



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol: Instal·lació contra incendis en un camp de maniobres

Document: Annexos a la memòria

Alumne: Lluís Faiges Plana

Director/Tutor: Lino Montoro Moreno

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Febrer / 2014

ÍNDEX DELS ANNEXOS A LA MEMÒRIA

A. Descripció tècnica.	3
A.1. Obertura de rases i tancament de les mateixes.	3
A.2. Dipòsit d'aigua.	5
A.3. Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.	6
A.4. Instal·lació del tram d'aspiració.	8
A.5. Grup de bombeig.	10
A.6. Instal·lació del tram d'impulsió.	13
B. Càlculs.	16
B.1. Cabals requerits i autonomia.	16
B.1.1. Configuració i ubicació en funció de l'entorn.	16
B.1.2. Càlcul de la densitat de foc i nivell de risc intrínsec.	16
B.1.3. Necessitats.	18
B.1.4. Cabals requerits i autonomia.	18
B.2. Sistema de subministrament d'aigua contra incendis.	19
B.2.1. Tipus i condicions d'abastiment d'aigua.	19
B.2.2. Aspiració.	19
B.2.2.1. Bomba principal i bomba d'emergència.	20
B.2.2.1.1. Diàmetre mínim requerit.	20
B.2.2.1.2. Velocitat màxima de la canonada.	20
B.2.2.2.3. Càlcul de NPSH disponible a la entrada de la bomba.	20
B.2.2.2. Bomba auxiliar.	21
B.2.2.2.1. Secció de la canonada.	21
B.2.2.2.2. Velocitat real de circulació del fluid.	22
B.2.2.2.3. Pèrdues de càrrega.	22
B.2.2.2.3.1. Pèrdues de càrrega primàries.	22
B.2.2.2.3.2. Pèrdues de càrrega secundàries.	24
B.2.2.2.3.3. Pèrdues de càrrega totals.	26
B.2.2.2.3. Càlcul del NPSH disponible a la entrada de la bomba.	26
B.2.3. Dipòsit.	27
B.2.3.1. Capacitat efectiva.	27
B.2.3.2. Reomplerta del dipòsit.	29
B.2.4. Impulsió.	29
B.2.4.1. Secció de la canonada.	30
B.2.4.2. Velocitat real de circulació del fluid.	31
B.2.4.3. Pèrdues de càrrega.	32

B.2.4.3.1. Pèrdues de càrrega primàries.	32
B.2.4.3.2. Pèrdues de càrrega secundaries.	34
B.2.4.3.3. Pèrdues de càrrega totals.	35
B.2.4.4. Selecció del grup de pressió.	36
B.2.4.5. Cablejat elèctric.	38
B.2.4.5.1. Selecció del elements de protecció del grup.	38
B.2.4.5.2. Secció del cable en funció de la intensitat admissible.	39
B.2.4.5.3. Secció del cable en funció de la caiguda de tensió.	41
B.2.4.5.4. Secció del cable per curtcircuit.	42
B.3. Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.	45
B.3.1. Secció de la canonada.	45
B.3.2. Velocitat real de circulació del fluid.	46
B.3.3. Pèrdues de càrrega.	47
B.3.3.1. Pèrdues de càrrega primàries.	47
B.3.3.2. Pèrdues de càrrega secundaries.	49
B.3.3.3. Pèrdues de càrrega totals.	51
B.3.4. Selecció del grup de pressió.	51
B.4. Circuit de recirculació.	53
B.4.1. Dimensionament de la canonada de recirculació.	53
B.4.2. Velocitat real de circulació del fluid.	54
B.5. Dimensionament de les rases.	55
B.5.1. Rasa de la instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit. .	55
B.5.2. Rasa del tram d'impulsió.	59
C. Informació tècnica.	63
D. Solucions alternatives.	75
E. Programa d'execució.	76
F. Manual de l'usuari.	80
G. Manual de manteniment.	81

A. DESCRIPCIÓ TÈCNICA.

La instal·lació xarxa contra incendis estarà distribuïda en diversos trams ben diferenciat.

1. Obertura de les rases i tancament de les mateixes.
2. Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.
3. Dipòsit d'aigua.
4. Instal·lació del tram d'aspiració.
5. Grup de bombeig.
6. Instal·lació del tram d'impulsió.

A.1. Obertura de les rases i tancament de les mateixes.

En aquells trams de la instal·lació en el que les canonades poden patir desperfectes, o pugui molestar per la activitat normal del camp de maniobres es soterrarà el tram.

Això es durà a terme en el tram on la canonada passa per l'interior del camp de maniobres, i tindrà una longitud total aproximada de 83 metres i en la canonada d'alimentació d'aigua al dipòsit amb una longitud de 9 metres.

Per tant, en aquests dos trams es necessari la senyalització de les rases i la obertura de les mateixes.

La rasa del tram d'impulsió anirà en paral·lel a 2,80 metres del mur de separació entre el camp de maniobres i la zona de serveis escolar i pàrking, a excepció d'un petit tram en que la rasa haurà de ser perpendicular al dit mur, tota aquesta rasa i la seva situació es pot veure reflectida en el plànol " Plànol de Rases" (nº plànol P-04) del document de Plànols.

Per la obertura d'aquesta rasa serà necessari aixecar alguns trams d'acera, tal i com es pot observa visualment en l'esmentat plànol, per suposat una vegada finalitzada la instal·lació de la xarxa contra incendis es restaurarà tots aquest equipament tal i com estaven al inici del projecte.

Les rases del tram d'impulsió hauran de tenir una profunditat de 0,8 metres i una amplada en la part inferior que ens la marcarà la amplitud de la canonada, en aquest cas haurà de ser de 0,46 metres.

Gràcies a la tipologia de canonada que utilitzarem en aquest tram d'instal·lació no serà necessari la protecció de la mateixa amb una capa d'arena fina, ni tindre especial atenció amb el material de re ompliment poden abaratir costos d'instal·lació.

Una vegada ja tinguem les canonades col·locades en l'interior de les rases, s'haurà de compactar aquest material de re ompliment per assegurar que la canonada no patirà moviment i que està ben assentada.

Per assegurar aquesta correcta col·locació, primerament reomplirem la canonada fins a la meitat, compactant i mullant el material de re ompliment amb aigua assegurant que la canonada està ben assentada. En una segona fase s'afegirà una capa de material de 20 a 25 centímetres repetint el procés de compactat. Una vegada compactat es pot tapar la rasa donant el procés per finalitzat.

Pel que fa a l'altre tram, la canonada de reompliment del dipòsit d'aigua, obrirem la rasa a una distancia de 5 metres respecte al marge de la finca.

Tot aquesta rasa la podem veure representada en el plànol "Plànol de rases" (nº plànol P-04) i "Secció de rases" (nº plànol P-05) del document de Plànols.

Les dimensions de la rasa, al igual que en el tram anterior, vindran donades per les dimensions de la canonada i seran de 0,35 m d'amplada en l'extrem inferior de la rasa i de 0,34 m de profunditat.

També cal comentar que el procés de reomplerta d'aquest tram es mes delicat que el tram d'impulsió, ja que en aquest cas la canonada requereix d'una capa de protecció amb sorra fina d'uns 20 cm, per protegir-la del punxonament que podria provocar el terreny.

En una primera fase reomplirem amb sorra fina la canonada fins a la meitat de la seva generatriu, mullant i compactant aquest material per assegurar un assentament adequat.

Seguidament, reomplirem uns 20 cm mes amb el mateix tipus de material repetint el procés.

Una vegada aquesta última capa de protecció estigui ben compactada afegirem material fins a la omplerta total de la rasa considerant les tasques finalitzades correctament.

A.2. Dipòsit d'aigua.

En funció de la distribució de la resta d'instal·lacions que ja estan en el camp de pràctiques (aules, escenaris de treballs en alçada, etc) es pren la decisió d'emplaçar el dipòsit en la part posterior del Centre escolar (nº plànol P-01).

Aquesta decisió be motivada per diversos factors determinats:

1. Proximitat al grup de pressió.
2. Proximitat a la entrada d'aigua que utilitzarem per mantenir el dipòsit en el nivell màxim.
3. Espai físic, ja que no molesta per a la realització de les pràctiques i queda relativament lluny de la zona de transit de vehicles.
4. La presència d'un planxe de formigó (construït amb anterioritat al projecte) que ens permetrà col·locar el dipòsit sense necessitat de fer cap preparació prèvia.

Tota l'aigua necessària per a mantenir la xarxa contra incendis la obtindrem d'un dipòsit acer galvanitzat amb una capacitat màxima de 86 m³. La finalitat d'aquest dipòsit es el d'acumular la quantitat d'aigua mínima per mantenir la instal·lació en funcionament el temps que ens marca la normativa legal vigent.

Aquest dipòsit es muntarà in situ, i a part de la capa exterior d'acer galvanitzat es col·loca una protecció interna de PVC i una lona superior per evitar la formació d'algues i la entrada de partícules sòlides que puguin obstruir la pinya d'aspiració, garantint la bona conservació de l'aigua

S'ha previst que el dipòsit serà capaç de mantenir subministrament d'aigua en el cas que estigui treballant a temperatures molt baixes, això s'ha fet augmentat en 1 metre mes el nivell mínim necessari d'aigua.

El dipòsit també porta incorporat un sistema de buidat, disposant d'un sortida en la part inferior del mateix, aquest sistema ja be incorporat en el mateix i ens permetrà fer tasques de neteja o reparació del mateix.

La col·locació del dipòsit i els elements que interactuen amb ell els podrem trobar els plànols "Intervenció optimitzada" (nº plànol P-03), " Secció 2/ Secció 3" (nº plànol P-07) i "Detall 1: Diposit d'aigua" (nº plànol D-01) i

A.3. Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.

Pel que fa al sistema de reompliment del dipòsit, instal·larem una canonada de 40 mm de diàmetre de PVC amb una pressió nominal de 10 bar.

Tots els càlculs que justifiquen la utilització d'aquesta mida de canonada els podrem veure desenvolupats en l'apartat B.3. Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit que podem trobar en aquest mateix document.

Tant la unió entre canonades com la unió amb els diversos accessoris es realitzarà mitjançant un procés d'encolat amb un adhesiu exprés per aquestes funcions, a excepció de les unions amb la bomba i la unió amb el sistema automàtic de omplerta, que en aquets casos seran unions roscades.

El fet d'encolar aquest tram es possible ja que aquest no estarà sotmès a pressions altes, a més a més, aquesta tècnica es mes econòmica i es molt mes ràpida de dur a terme.

A la entrada general de la xarxa de subministrament d'aigua i col·locarem una vàlvula de bola de diàmetre nominal 40 mm seguit d'un grup de pressió tipus Prisma 15 5W WD de la casa ESPA o similars, aquest grup l'unirem a la canonada gràcies a una reducció encolada/roscada de 40mm/ 2".

Aquesta vàlvula ens permetrà tancar el circuit en cas de que es produeixi la ruptura d'alguna canonada o es tingues que reparar o canviar el grup de pressió.

Aquest grup de pressió entrarà en funcionament en el moment en que la pressió del circuit disminueixi per sota de 1,5 bars o que es detecti una demana d'aigua, això es produirà quan en el dipòsit disminueixi el nivell d'aigua i per tant s'obri el sistema automàtic d' omplerta que hi ha instal·lat al final del circuit. El grup pressuritzarà tota la instal·lació fins al sistema automàtic d' omplerta amb una pressió màxima de 5 bars, pressió a la qual deixarà de funcionar fins que la pressió torni a disminuir per sota del 1,5 bars.

Aquest sistema de automàtic de omplerta consisteix en una boia que en el moment en que el nivell disminueix obre el pas d'aigua i es torna a tancar quan la boia torna a pujar, de manera que en el moment en que la xarxa contra incendis entri en funcionament i el nivell d'aigua del dipòsit disminueixi, el sistema s'obrirà i permetrà que comenci a entrar aigua. Quan el dipòsit estigui al màxim nivell passarà tot el contrari, es tancarà.

El pas d'aquest últim sistema es de 1 1/4", per tant unirem aquest element amb la canonada gràcies a una adaptador encolat/rosca de 40mm / 1 1/4".

Com a mesura de seguretat extra, el grup que s'ha escollit està preparat per desconnectar-se automàticament en el moment en que no rebi suficient aigua per evitar el trencament del grup si es produís algun problema en la xarxa general d'alimentació.

Tot el tram de canonada compres entre el grup de pressió i el planxe on està situat el dipòsit d'aigua anirà soterrat per no molestar a la circulació normal de persones. Es en aquest tram, en la sortida de la canonada on hi situarem la segona vàlvula de tall.

