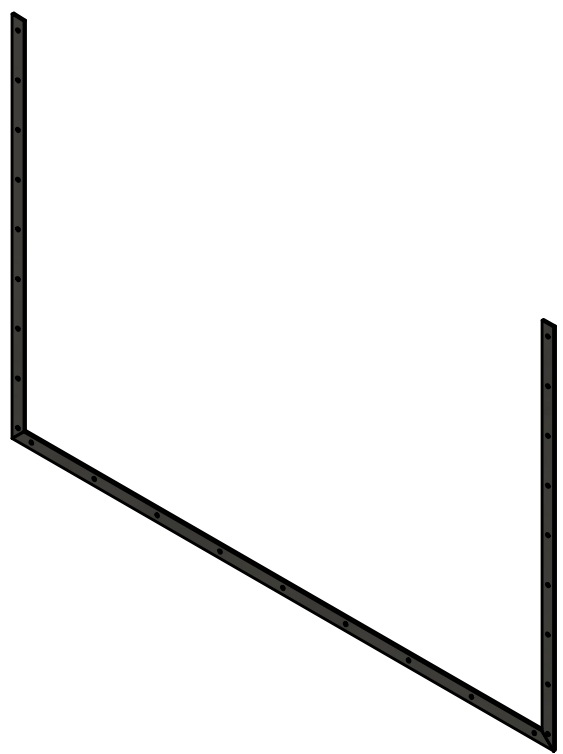
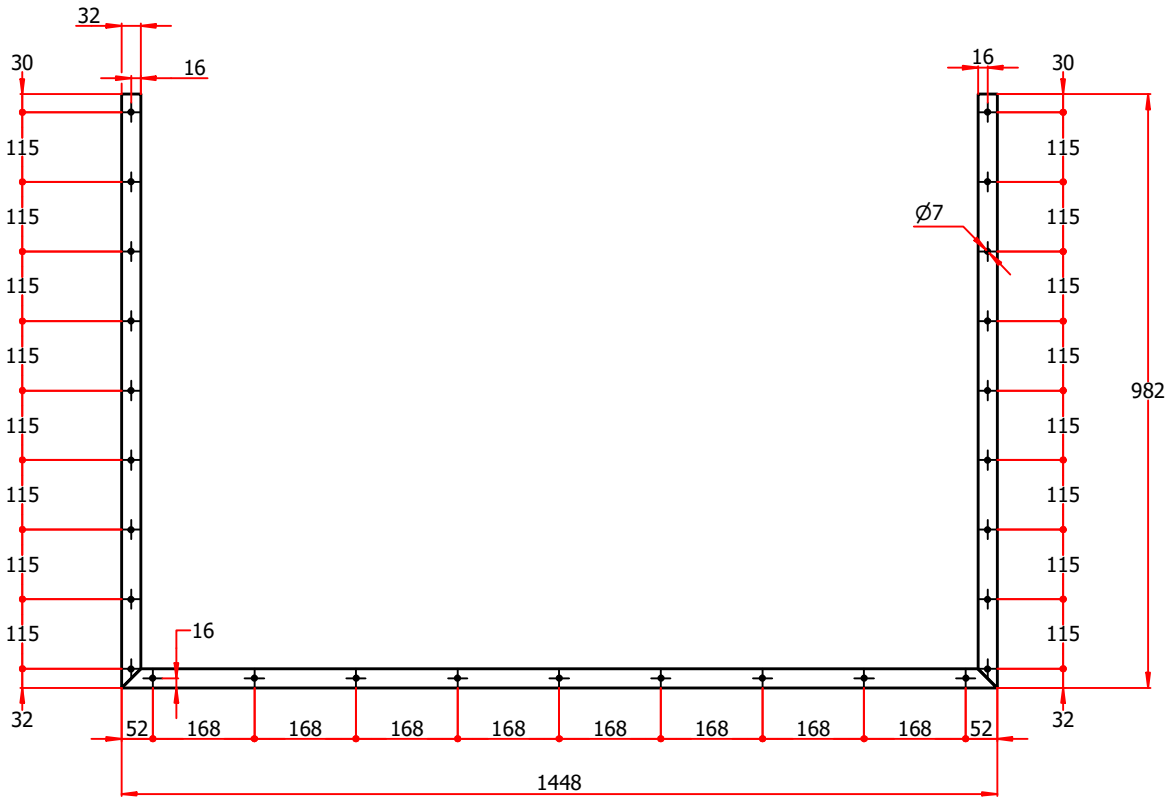
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO	Plano:
S/E				PL-03
	Título:		ESCUDO	Material:
Unid.				Acero SAE 1010 GC
mm				Rev:
				R02
				Hoja:

F E D C B A



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		Plano:	PL-04
S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			
	Título:		Material:	
Unid.	Chapón		Acero SAE 1010 GC	
mm			Rev:	Hoja:
			R02	

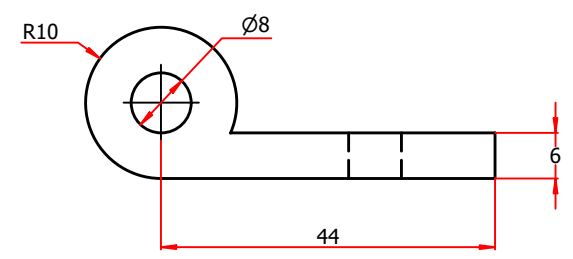
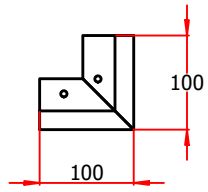
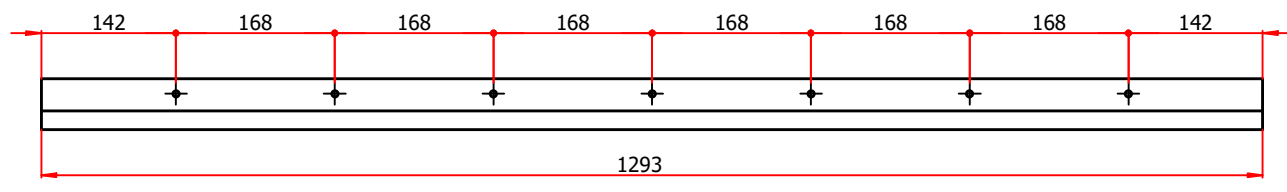
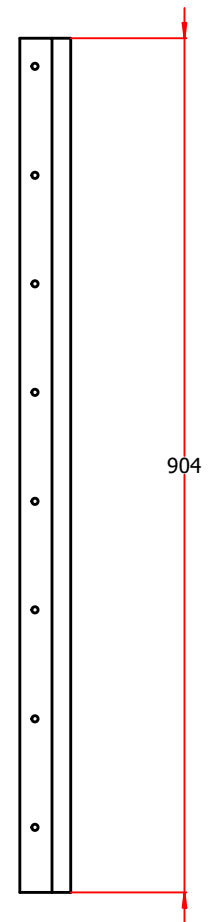
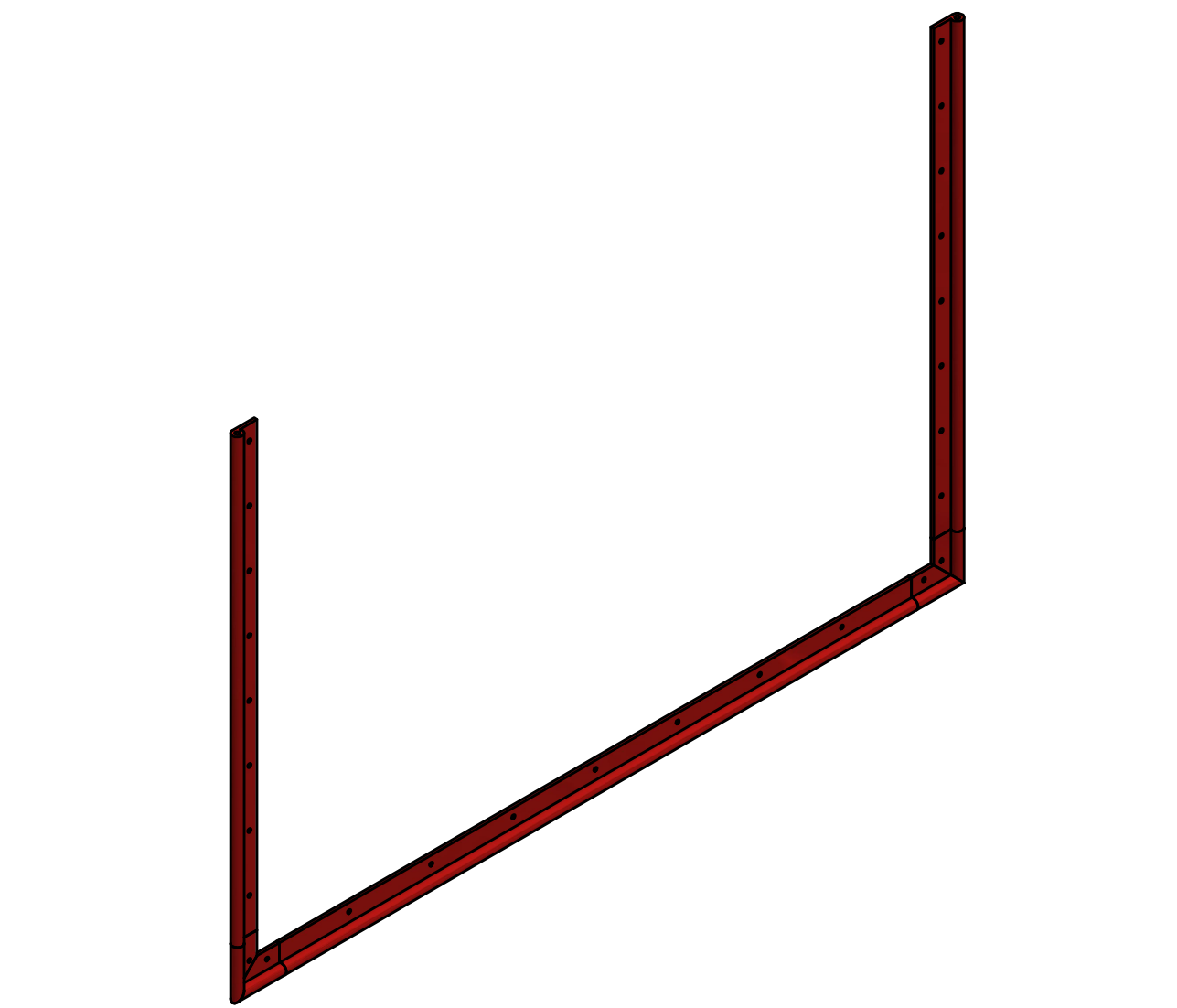
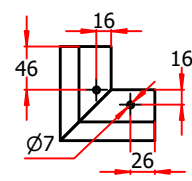
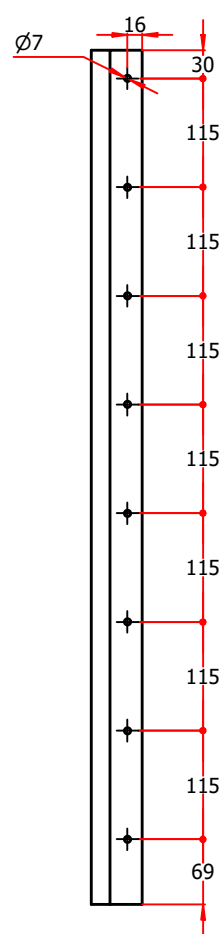
A
B
C
D
E
F



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020		
	Rev.		Ing. Elvio Anton	Plano: PL-05
	Apr.		Ing. Elvio Anton	
	Esc.	Proyecto: REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		Material: Acero SAE 1010 GC
	S/E	Título: Prensa sello		
	Unid.			Rev: R02
	mm			

1 2 3 4 5 6 7 A

A B C D E F



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO	Plano:
S/E				PL-06
	Título:		Sello de estanqueidad	Material:
Unid.				NEOPRENE
mm			Rev:	Hoja:
			R02	

Formato A3 (420x297)

1 2 3 4 5 6 7 8

1

2

3

4

A

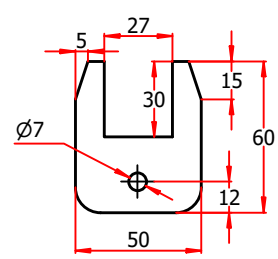
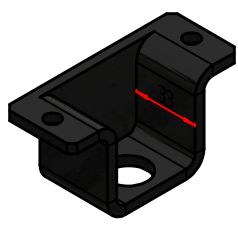
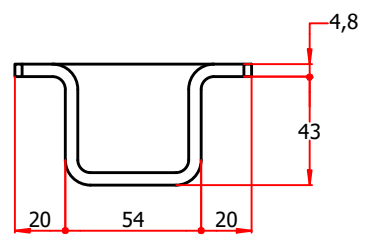
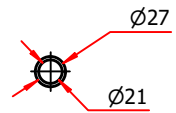
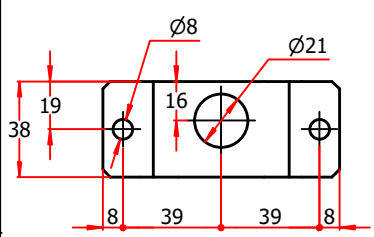
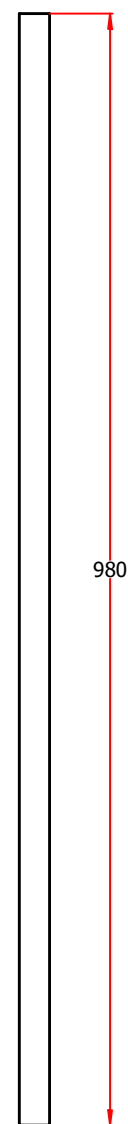
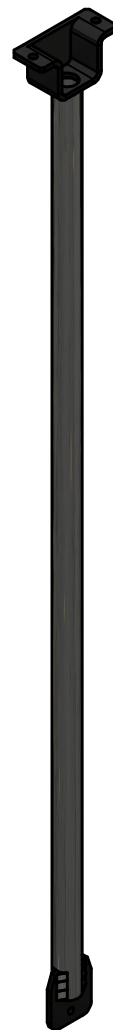
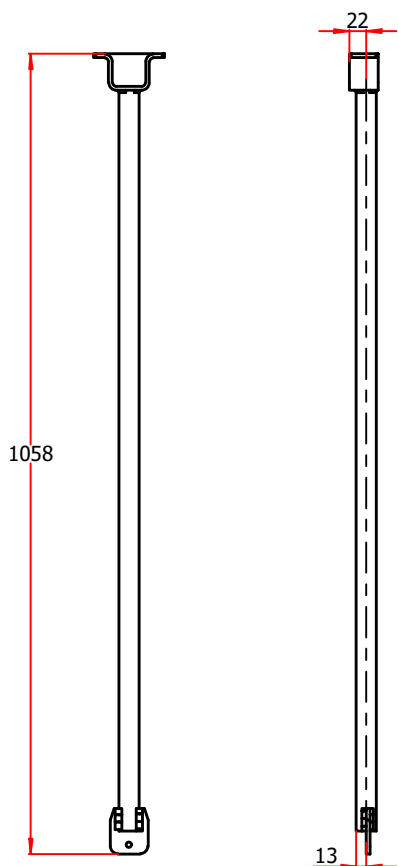
B


C

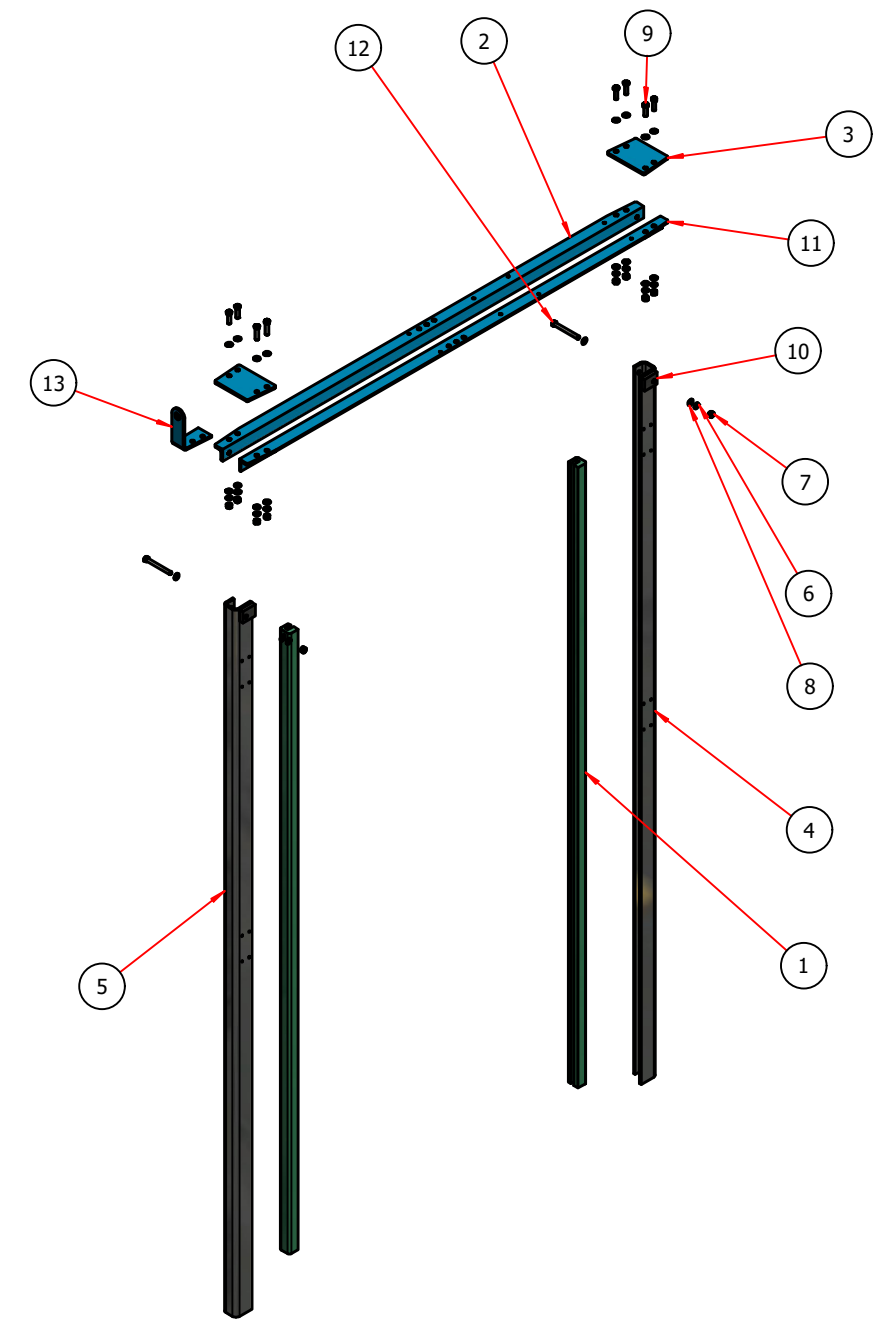
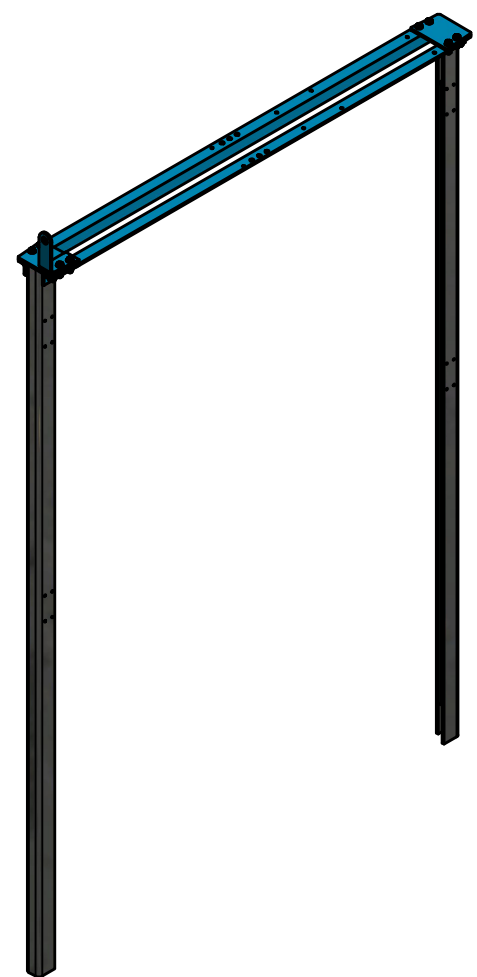
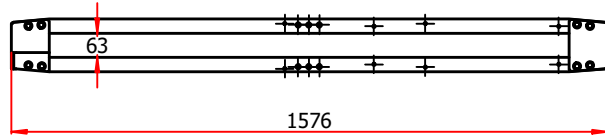
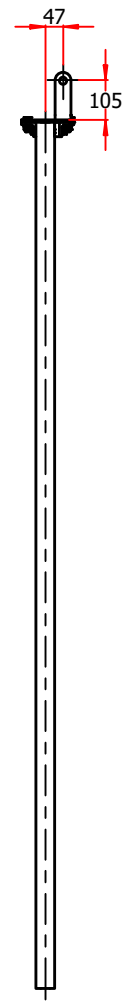
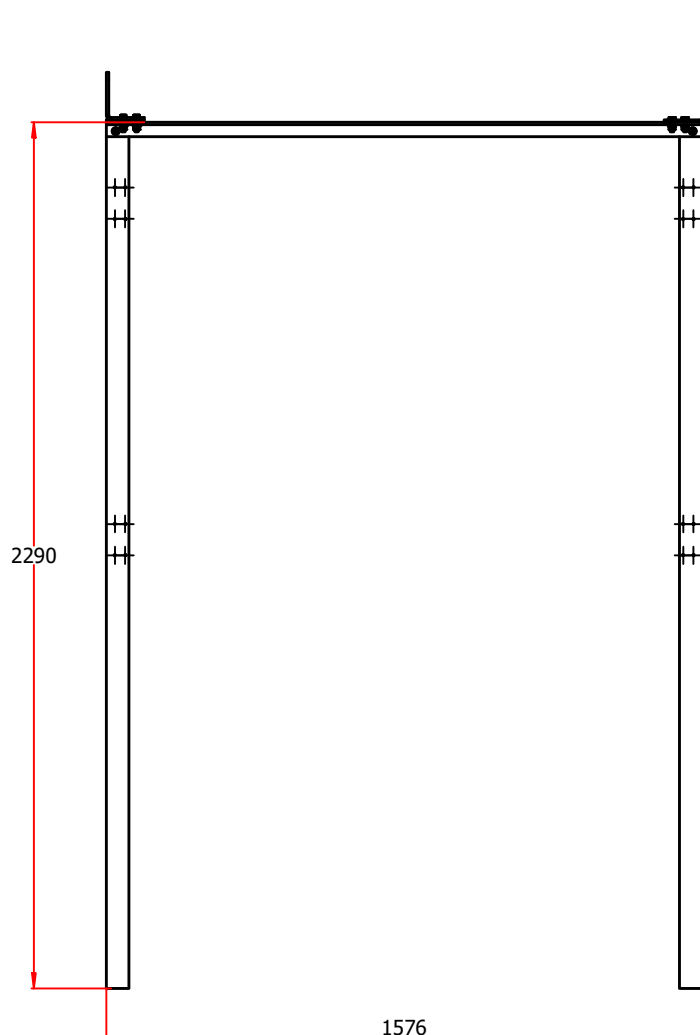
D