En el tram en que la canonada puja de manera vertical per la paret del dipòsit d'aigua fix i en el tram en que passa per sobre del planxe de formigó , fixarem la canonada amb unes brides separades entre elles 50 centímetres per evitar vibracions de la canonada i assegurar la seva estabilitat.

Per últim, al final de la instal·lació i col·locarem el sistema automàtic de tancament. Aquest sistema, queda en la seva totalitat situat en l'interior del dipòsit de tal manera que visualment no es podrà observar des de l'exterior.

Aquest sistema s'introdueix en l'interior del dipòsit per una obertura circular de diàmetre 50 mm per on hi passa la canonada de PVC.

La disposició de les canonades i de tota la resta d'element que componen aquest sistema de re-ompliment del dipòsit es poden veure reflectides en els plànol "Alimentació al dipòsit" (nº plànol E-01) del document Plànols.

A.4. Instal·lació del tram d'aspiració.

El tram d'aspiració compleix la norma UNE 23500:2012 que ens marca que la instal·lació ha de disposar:

- 2/3 parts de la capacitat efectiva del dipòsit ha d'estar per sobre de l'eix de la bomba.
- L'eix de la bomba no estarà situada a mes de 2 metres per sobre del nivell mes baix del dipòsit.

El tram d'aspiració disposarà d'un seguit d'elements que ens asseguraran el correcte funcionament d'aquest tram.

La instal·lació començarà amb un pinya d'aspiració de 180 mm de diàmetre nominal. Aquesta pinya anirà subjectada amb una brida boja d'acer inoxidable de 8 forats i una junta EPDM entre els dos elements.

La pinya anirà seguida d'una corba de 90º graus de PE d'alta densitat. En un dels extrems del colze hi anirà una brida boja d'acer inoxidable (aquest extrem es el que s'uneix amb la pinya), m'entres que l'altre extrem s'uneix novament gracies a una brida boja a un passa mur soldat a la paret del dipòsit.

Aquest passa mur que es pot veure descrit gràficament en el plànol "Detall 1: Dipòsit d'aigua" (nº plànol D-01) disposa d'una junta per evita la pèrdua d'aigua; per un dels extrems estarà unit al colze de PE de l'interior del dipòsit, m'entres

que per l'altre unirà el grup de pressió amb el dipòsit mitjança'n una canonada de PE de 180 mm de diàmetre.

Abans d'arribar al grup de pressió, passarà per una vàlvula de tall accionada amb un volant, un dispositiu anti-stress i un con excèntric amb un manovacúmetre incorporat.

La vàlvula de pas anirà collada amb la canonada mitjança'n un sistema de brides boges que podem veure en el plànol "Secció 2/ Secció 3" (nº plànol P-07) i els plànols "Instal·lació en planta" i "Instal·lació en alçat" (nº plànols E-01 i E-02 respectivament), la funció principal d'aquest element es tallar el subministrament en el cas que sigui necessari fer algun tipus de manteniment tant el les bombes com en el dipòsit.

Seguidament a la vàlvula de pas hi col·locarem un dispositiu anti-stress i un con excèntric d'acer galvanitzat que porta incorporat un manovacúmetre i que passarà del diàmetre interior de 153,4 mm a 152,4 mm a la entrada del rodet de la bomba amb una longitud mínima de 306,8 mm tal i com marca el punt 6.4.3.2.2 de la norma UNE 23500:2012.

Tant el dispositiu anti-stress com el con excèntric aniran subjectes a la canonada mitjançant brides boges.

En el tram de canonada compres entre el dipòsit i l'edifici on s'emplaçarà el grup de pressió s'ha previst col·locar un suport metàl·lic per evitar vibracions i moviment que puguin causar desperfectes a llarg termini representat en el plànol "Detall 2: Recolzament tubs" (nº plànol D-02), aquest suport anirà subjecte al terra mitjançant quatre tacs de 10 mm i estarà protegida contra la corrosió.

Tots el elements del tram d'aspiració els trobarem per duplicat, ja que es muntarà una canonada d'aspiració per a la bomba principal i una altre canonada independent per la bomba d'emergència.

S'ha decidit dissenyar aquest sistema per assegurar que el subministrament cap a les bombes sigui independent i d'aquesta manera si es dones el cas que es col·lapses una de les instal·lacions d'aspiració, per la obstrucció de la pinya,

podria entrar en funcionament l'altre deixant el grup de pressió operatiu en tot moment.

Per al subministrament d'aigua a la bomba auxiliar s'instal·larà una canonada de Ø 50 mm de PE d'alta densitat totalment independent de la resta del sistema.

Aquesta canonada disposa d'una pinya d'aspiració que està unida mitjançant una brida boja al colze de PE d'alta densitat, aquest colze està unit al passa mur del dipòsit i aquest novament unit per una brida boja connecta amb la canonada que es dirigeix a la bomba auxiliar.

En aquesta dita canonada, trobarem una vàlvula de comporta accionada per un volant, que ens permetrà tancar la entrada d'aigua cap a la bomba auxiliar si es consideres necessari i seguidament i trobarem una con excèntric d'acer galvanitzar amb brides i que presenta un Ø interior inicial de 40,8 mm reduint-se fins a un Ø interior de 38,10 mm amb una longitud entre les entrades del con de 153,2 mm, tal i com ens marca la UNE 23500:2012.

En tota la instal·lació s'instal·laran vàlvules de comporta ja que aquest tipus de vàlvula de tall ens permetrà una obertura i un tancament progressiu, evitant d'aquesta manera cops d'ariets i altres problemes derivats de la obertura sobtada del pas d'aigua.

Tots aquells accessoris que no estigui especificat que aniran subjectes amb brides es termosoldaran.

Tot aquets elements i l'esquema de funcionament de tot el sistema el podrem veure reflectits en el document Plànols (n° de plànols P-07, D-02, E-02 i E-03).

A.5. Grup de bombeig.

El grup de pressió estarà format per dues bombes centrífugues les quals presenten les mateixes característiques tècniques.

El grup de bombeig principal ha d'arrancar de manera automàtica, o ja sigui per caiguda de pressió o per demanada d'aigua, o manualment a través del quadre de control i la parada serà únicament manual.

La bomba principal té un funcionament elèctric i la bomba d'emergència funciona gràcies a un motor de combustió interna diesel.

Quan la bomba principal té algun tipus de problema (no té subministrament elèctric o detecta algun paràmetre perillós) entra en funcionament de manera automàtica la bomba d'emergència, activada per un motor de combustió interna diesel.

El grup de pressió estarà situat en una caseta construïda amb un projecte anterior i situada en una zona molt pròxima al planxe on col·locarem el dipòsit d'aigua.

Les dimensions d'aquest grup són de 1,60 m d'amplada, 1,90 de profunditat i 2,10 m d'alçada, per la qual cosa podem utilitzar aquesta instal·lació.

Aquest grup serà capaç de subministrar una cabal de 1500 l/ minuts a una pressió de treball de 5 bars.

En l'apartat C.5. del present document podem veure de manera més acurada totes les característiques tècniques específiques que ens proporciona la bomba més adequada als requeriments de la nostra instal·lació.

El grup de pressió disposa d'un sistema automàtic de recirculació o drenatge que envia l'aigua novament cap al dipòsit, evitant el sobreescalfament de la mateixa quan el grup treballa amb totes les vàlvules del circuit tancades.

Aquest circuit utilitzarà una canonada de PVC de 90 mm de diàmetre amb una pressió màxima de treball de 16 bars, la totalitat dels seus accessoris seran encolats a excepció de la unió entre la canonada i la vàlvula de sobrepressió i el collarí de pressa que anirà enroscat.

Aquest circuit reenviarà l'aigua al dipòsit per poder-la reutilitzar, aquesta canonada disposa d'una vàlvula de buida per extreure la totalitat de l'aigua

d'aquesta canonada, tal i com es pot veure en els plànols "Instal·lació en planta" (nº plànol E-02) i "Instal·lació en alçat" (nº plànol E-03).

En el moment en que el grup de bombeig entra en funcionament i reenvia aigua cap al dipòsit, aquesta aigua té una pressió suficient per superar l'altura del dipòsit, però sempre quedarà aigua residual a la canonada, es per aquest motiu que s'instal·larà aquesta vàlvula de buidat, ja que si l'aigua queda en l'interior de la canonada aquesta es podria glaçar trencant o col·lapsen aquest sistema de recirculació.

La canonada de recirculació serà única per a les dues bombes, ja que aquestes no treballaran mai de manera simultània.

Per altre banda, segons la UNE 23500:2012 aquests grups de pressió han de disposar del que s'anomena un circuit de proves. En aquest circuit disposarà d'una vàlvula de retenció, un caudalímetre i una vàlvula de regulació de cabal per poder descarregar a la reserva d'aigua.

El mateix fabricant del grup de pressió en pot garantir el muntatge d'aquest circuit de proves, per la qual cosa no es necessari realitzar el dimensionament de la canonada.

Pel que fa al tema del subministrament elèctric s'ha calculat la secció mínima necessària per poder garantir aquestes necessitats, per la selecció d'aquesta secció s'han aplicat les tres condicions que ens marca el reglament de baixa tensió; Secció del cable en funció de la intensitat admissible, Selecció del cable en funció de la caiguda de tensió i Selecció del cable per curtcircuit.

Igualment, també s'han seleccionat uns elements de protecció per protegir tant el motor del grup de pressió com la instal·lació interior.

La totalitat dels elements de protecció i la justificació de la totalitat dels càlculs de l'instal·lació elèctrica es poden veure reflectits en l'apartat B.2.3.5 Cablejat elèctric. En el plànol " Detall 7: Instal·lació elèctrica" (nº plànol D-07) podem veure reflectida la instal·lació elèctrica a dur a terme.

En el moment en que la bomba d'emergència entri en funcionament tots els gasos resultant de la combustió del motor hauran de ser expulsat cap al exterior, al igual que hem de garantir una aportació d'aire per assegurar una bona combustió d'aquest.

Per aquest motiu, s'instal·larà una canonada d'acer de 60 mil·límetres de diàmetre per poder canalitzar aquest fums, per evitar transmetre les vibracions pròpies del motor de combustió a la instal·lació col·locarem una amortidor a la sortida del tub d'escapament del motor de la bomba, al igual que en tota l'instal·lació fixa i col·locarem un calorifugat amb llana de roca amb 10 cm de gruix i una carcassa d'alumini que recobreix aquesta llana.

En la part final d'aquesta sortida de fums s'instal·larà una tapa per la pluja per evitar que m'entres que el motor diesel no entri en funcionament, no s'hi col·loquin ocells o altres animals que puguin malmetre aquesta instal·lació.

La connexió del diferents accessoris de les canonades es realitzarà mitjança'n la soldadura a topall, a excepció del amortidor i la tapa final que aniran col·locades amb un sistema de brides i abraçaderes respectivament.

Per assegurar una correcte alimentació d'aire al motor instal·larem dues reixes de ventilació per permetre la ventilació del motor. Aquestes reixes tindran unes dimensions de 50 x 50 cm i aniran encastades a la paret.

En el plànol " Detall 6: Tub d'escapament" (nº plànol D-06) podem trobar representats tots els element esmentats en els apartats anteriors i la seva situació dins els montatge general.

A.6. Instal·lació del tram d'impulsió.

Pel que fa al tram d'impulsió hi instal·larem una canonada de polietilè d'alta densitat de diàmetre exterior de 160 mm i amb una pressió nominal de 16 bars.

La unió de tots els accessoris i de les canonades d'aquest tram es realitzarà mitjança'n la termosoldadura a excepció d'aquells elements en que s'especifiqui el contrari.

Aquest procés es pot trobar de manera més detallada en l'apartat C.3 del present document.

La instal·lació començarà a la sortida del col·lector del grup de pressió, amb una ampliació concèntrica d'acer galvanitzat amb un manòmetre incorporat que passarà de 127 mm de diàmetre interior a 136,4 mm de diàmetre interior en un dels extrems i una brida cega per l'altre a mode de tap, plànol " Secció 1" (nº plànol P-06).

Tot seguit a aquest element, hi ha col·locada una vàlvula de comporta per poder tancar el circuit sense necessitat de buidar tota la instal·lació.

L'instal·lació travessarà la zona de serveis escolar i pàrking protegida per una sistema protecció contra impactes, aquest sistema el podem veure representat en els plànols "Detall 3: Protecció ambiental" (nº plànol D-03) i "Detall 4: Protecció ambiental" (nº plànol D-04) del document de Plànols.

La canonada descendirà per la part externa de la paret fins al terra, i serà en aquest punt on començarem a soterra la resta d'instal·lació. Tot aquest tram anirà protegit amb una xapa d'acer galvanitzat i la canonada anirà collada amb unes brides a la paret, aquestes brides estaran separades entre elles 50 centímetres.

Tots els hidrants estaran situats a sobre la acera a una alçada de 65 centímetres del terra amb les seves sortides totalment perpendicular a la paret de separació de les dues zones. Aquests estaran separats entre ells 20 metres, s'ha de remarcar que la longitud que marca la normativa vigent ens marca una longitud màxima de 40 metres, en aquest cas s'ha optat per reduir aquest distància a la meitat per millorar la dinàmica de les classes pràctiques.

Els hidrants aniran units a la xarxa mitjança'n una brida boja col·locada a una de les sortides d'una T, i una juta de junta EPDM entre els dos elements assegurant la estanquitat del circuit tal i com es pot veure reflectit en el plànol "Detall: Hidrants" (nº plànol D-05).

En l'últim hidra s'ha optat per col·locar una T amb un tap en comptes d'un colze. En aquest tap si dipositaran possibles sediments i ens permetrà continuar la instal·lació si en un futur es cregués necessari ampliar-la.

Tots els hidrants de la xarxa disposaran de 3 sortides, 2 de 45 mm i 1 de 100 mm i compleixen tota la normativa legal vigent establerta.

Per dur a terme tota aquesta unitat d'obra serà necessari utilitzar els següents plànols que podem trobar al document Plànols: "Intervenció optimitzada" (nº plànol P-03), "Secció 1" (nº plànol P-06), "Secció 2/Secció 3" (nº plànol P-07), "Detall 3: Protecció ambiental" (nº plànol D-03), "Detall 4: Protecció ambiental" (nº plànol D-04), "Detall 5: Hidrants" (nº plànol D-05), "Instal·lació en planta" (nº plànol E-02) i "Instal·lació en alçat" (nº plànol E-03).

En l'apartat C.6 d'aquest mateix document, podem veure tots els elements que conformen els hidrant, normativa i certificacions de que disposen.

Una vegada es tingui la instal·lació totalment finalitzada s'haurà de netejar la xarxa per evitar que en l'interior de les canonades hi quedin restes de plàstic o altres impureses que puguin danyar la instal·lació.

Abans del posat en servei de la xarxa, s'haurà de sotmetre la xarxa general a les següents inspeccions prèvies per constatar que es troba en unes condicions òptimes.

Les comprovacions a dur a terme seran les següents:

1. Omplirem la canonada amb aigua.
2. Es purgarà l'aire per les parts més elevades de la instal·lació.
3. Es pressuritzarà fins a 15 bars, ja que la pressió de treball prevista serà igual o inferior de 10 bars.
4. Aquesta pressió es mantindrà durant un període de 3 hores.
5. La pressió del sistema després de realitzar aquest test no pot ser inferior a 2 bars per sota la pressió inicial, en el cas contrari no podem considerar que la instal·lació es correcte.

B. CÀLCULS.

B.1 Cabals requerits i autonomia.

Segons el REAL DECRET 2267/2004, de 3 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament de Seguretat Contra Incendis en els establiments Industrials, calcularem el nivell de risc intrínsec per determinar les necessitats hidràuliques mínimes i les característiques requerides per a la instal·lació d'una xarxa d'hidrants exteriors.

Per poder determinar aquestes característiques mínimes es necessari valora diferents paràmetres relacionats amb l'activitat a desenvolupar, el tipus de productes amb els que es treballa i les superfícies que es veuen afectades per aquest sistema de protecció contra incendis.

B.1.1 Configuració i ubicació en funció de l'entorn.

Segons el punt 2.2 de l'annex I del esmentat reglament, la configuració i ubicació de l'entorn del centre de formació fan que aquesta es consideri:

Tipus E : L'establiment industrial ocupa un espai obert, que pot estar parcialment cobert (fins a un 50 per cent de la seva superfície), alguna de la seves façanes en la part coberta manqui totalment de tancament lateral.

B.1.2 Càlcul de densitat de foc i el nivell de risc intrínsec.

El nivell de risc intrínsec es un paràmetre que ens permet classificar el risc present en una activitat industrial, aquest risc intrínsec es diferencia per cada un dels sector d'incendi i s'avaluarà a partir de la densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida, de dit sector d'incendi;

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)} \quad (\text{equació b.1.2})$$

On

- Q_s : Densitat de carrega de foc, ponderada i corregida, del sector o àrea d'incendi, en MJ/m^2 o Mcal/m^2 .
- G_i : Massa en kg, de cada un dels combustibles (i) que existeixen en el sector o àrea d'incendi.
- q_i : poder calorífic, en MJ/kg , de cada un dels combustibles que existeixen en el sector d'incendi.
- C_i : Coeficient adimensional que pondera el grau de perillositat (per la combustibilitat) de cada un dels combustibles que existeixen en el sector d'incendi.
- R_a : Coeficient adimensional que corregeix el grau de perillositat (per la activació) inherent a la activitat industrial que es desenvolupa en el sector de l' incendi, producció, muntatge, transformació, reparació, emmagatzematge, etc.
- A : superfície construïda del sector d'incendi o superfície ocupada del àrea d'incendi, en m^2 .

En aquest cas, la superfície del sector d'incendi a considerar es de 1280 m^2 , corresponents a zona de pràctiques de que disposa del centre.

El pes total dels combustibles s'estima en funció de la capacitat màxima dels dipòsits, que en aquest cas es de 5000 litres per al dipòsit de gasoil i 1000 litres per al dipòsit destinat a la benzina, amb un poder calorífic de 10 Mcal/kg (tant pel gasoil com per la benzina).

densitat mitja del gasoil = $0,83 \text{ kg/litre}$

densitat mitja de la benzina = $0,75 \text{ kg/ litre}$

Segons la instrucció tècnica complementaria MIE-APQ001 del Reglament de emmagatzematge de productes químics, aprovat pel Real Decret 379/2001, de 6 d'Abril, las gasolines estan classificades com a líquids de subclasse B2 i els gasoils com a líquids de classe C, aquest tipus de combustibles els correspon un coeficient C_i de 1,3.

El grau de perillositat per activació d'aquest tipus de centres es baix, el seu coeficient R_a es de 1.

Densitat de càrrega de foc $Q_s = 48,76 \text{ Mcal/m}^2$.

Sabem que si es compleix:

$$Q_s \leq 100 \text{ Mcal/m}^2$$

Per tant el nivell de risc intrínsec del centre es **Baix**.

B.1.3. Necessitats.

S'haurà d'instal·lar una xarxa d'hidrant contra incendis en el cas que es compleixin un seguit paràmetres que venen donat per la taula 3.1 del Reglament de Seguretat Contra Incendis en els centres industrial.

Aquesta taula utilitza tres factors com son:

- El nivell de risc intrínsec.
- La configuració de la zona.
- La superfície a cobrir.

Donat que la nostra instal·lació es de nivell de risc intrínsec baix, la configuració de la zona d'incendi es del tipus E i que la superfície a cobrir es de 1280 m^2 , podem determinar que si es necessària la instal·lació d'un sistema d'hidrants exteriors.

B.1.4 Cabals requerits i autonomia.

La necessitat d'aigua requerida pels sistema d'hidrants per a protegir cada una de les zones ha d'anar d'acord amb el que marca el punt 7.3 del Reglament de Seguretat Contra Incendis en els establiments Industrials.

Amb la taula de "necessitat d'aigua per a hidrants exteriors" podem determinar que el cabal mínim es de $1000 \text{ litres/minut}$ amb una autonomia mínima de 30 minuts. Però donat que es tracta d'un establiment industrial amb una configuració de tipus E, ampliarem en 500 litres/minut mes.

Amb això determinem que el cabal requerit es de **$1500 \text{ litres/minut}$ amb una autonomia de 30 minuts.**

Ara que ja tenim aquesta informació podem començar projectar el grup de pressió que ens pot subministrar aquestes necessitats requerides per la nostra instal·lació.

B.2. Sistema de subministrament d'aigua contra incendis.

B.2.1 Tipus i Condicions d'abastiment d'aigua.

Segons la taula 2 de la UNE 23500 del Gener de 2012, les categories exigibles per a una instal·lació d'hidrants exterior ha de ser de categoria II o I, de totes maneres, ja que el consum necessari per a la instal·lació es menor de 2500 litres/minut (mes concretament, es de 1500 litres/minut) la categoria exigible per la instal·lació serà categoria II.

A cada sistema d'abastiment d'aigua se li exigeix una classe d'abastiment d'aigua mínim acceptable. Una vegada determinada la categoria d'abastiment, es selecciona la classe d'abastiment segona la taula 3 d'aquesta mateixa norma.

Considerant una font d'aigua tipus dipòsit i una categoria II, escollim un sistema d'Abastiment d'Aigua Superior (A. SUP), ja que compleix el mínim exigible per la categoria I i categoria II.

B.2.2 Aspiració.

B.2.2.1. Bomba principal i bomba d'emergència.

Per subministrà aigua a la totalitat de la instal·lació s'utilitzarà un grup de pressió compost per dues bombes centrífugues horitzontal, un principal i l'altre de reserva, complint així el requisits de la norma corresponent :

- Al menys 2/3 de la capacitat efectiva del dipòsit d'aspiració estan situats per sobre de l'eix de la bomba.
- L'eix de la bomba no esta a mes de 2 metres per sobre del nivell mes baix del dipòsit d'aspiració.

La aspiració ha de complir tres requisits imprescindibles:

- Diàmetre mínim requerit.
- Velocitat màxima de la canonada.
- Càlcul de NPSH disponible a la entrada de la bomba.

B.2.2.1.1. Diàmetre mínim requerit.

Amb total independència als càlculs, el diàmetre mínim de la canonada d'aspiració ha de ser de 65 mm per a bombes en càrrega.

B.2.2.1.2 Velocitat màxima de la canonada.

El diàmetre de la canonada d'aspiració s'adequa de manera que, amb el cabal nominal que pot circular per ella, la velocitat màxima no pot ser superior a 1,8 m/s per a les bombes en càrrega.

Per determinar la velocitat la norma UNE 23500:2012 utilitza la fórmula:

$$V = 21,22 * (Q / d^2) \quad \text{(equació b.2.2.1.2)}$$

On:

V: Velocitat (m/s).

Q: Cabal (l/m).

d: Diàmetre interior de la canonada (mm).

Coneixem el cabal i la velocitat per tant:

$$d = \sqrt{ ((21,22 * Q) / v) }$$
$$d = 132,97 \text{ mm}$$

B.2.2.1.3. Càlcul de NPSH disponible a la entrada de la bomba.

En el cas de no justificar el NPSH disponible/requerit i sempre i quan la longitud de la canonada d'aspiració sigui menor de 12 metres , es pot utilitzar una de les taules (11 o 12) de la UNE 23500 de 2012.

Per tant, si sabem que el cabal de la instal·lació es de 1500 litres/minut, el diàmetre nominal mínim requerit es DN 150.

Finalment, tenint en compte el tres factor que afecten al diàmetre de la canonada, em d'escollir un diàmetre mínim per que es compleixin les tres condicions, en aquest cas el diàmetre mínim interior ha de ser de 150 mm.

Per tant, la canonada tindrà un diàmetre interior de 153,4 mm, ja que es la canonada estàndard que compleix totes les condicions establertes en els apartat anterior, el diàmetre exterior d'aquest canonada serà de **180 mm**.

B.2.2.2. Bomba auxiliar.

B.2.2.2.1. Secció de la canonada.

El diàmetre de la canonada d'aspiració s'adequa de manera que, amb el cabal nominal que pot circular per ella, la velocitat màxima no pot ser superior a 1,8 m/s per a les bombes en càrrega.

Per determinar la velocitat la norma UNE 23500:2012 utilitza la formula:

$$V = 21,22 * (Q / d^2) \quad \text{(equació b.2.2.2.1)}$$

On:

V: Velocitat (m/s).

Q: Cabal (l/m).

d: Diàmetre interior de la canonada (mm).

Coneixem el cabal i la velocitat per tant:

$$d = \sqrt{ ((21,22 * Q) / v) }$$

$$d = 34,33 \text{ mm.}$$

Aquest diàmetre es el diàmetre interior mínim per a que en la canonada no es superin els 1,8 m/s màxims establerts en la norma.

D'acord amb els diàmetres standard de que disposem en el mercat la canonada escollida presenta un \varnothing exterior de 50 mm amb un gruix de 4,6 mm, per tant el \varnothing interior serà de 40,8 mm.

B.2.2.2.2. Velocitat real de circulació del fluid.