E

F



F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.		Ing. Elvio Anton		
	Apr.		Ing. Elvio Anton	Plano:	
	Esc.	Proyecto:			PL-07
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			Material:
	Título:			Acero SAE 1010 GC	
	Unid.	cobertor tornillo			Rev:
	mm				R02
					Hoja:



LISTA DE COMPONENTES				
ELEMENTO	CTDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
1	2	guia		PL09
2	1	Travesaño		PL10
3	2	placa fijación		PL11
4	1	Pata bastidor plegada		PL12
5	1	Pata bastidor plegada_izq		PL13
6	10	ANSI B18.21.1 - 0,375	Arandelas de presión	
7	10	ANSI B18.2.2 - 3/8 - 16	Tuercas hex.	
8	20	ANSI B18.22.1 - 3/8 - Fino - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B	
9	6	ANSI B18.2.1 - 3/8-16 UNC - 1,25	Tornillo de remate hex	
10	2	seplemento bastidor		PL13
11	1	Travesaño 2		PL14
12	2	ANSI B18.2.1 - 3/8-16 UNC - 3,5	Tornillo de remate hex	
13	1	soporte volante		PL15
14	2	ANSI B18.2.1 - 3/8-16 UNC - 1,5	Tornillo de remate hex	

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:			Plano:
S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			PL-08
	Título:			Material:
Unid.	Bastidor			Varios
mm				Rev: R02
				Hoja:

Formato A3 (420x297)

1

2

3

4

A

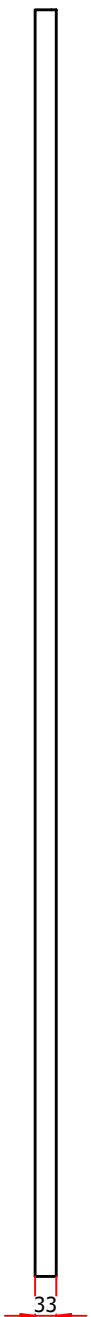
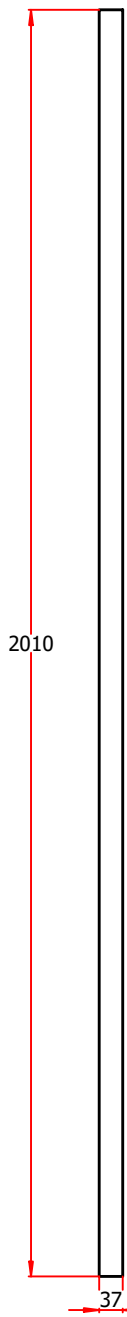
B

C

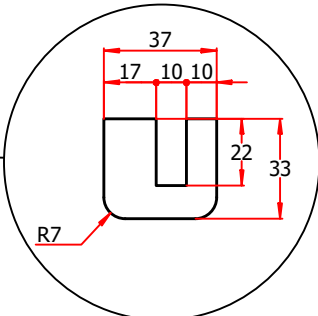
D

E

F

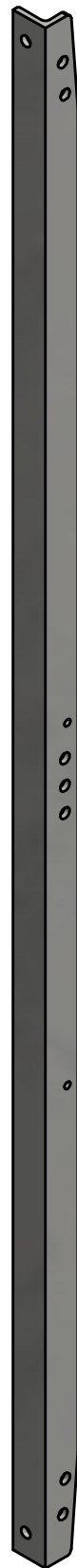
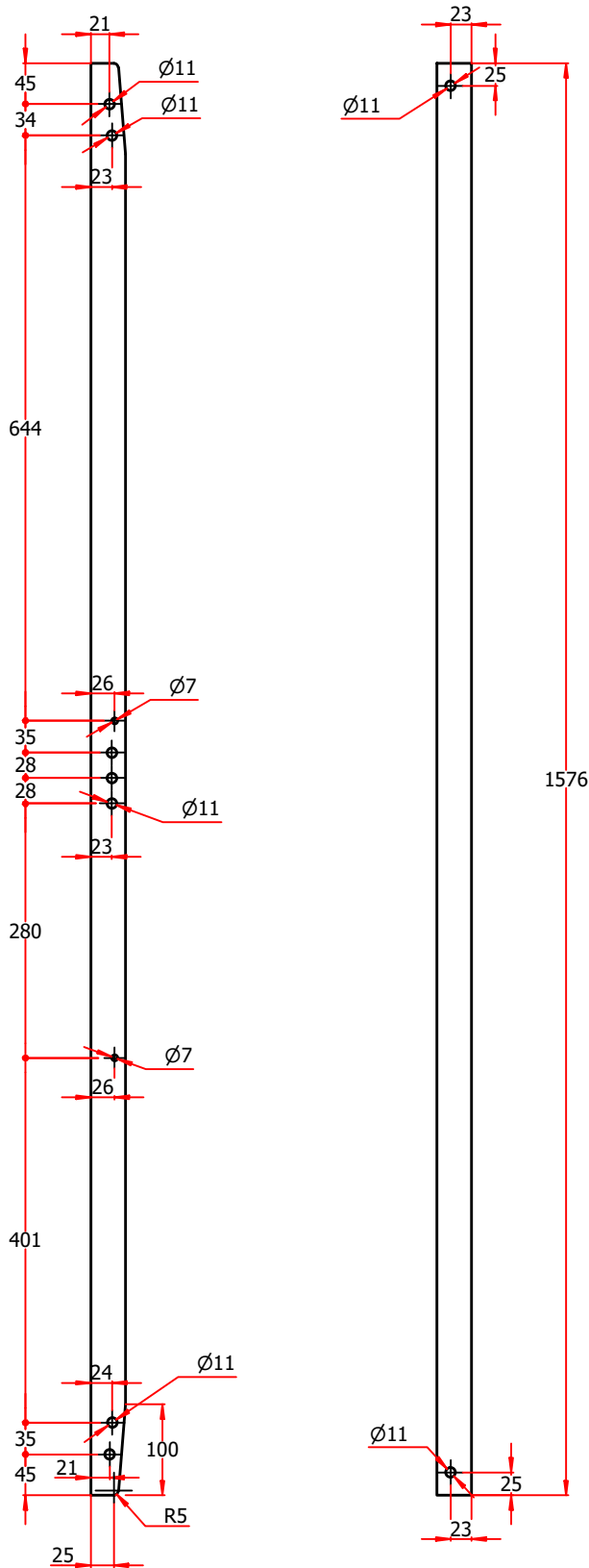


K



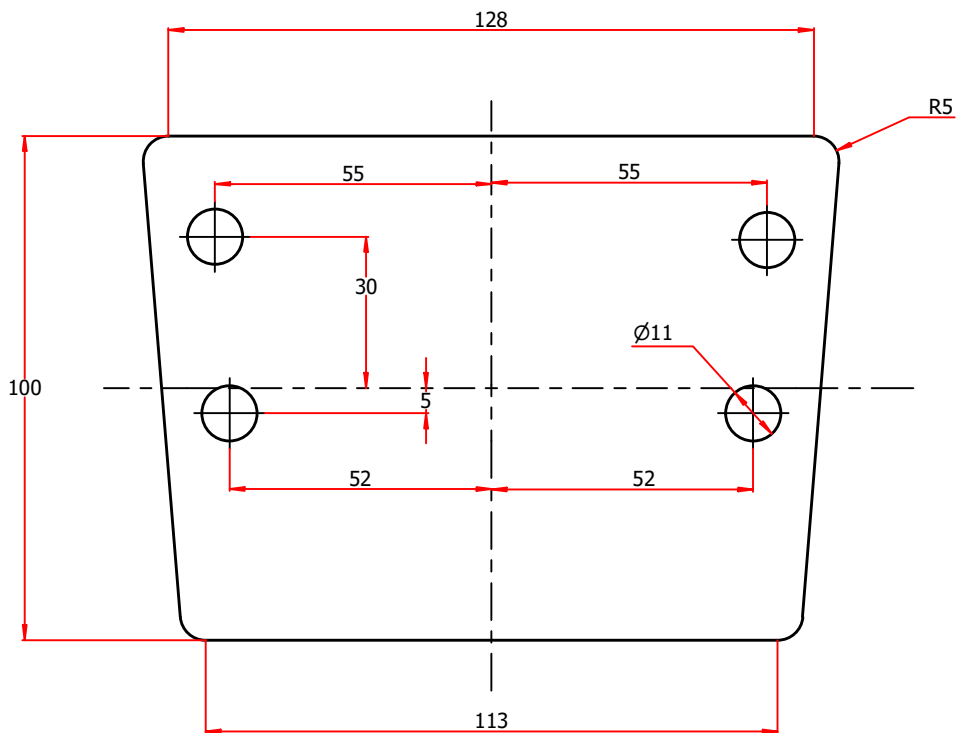
		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.		Ing. Elvio Anton		
	Apr.		Ing. Elvio Anton		
	Esc.	Proyecto:			Plano:
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			PL-09
		Título:			Material:
	GUIA			APM	
	Unid.				Rev:
	mm				R02
					Hoja:

A
B
C
D
E
F



F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.		Ing. Elvio Anton		
		Apr.		Ing. Elvio Anton	Plano:
		Esc.	Proyecto:		PL-10
		S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		Material:
		Título:		Ángulo 1 1/2"	
	Unid.	Travesaño		Rev:	Hoja:
	mm			R02	

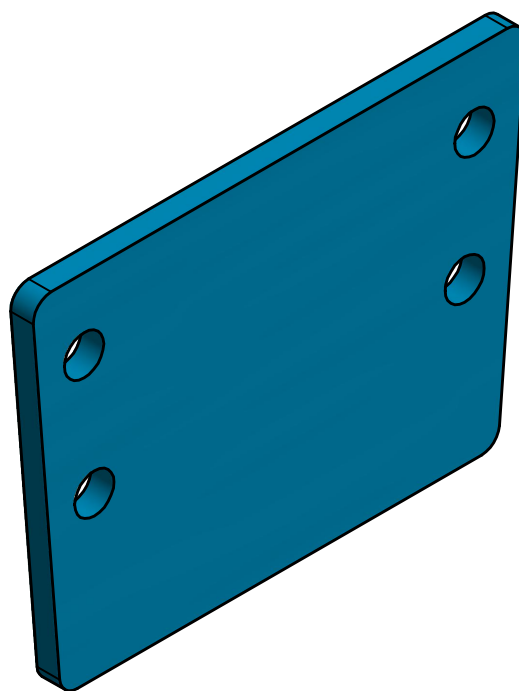
A



B

C

D



E

F

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		PLANO: PL-11	
S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			
	Título:		MATERIAL: Placa 1/4" SAE 1010	
Unid.	Placa fijación			
	mm		Rev: R02	Hoja:

A

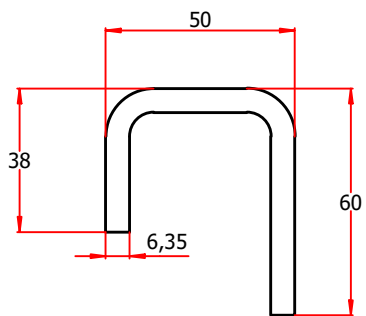
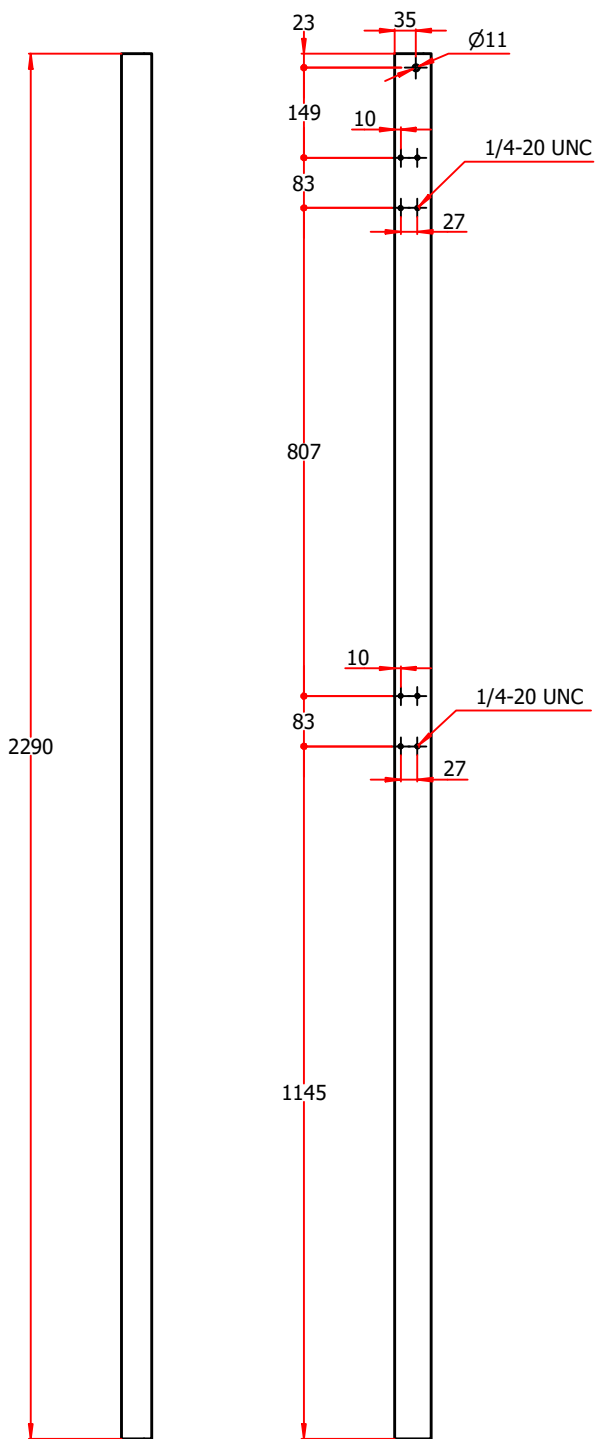
B


C

D

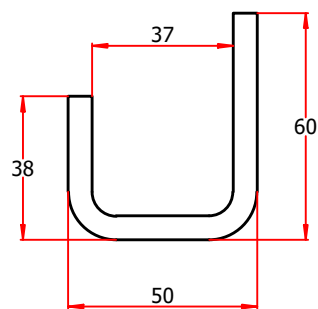
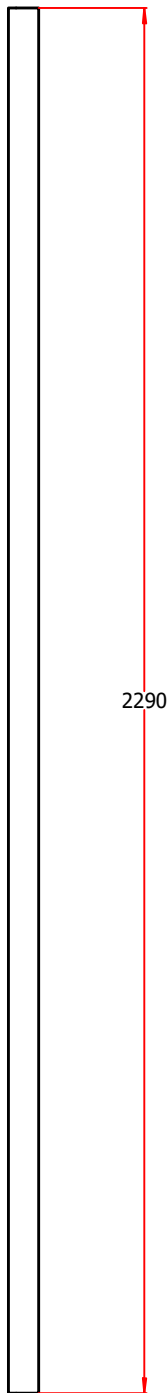
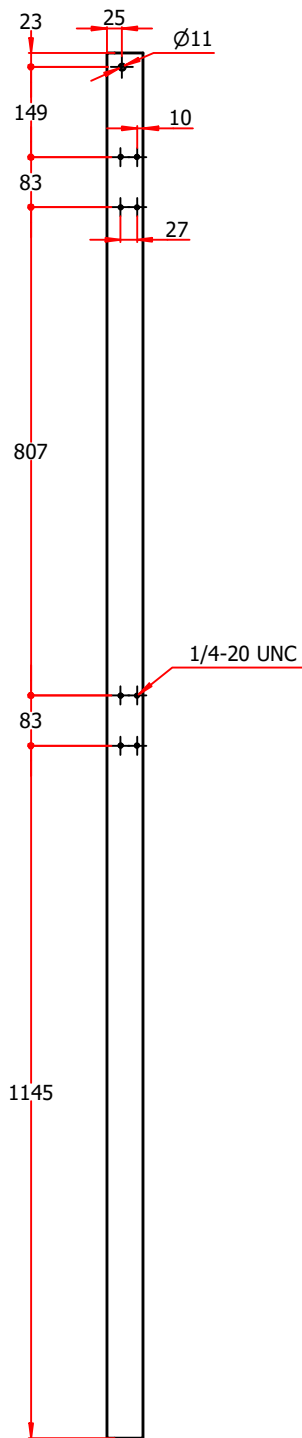
E