Ara que ja coneixem les dimensions interiors que utilitzarem en la instal·lació, podem re calcular la velocitat real a la que circularà el fluid per l'interior de la canonada.

$$V = 21,22 * (Q / d^2) \quad (\text{equació b.2.2.2.2})$$

$$V = 1,27 \text{ m/s.}$$

La velocitat a la que circularà l'aigua per l'interior de la canonada de \varnothing 50 mm serà de 1,27 m/s.

B.2.2.2.3. Pèrdues de càrrega.

Les pèrdues de càrrega que es produeixen en aquest tipus d'instal·lació es poden classificar en dos grans grups, les pèrdues de càrrega primàries i les pèrdues de càrrega secundaries.

B.2.2.2.3.1. Pèrdues de càrrega primàries.

Considerarem pèrdues de càrrega primàries totes aquelles pèrdues d'energia que venen provocades per la fricció del fluid amb les parets interiors de la canonada, en aquest cas, per calcular aquestes pèrdues de càrrega utilitzarem la formula de Darcy-Weisbach.

$$H_p = f * (L / D_{\text{int}}) * (V^2 / 2 * g) \quad (\text{equació b.2.2.2.3.1})$$

On:

H_p : Pèrdues de càrrega primàries en m.

f: Coeficient de pèrdua de carrega m/ unitat de longitud.

L: Longitud de la canonada en m.

D_{int} : Diàmetre interior de la canonada en m.

V: Velocitat del fluid en m/s.

g: Constant de la gravetat (9,81 m/s²).

Aquest coeficient de pèrdua de càrrega per unitat de longitud el calcularem mitjançant una altra formula, en aquest cas la expressió de Colebrook-White.

$$f = (0,25 / (\log ((k / 3,71 * D_{int}) + (2,51 / (Re * \sqrt{f})))))^2 \text{ (equació Colebrook-White)}$$

On:

f: Coeficient de pèrdua de carrega m/unitat de longitud.

k: Rugositat absoluta de la canonada en m.

Dint: Diàmetre interior de la canonada en m.

Re: Numero de Reynolds (adimensional).

A la vegada també necessitarem calcular el Numero de Reynolds, per aquest càlcul utilitzem la següent expressió:

$$Re = (V * D_{int}) / \nu \text{ (equació Reynolds)}$$

On:

V: Velocitat en m/s (en el nostre cas 1,27).

Dint: Diàmetre interior en m (en aquest cas 0,0408 m).

ν : Viscositat cinemàtica en m²/ s (1,01 * 10⁻⁶ per a aigua a 20° C).

Per tant, primerament determinarem el numero de Reynolds:

$$Re = 51302,97 \text{ (adimensional)}$$

Una vegada ja tenim determinat el numero de Reynolds i prenen el valor inicial de f com a 0,02 anirem realitzant iteracions de la formula de Colebrook-White fins que els canvis entre iteracions no siguin significatius, es a dir no siguin superiors a 0,0001.

Pel que fa a la rugositat absoluta del la canonada de polietilè d'alta densitat, el fabricant de la canonada en marca un valor k de 0,003 mm.

$$f_n = (0,25 / (\log ((0,000003 / 3,71 * 0,0408) + (2,51 / (51302,97 * \sqrt{f_{(n-1)}})))))^2$$

$$f_1 = 0,0211657662$$

$$f_2 = 0,0210232851$$

$$f_3 = 0,0210418510$$

$$f_4 = 0,0210379753$$

$$f_5 = 0,0210384369$$

En la sisena iteració podem veure que la variació entre aquesta iteració i l'anterior es de 0,00000004 per tant aquest valor el considerarem correcte.

Ara que ja em obtingut totes les dades necessàries per utilitzar l'expressió de Darcy-Weisbach podrem obtenir un valor numèric que ens indiqui la quantitat de pèrdues de càrrega causades per la fricció de fluid.

Per suposat totes els dades relacionades amb el diàmetre i la velocitat del fluid seran les reals, es a dir, les obtingudes pel diàmetre de canonada estàndard que ens subministrarà el fabricant, de no ser així les pèrdues de càrrega que calcularíem no serien les reals.

$$H_p = 0,02103 * (4 / 0,0408) * (1,27^2 / 2 * 9,81)$$

$$H_p = 0,1694 \text{ metres.}$$

El total de pèrdues de càrrega primàries del tram d'impulsió serà de 0,1694 metres.

B.2.2.2.3.2. Pèrdues de càrrega secundaries.

Entenem com a pèrdues de càrrega secundaries totes aquelles pèrdues d'energia produïdes per tots aquells accessoris o elements de la instal·lació diferents a les canonades.

En el nostre cas el tram d'aspiració disposa d'una pinya, un colze de 90°, una vàlvula de tall i una reducció excèntrica.

Cada element es diferent l'un de l'altre, per aquest motiu cada un tindrà un coeficient K diferent i per tant generarà unes pèrdues de càrrega diferents, aquestes les podrem estimar per mitja de la següent expressió:

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g)) \quad (\text{equació b.2.2.2.3.2})$$

On:

Hs: Pèrdues de càrrega secundàries en m.

K: coeficient que depèn de cada tipus d'accessori.

V: Velocitat del fluid en m/s.

Mitjançant una taula que be donada pel fabricant dels diferents accessoris determinarem la K de cada un d'ells i dimensionarem les pèrdues de càrrega. Coneixem que la velocitat real a la que circula el fluid, que en aquest cas es de 1,27 m/s.

Pinya.

$$K = 0,16$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ pinya} = 0,01315 \text{ metres}$$

Colze de 90°

$$K = 0,10$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ colze} = 0,00822 \text{ metres.}$$

Vàlvula de Tall.

$$K = 0,14$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ vàlvula} = 0,011508 \text{ metres}$$

Reducció excèntrica.

$$K = 0,85$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ reducció} = 0,0698 \text{ metres}$$

Ara que ja sabem quina pèrdua de càrrega provoca cada un dels accessoris sumarem el número d'accessoris per saber el total de la pèrdua:

$$H_s = H_s \text{ pinya} + H_s \text{ colze} + H_s \text{ vàlvula} + H_s \text{ reducció}$$

$$H_s = 0,01315 + 0,00822 + 0,011508 + 0,0698$$

$$H_s = 0,1027 \text{ metres}$$

B.2.2.2.3.3. Pèrdues de càrrega totals.

Les pèrdues de càrrega totals es el sumatori de les pèrdues de càrrega primàries i les pèrdues de càrrega secundaries.

$$H_{ps} = H_p + H_s$$

$$H_{ps} = 0,1694 + 0,2721$$

$$H_{ps} = 0,2721 \text{ metres.}$$

A les pèrdues de càrrega totals de la instal·lació i sumarem un 5% com a marge de seguretat per assegurar el correcte funcionament de tot el tram, per tant les pèrdues de càrrega totals del tram d'impulsió seran de **0,2857 metres**.

B.2.2.2.3. Càlcul del NPSH disponible a la entrada de la bomba.

Quan la bomba opera amb una aspiració excessiva es desenvolupa una pressió de succió baixa en la entrada de la mateixa, la pressió disminueix fins al punt que es pot crea el buit i el líquid es converteix en vapor. Aquesta formació de bombolles que col·lapsen la entrada del col·lector condueix al procés de Cavitació, generant greus problemes de desgast i dany a la bomba.

Per evitar aquest fenomen comprovarem que NPSH disponible sigui sempre superior al NPSH requerit per la bomba segons la expressió següent:

$$NPSH_d \geq c * NPSH_r \quad (\text{equació b.2.2.2.3})$$

On:

NPSH_d : Altura neta positiva d'aspiració disponible.

NPSH_r : Altura neta positiva d'aspiració requerida.

c : Constant de segureta (1,3).

Per poder calcular el valor de NPSH d utilitzarem la expressió:

$$\text{NPSH d} = (P_a / \gamma) - H - H_{ps} - (T_v / \gamma) \quad (\text{equació d'altura neta positiva d'aspiració disponible})$$

On:

P_a : Pressió del dipòsit, en m.c.a.

H : Altura de la bomba respecte al dipòsit, en m.

H_{ps} : Pèrdues de càrrega entre el dipòsit i la bomba, en m.

T_v : Tensió de vapor, en m.c.a.

γ : Pes específic del líquid, en kg/cm².

Nosaltres sabem que la Tensió de vapor una temperatura de 20°C es de 0,238 m.c.a. i el pes específic del líquid es de 0,99823 Kg/cm².

Per tant:

$$\text{NPSH d} = 10,34 - 0 - 0,2857 - 0,2384$$

$$\text{NPSH d} = 9,8159$$

Ara que ja tenim un valor numèric del NPSH d i saben que la bomba te un NPSH r de 1,88 metres (dada que ens proporciona el fabricant del grup de pressió), comprovarem que efectivament la bomba no cavitata:

$$\text{NPSH d} \geq c * \text{NPSH r}$$

$$9,8159 \geq 2,44$$

Per tant, la bomba auxiliar no tindrà problemes de cavitació.

B.2.3 Dipòsit.

B.2.3.1 Capacitat efectiva.

La capacitat efectiva del dipòsit s'ha de calcular considerant la diferència entre el nivell d'aigua normal i el nivell mes baix efectiu. El dipòsit d'aigua no està protegit contra les gelades, per aquest motiu, augmentarem en 1 metre el nivell normal d'aigua.

La capacitat mínima d'aigua necessària per subministrar un cabal correcte a l'instal·lació es:

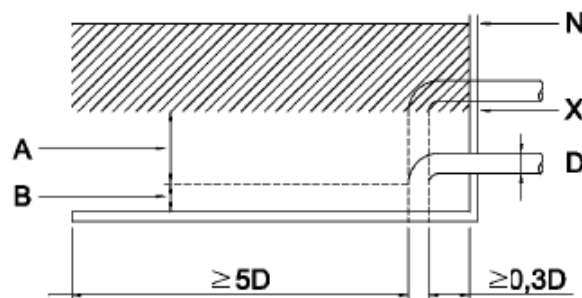
$$1500 \text{ litres/minut} * 30 \text{ minuts} = 45.000 \text{ litres}$$

La capacitat efectiva dels dipòsits d'aigua es calcula tal i com indica en la figura numero 22 de la norma UNE 23500:2012.

Sabent que el diàmetre mínim de la canonada d'aspiració es de 150 mm podem determinar les mides mínimes A i B que venen donades per la taula 8 d'aquesta norma.

$$A = 0,50 \text{ m}$$

$$B = 0,10 \text{ m}$$



Hem escollit un dipòsit circular metàl·lic prefabricat, i per tant per escollir la capacitat mínima requerida calcularem l'alçada que ha de fer el dipòsit per no tenir problemes de subministrament.

Al ser un dipòsit circular sabem que el volum ve donat per la fórmula:

$$\text{Volum necessari d'aigua} = \pi * R^2 * h$$

$$\text{Volum necessari d'aigua} = \pi * 2,55^2 * h$$

On:

$$h = \text{Altura del dipòsit} - (A + B + \text{distància per glaçades})$$

$$h = 4,22 - (0,50 + 0,10 + 1)$$

$$h = 2,62$$

$$\text{Volum necessari d'aigua} = \pi * 2,55^2 * 2,62$$

$$\text{Volum necessari d'aigua} = 53,52 \text{ m}^3$$

Si necessitem un mínim de 45 m³ i el dipòsit ens proporciona una capacitat de 53,23 m³ les necessitats de subministrament d'aigua queden cobertes.

Per tant les dimensions finals del dipòsit son de 5,10 metres de diàmetres i 4,22 metres d'alçada.

B.2.3.2 Reomplerta del dipòsit.

El dipòsit ha de disposar d'una font d'alimentació suficient per poder reomplir la capacitat mínima en un màxim de 36 hores. Això vol dir que:

Capacitat mínima: 45000 litres

Temps màxim de reomplerta: 36 hores

Cabal necessari:

$$Q = \text{Capacitat mínima} / \text{temps màxim}$$

$$Q = 45000 \text{ litres} / (36 \text{ hores} * 60)$$

$$Q = 20,83 \text{ litres/minut}$$

En el centre disposem d'una font d'alimentació de 120 litres/minut a 3 bars, per tant la capacitat de reomplerta del dipòsit serà suficient.

B.2.4. Impulsió.

Acotarem la instal·lació d'impulsió a tot aquell tram de canonada compres entre el grup de pressió i el final de la instal·lació, que en aquest cas son els quatre hidrants repartits per tot el camp de maniobres.

En el moment de realitzar tots el càlculs considerarem sempre l'hidra del final de la línia, ja que es el mes desfavorable. Si aquest hidra es capaç de complir les necessitat de la xarxa la resta també ho podran complir.

B.2.4.1. Secció de la canonada.