F



F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.		Ing. Elvio Anton		
		Apr.		Ing. Elvio Anton	Plano:
		Esc.	Proyecto: REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		
	S/E	Título:			Material:
		Pata bastidor			Chapa 1/4" SAE 1010
	Unid.				Rev:
	mm				R02
					Hoja:

A
B
C
D
E
F



F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn			
	Rev.		Ing. Elvio Anton			
		Apr.		Ing. Elvio Anton	Plano:	
		Esc.	Proyecto: REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			PL-13
		S/E	Título:			Material:
		Pata bastidor plegada izq			Chapa 1/4" SAE 1010	
	Unid.				Rev:	
	mm				R02	
					Hoja:	

A

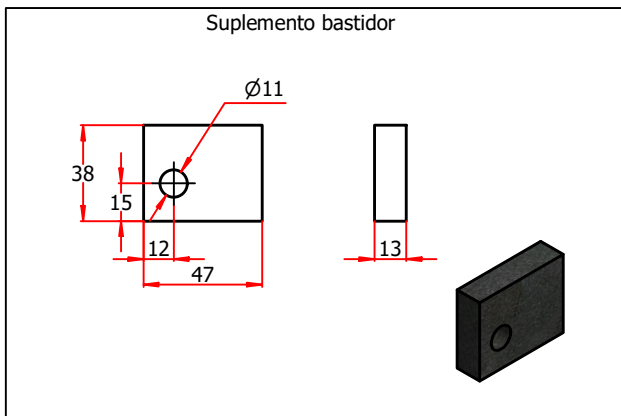
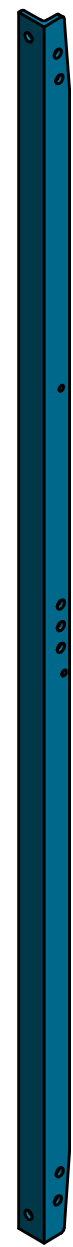
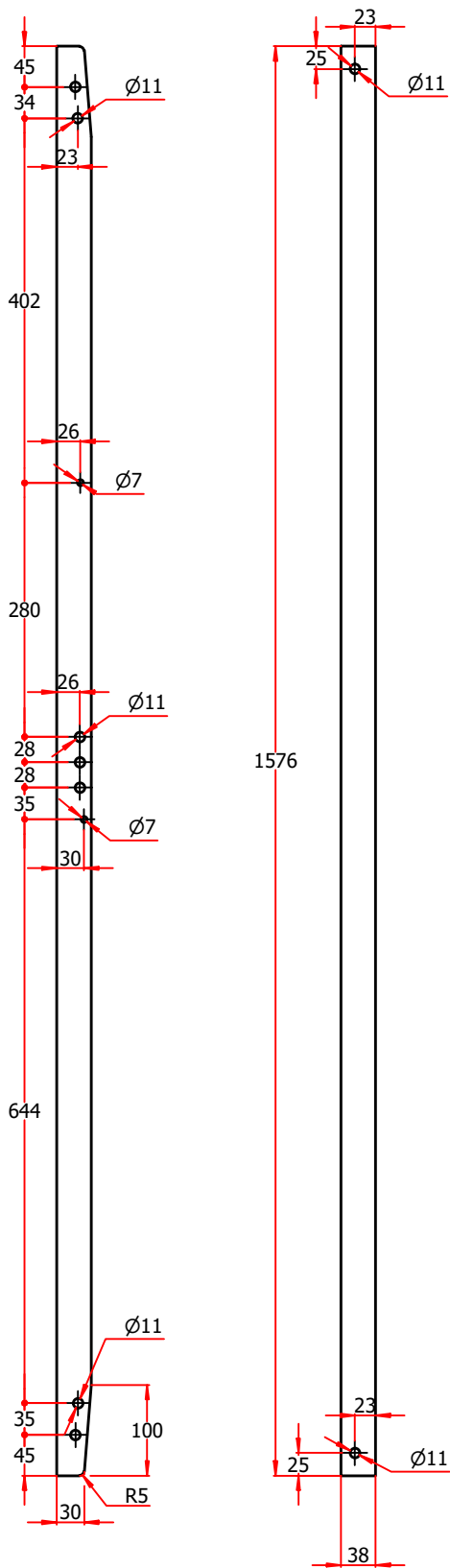
B

C

D

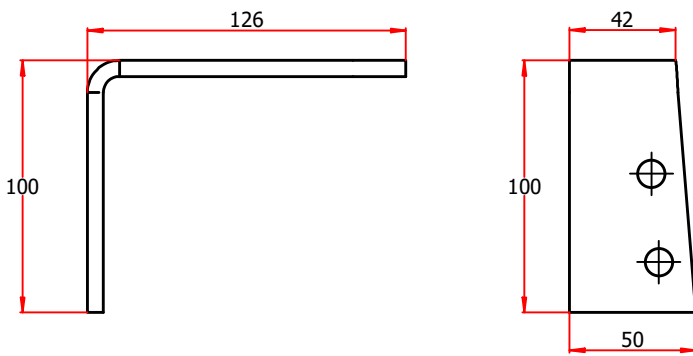
E

F

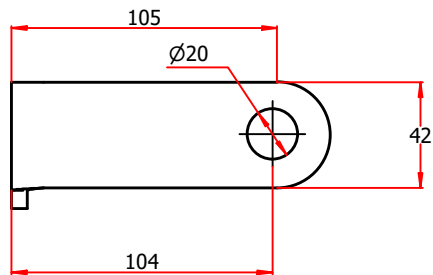


	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020		
	Rev.		Ing. Elvio Anton	Plano: PL-14
	Apr.		Ing. Elvio Anton	
	Esc.	Proyecto:	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO	Material: Ángulo 1 1/2"
	S/E			
		Título:	Travesaño izquierda	Rev: R02
	Unid.			
	mm			Hoja:

A

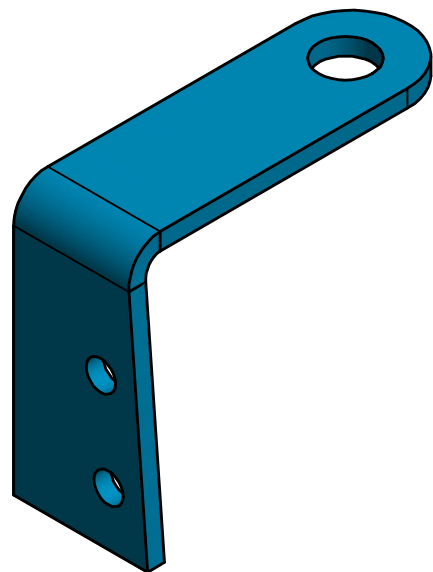
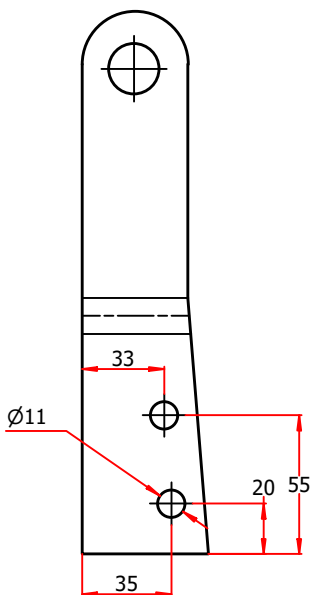


B



C

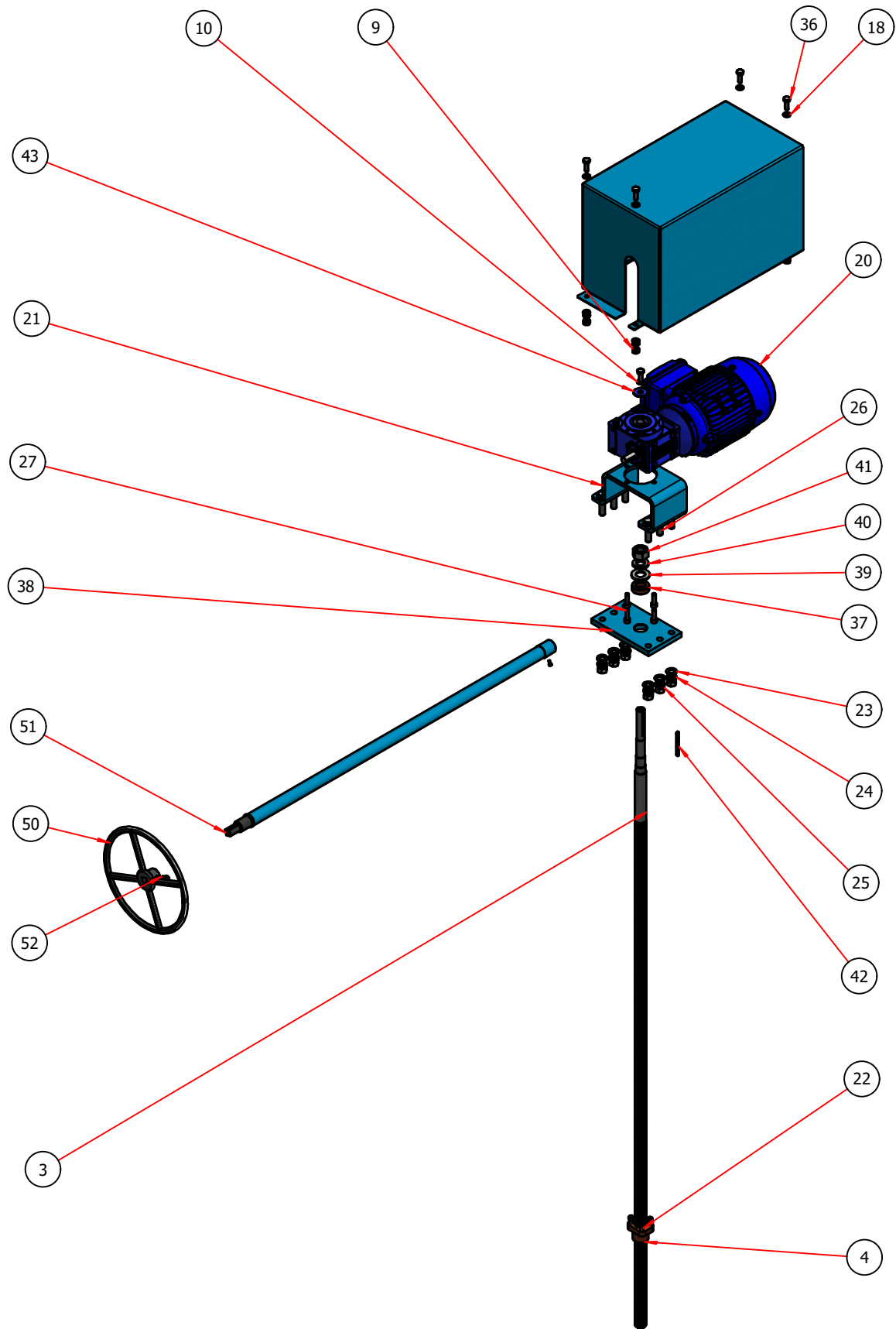
D



E

F

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc. S/E	Proyecto: REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			Plano: PL-15
	Título: Soporte volante			Material: Chapa 1/4" SAE 1010
Unid. mm				Rev: R02
				Hoja:



LISTA DE COMPONENTES			
ELEMENTO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
3	tornillo	Tornillo trapezoidal	PL-17
4	tuerca		PL-18
9	ANSI B18.2.2 - 1/4 - 20	Tuercas hex.	
10	ANSI B18.21.1 - 0,25	Arandelas de presión	
18	ANSI B18.22.1 - 1/4 - Fino - Tipo B	Arandela plana Tipo A y B	
20	Motoreductor		PL-19
21	soporte motor		PL-20
22	ANSI B18.3.1M - M5x0,8 x 20	Tornillo forjado de cabeza hueca - Métrico	
23	ANSI B18.22.1 - 3/8 - Fino - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B	
24	ANSI B18.21.1 - 0,375	Arandelas de presión	
25	ANSI B18.2.2 - 3/8 - 16	Tuercas hex.	
26	ANSI B18.2.1 - 3/8-16 UNC - 1,5	Tornillo de remate hex	
27	ANSI B18.3.1M - M6x1 x 20	Tornillo brochado de cabeza hueca - Métrico	
32	ANSI B18.3 - 24 UNC - 5/16	Tornillo alem	
36	ANSI B18.2.1 - 1/4-20 UNC - 0,75	Tornillo de remate hex	
37	base collarin		PL-18
38	soporte collarin		PL-20
39	ANSI B18.22.1 - 5/8 - Fino - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B	
40	ANSI B18.21.1 - 0,625	Arandelas de presión	
41	ANSI B18.2.2 - 5/8 - 11	Tuercas hex.	
42	ISO 2491 - A 5 x 3 x 50	Chavetas paralelas delgadas	
43	chaponete motor		PL-18
44	Cobertor motor		PL-21
50	volante		PL-22
51	extension volante		PL-23
52	ANSI B18.6.2 - 1/4 - 20 - 3/8	Tornillo de cabeza perdida	

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		Plano:	PL-16
S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			
	Título:		Material:	
Unid.	Accionamiento compuerta			
mm			Rev:	Hoja:
			R02	



A

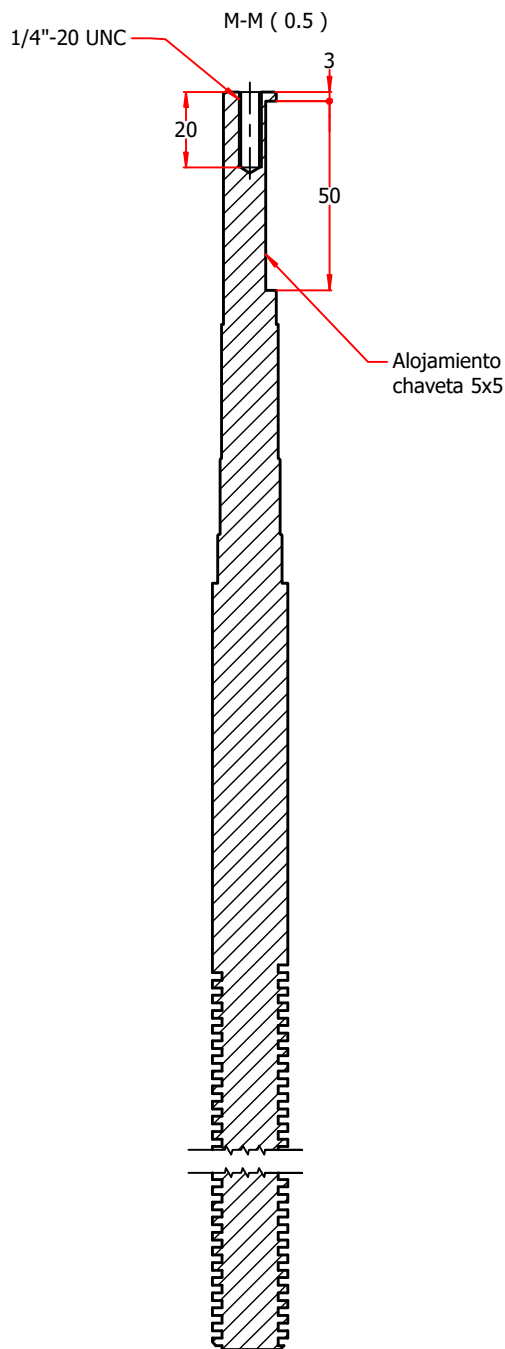
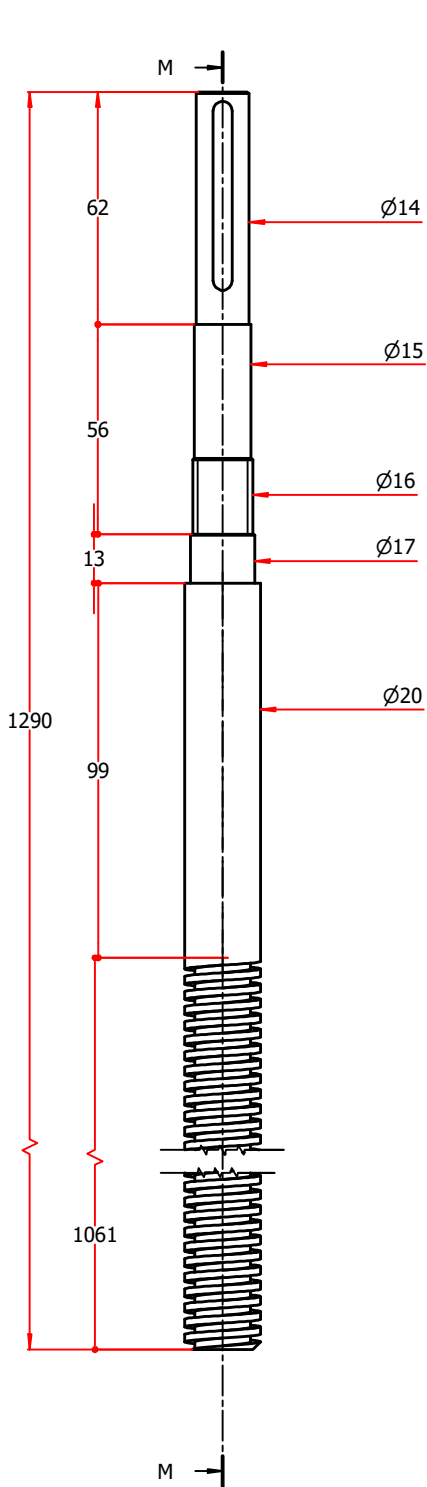
B

C


D

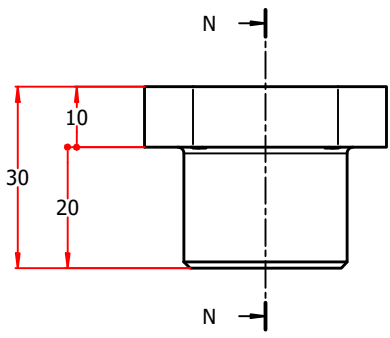
E

F

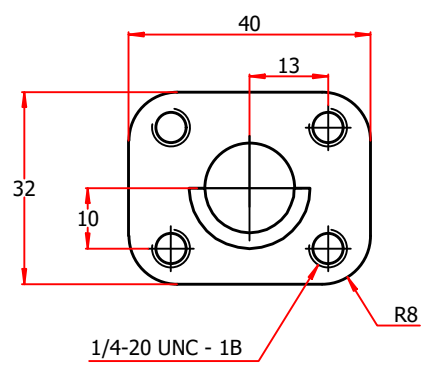
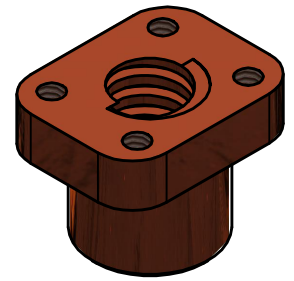
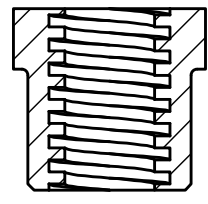


Tornillo rosca trapezoidal:
 Paso: 4mm/rev
 N° entradas: 4
 Diámetro exterior: 20mm
 Material: SAE 4140 con TT.

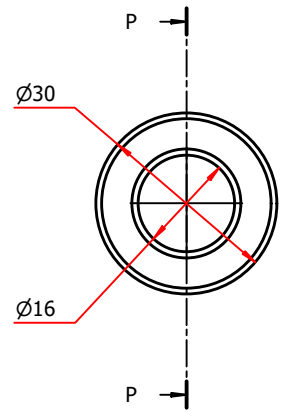
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	24/11/2020			Sebastian Senn
	Rev.				Ing. Elvio Anton
	Apr.		Ing. Elvio Anton		
	Esc.	Proyecto:			Plano:
S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		PL-17		
	Título:		Material:		
Unid.	Tornillo		Rev:		
mm			R02	Hoja:	



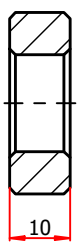
N-N (0.8)



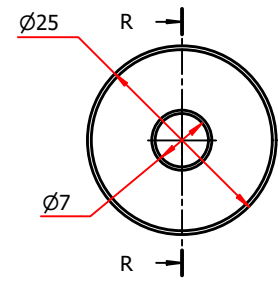
Tuerca tornillo:
Rosca: trapezoidal P: 4 mm
Material: Bronce



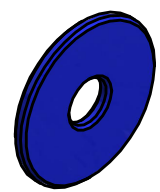
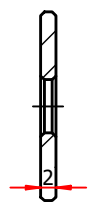
P-P (0.8)



Collarin:
Material: Bronce

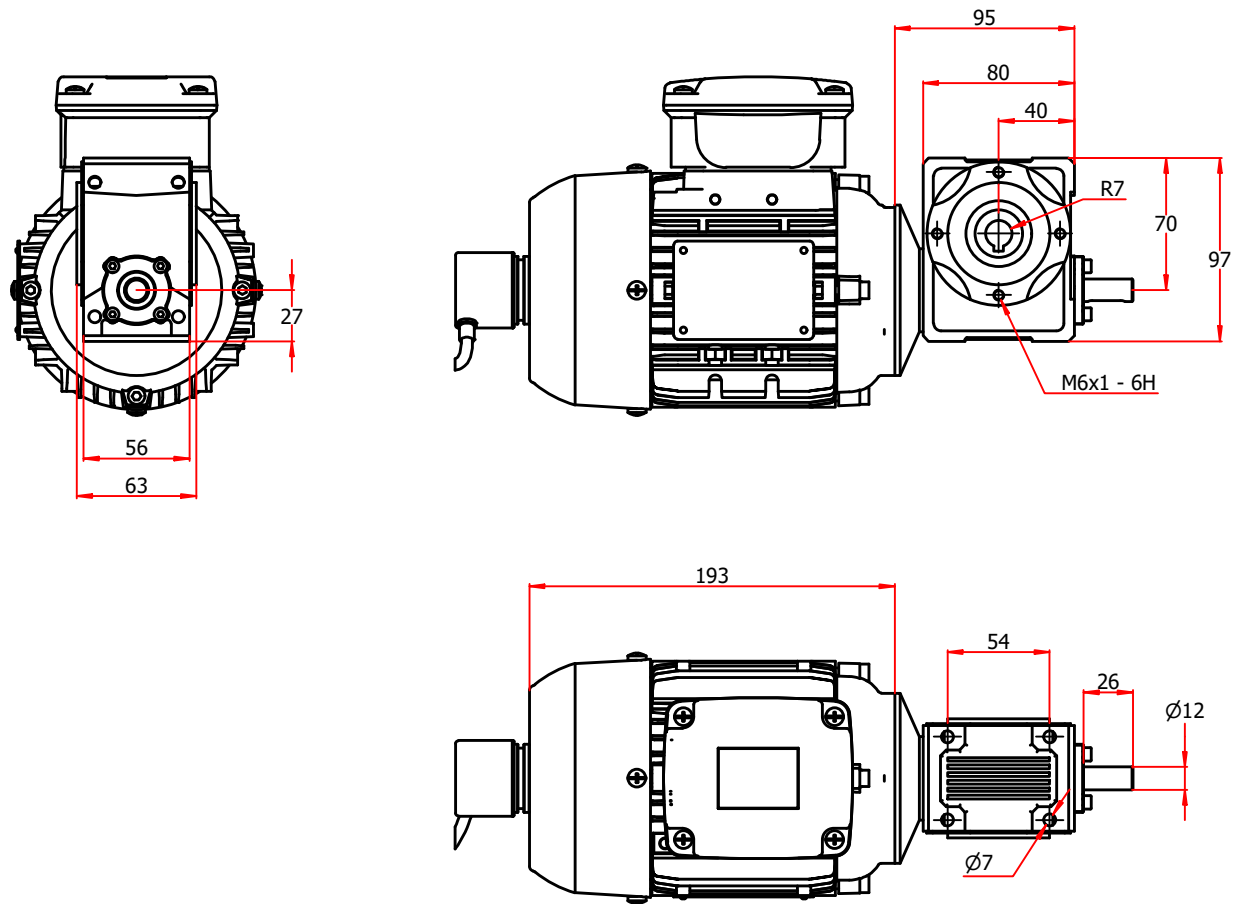


R-R (1)



Chaponete motor:
Material: SAE 1010

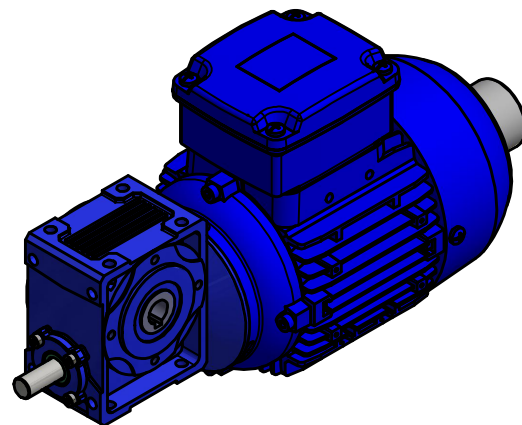
F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.		Ing. Elvio Anton		
	Apr.		Ing. Elvio Anton		
	Esc.	Proyecto:			Plano:
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			
		Título:			Material:
Unid.	Accesorios tornillo			Rev:	
	mm			R02	Hoja:



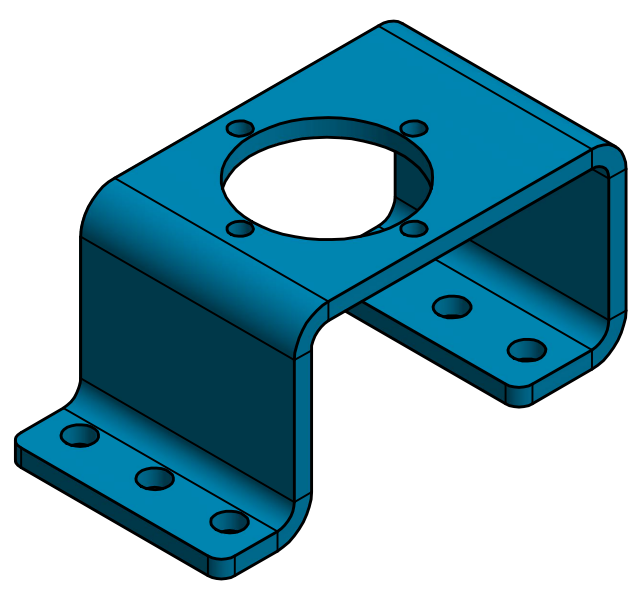
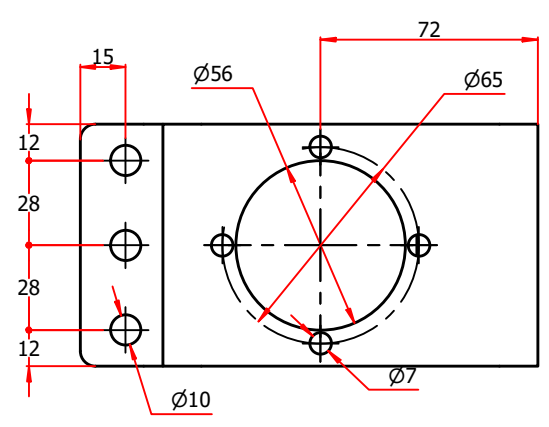
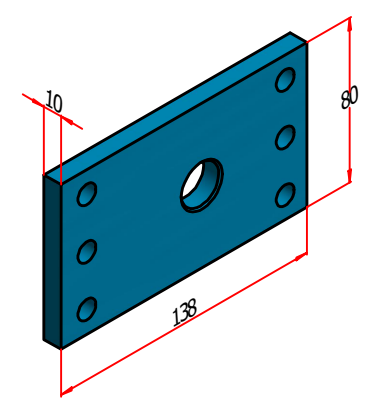
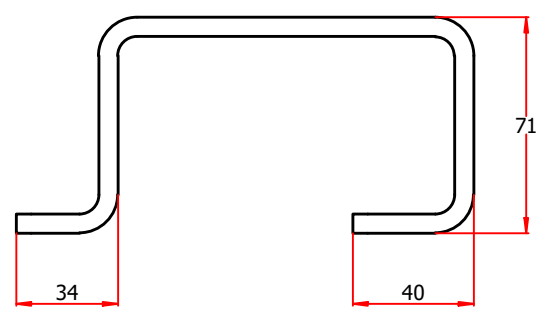
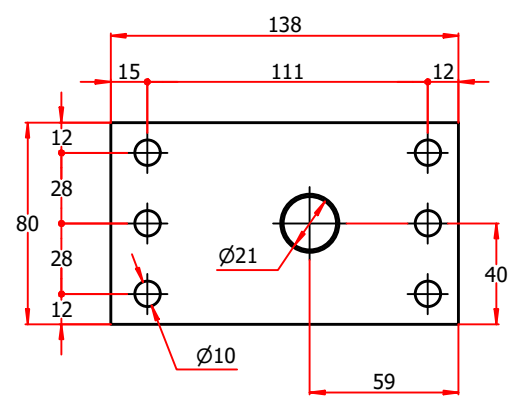
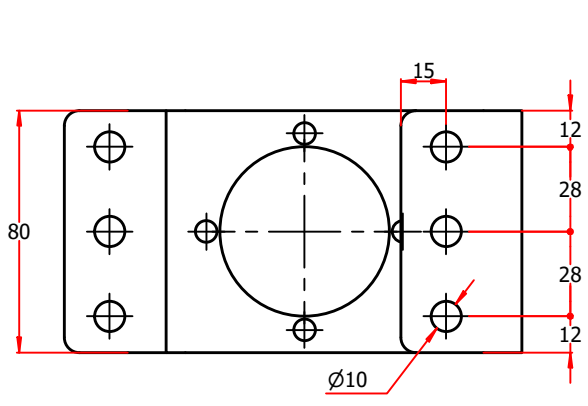
Motoreductor

Reductor: NMTR 030 R015

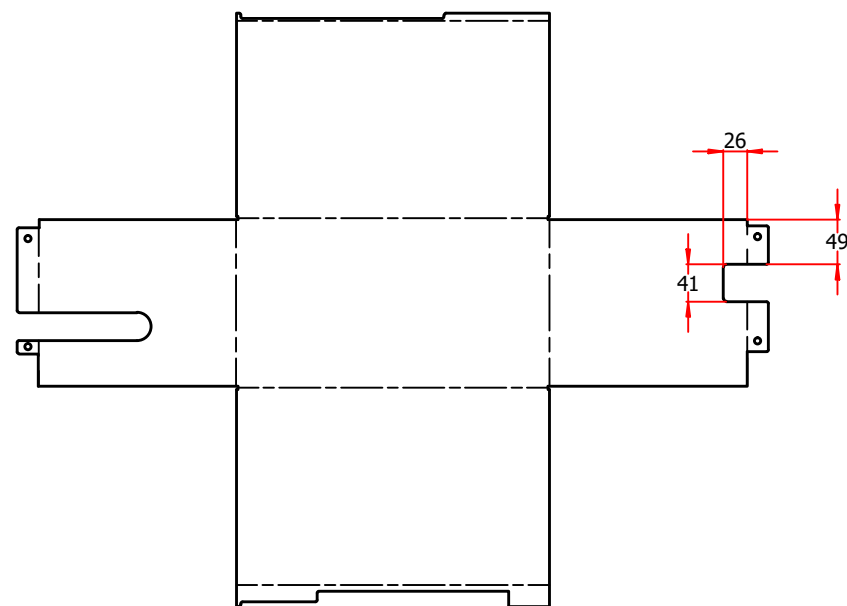
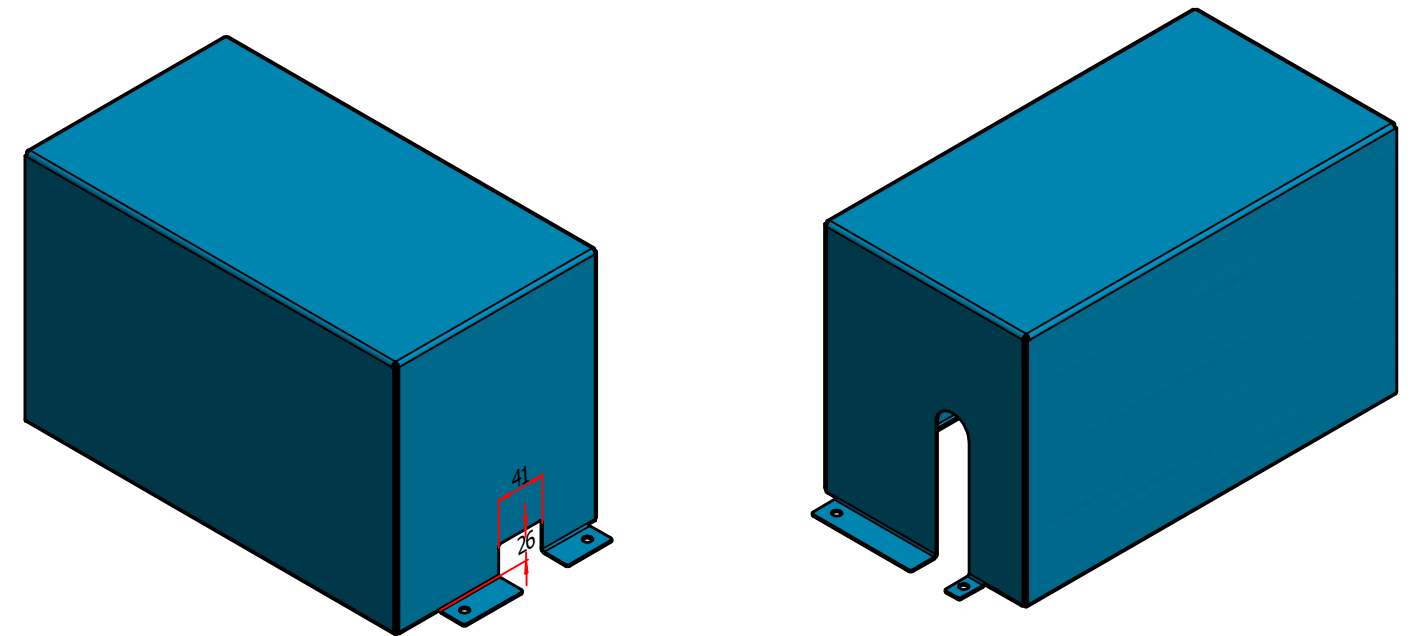
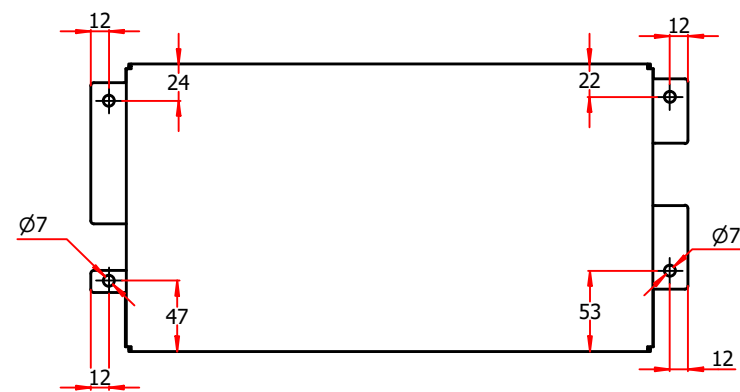
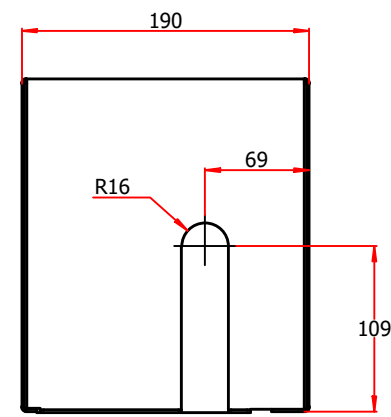
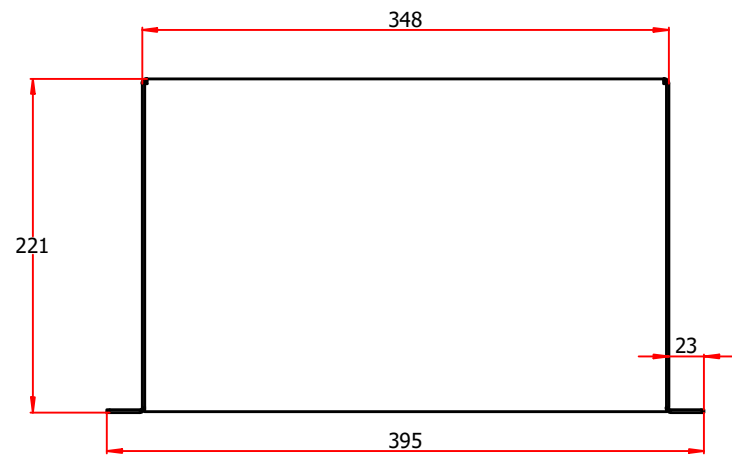
Motor: Marca MEC 0.186 Kw - 4P



F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn			
	Rev.		Ing. Elvio Anton			
		Apr.		Ing. Elvio Anton		
		Esc.	Proyecto:			Plano:
			REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			PL-19
		Título:			Material:	
	Unid.	Motoreductor				
	mm				Rev: R02	Hoja:



F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn			
	Rev.		Ing. Elvio Anton			
	Apr.		Ing. Elvio Anton			
	Esc.	Proyecto:				Plano:
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO				PL-20
	Título:			Material:		
	Soporte Motor-Base collarin			Chapa LC		
	Unid.				Rev:	
	mm				R02	
					Hoja:	



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		Plano:	PL-21
S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			
	Título:		Material:	Chapa N°16
Unid.	mm		Cobertor motor	Rev: R02
				Hoja:

A

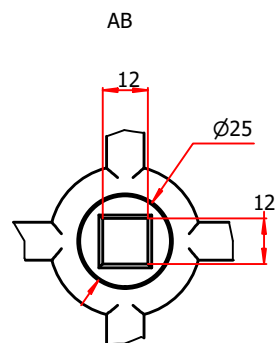
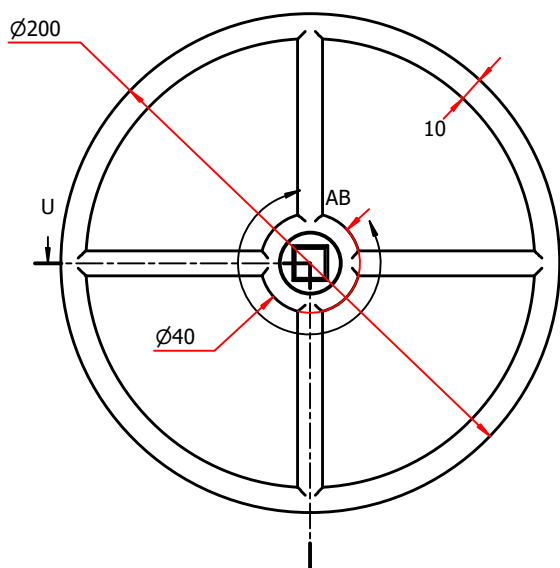
B