Per a poder determinar quina es la secció mínima necessària per garantir el cabal i pressió que marca el Real Decret 2276/2009 aplicarem la següent expressió:

$$Q = V * S \quad (\text{equació b.2.4.1})$$

On:

Q: Cabal en m³/s.

V: Velocitat en m/s.

S: secció de la canonada en m².

Aïllant la equació obtindrem:

$$S = Q / V$$

Com ja sabem, la instal·lació necessita mantenir un cabal mínim de 1500 l/min a una velocitat, aquesta velocitat ens vindrà donada pel fabricant del grup de pressió i no pot ser superior a 2 m/s.

Per tant:

$$S = 0,025 \text{ (m}^3\text{/h)} / 2 \text{ (m/s)}$$

$$S = 0,0125 \text{ m}^2$$

Per altre banda, sabem que la secció d'una canonada be donada per la següent equació:

$$S = \pi * r^2 \quad (\text{equació secció d'una canonada})$$

On:

S: secció de la canonada en m.

r: radi de la canonada de m.

Amb aquesta equació podrem determinar el radi interior mínim necessari per complir tant les condicions de cabal com de velocitat:

$$R = \sqrt{S / \pi}$$

$$R = \sqrt{0,0125 / \pi}$$

$$R = 0,06307 \text{ metres.}$$

El diàmetre mínim requerit serà dos vegades el radi obtingut, per tant, es de 0,12615 m o el que es el mateix 126,15 mm.

El diàmetre que es mes pròxim dins de la gran varietat de mides standard que ens pot subministrar el fabricant es de 136,4 mm de diàmetre interior i 160 mil·límetres de diàmetre exterior.

B.2.4.2. Velocitat real de circulació del fluid.

Una vegada ja em pogut determinar la secció real de que disposem, haurem de re calcular la velocitat per determinar la velocitat real a la que circula el fluid per l'interior de la canonada, per aquest motiu aplicarem les mateixes formules que en l'apartat B.2.4.1. però en aquest cas ja partirem coneixent la secció i el cabal reals.

$$S = \pi * r^2$$

$$S = \pi * 0,0682^2$$

$$S = 0,01461 \text{ m}^2$$

També sabem que:

$$Q = V * S$$

$$V = Q / S$$

Per tant:

$$V \text{ real} = 0,025 / 0,01461$$

$$V \text{ real} = 1,71 \text{ m/s}$$

Podem observar que una vegada escollida una canonada ja existent en el mercat, la velocitat no superarà la velocitat màxima per a la qual està dissenyat el grup de pressió.

B.2.4.3. Pèrdues de càrrega.

Les pèrdues de càrrega que es produeixen en aquest tipus d'instal·lació es poden classificar en dos grans grups, les pèrdues de càrrega primàries i les pèrdues de càrrega secundàries.

B.2.4.3.1. Pèrdues de càrrega primàries.

Considerarem pèrdues de càrrega primàries totes aquelles pèrdues d'energia que venen provocades per la fricció del fluid amb les parets interiors de la canonada, en aquest cas, per calcular aquestes pèrdues de càrrega utilitzarem la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$H_p = f * (L / D_{int}) * (V^2 / 2 * g) \quad (\text{equació Darcy-Weisbach})$$

On:

H_p : Pèrdues de càrrega primàries en m.

f : Coeficient de pèrdua de càrrega m/ unitat de longitud.

L : Longitud de la canonada en m.

D_{int} : Diàmetre interior de la canonada en m.

V : Velocitat del fluid en m/s.

g : Constant de la gravetat (9,81 m/s²).

Aquest coeficient de pèrdua de càrrega per unitat de longitud el calcularem mitjançant una altra fórmula, en aquest cas la expressió de Colebrook-White.

$$f = (0,25 / (\log ((k / 3,71 * D_{int}) + (2,51 / (Re * \sqrt{f})))))^2 \quad (\text{equació Colebrook-White})$$

On:

f : Coeficient de pèrdua de càrrega m/unitat de longitud.

k : Rugositat absoluta de la canonada en m.

D_{int} : Diàmetre interior de la canonada en m.

Re : Numero de Reynolds (adimensional).

A la vegada també necessitarem calcular el Numero de Reynolds, per aquest càlcul utilitzem la següent expressió:

$$Re = (V * D_{int}) / \nu \quad (\text{equació de Reynolds})$$

On:

V: Velocitat en m/s.

D_{int}: Diàmetre interior en m.

ν : Viscositat cinemàtica en m²/s (1,01 * 10⁻⁶ per aigua a 20° C).

Per tant, primerament determinarem el numero de Reynolds:

$$Re = 230934,653 \text{ (adimensional)}$$

Una vegada ja tenim determinat el numero de Reynolds i prenen el valor inicial de f com a 0,02 anirem realitzant iteracions de la formula de Colebrook-White fins que els canvis entre iteracions no siguin significatius, es a dir no siguin superiors a 0,0001.

Pel que fa a la rugositat absoluta de la canonada de polietilè d'alta densitat, el fabricant de la canonada en marca un valor k de 0,003 mm.

$$f_n = \left(0,25 / \left(\log \left(\left(0,000003 / 3,71 * 0,1364 \right) + \left(2,51 / \left(230934,653 * \sqrt{f_{n-1}} \right) \right) \right) \right)^2 \right)^2$$

$$f_1 = 0,0150031126$$

$$f_2 = 0,0154405620$$

$$f_3 = 0,0153957834$$

$$f_4 = 0,0154002977$$

$$f_5 = 0,0153994180$$

$$f_6 = 0,0153998870$$

En la sisena iteració podem veure que la variació entre aquesta iteració i l'anterior es de 0,00000004 per tant aquest valor el considerarem correcte.

Ara que ja em obtingut totes les dades necessàries per utilitzar l'expressió de Darcy-Weisbach podem obtenir un valor numèric que ens indiqui la quantitat de pèrdues de càrrega causades per la fricció del fluid.

Per suposat totes els dades relacionades amb el diàmetre i la velocitat del fluid seran les reals, es a dir, les obtingudes pel diàmetre de canonada estàndard que ens subministrarà el fabricant, de no ser així les pèrdues de càrrega que calcularíem no serien les reals.

$$H_p = 0,0153998 * (91,46 / 0,1364) * (1,71^2 / 2 * 9,81)$$

$$H_p = 1,53 \text{ metres.}$$

El total de pèrdues de càrrega primàries del tram d'impulsió serà de 1,53 metres.

B.2.4.3.2. Pèrdues de càrrega secundaries.

Entenem com a pèrdues de càrrega secundaries totes aquelles pèrdues d'energia produïdes per tots aquells accessoris o elements de la instal·lació diferents a les canonades.

En el nostre cas el tram d'impulsió disposa de cinc colzes de 90°, quatre tes a 90°, una vàlvula de tall, una ampliació excèntrica i un hidra.

En el cas de l'hidra el fabricant no ens proporciona el coeficient K motiu pel qual considerarem aquest com una vàlvula de tall, ja que es l'element que es mes similar.

Cada element es diferent l'un de l'altre, per aquest motiu cada un tindrà un coeficient K diferent i per tant generarà unes pèrdues de càrrega diferents, aquest les podem estimar per mitja de la següent expressió:

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g)) \quad (\text{equació b.2.4.3.2})$$

On:

Hs: Pèrdues de càrrega secundaries en m.

K: coeficient que depèn de cada tipus d'accessori.

V: Velocitat del fluid en m/s.

Mitjançant una taula que be donada pel fabricant dels diferents accessoris determinarem la K de cada un d'ells i dimensionarem les pèrdues de càrrega i una velocitat real de circulació de 1,71 m/s.

Colze de 90°

$$K = 0,10$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ colze} = 0,0149 \text{ metres.}$$

Te a 90°.

$$K = 0,35$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ te} = 0,0521 \text{ metres}$$

Vàlvula de Tall.

$$K = 0,14$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ vàlvula} = 0,0208 \text{ metres}$$

Ampliació Excèntrica.

$$K = 0,85$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ ampliació} = 0,1266 \text{ metres}$$

Ara que ja sabem quina pèrdua de càrrega provoca cada un dels accessoris sumarem el numero d'accessoris per saber el total de la pèrdua:

$$H_s = 5 * H_s \text{ colze} + 4 * H_s \text{ te} + H_s \text{ vàlvula} + H_s \text{ ampliació}$$

$$H_s = 5 * 0,0149 + 4 * 0,0521 + 0,0208 + 0,1266$$

$$H_s = 0,43 \text{ metres}$$

B.2.4.3.3. Pèrdues de càrrega totals.

Les pèrdues de càrrega totals es el sumatori de les pèrdues de càrrega primàries i les pèrdues de càrrega secundaries.

$$H_{ps} = H_p + H_s$$

(equació b.2.4.3.3.)

$$H_{ps} = 1,53 + 0,43$$

$$H_{ps} = 1,96 \text{ metres.}$$

A les pèrdues de càrrega totals de la instal·lació i sumarem un 5% com a marge de seguretat per assegurar el correcte funcionament de tot el tram, per tant les pèrdues de càrrega totals del tram d'impulsió seran de **2,05 metres**.

B.2.4.4. Selecció del grup de pressió.

Per a fer una correcta selecció del grup de pressió que necessitem per garantir les necessitats de la nostra xarxa contra incendis, haurem de valorar tots aquelles elements que condicionen la nostra xarxa contra incendis.

Per quantificar tots aquest elements utilitzem la equació de Bernoulli, ja que gràcies aquesta expressió podem agrupar tots aquets factors en una sola equació.

$$\left(\frac{P_a}{\gamma} \right) + Z_a + \left(\frac{V_a^2}{2 * g} \right) + H = \left(\frac{P_b}{\gamma} \right) + Z_b + \left(\frac{V_b^2}{2 * g} \right) + H_{ps} \text{ (equació Bernoulli)}$$

On:

Pa: Pressió absoluta en el punt a en bars.

γ : Pes específic del fluid.

Za: Altura en el punt a en m.

Va: Velocitat en el punt a en m/s.

g: Gravetat en m/s².

H: Altura manomètrica que ha de subministrar la bomba en m.c.a.

Pb: Pressió absoluta en el punt b en bars.

Zb: Altura en el punt b en m.

Vb: Velocitat en el punt b en m/s.

Hps: Pèrdues de càrrega primàries i secundaries en m.

Per a poder aplicar considerarem el punt A la superfície del dipòsit per tant:

- En A no tindrem pressió, ja que el dipòsit no esta pressuritzat.
- En A la velocitat serà aproximadament 0.
- En A la altura total serà de 4,67 metres.

Considerarem el punt B la sortida de l'últim hidra de la instal·lació, per tant tindrem les següent dades:

- La altura en el punt B serà 0 metres.
- La velocitat en la sortida de l'hidra serà 0 m/s.
- Sabem que les pèrdues de càrrega totals seran de 2,05 metres.
- Sabem que la pressió necessària pel correcte funcionament de la xarxa ha de ser de 6 bars i el que es el mateix 60 metres columna d'aigua.

$$\begin{array}{ccccccc} \swarrow & & \swarrow & & \swarrow & & \swarrow \\ (P_a / \gamma) + Z_a + (V_a^2 / 2 * g) + H = & (P_b / \gamma) + Z_b + (V_b^2 / 2 * g) + H_{ps} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 0 & & 0 & & 0 & & 0 \end{array}$$

$$0 + Z_a + 0 + H = (P_b / \gamma) + 0 + 0 + H_{ps}$$

$$0 + 4,64 + 0 + H = 60 + 0 + 0 + 2,05$$

$$H = 57,41 \text{ m.c.a.}$$

Ara que ja hem pogut comptabilitzar la pressió mínima que ens ha de subministra el grup de pressió per garantir el correcte funcionament de la nostra instal·lació i determinat el cabal que ens ha de garantir podem escollir el grup de pressió mes adequat.

En aquest cas em escollit el grup de pressió **CED 90/60** de la casa ESPA, el motius que ens ha dut a escollir aquest grup son els següents.

1. El grup de pressió es capaç de proporcionar 90 m³/ h a 60 bars de pressió, condicions que son d'obligat compliment donades les característiques del nostre centre.
2. Aquest grup disposa d'una bomba de servei elèctrica i una bomba d'emergència diesel, tal i com es indica la norma UNE 23500: 2012.
3. Compleix totes les normatives legals vigents que li son d'obligat compliment.

B.2.4.5. Cablejat elèctric.

Una vegada ja tenim seleccionat el grup de pressió i conegudes les característiques tècniques de la bomba principal i la bomba auxiliar podrem calcular la secció de cablejat per assegurar el correcte subministrament elèctric a aquestes dues bombes.

Sabem que ja disposem d'un instal·lació exterior que ens subministra corrent fins al recinte on hi disposarem aquest grup.