C

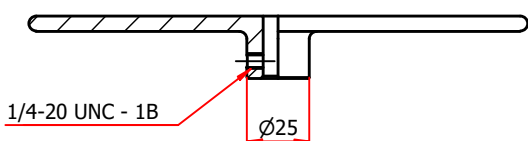
D

E

F



U-U (0.33)

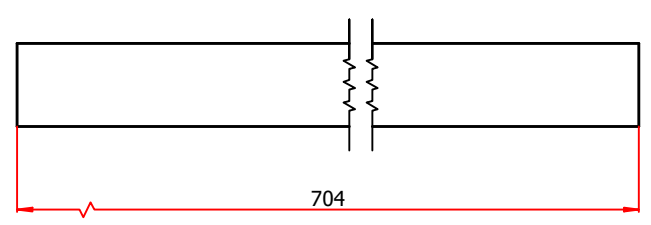
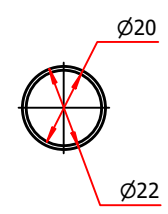
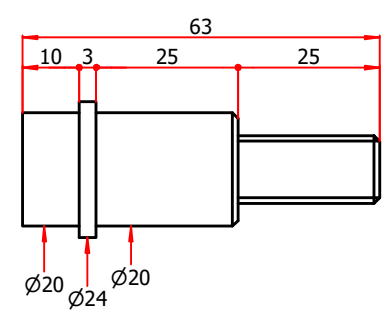
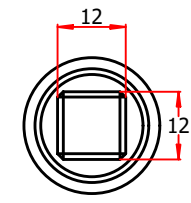
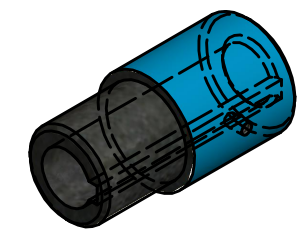
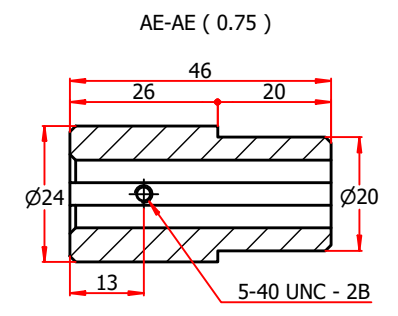
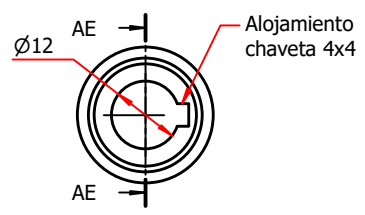
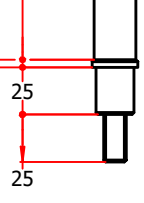


	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020		
	Rev.		Ing. Elvio Anton	
	Apr.		Ing. Elvio Anton	
	Esc.	Proyecto:		Plano:
S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		PL-22	
	Título:		Material:	
	Volante		Fundición	
	Unid.		Rev:	Hoja:
	mm		R02	

5-40 UNC - 2B

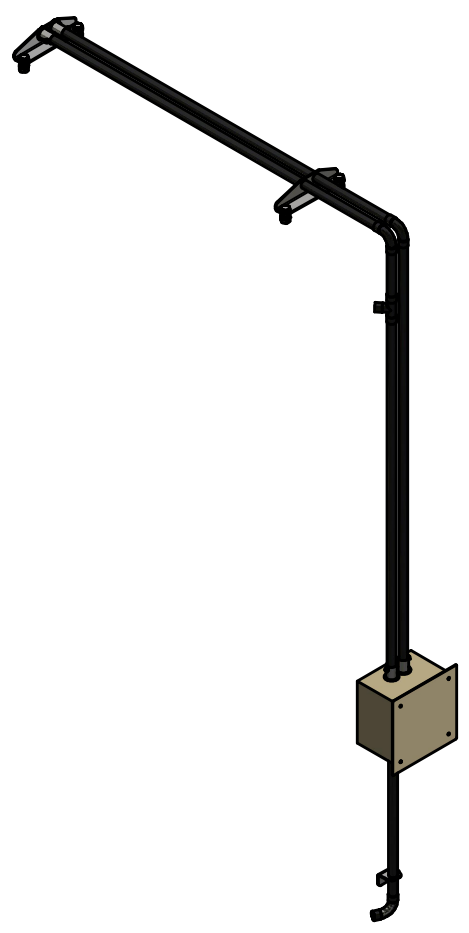
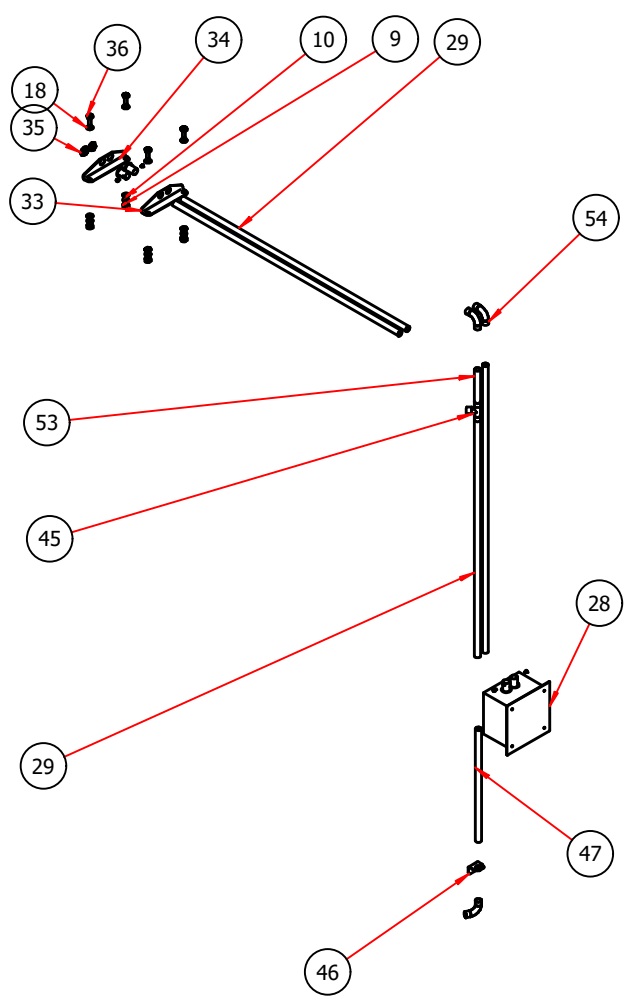


702




F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.		Ing. Elvio Anton		
	Apr.		Ing. Elvio Anton	Plano:	PL-23
	Esc.	Proyecto:			Material:
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			
		Título:			Rev:
		Extensión volante			
	Unid.				R02
	mm				

A
B
C
D
E
F



LISTA DE COMPONENTES			
ELEMENTO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
9	ANSI B18.2.2 - 1/4 - 20	Tuercas hex.	
10	ANSI B18.21.1 - 0,25	Arandelas de presión	
18	ANSI B18.22.1 - 1/4 - Fino - Tipo B	Arandela plana Tipo A y B	
28	caja conexion	Modelo estanco	ver catálogo
29	cañeria potencia		PL-26
33	soporte cañeria electrica		PL-27
34	soporte cañeria electrica extremo		PL-27
35	CONECTOR EXTREMO		PL-26
36	ANSI B18.2.1 - 1/4-20 UNC - 0,75	Tornillo de remate hex	
45	T CAÑERIA		PL-26
46	soporte cañeria electrica 2		PL-27
47	cañeria sensor		PL-26
52	ANSI B18.6.2 - 1/4 - 20 - 3/8	Tornillo de cabeza perdida	
53	cañeria vertical		PL-26
54	Curva 90º		PL-26

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	24/11/2020			Sebastian Senn
	Rev.				Ing. Elvio Anton
	Apr.		Ing. Elvio Anton		
	Esc.	Proyecto:			Plano:
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			PL-24
	Título:		Material:		
Unid.	Conducciones electricas		Rev:		
mm			R02	Hoja:	

1

2

3

4

A

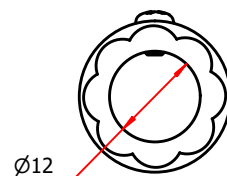
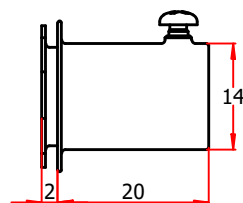
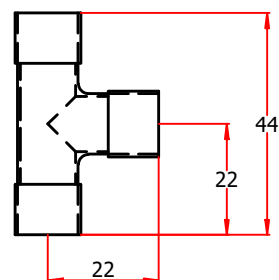
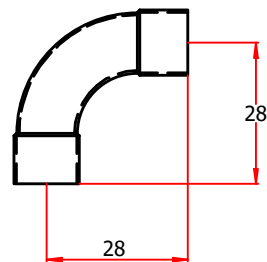
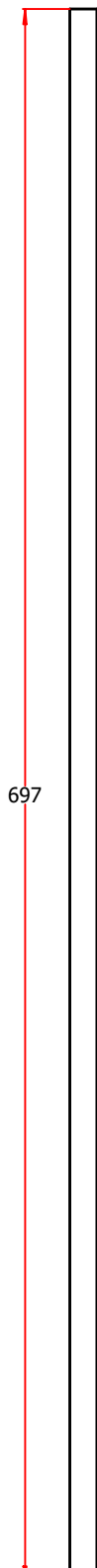
B


C

D

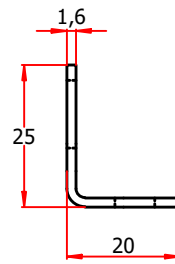
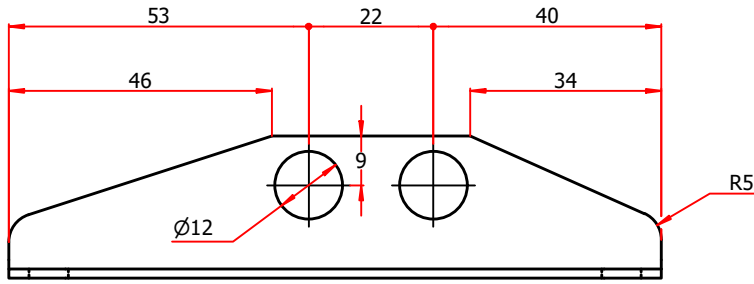
E

F

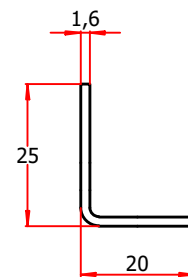
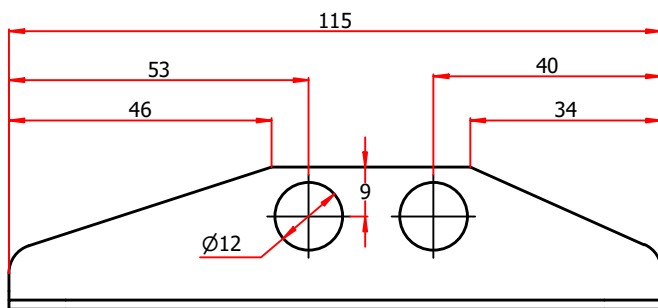


F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn			
	Rev.		Ing. Elvio Anton			
		Apr.		Ing. Elvio Anton	Plano:	
		Esc.	Proyecto:			PL-25
		S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			Material:
		Título:			Cañería 1/2"	
	Unid.	Cañería conducción eléctrica			Rev:	
	mm				R02	
					Hoja:	

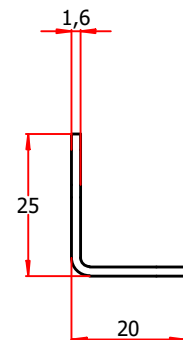
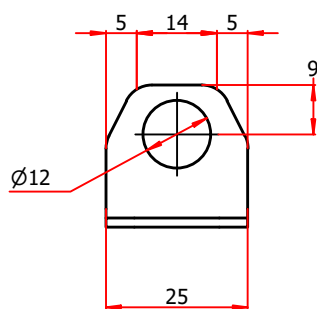
A



B



D

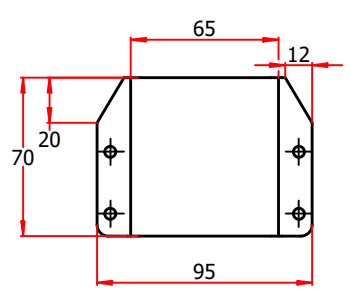
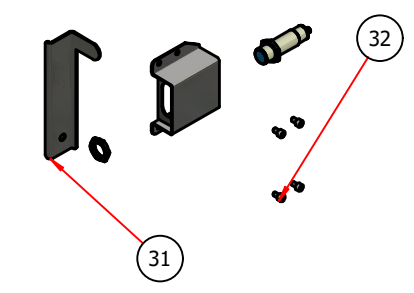
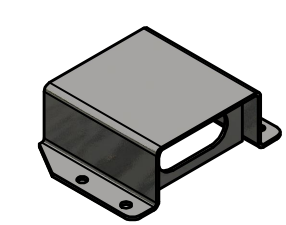
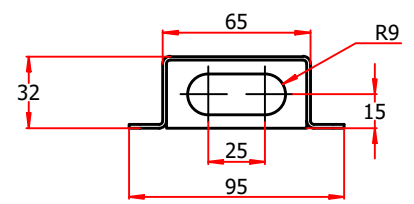
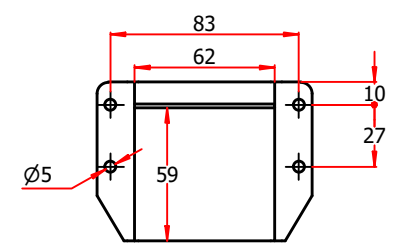
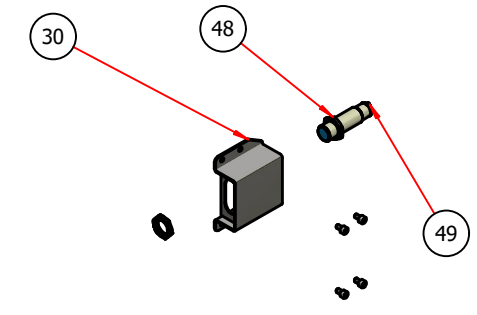
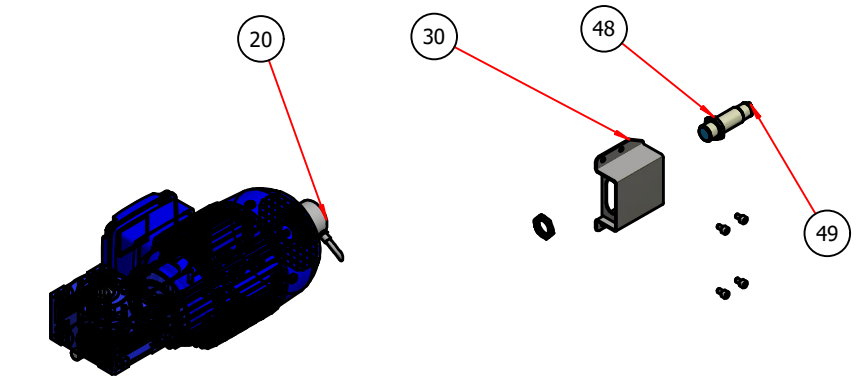
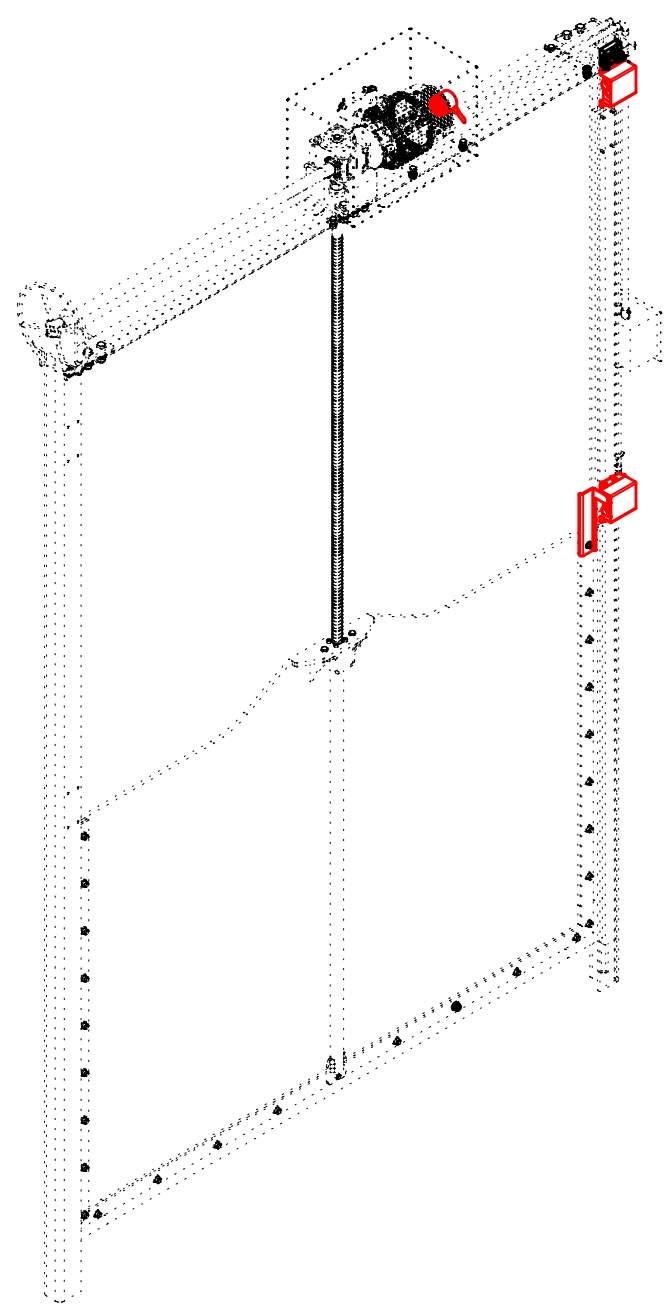
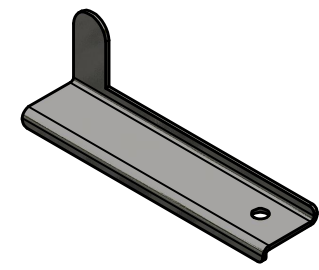
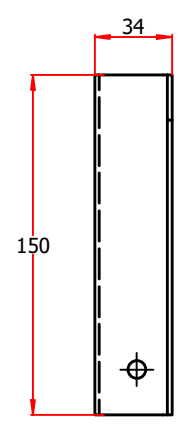
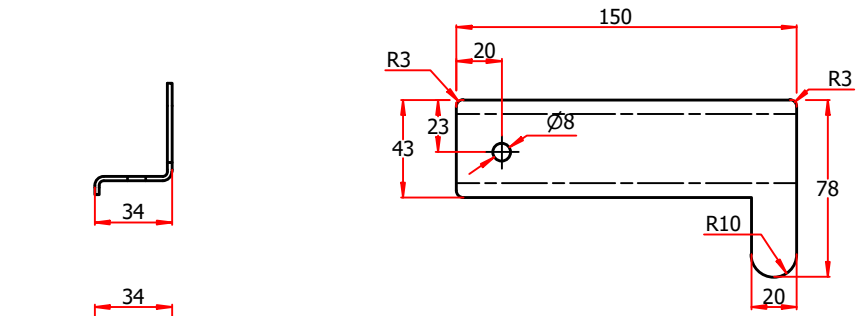


E

F

		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.		Ing. Elvio Anton		
	Apr.		Ing. Elvio Anton		
	Esc.	Proyecto:			Plano:
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			PL-26
	Título:			Material:	
Unid.	Soportes cañerías electricas			Rev:	Hoja:
mm				R02	

1 2 3 4 5 6 7 A

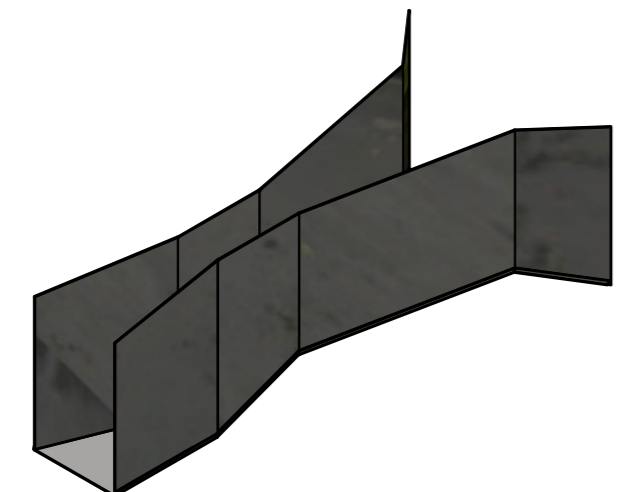
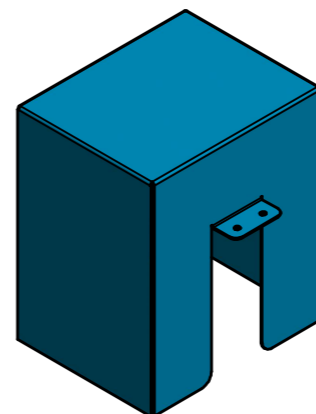
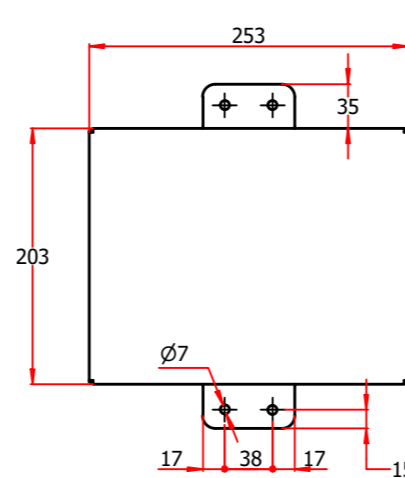
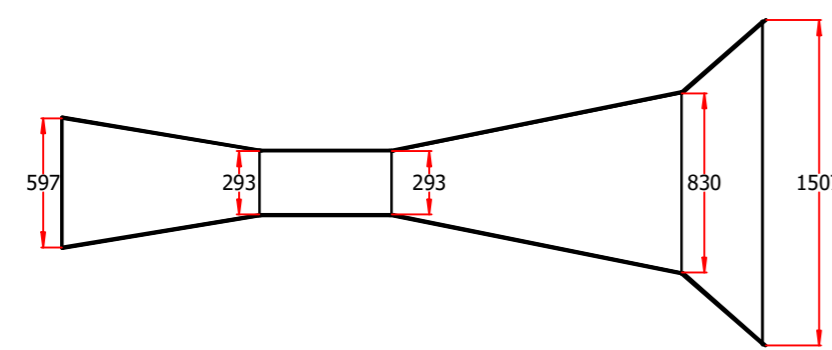
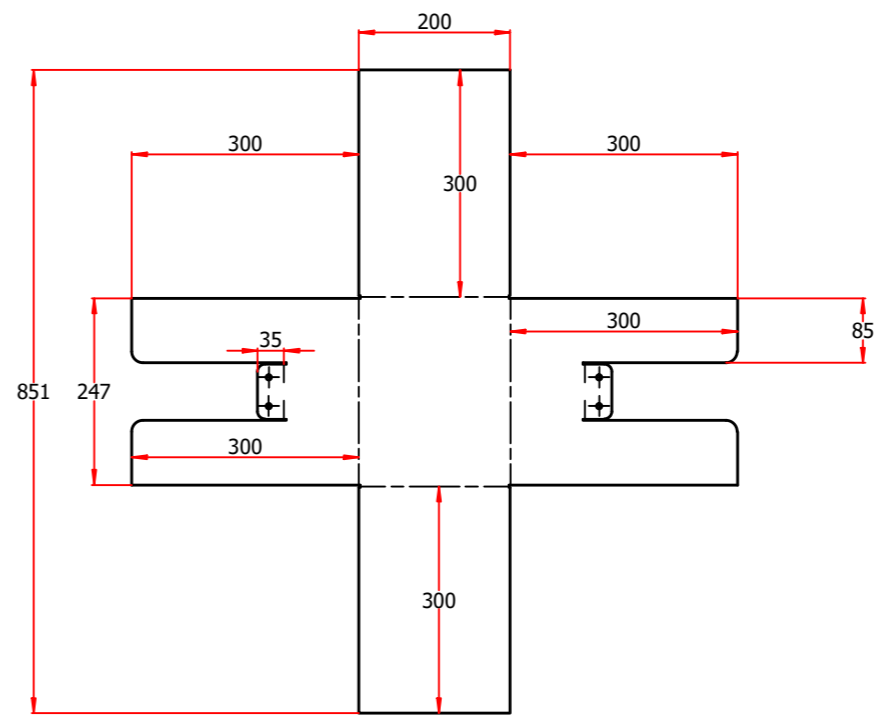
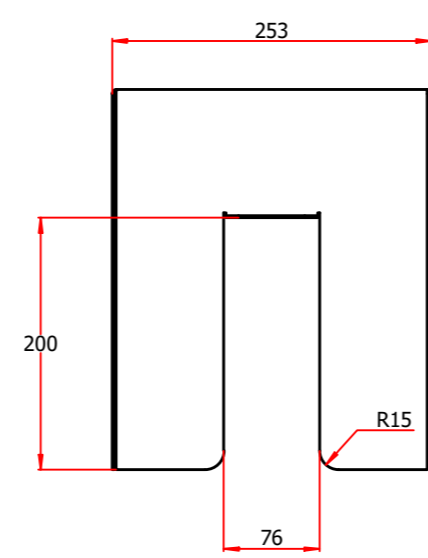
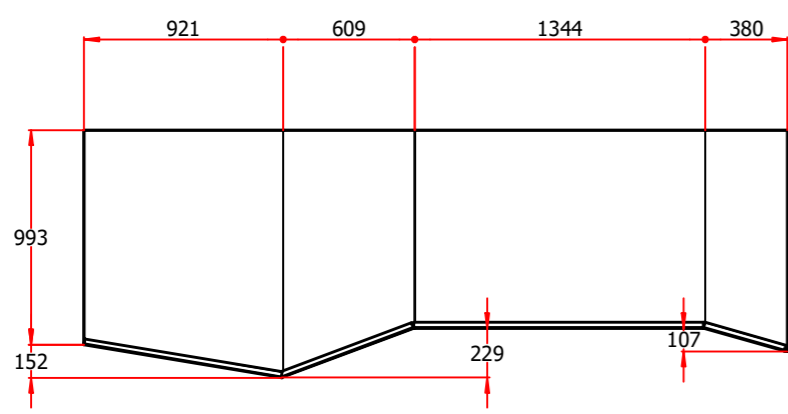
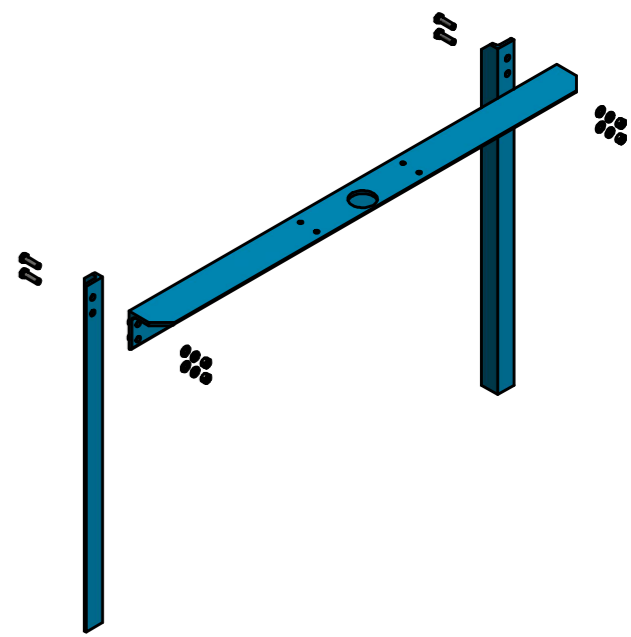
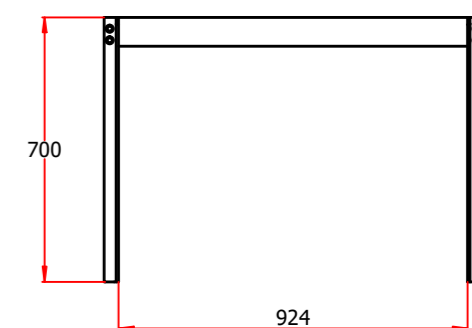
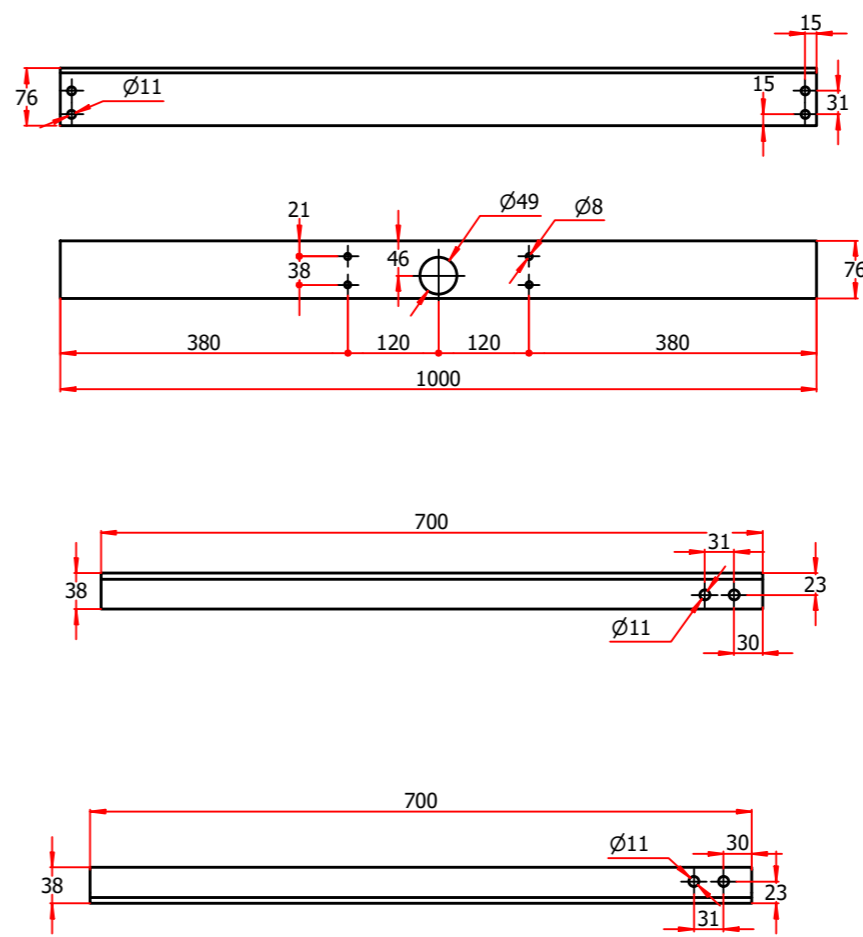
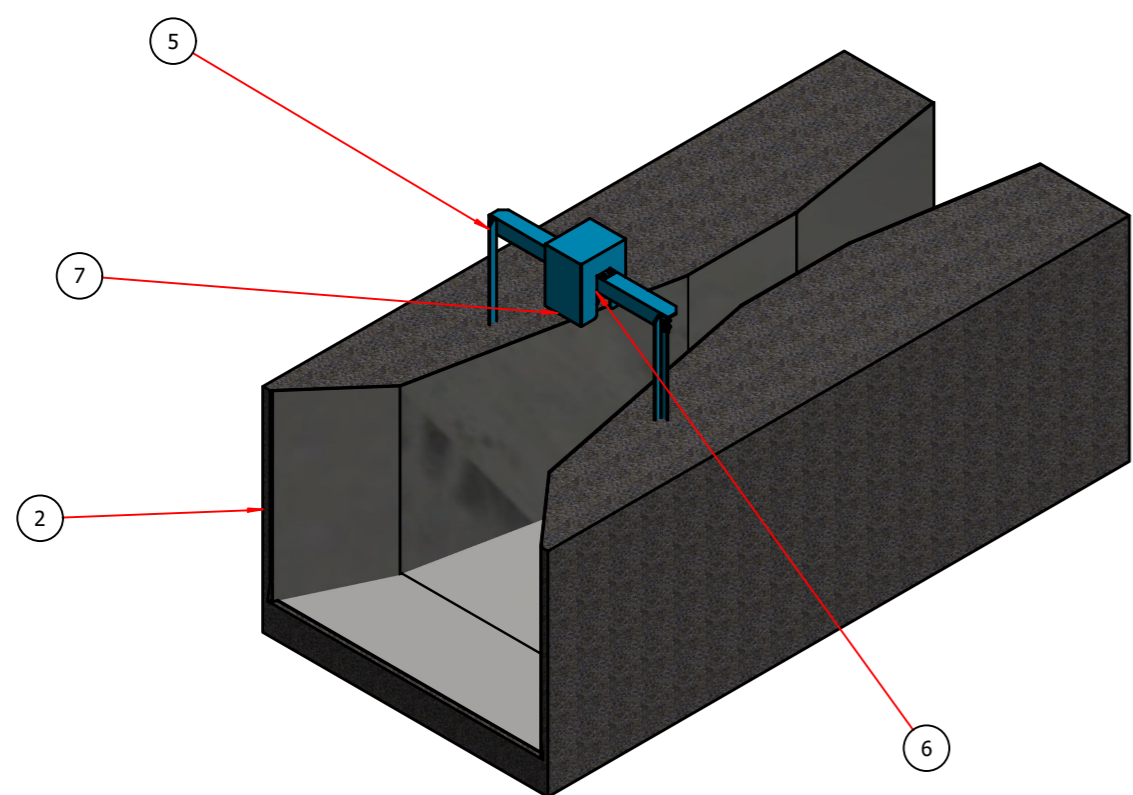


LISTA DE COMPONENTES			
ELEMENTO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
30	SOPORTE SENSOR INDUCTIVO		
31	LETOR SENSOR 2		
32	ANSI B18.3 - 24 UNC - 5/16	Tornillo alem	
49	sensor inductivo		
55	ENCODER		

Dib.	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.	Ing. Elvio Anton		
	Apr.	Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		Plano:	PL-27
	S/E	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		
Unid.	Título:		Material:	
	mm	Componente de control		Rev:
		R02	Hoja:	