Aquesta instal·lació disposa d'un cable de alumini de 240 mm² amb una longitud total de 15 metres, aquesta línia esta alimentada per un transformador de la companyia de 2000 KVA i una Ucc de 0,07.

Per això escollirem el cablejat en funció de tres criteris diferents , tal i com marca el reglament de baixa tensió seleccionant la secció mes grossa.

B.2.4.5.1. Selecció del elements de protecció del grup.

Per a la protecció del grup de pressió escollirem una interruptor T2H160 MA80 pel qual i pot arribar una tensió màxima de 80 ampers, i per la nostra instal·lació hi circularà una màxim de 59,5 A.

Quan el motor treballi en un regim nominal consumirà tres vegades menys que en el moment de la arrancada es per això que seleccionarem el següent contactor.

CONTACTOR		
LINEA	TRIANGLE	ESTRELLA
A 75	A75	A30

B.2.4.5.2. Secció del cable en funció de la intensitat admissible.

Per a poder seleccionar el cablejat en funció de la intensitat admissible de la instal·lació aplicarem la següent equació.

$$I'b = (I_b / (K1 * K2)) * 1,25 \quad (\text{equació b.2.3.5.2.})$$

On:

$I'b$: Intensitat admissible.

I_b : Corrent d'utilització.

$K1$ es un factor de correcció per a temperatures ambient diferents a 30°C.

$K2$ es un factor de correcció de reducció per a cables agrupats.

En el nostre cas sabem que disposem d'un cable de XLPE a 40°C per tant obtindrem un coeficient $K1$ de 0,91, pel que fa al coeficient d'agrupament de cables $K2$ obtindrem una valor de 0,70 ja disposarem de 3 cables en l'interior d'una canonada de protecció.

Per altre banda coneixem el corrent d'utilització, que en el nostres cas serà la suma de les dos bombes i serà de 59,4 A.

Per tant:

$$I'b = 116,56 \text{ A.}$$

Sabent que disposem d'una capacitat de corrent admissible de 93,8 A i que la instal·lació del cablejat serà tipus conductor aïllat en tubs en muntatge superficials o encastats en obra (tipus B) escollirem la secció del cable immediatament superior per garantir la suficiència de la secció.

A	Conductors aïllats encastats en parets aïllants		3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR					
A2	Cables multiconductors en tubs encastats en parets aïllants	3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR						
B	Conductors aïllats en tubs en muntatge superficial o encastats en obra				3X PVC	2X PVC			3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR		
B2	Cables multiconductors en tubs en muntatge superficial o encastats en obra			3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR		2X XLPE o EPR			
C	Cables multiconductors directament sobre la paret					3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR		
E	Cables multiconductors a l'aire lliure. Distància a la paret no inferior a 0,3 D						3X PVC		2X PVC	3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR	
F	Cables unipolars en contacte mutu. Distància a la paret no inferior a D							3X PVC			3X XLPE o EPR	
G	Cables unipolars separats mínim D									3X PVC		3X XLPE o EPR
Coure	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13,5	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16,5	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21,5	23,5	24,5	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27,5	30,5	32,5	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37,5	40,5	44,5	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49,5	54,5	59,5	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64,5	70,5	77,5	84	88	96	106	116	123	160
	35		77,5	86,5	96,5	104	110	119	131	144	154	206
	50		94,5	103,5	117,5	125	133	145	159	175	188	230
	70				140,5	160	161	188	202	224	244	321
	95				180,5	194	207	230	245	271	296	391
	120				208,5	225	240	267	284	314	348	453
	150				236,5	260	278	310	338	363	404	525
185				268,5	297	317	354	386	415	464	601	
240				315,5	330	374	419	455	490	552	711	

Taula 1 d'intensitats admissibles de conductors i tipus d'aïllament.

Tal i com es pot veure en la taula 1 la secció que compleix el criteri d'intensitat admissible es de 35 mm².

B.2.4.5.3. Secció del cable en funció de la caiguda de tensió.

Per al càlcul de secció d'un cable de subministrament elèctric es una condició necessària que tot el tram no te una caiguda de tensió superior al 5%, per això calcularem les resistència i reactàncies.

Per fer aquest càlcul utilitzarem les següents expressions:

$$R = 1,02 * \rho * (L / d) \quad (\text{equació b.2.3.5.3.})$$

On:

R: Resistència del cable.

ρ : Resistivitat del conductor de coure en funció de la temperatura que en aquest cas es de 0,023 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

L: Longitud de la instal·lació.

d: Diàmetres de del cable seleccionat.

Per a calcular la reactància aplicarem la següent expressió:

$$X = x * L \quad (\text{equació de la reactància})$$

On:

X: La reactància de l' instal·lació.

x: La reactància per unitat de longitud del cable de coure que en aquest cas es de 0,0000783 Ω/m .

L: La longitud de la instal·lació.

$$R_{cu} = 1,02 * 0,023 * (8 / 25)$$

$$R_{cu} = 0,075 \Omega$$

$$X_{cu} = 0,0000783 * 8$$

$$X_{cu} = 0,000626 \Omega$$

Ara que ja coneixem les reactàncies i resistències de l' instal·lació podrem calcular quina caiguda de tensió pateix aquesta, això ho calcularem amb l'expressió:

$$\Delta U = I_n * \sqrt{ (R^2 + X^2) } \quad (\text{equació de caiguda de tensió})$$

On:

ΔU : La caiguda de tensió.

I_n : La intensitat nominal.

R : La resistència de l' instal·lació.

X : la reactància de la instal·lació.

$$\begin{aligned} \Delta U &= 59,4 * \sqrt{ (0,075^2 + 0,00062^2) } \\ \Delta U &= 4,47 \text{ V.} \end{aligned}$$

Per saber el percentatge de la caiguda de tensió aplicarem l'expressió:

$$\begin{aligned} \% \Delta U &= \Delta U / (400 * \sqrt{3}) \\ \% \Delta U &= 1,93 \% \end{aligned}$$

Ja que la caiguda de tensió no es superior al 5% aquesta secció de cable compleix la condició de caiguda de tensió màxima.

B.2.4.5.4. Secció del cable per curtcircuit.

Per al càlcul de la secció en funció del la intensitat de curtcircuit calcularem les impedàncies i resistència del transformador de la companyia i de la instal·lació que ens porta la corrent fins a la instal·lació receptora.

Per al càlcul de les impedàncies i resistències del transformador aplicarem:

$$X_t = 0,98 Z_t$$

On:

X_t es la reactància del transformador.

Z_t es la impedància interna del transformador.

La impedància interna del transformador la calcularem amb l'expressió:

$$Z_t = U_{cc} * U_n^2 / S_n \quad (\text{equació impedància interna del transformador})$$

On:

Z_t : Impedància interna del transformador.

U_{cc} : Tensió de curtcircuit que es de 0,07.

U_n : Tensió de la línia, que es de 400 V.

S_n : Potència nominal del transformador, en el nostre cas 2000 KVA.

Per tant:

$$Z_t = 0,0056 \, \Omega$$

$$X_t = 0,00549 \, \Omega$$

Per al càlcul de la resistència que provoca el generador aplicarem l'equació:

$$R_t = 0,2 X_t \quad (\text{equació resistència del generador})$$

On:

R_t : Resistència del transformador.

X_t : Impedància del transformador, en el nostre cas es de 0,00549 Ω .

$$R_t = 0,00109 \, \Omega$$

De manera independent també haurem de calcular les resistència i les reactàncies del tram exterior de la línia, aplicant les equacions:

$$R = 1,02 * \rho * (L / d) \quad (\text{equació de la resistència})$$

On:

R : Resistència del cable.

ρ : Resistivitat del conductor d'alumini en funció de la temperatura que en aquest cas es de 0,029 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

L : Longitud de la instal·lació.

d : Diàmetres del cable seleccionat.

Per a calcular la reactància aplicarem la següent expressió:

$$X = x * L \quad \text{(equació de la reactància)}$$

On:

X: Reactància de l' instal·lació.

x: Reactància per unitat de longitud del cable d'alumini que en aquest cas es de 0,0000752 Ω/m.

L: Longitud de la instal·lació.

$$R_{al} = 1,02 * 0,029 * (15 / 25)$$

$$R_{al} = 0,00184 \Omega$$

$$X_{al} = 0,0000752 * 15$$

$$X_{al} = 0,00112\Omega$$

Una vegada ja tenim totes les reactàncies del l' Instal·lació i del transformador calcularem la intensitat de curtcircuit amb l'expressió:

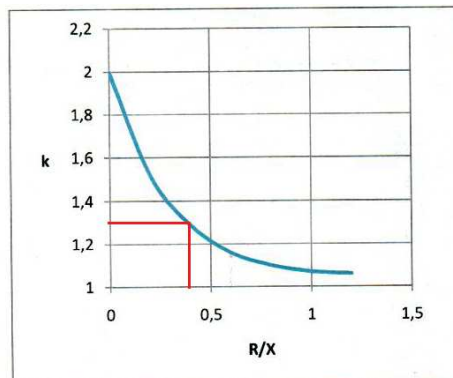
$$I_{cc} = (400/\sqrt{3}) / \sqrt{ (R_t + R_{al})^2 + (X_t + X_{al})^2 }$$

$$I_{cc} = 112523,78 \text{ A}$$

En la taula 2 buscarem el coeficient K per poder calcular la valor eficaç que hauria de suportar l'interruptor automàtic.

$$(R_t + R_{al}) / (X_t + X_{al})$$

$$R / X = 0,439$$



Taula n° 2

Obtenint un valor de K de 1,3 aproximadament, amb aquest valor podrem calcular el curtcircuit simètric amb la equació:

$$K \cdot I_{cc} = 11253,78 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 6121,24 \text{ A}$$

Amb aquest valor de I_{cc} i amb la corba específica per a un interruptor de 80 a surt un valor de i^2t de 40000.

Una vegada ja tenim totes les dades necessàries per poder deduir la secció de cable necessària aplicarem la equació següent:

$$S_{\text{capacitat tèrmica}} = \sqrt{(i^2t / K^2)} \quad (\text{equació capacitat tèrmica})$$

$$S_{\text{capacitat tèrmica}} = 4,42 \text{ mm}^2$$

Per tant, una vegada valorats els tres criteris que marca el reglament de baixa tensió deduïm que la secció més desfavorable serà de **35 mm²** de coure amb una aïllament de XPLE.

B.3. Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.

B.3.1. Secció de la canonada.

Per a poder determinar quina es la secció mínima necessària per garantir el correcte funcionament de la instal·lació de reomplerta del dipòsit

$$Q = V \cdot S \quad (\text{equació cabal})$$

On:

Q: Cabal en m³/s.

V: Velocitat en m/s.

S: secció de la canonada en m².

Aïllant la equació obtindrem:

$$S = Q / V \quad (\text{equació b.3.1})$$

Com ja sabem, la instal·lació disposem d'un cabal de 120 l/min a una pressió de 3 bars, considerarem una velocitat màxima de 3 m/s per no generar turbulències del fluid en l'interior de la canonada.

Per tant:

$$S = 0,02 \text{ (m}^3\text{/h)} / 3 \text{ (m/s)}$$

$$S = 0,00066 \text{ m}^2$$

Per altre banda, sabem que la secció d'una canonada be donada per la següent equació:

$$S = \pi * r^2 \quad (\text{equació de la secció d'una canonada})$$

On:

S: secció de la canonada en m.

r: radi de la canonada de m.

Amb aquesta equació podrem determinar el radi interior mínim necessari per complir tant les condicions de cabal com de velocitat:

$$R = \sqrt{(S / \pi)}$$

$$R = 0,0145 \text{ metres.}$$

El diàmetre mínim requerit serà dos vegades el radi obtingut, per tant es de 0,029 m o el que es el mateix 29 mm.

El diàmetre que es mes pròxim dins de la gran varietat de mides standard que ens pot subministrar el fabricant es de 36,2 mm de diàmetre interior i **40 mm** de diàmetre exterior, a una pressió nominal de 10 bars.

B.3.2. Velocitat real de circulació del fluid.

Una vegada ja em pogut determinar la secció real de que disposem, haurem de re calcular la velocitat per determinar la velocitat real a la que circula el fluid per l'interior de la canonada, per aquest motiu aplicarem les mateixes formules que en l'apartat B.3.1. però en aquest cas ja partirem coneixent la secció i el cabal reals.

$$S = \pi * r^2$$

$$S = \pi * 0,0181^2$$

$$S = 0,00102 \text{ m}^2$$

També sabem que:

$$Q = V * S$$

$$V = Q / S$$

Per tant:

$$V \text{ real} = 0,002 / 0,00102$$

$$V \text{ real} = 1,94 \text{ m/s}$$

Podem observar que una vegada escollida una canonada ja existent en el mercat, la velocitat no superarà la velocitat màxima de 3 m/s.