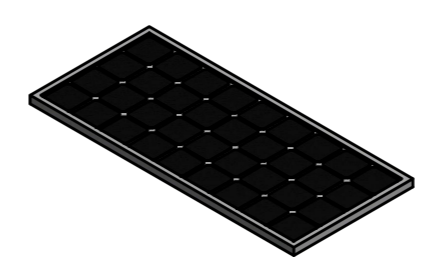
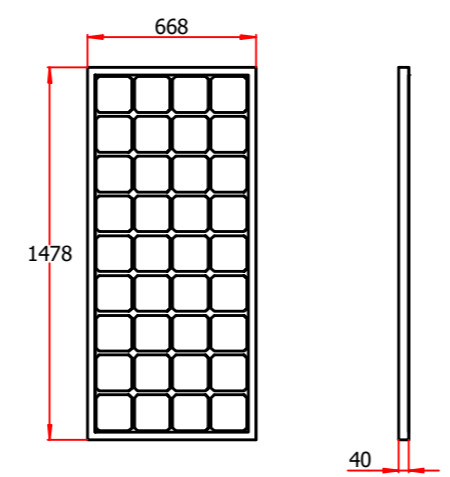
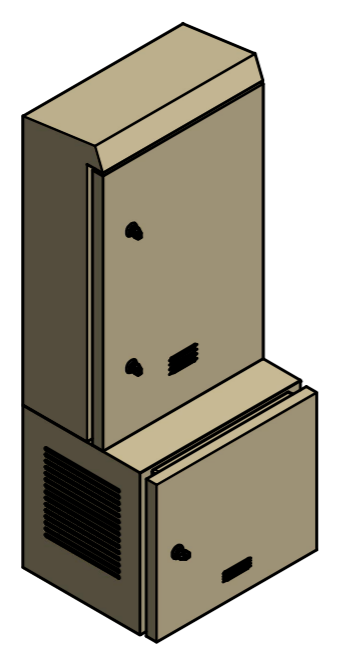
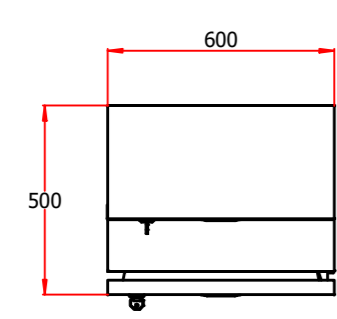
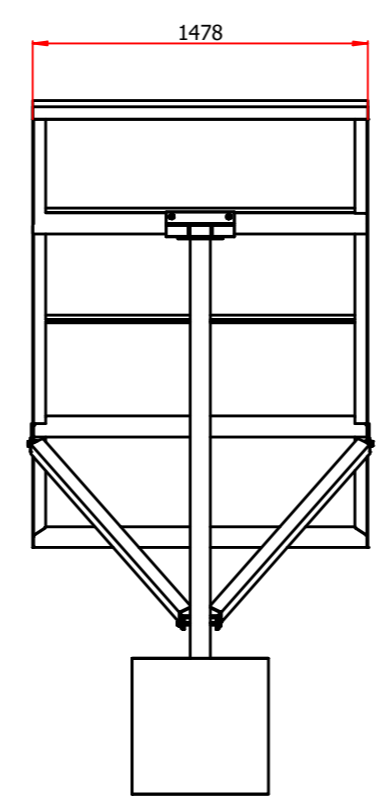
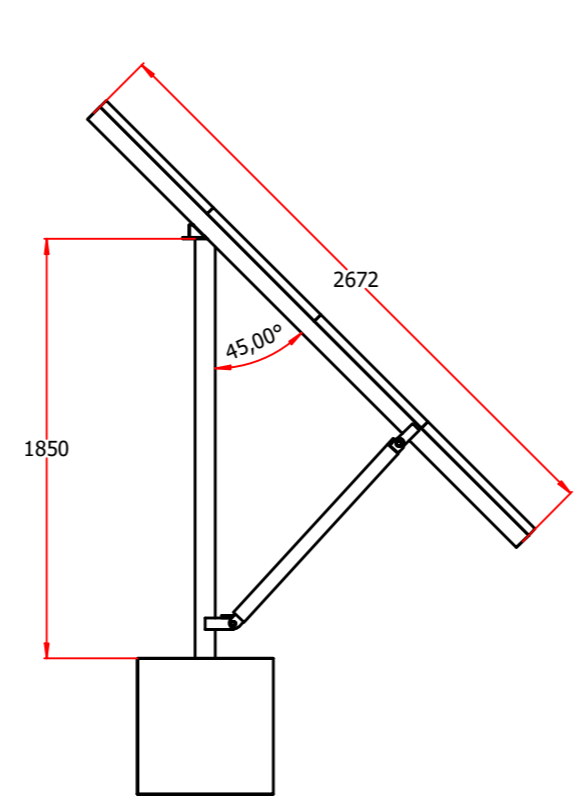
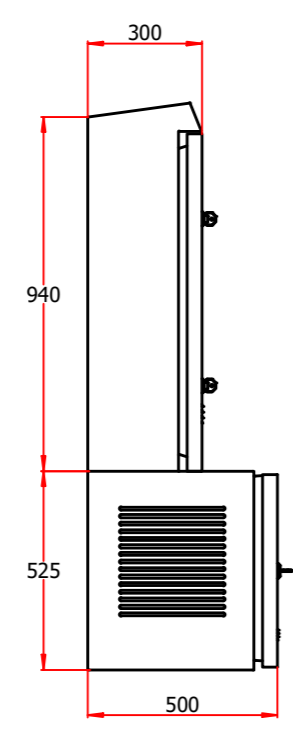
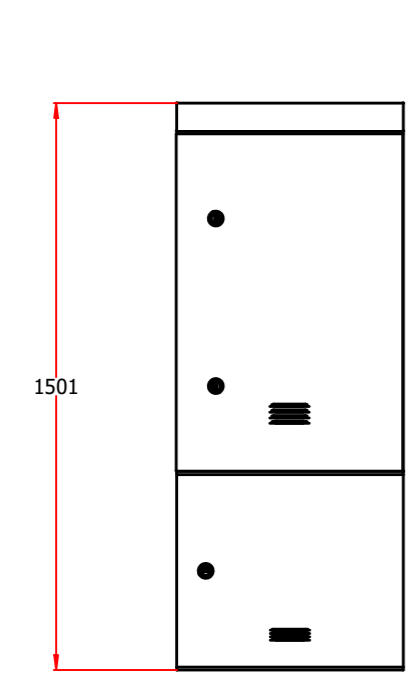
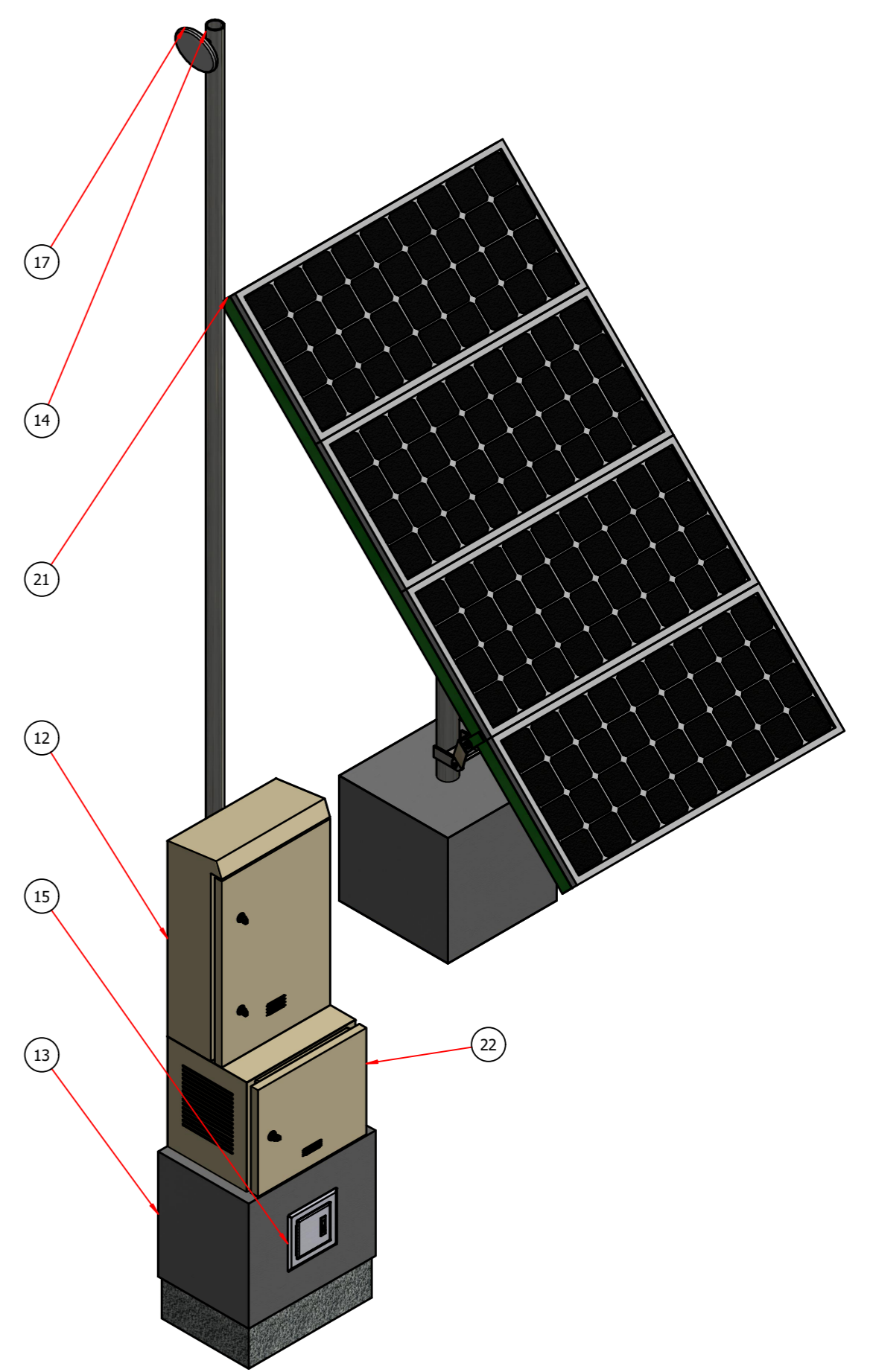
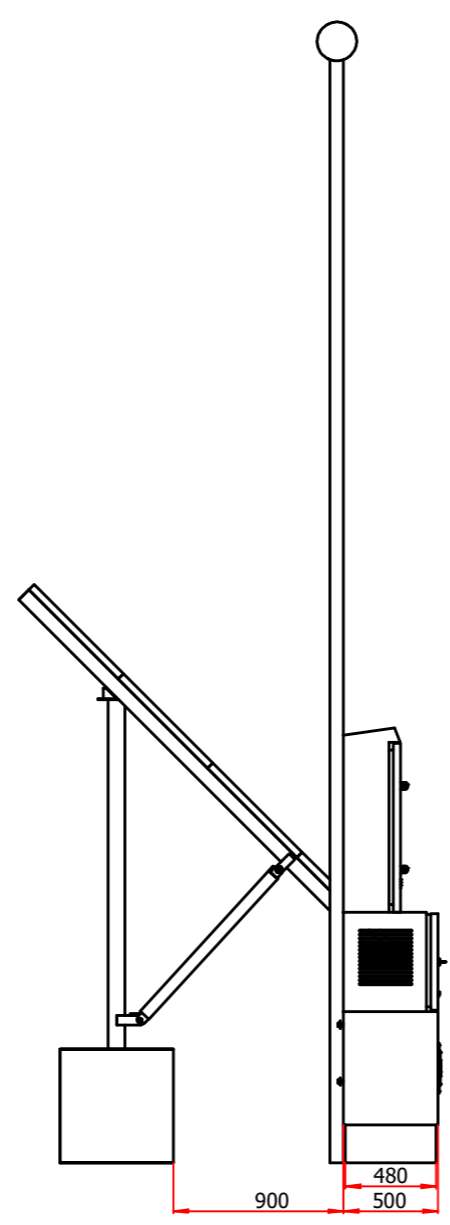
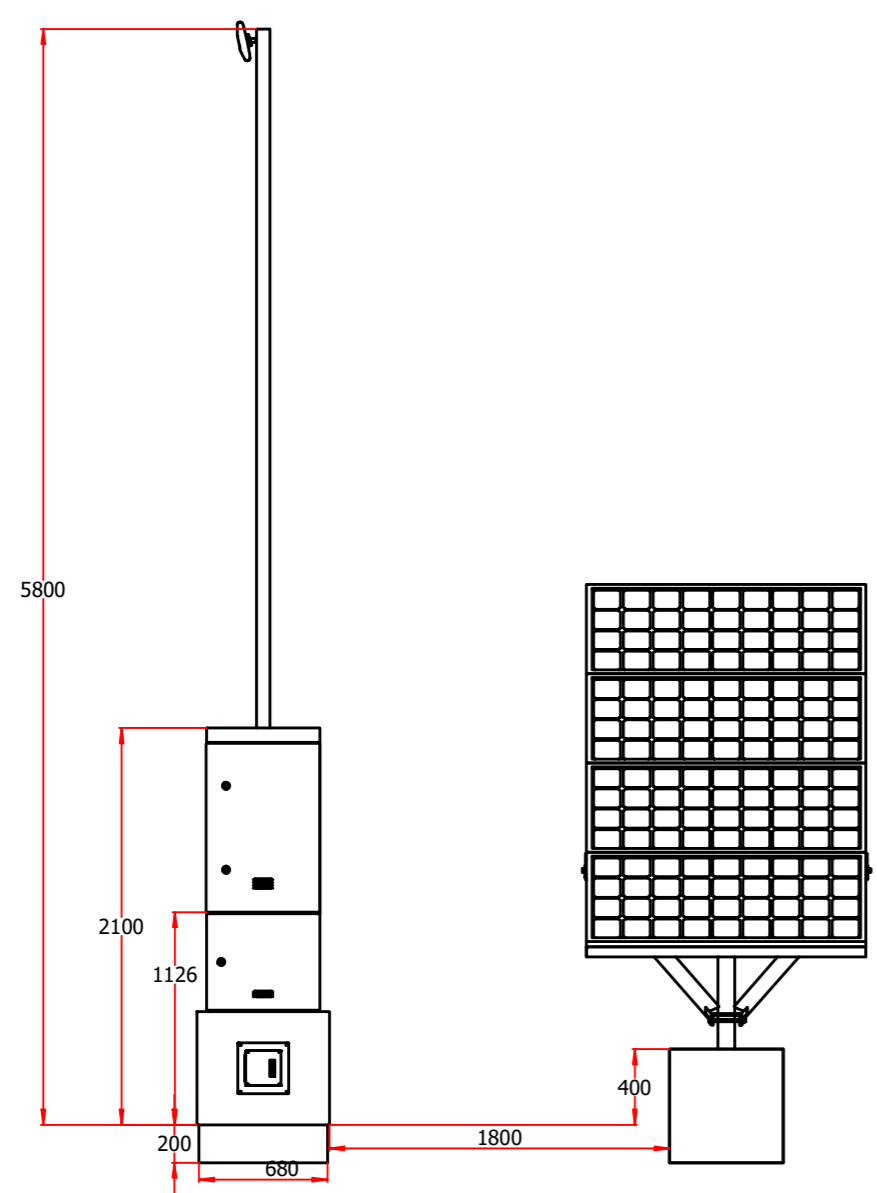
Formato A3 (420x297)

1 2 3 4 5 6 7 8



LISTA DE COMPONENTES			
ELEMENTO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
2	Parshall		
5	soporte sensor de nivel		
6	asPC_PSWLS61.XXX_DE5099985	Sensor de nivel	Ver catalogo
7	covertor sensor de nivel		
8	ANSI B18.22.1 - 1/4 - Normal - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B	
9	ANSI B18.2.1 - 1/4-20 UNC - 0,75	Tornillo de remate hex	
10	ANSI B18.21.1 - 0,25	Arandelas de presión	
11	ANSI B18.2.2 - 1/4 - 20	Tuercas hex.	
21	Conjunto paneles	solo version fotovoltaica	
22	Gabinete de baterias	solo version fotovoltaica	

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
Dib. 24/11/2020	Sebastian Senn			
Rev.	Inq. Elvio Anton			
Apr.	Inq. Elvio Anton	Proyecto: REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO	Plano: PL-28	
Esc. S/E			Título: Sistema de medición	Material:
Unid. mm			Rev: R02	Hoja:

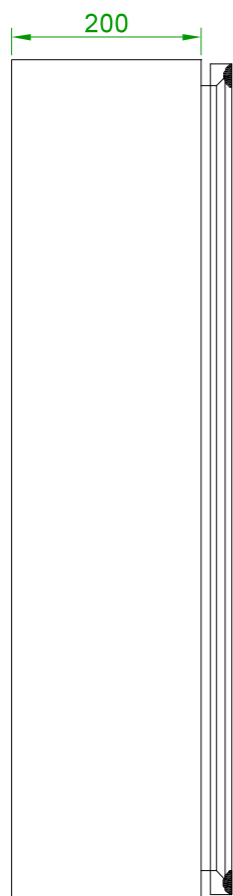


LISTA DE COMPONENTES			
ELEMENTO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REF.
12	Tablero	900X600X300	PL-30
13	murete electrico		
14	Mastil		
15	Caja de conexión		
16	ANSI B18.22.1 - 1/4 - Fino - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B	
17	NANOBEAM	ANTENA	
18	abrasaderas caño		
19	ANSI B18.6.3 - 3/8-16 UNC - 1,75	Tirafondo de hormigon	
20	ANSI B18.22.1 - 3/8 - Fino - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B	
21	Conjunto paneles	solo version fotovoltaica	
22	Gabinete de baterias	solo version fotovoltaica	

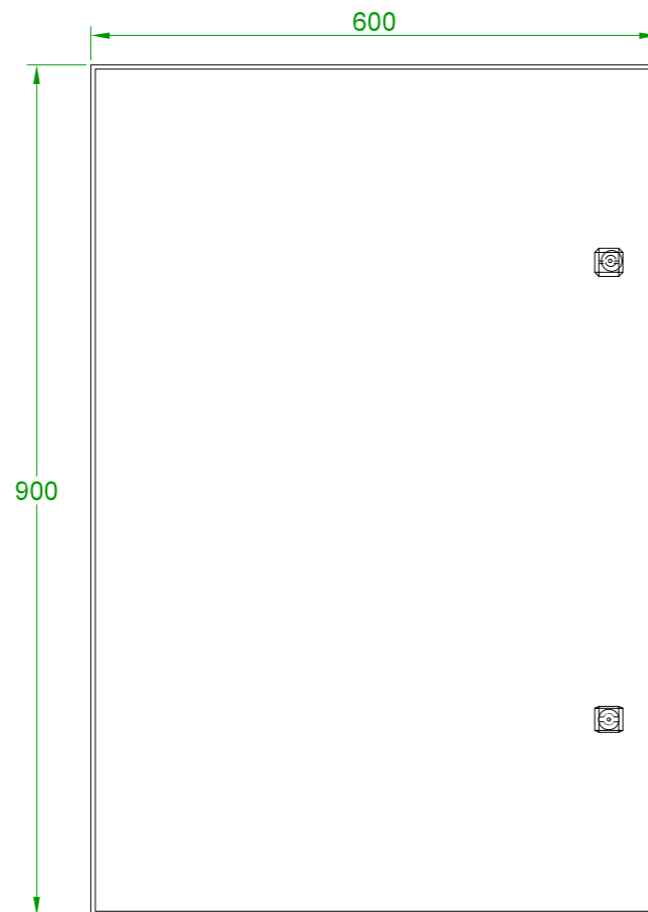
Dib.	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.	Inq. Elvio Anton		
	Apr.	Inq. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		Plano:
	S/E			PL-29
Unid.	Título:	COMPONENTE DE POTENCIA Y COMUNICACIÓN		Material:
	mm			Rev: R02
				Hoja:

GABINETE PRINCIPAL

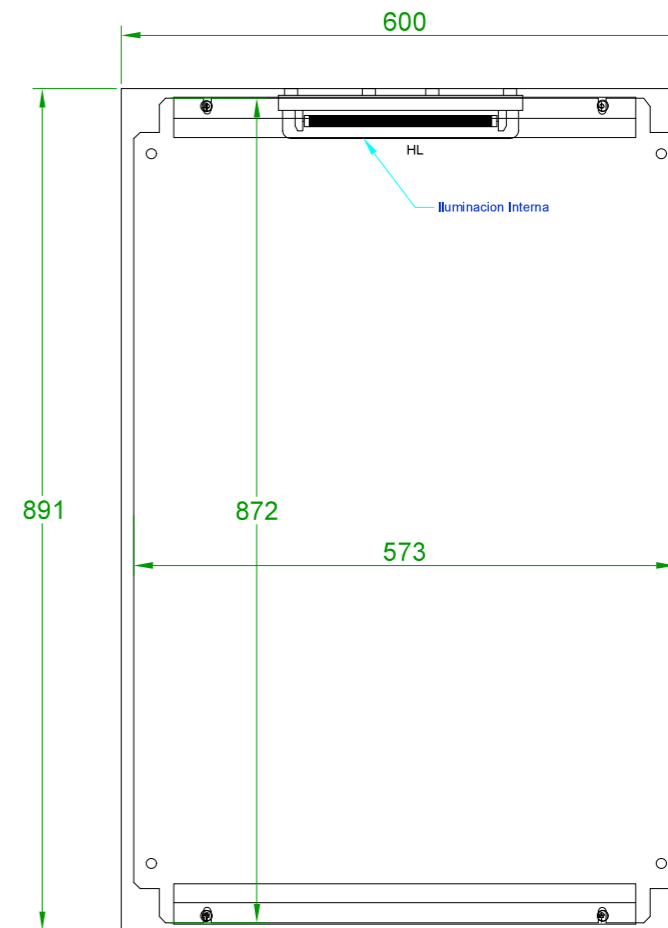
VISTA LATERAL



GABINETE

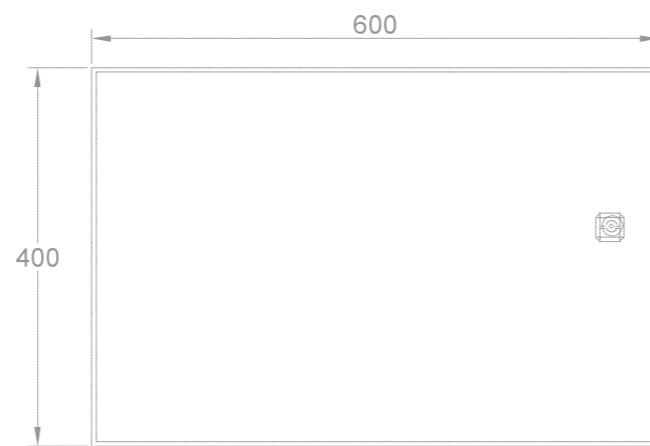
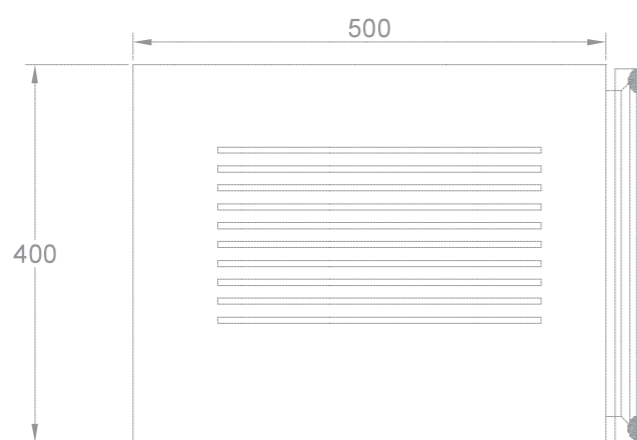



VISTA FRONTAL (SIN PUERTA)

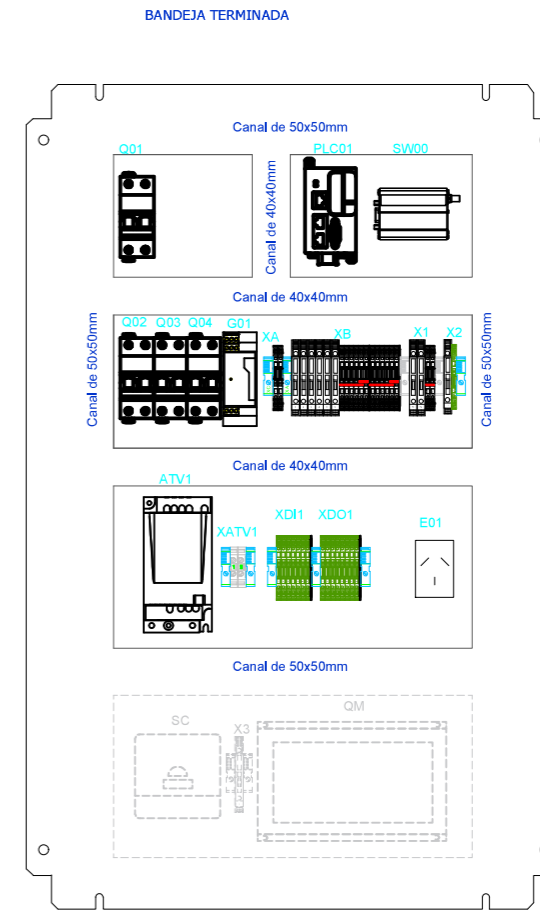
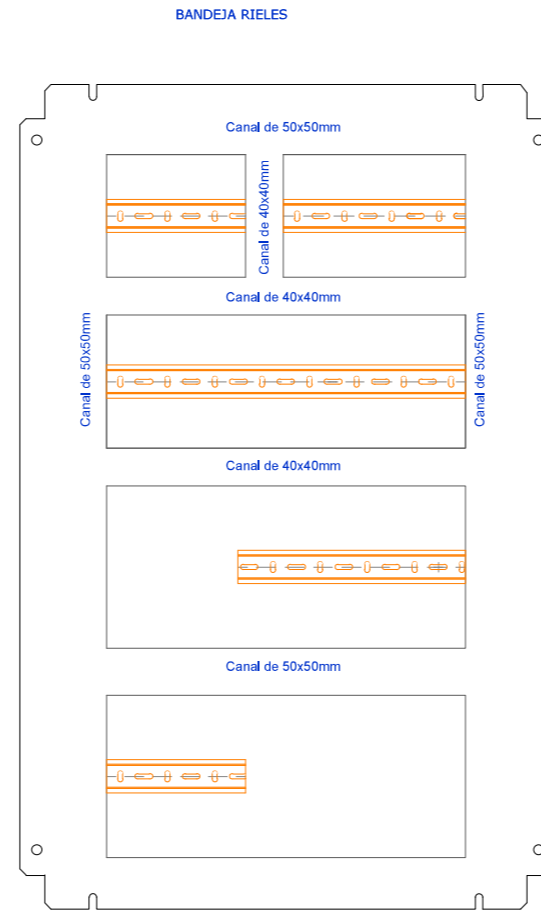
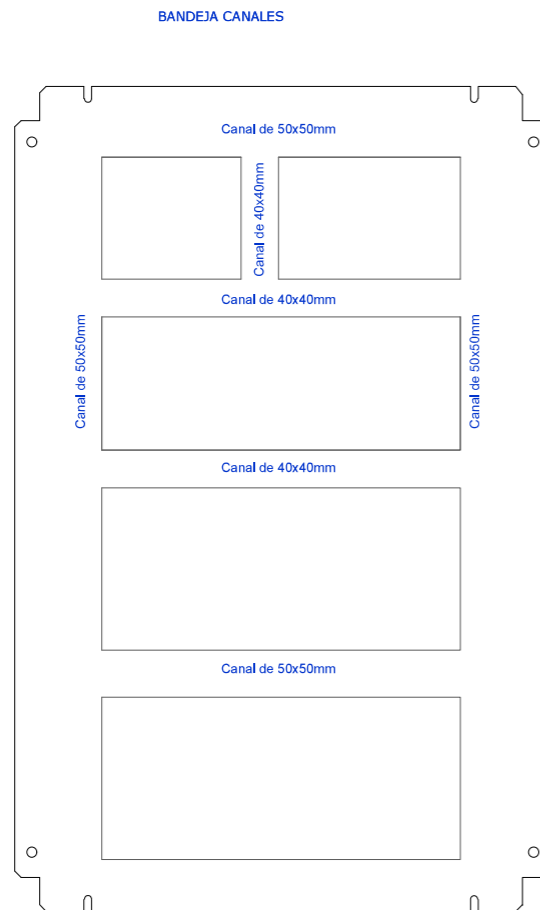


GABINETE BATERÍAS

(se utiliza solo en caso de usarse energía fotovoltaica)



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn		
Rev.		Ing. Elvio Anton		
Apr.		Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:		REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO	Plano:
1:10				PL-30
	Título:		TABLERO ELÉCTRICO	Material:
Unid.				Rev:
mm			R01	Hoja:
				30

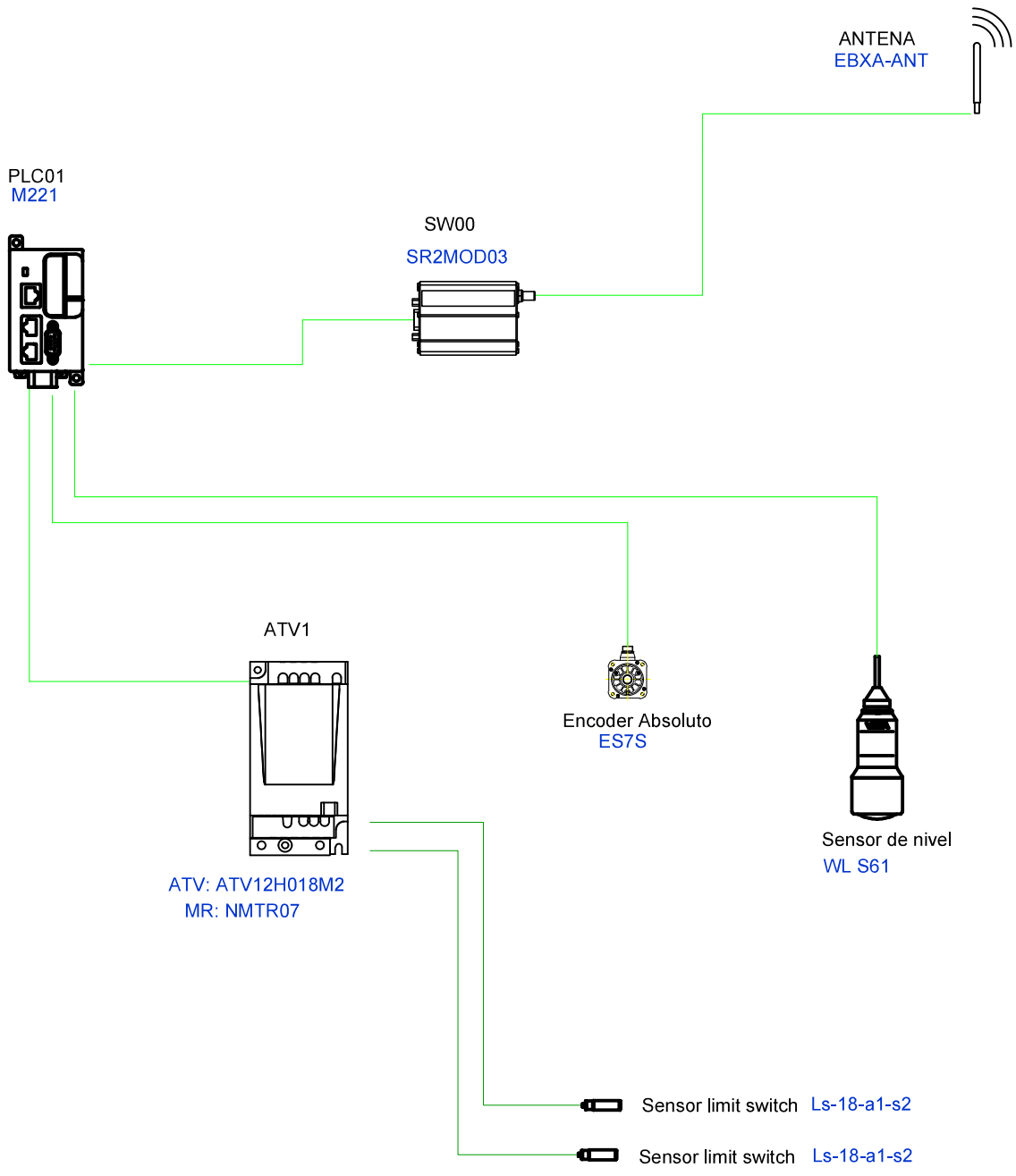


- Q01 - Termomagnetica protección principal - Schneider iC60N 2 x 16 A.
- PLC01 - Plc equipo - Modicon M221
- SW00 - Modem de comunicacion gsm - schneider SR2MOD03
- G01 - Fuente de alimentación 2 x 240 Vca - Phoenix contact MINI-SYS-PS-100
- Q02 - Termomagnetica protección motor - Schneider iC60N 2 x 4 A.
- Q03 - Termomagnetica protección comando - Schneider iC60N 2 x 4 A.
- Q04 - Termomagnetica protección sitema auxiliar - Schneider iC60N 2 x 16 A.
- E01 - Toma para montaje Riel Din 220 VCA - Servicio
- XA - Bornas alimentación 24 Vcc. - BKF 1.5mm
- XB - Bornas alimentación Panel 24 Vcc. - BKNP-SI-520 / BKF 1.5mm
- X1 - Borneras alimentación Movidriver 24Vcc. - BKNP-SI-520 / BKF 1.5mm
- X2 - Borneras alimentación lluminación 220Vca. - BKNP-SI-520 / BKF 1.5mm
- X3 - Borneras alimentación baterias. - BKNP-SI-520 / BKF 1.5mm
- ATV1 - Variador de velocidad - Schneider Altivar 12 - ATV12H018M2
- XATV1 - Bornas Potencia - BPN 2,5
- XDI1 - Bornas entradas - BKNP-SI-520 / BKF 1.5mm
- XDO1 - Bornas salidas - BKNP-SI-520 / BKF 1.5mm
- SC - Regulador de carga - SOLARTEC SC40
- QM - Inversor - Qmax - QM-1012FC

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	Dib.	24/11/2020 Sebastian Senn		
	Rev.	Ing. Elvio Anton		
	Apr.	Ing. Elvio Anton		
	Esc.	Proyecto:	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO	Plano:
	1:8	Título:		PL-31
	Unid.	TOPOGRÁFICO TABLERO ELÉCTRICO		Material:
	mm			Rev: R02
				Hoja: 31

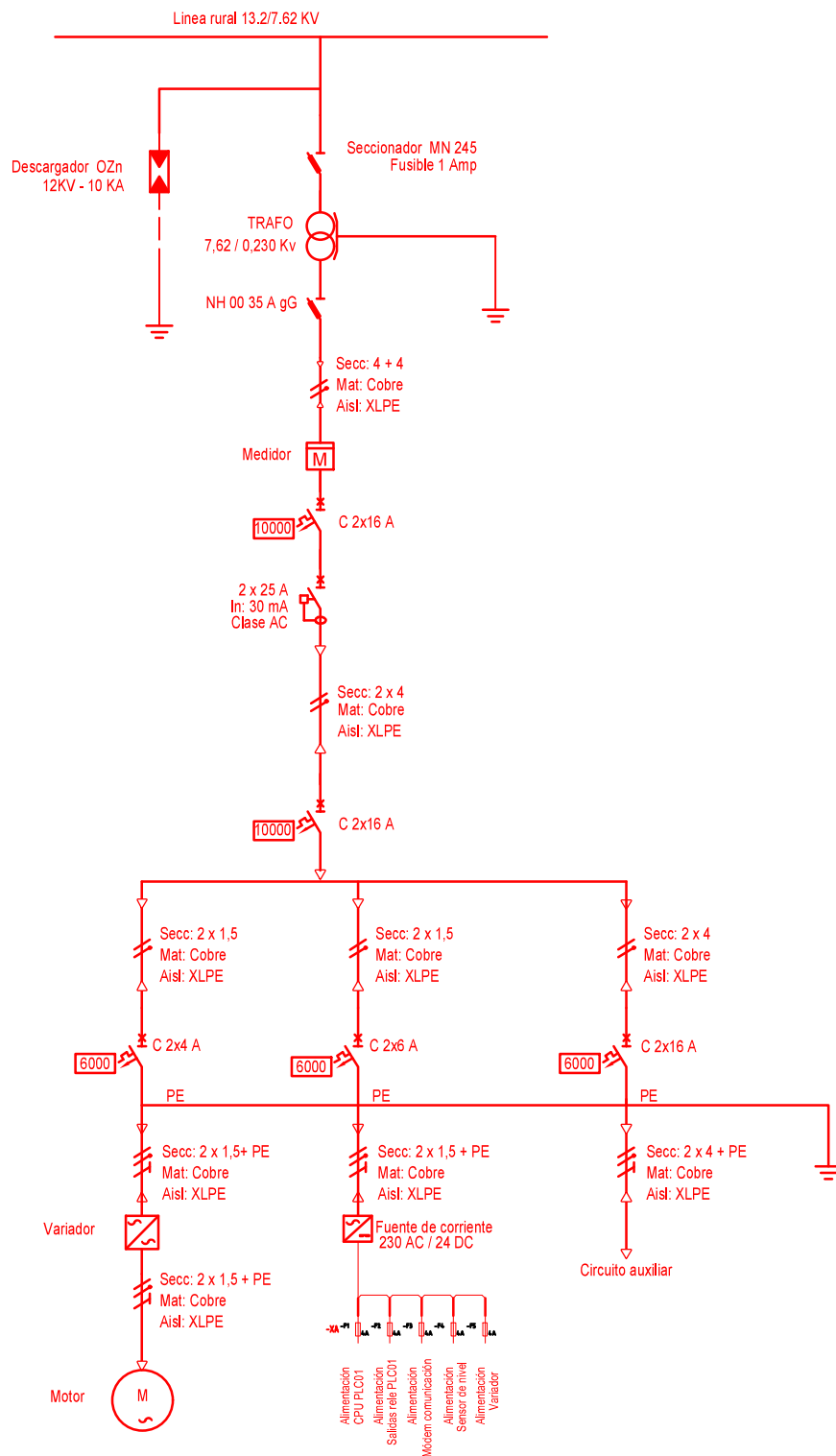



A
B
C
D
E
F



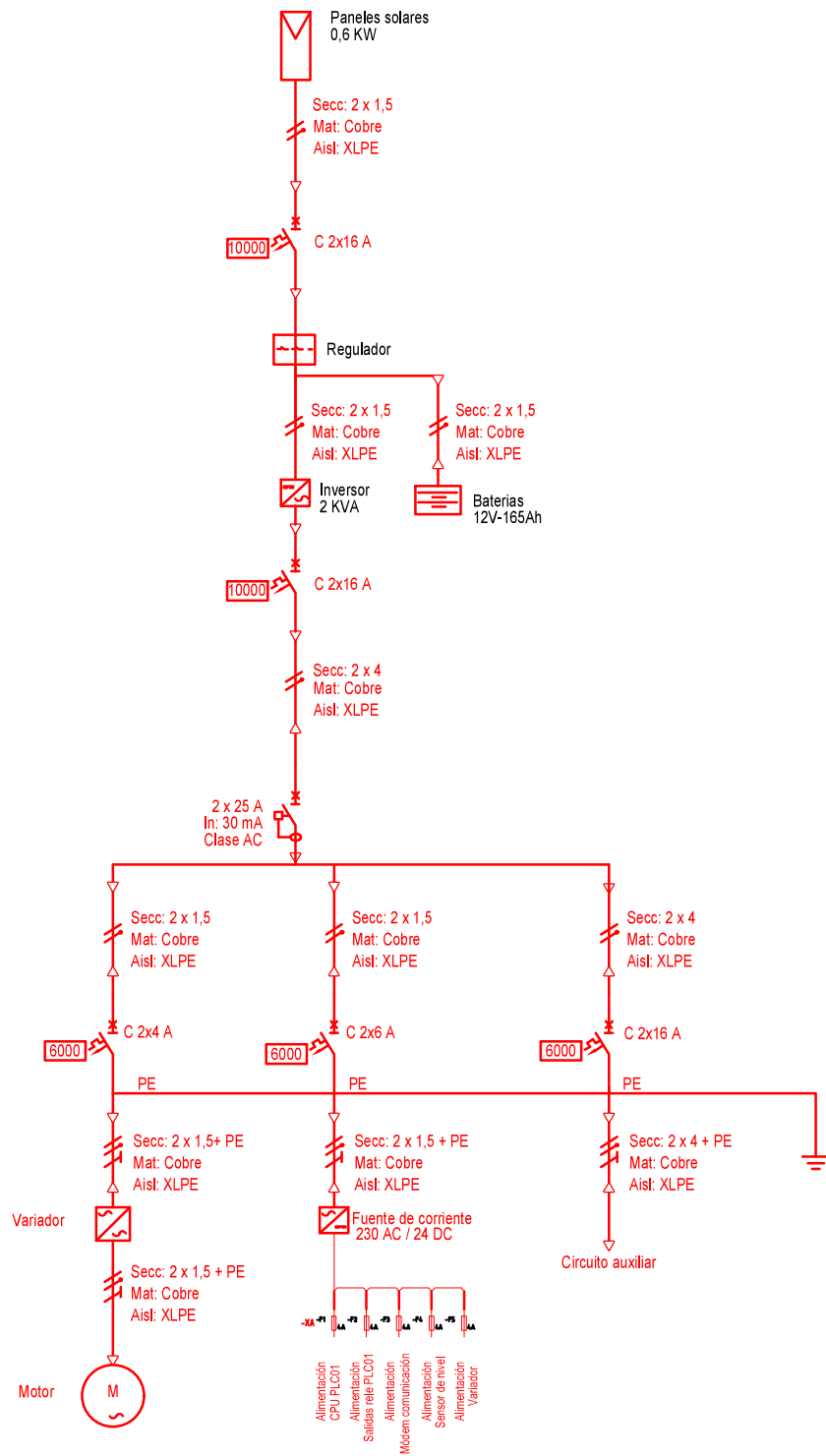
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	29/09/2020			Sebastian Senn
	Rev.				Ing. Elvio Anton
	Apr.				Ing. Elvio Anton
Esc.	Proyecto:	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO		Plano:	
1:5				PL-32	
	Título:	TOPOLÓGICO		Material:	
Unid.					
mm				Rev: R01	Hoja: 32


A
B
C
D
E
F



F		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA		
	Dib.	24/11/2020	Sebastian Senn			
	Rev.		Ing. Elvio Anton			
	Apr.		Ing. Elvio Anton			
	Esc.	Proyecto:				Plano:
		REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO				PL-33
	Título:			Material:		
	DIAGRAMA UNIFILAR					
	Unid.				Rev:	
	mm				R02	
					Hoja:	
					33	

A
B
C
D
E
F



Dib.	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA	
	24/11/2020	Sebastian Senn		
	Rev.	Ing. Elvio Anton		
	Apr.	Ing. Elvio Anton		
Esc.	Proyecto:			Plano:
	REGULADOR DE CAUDAL TELEGESTIONADO			PL-34
	Título:			Material:
Unid.	DIAGRAMA UNIFILAR			Rev:
mm	alternativa fotovoltaica			R00
				Hoja:
				34