B.3.3. Pèrdues de càrrega.

Les pèrdues de càrrega que es produeixen en aquest tipus d'instal·lació es poden classificar en dos grans grups, les pèrdues de càrrega primàries i les pèrdues de càrrega secundàries.

B.3.3.1. Pèrdues de càrrega primàries.

Considerarem pèrdues de càrrega primàries totes aquelles pèrdues d'energia que venen provocades per la fricció del fluid amb les parets interiors de la canonada, en aquest cas, per calcular aquestes pèrdues de càrrega utilitzarem la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$H_p = f * (L / D_{\text{int}}) * (V^2 / 2 * g) \quad (\text{equació b.3.3.1})$$

On:

H_p : Pèrdues de càrrega primàries en m.

f : Coeficient de pèrdua de càrrega m/ unitat de longitud.

L : Longitud de la canonada en m.

Dint: Diàmetre interior de la canonada en m.

V: Velocitat del fluid en m/s.

g: Constant de la gravetat (9,81 m/s²).

Aquest coeficient de pèrdua de càrrega per unitat de longitud el calcularem mitjançant una altra fórmula, en aquest cas la expressió de Colebrook-white.

$$f = (0,25 / (\log ((k / 3,71 * D \text{ int }) + (2,51 / (Re * \sqrt{f})))))^2 \text{ (equació de Colebrook-white)}$$

On:

f: Coeficient de pèrdua de càrrega m/unitat de longitud.

k: Rugositat absoluta de la canonada en m.

Dint: Diàmetre interior de la canonada en m.

Re: Numero de Reynolds (adimensional).

A la vegada també necessitarem calcular el Numero de Reynolds, per aquest càlcul utilitzem la següent expressió:

$$Re = (V * D \text{ int }) / \nu \quad \text{(equació de Reynolds)}$$

On:

V: Velocitat en m/s.

Dint: Diàmetre interior en m.

ν : Viscositat cinemàtica en m²/ s (1,01 * 10⁶ per a aigua a 20° C).

Per tant, primerament determinarem el numero de Reynolds:

$$Re = (1,94 * 0,0362) / 1,01 * 10^6$$

$$Re = 69532,67 \text{ (adimensional)}$$

Una vegada ja tenim determinat el numero de Reynolds i prenen el valor inicial de f com a 0,02 anirem realitzant iteracions de la fórmula de Colebrook-White fins que els canvis entre iteracions no siguin significatius, es a dir no siguin superiors a 0,0001.

Pel que fa a la rugositat absoluta de la canonada de polietilè d'alta densitat, el fabricant de la canonada en marca un valor k de 0,0015 mm.

$$f_n = (0,25 / (\log ((0,0000015 / 3,71 * 0,0362) + (2,51 / (69532,67 * \sqrt{f} (n-1)))))^2)$$

$$f_1 = 0,019567085$$

$$f_2 = 0,019561703$$

En la segona iteració podem veure que la variació entre aquesta iteració i l'anterior es de 0,000006 per tant aquest valor es tant petit que el podem depreciar.

Ara que ja em obtingut totes les dades necessàries per utilitzar l'expressió de Darcy-Weisbach podem obtenir un valor numèric que ens indiqui la quantitat de pèrdues de càrrega causades per la fricció de fluid.

Per suposat totes els dades relacionades amb el diàmetre i la velocitat del fluid seran les reals, es a dir, les obtingudes pel diàmetre de canonada estàndard que ens subministrarà el fabricant, de no ser així les pèrdues de càrrega que calcularíem no serien les reals.

$$H_p = 0,01956 * (15 / 0,0362) * (1,94^2 / 2 * 9,81)$$

$$H_p = 1,55 \text{ metres.}$$

El total de pèrdues de càrrega primàries del tram d'impulsió serà de 1,55 metres.

B.3.3.2. Pèrdues de càrrega secundaries.

Entenem com a pèrdues de càrrega secundaries totes aquelles pèrdues d'energia produïdes per tots aquells accessoris o elements de la instal·lació diferents a les canonades.

En el nostre cas, la instal·lació de reomplerta del dipòsit disposa de cinc colzes de 90°, dues vàlvules de tall i un sistema de tancament per boia.

Cada element es diferent l'un de l'altre, per aquest motiu cada un tindrà un coeficient K diferent i per tant generarà unes pèrdues de càrrega diferents, aquest les podem estimar per mitja de la següent expressió:

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g)) \quad (\text{equació b.3.3.2})$$

On:

Hs: Pèrdues de càrrega secundàries en m.

K: Coeficient que depèn de cada tipus d'accessori.

V: Velocitat del fluid en m/s.

Mitjançant una taula que be donada pel fabricant dels diferents accessoris determinarem la K de cada un d'ells i dimensionarem les pèrdues de càrrega i sabent que la velocitat real del fluid es de 1,94 m/s.

Colze de 90°

$$K = 0,10$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ colze} = 0,0191 \text{ metres.}$$

Vàlvula de Tall.

$$K = 0,14$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ vàlvula} = 0,0268 \text{ metres}$$

Sistema de tancament per boia.

$$K = 3,4$$

$$H_s = K * (V^2 / (2 * g))$$

$$H_s \text{ ampliació} = 0,652 \text{ metres}$$

Ara que ja sabem quina pèrdua de càrrega provoca cada un dels accessoris sumarem el numero d'accessoris per saber el total de la pèrdua:

$$H_s = 6 * H_s \text{ colze} + 2 * H_s \text{ vàlvula} + H_s \text{ boia}$$

$$H_s = 0,82 \text{ metres}$$

B.3.3.3. Pèrdues de càrrega totals.

Les pèrdues de càrrega totals es el sumatori de les pèrdues de càrrega primàries i les pèrdues de càrrega secundaries.

$$H_{ps} = H_p + H_s$$

$$H_{ps} = 1,55 + 0,82$$

$$H_{ps} = 2,37 \text{ metres.}$$

A les pèrdues de càrrega totals de la instal·lació i sumarem un 5% com a marge de seguretat per assegurar el correcte funcionament de tot el tram, per tant les pèrdues de càrrega totals del tram d'impulsió seran de **2,48 metres**.

B.3.4. Selecció del grup de pressió.

Segon les característiques de cabal i pressió que ens proporciona la xarxa de subministrament general, no es necessària la instal·lació de cap tipus de grup de pressió, de totes maneres, instal·larem un grup de pressió que ens garanteixi una pressió constant per poder assegurar el re ompliment del dipòsit.

Per a fer una correcte selecció del grup de pressió aplicarem la equació de Bernoulli, ja que gracies aquesta expressió podrem agrupar tots aquets factors en una sola equació.

$$\left(\frac{P_a}{\gamma} \right) + Z_a + \left(\frac{V_a^2}{2 * g} \right) + H = \left(\frac{P_b}{\gamma} \right) + Z_b + \left(\frac{V_b^2}{2 * g} \right) + H_{ps} \quad (\text{equació de Bernoulli})$$

On:

Pa: Pressió absoluta en el punt a en bars.

γ : Pes específic del fluid.

Za: Altura en el punt a en m.

Va: Velocitat en el punt a en m/s.

g: Gravetat en m/s².

H: Altura manomètrica que ha de subministrar la bomba en m.c.a.

Pb: Pressió absoluta en el punt b en bars.

Zb: Altura en el punt b en m.

Vb: Velocitat en el punt b en m/s.

Hps: Pèrdues de càrrega primàries i secundaries en m.

Per a poder aplicar considerarem el punt A la entrada provinent de la xarxa general d'aigua:

- En A tindrem una pressió de 30 m.c.a.
- En A la velocitat serà aproximadament 0.
- En A la altura total serà de 0 metres.

Considerarem el punt B la sortida de la instal·lació de reomplerta, per tant tindrem les següent dades:

- La altura en el punt B serà 4,22 metres.
- La velocitat en la sortida serà 0 m/s.
- Sabem que les pèrdues de càrrega totals seran de 2,48 metres.

$$(P_a / \gamma) + Z_a + (V_a^2 / 2 * g) + H = (P_b / \gamma) + Z_b + (V_b^2 / 2 * g) + H_{ps}$$

$$(P_a / \gamma) + 0 + 0 + H = 0 + Z_b + 0 + H_{ps}$$

$$30 + 0 + 0 + H = 0 + 4,22 + 0 + 2,48$$

$$H = - 23,3 \text{ m.c.a.}$$

Podem veure de manera gràfica el que ja podíem intuir, la instal·lació ja es capaç de subministrar la pressió i cabal necessaris.

Escollim el grup de pressió **Prisma 15 5W** de la casa ESPA, el motiu que ens ha dut a escollir aquest grup son els següents.

1. El grup de pressió es capaç de proporcionar una pressió màxima de 5 bars.
2. Aquest sistema automàtic de pressurització entrarà en funcionament quan detecti que la pressió es mes baixa de 1,5 bars i s'atura quan arriba a la pressió màxima de la bomba, que en aquest cas es de 5 bars.

3. Aquest grup arranca automàticament al detectar un consum i pressuritza la instal·lació de forma continua, s'atura automàticament quan no hi ha consum o falta d'aigua.

B.4. Circuit de recirculació.

B.4.1. Dimensionament de la canonada de recirculació.

Per al correcte funcionament del circuit de recirculació suposem el cabal del 50% del cabal màxim del grup de pressió, a partir d'aquesta informació buscarem una secció suficient per evitar velocitat de circulació superior a 3 m/s.

$$Q = V * S \quad (\text{equació del cabal})$$

On:

Q: Cabal en m³/s.

V: Velocitat en m/s.

S: secció de la canonada en m².

Aïllant la equació obtindrem:

$$S = Q / V \quad (\text{equació de la secció canonada})$$

Com ja sabem, la instal·lació disposem d'un cabal de 750 l/min, i considerarem una velocitat màxima de 3 m/s per no generar turbulències del fluid en l'interior de la canonada.

Per tant:

$$S = 0,0125 \text{ (m}^3\text{/s)} / 3 \text{ (m/s)}$$

$$S = 0,00417 \text{ m}^2$$

Per altre banda, sabem que la secció d'una canonada be donada per la següent equació:

$$S = \pi * r^2$$

On:

S: secció de la canonada en m.

r: radi de la canonada de m.

Amb aquesta equació podrem determinar el radi interior mínim necessari per complir tant les condicions de cabal com de velocitat:

$$R = \sqrt{S / \pi}$$

$$R = \sqrt{0,00417 / \pi}$$

$$R = 0,0364 \text{ metres.}$$

El diàmetre mínim requerit serà dos vegades el radi obtingut, per tant es de 0,0728 m o el que es el mateix 72,8 mm.

El diàmetre que es mes pròxim dins de la gran varietat de mides standart que ens pot subministrar el fabricant es de 78,8 mm de diàmetre interior i **90 mm** de diàmetre exterior, a una pressió nominal de 16 bars.

B.4.2. Velocitat real de circulació del fluid.

Una vegada ja em pogut determinar la secció real de que disposem, haurem de re calcular la velocitat per determinar la velocitat real a la que circula el fluid per l'interior de la canonada, per aquest motiu aplicarem les mateixes formules que en l'apartat B.3.1. però en aquest cas ja partirem coneixent la secció i el cabal reals.

$$S = \pi * r^2$$

$$S = \pi * 0,0394^2$$

$$S = 0,00487 \text{ m}^2$$

També sabem que:

$$Q = V * S$$

$$V = Q / S$$

Per tant:

$$V_{\text{real}} = 0,0125 / 0,00387$$

$$V_{\text{real}} = 2,9 \text{ m/s}$$

Podem observar que una vegada escollida una canonada ja existent en el mercat, la velocitat no superarà la velocitat màxima de 3 m/s.

B.5. Dimensionament de les rases.

Una vegada dimensionades les rases procedirem a calcular les càrregues a les quals estan sotmeses aquestes canonades per assegurar-nos que aquesta canonada no patirà cap tipus de deformació.

Per al càlcul d'aquestes càrregues aplicarem la norma UNE 53.331-1997, ni la canonada de PVC ni la de PE estaran sotmeses a cap càrrega ocasiona pel transit de vehicles, per tant, la única càrrega a la que es veuran sotmeses seran les pròpies provocades pel pes del terreny.

B.5.1. Rasa de la instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.

Aquest tram estarà soterra des de la entrada de la xarxa general fins a la zona on comença el planxe de formigó on emplaçarem el dipòsit.

La longitud total d'aquesta rasa serà aproximadament de 9 metres, sent en tot el tram una canonada de PVC de 40 mm de diàmetre exterior.

La amplitud de la rasa dependrà fonamentalment de la mida de la canonada, això vindrà donat per la següent expressió, tal i com ens marca el fabricant de la canonada:

$$A \text{ (mm)} = \text{Diàmetre de la canonada (mm)} + 300 \text{ mm} \quad (\text{equació b.5.1})$$

En aquest cas, com sabem que la canonada del tram d'impulsió es de 40 mm de diàmetre exterior podrem saber que:

$$A \text{ (mm)} = 40 \text{ mm} + 300 \text{ mm}$$

$$A \text{ (mm) } = 340 \text{ mm.}$$

Per tant la amplada de que hem de disposar en la rasa del tram d'impulsió serà de 0,35 metres.

Pel que fa a la profunditat considerarem una capa de 30 centímetres per sobre de la generatriu superior de la canonada.

Per considerar que la canonada no patiran deformacions excessives degut a aquesta capa de sorra de protecció comprovarem que no pateix una deformació superior al 5%, aplicant la formula:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= Q_{v \text{ terres}} / St && \text{(equació de la deformació)} \\ \varepsilon &< 5 \% \end{aligned}$$

Per al càlcul de les càrregues ocasionales del pes del terreny aplicarem l'equació:

$$Q_{v \text{ terres}} = m * Cz * \gamma * H \quad \text{(equació càrregues del terreny)}$$

On :

$Q_{v \text{ terres}}$: Pressió de les terres sobre el tub degut a la pressió de les terres, en kN/ m²

m : Factor de concentració de la pressió vertical, podem considerar 1.

Cz : Coeficient de càrrega de les terres en rasa o sota terraplè.

γ : Pes específic de les terres de rebliment, en kN/m³.

H : Alçada de les terres des de la generatriu superior del tub fins al ferm en m.

El coeficient de càrrega de les terres en rasa Cz el calcularem amb la següent equació:

$$Cz = 1 - (1 - Cz_{90^\circ} / 90) * \beta \quad \text{per a } \rho < \beta < 90 \quad \text{(equació coeficient de càrregues de les terres)}$$

$$Cz_{90} = (1 - e (-2 (H / B) * K_1 * \text{tg } \rho')) / (2 * (H / B) * K_1 * \text{tg } \rho'))$$

On:

H : Alçada de les terres des de la generatriu superior del tub fins al ferm en m.

B : Amplada de la rasa.

K1: Coeficient d'empenta lateral de les terres del rebliment.

ρ' : Angle de fregament intern de reomplerta.

Per calcular la rigidesa del tub, en N/mm², es troba mitjançant la següent expressió:

$$St = (Et / 12) * (e / r_m)^3 \quad (\text{equació de rigidesa del tub})$$

$$r_m = (D_n - e) / 2$$

$$e = (P_n * D) / (2 * \sigma_{pvc} + P_n)$$

On:

Et : Mòdul d'elasticitat en flexió transversal del tub.

r_m : Radi mitjà del tub en m.

σ_{pvc} : elasticitat del PVC, 10 Mpa.

En funció de la tipologia del terrenys i la dimensió de la rasa podrem començar a determinar les forces a las que esta sotmeses la canonada.

Sabem:

$$\gamma_{\text{rebliment}} = 20 \text{ kN/m}^3.$$

$$D_n = 0,04 \text{ m}$$

$$P_n = 1 \text{ Mpa} = 10 \text{ bars.}$$

El grup del sol es el 4, cohesiu. Compactat per capes en tota l'alçada de la rasa. Per tant es prendrà $\rho = \rho' = 20^\circ$.

$$B = 0,35 \text{ m}$$

$$H = 0,3 \text{ m.}$$

$$K1 = 0,5$$

$$\beta = 85^\circ$$

Una vegada ja tenim totes les dades comencem a fer els càlculs:

$$C_{z\ 90} = ((1 - e (-2 (H / B) * K1 * \text{tg } \rho')) / (2 * (H / B) * K1 * \text{tg } \rho'))$$

$$C_{z90} = (1 - e^{-2(0,3/0,35) * 0,5 * \tan 20}) / (2 * (0,3/0,35) * 0,5 * 20)$$

$$C_{z90} = 0,86$$

Una vegada ja em determinat el C_{z90} podem calcular el C_z :

$$C_z = 1 - (1 - C_{z90} / 90) * \beta$$

$$C_z = 1 - (1 - 0,86 / 90) * 85^\circ$$

$$C_z = 0,87$$

Ara ja podem determinat les càrregues totals que produeix el terreny:

$$q_{v \text{ terres}} = m * C_z * \gamma * H$$

$$q_{v \text{ terres}} = 1 * 0,87 * 20 * 0,5$$

$$q_{v \text{ terres}} = 8,7 \text{ kN/m}^2$$

Per altre banda calcularem e i r_m :

$$e = (P_n * D) / (2 * \sigma_{pvc} + P_n)$$

$$e = (1 * 400) / (2 * 10 + 1)$$

$$e = 19,04 \text{ mm.}$$

$$r_m = (D_n - e) / 2$$

$$r_m = (400 - 19,04) / 2$$

$$r_m = 190,46 \text{ mm}$$

Ara que ja temi els valors de e i r_m podem calcular St :

$$St = (E_t / 12) * (e / r_m)^3$$

$$St = (3600 / 12) * (19,04 / 190,46)^3$$

$$St = 0,299 \text{ N/ m}^2$$

$$St = 299,7 \text{ kN/ m}^2$$

Per tant el percentatge de deformació es:

$$\varepsilon = q_{v \text{ terres}} / St$$

$$\varepsilon = 8,7 / 299,57$$

$$\varepsilon = 2,9 \%$$

$$2,9 \% < 5 \%$$

La deformació que pateix la canonada es inferior al 5% per tant podem considerar que la rasa està ben dimensionada.

B.5.2. Rasa del tram d'impulsió.

En el tram d'impulsió i col·locarem una canonada de polietilè d'alta densitat.

La amplitud de la rasa dependrà fonamentalment de la mida de la canonada, això vindrà donat per la següent expressió, tal i com ens marca el fabricant de la canonada:

$$A \text{ (mm)} = \text{Diàmetre de la canonada (mm)} + 300 \text{ mm} \quad (\text{equació b.5.2})$$

En aquest cas, com sabem que la canonada del tram d'impulsió es de 160 mm de diàmetre exterior podem saber que:

$$A \text{ (mm)} = 160 \text{ mm} + 300 \text{ mm}$$

$$A \text{ (mm)} = 460 \text{ mm.}$$

Per tant la amplada de que hem de disposar en la rasa del tram d'impulsió serà de 0,46 metres.

La profunditat vindrà donada per diversos factors, com poden ser la tipologia de canonada i el tipus de compactació que es necessita dur a terme.

En aquest cas el fabricant ens marca que la canonada ha de tenir una capa mínima de 30 centímetres en la part superior, nosaltres col·locarem la canonada a una profunditat de 80 centímetres (aproximadament) per evitar que els hidrant quedin molt elevats del nivell final del terra i així també complirem els requeriments del fabricant.

Per considerar que la canonada no patiran deformacions excessives degut a les càrregues del terreny comprovarem que no pateix una deformació superior al 5%, aplicant la formula:

$$\varepsilon = Q_{v \text{ terres}} / St \quad (\text{equació de la deformació})$$

$$\varepsilon < 5 \%$$

Per al càlcul de les càrregues ocasionales del pes del terreny aplicarem l'equació:

$$Q_{v \text{ terres}} = m * Cz * \gamma * H \quad (\text{equació càrregues del terreny})$$

On :

$Q_{v \text{ terres}}$: Pressió de les terres sobre el tub degut a la pressió de les terres, en kN/ m²

m : Factor de concentració de la pressió vertical, podem considerar 1.

Cz : Coeficient de càrrega de les terres en rasa o sota terraplè.

γ : Pes específic de les terres de rebliment, en kN/m³.

H : Alçada de les terres des de la generatriu superior del tub fins al ferm en m.

El coeficient de càrrega de les terres en rasa Cz el calcularem amb la següent equació:

$$Cz = 1 - (1 - Cz_{90^\circ} / 90) * \beta \quad \text{per a } \rho < \beta < 90 \quad (\text{equació coeficient de càrregues de les terres})$$

$$Cz_{90} = (1 - e^{-2(H/B) * K_1 * \text{tg } \rho'}) / (2 * (H/B) * K_1 * \text{tg } \rho')$$

On:

H : Alçada de les terres des de la generatriu superior del tub fins al ferm en m.

B : Amplada de la rasa.

K_1 : Coeficient d'empenta lateral de les terres del rebliment.

ρ' : Angle de fregament intern de reomplerta.

Per calcular la rigidesa del tub, en N/mm², es troba mitjançant la següent expressió:

$$St = (Et / 12) * (e / r_m)^3 \quad (\text{equació de la rigidesa del tub})$$

$$r_m = (Dn - e) / 2$$

$$e = (P_n * D) / (2 * \sigma_{pvc} + P_n)$$

On:

Et : Mòdul d'elasticitat en flexió transversal del tub.

r_m : Radi mitjà del tub en m.

σ_{pvc} : elasticitat del Polietilè d'alta densitat , 10 Mpa.

En funció de la tipologia del terrenys i la dimensió de la rasa podem començar a determinar les forces a las que esta sotmeses la canonada.

Sabem:

$$\gamma_{rebliment} = 20 \text{ kN/m}^3.$$

$$D_n = 0,160 \text{ m.}$$

$$P_n = 1,6 \text{ Mpa} = 16 \text{ bars.}$$

El grup del sol es el 4, cohesiu. Compactat per capes en tota l'alçada de la rasa. Per tant es prendrà $\rho = \rho' = 20^\circ$.

$$B = 0,46 \text{ m}$$

$$H = 0,64$$

$$K_1 = 0,5$$

$$\beta = 85^\circ$$

Una vegada ja tenim totes les dades comencem a fer els càlculs:

$$C_{z90} = ((1 - e (-2 (H / B) * K_1 * \text{tg } \rho')) / (2 * (H / B) * K_1 * \text{tg } \rho'))$$

$$C_{z90} = ((1 - e (-2 (0,64 / 0,46) * 0,5 * \text{tg } 20)) / (2 * (0,64 / 0,46) * 0,5 * 20))$$

$$C_{z90} = 0,784$$

Una vegada ja em determinat el C_{z 90} podem calcular el C_z:

$$C_z = 1 - (1 - C_{z90} / 90) * \beta$$

$$C_z = 1 - (1 - 0,784 / 90) * 85^\circ$$

$$C_z = 0,796$$

Ara ja podem determinat les càrregues totals que produeix el terreny:

$$q_{v \text{ terres}} = m * C_z * \gamma * H$$

$$q_{v \text{ terres}} = 1 * 0,796 * 20 * 0,5$$

$$q_{v \text{ terres}} = 7,96 \text{ kN/m}^2$$

Per altre banda calcularem e i r_m:

$$e = (P_n * D) / (2 * \sigma_{pe} + P_n)$$

$$e = (1,6 * 160) / (2 * 10 + 1,6)$$

$$e = 11,85 \text{ mm.}$$

$$r_m = (D_n - e) / 2$$

$$r_m = (160 - 11,85) / 2$$

$$r_m = 74,07 \text{ mm}$$

Ara que ja temi els valors de e i r_m podem calcular St:

$$St = (Et / 12) * (e / r_m)^3$$

$$St = (1100 / 12) * (0,01185 / 0,074)^3$$

$$St = 0,375 \text{ N/m}^2$$

$$St = 375 \text{ kN/m}^2$$

Per tant el percentatge de deformació es:

$$\varepsilon = q_{v \text{ terres}} / St$$

$$\varepsilon = 7,96 / 375$$

$$\varepsilon = 2,12 \%$$

$$2,12 \% < 5 \%$$

La deformació que pateix la canonada es inferior al 5% per tant podem considerar que la rasa està ben dimensionada.

C. INFORMACIÓ TÈCNICA.

Per a poder assegurar el correcte funcionament de la totalitat de la xarxa, es important certificar que cada un dels elements que componen l'instal·lació garanteixen el seu bon funcionament i que presenten unes propietats adequades al disseny d'aquesta, es per això que es important determinar aquests elements i fixar-ne les característiques tècniques.

Es per aquest motiu que determinarem un element tipus, que podran ser substituïts per un element que presentin unes propietats similars o superior, en cap cas, aquests nous elements podran presentar unes propietats inferiors a les contemplades en aquest apartat.

C.1. Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.

Característiques tècniques de les canonades de PVC.

Canonada de policlorur de vinil (PVC) no plastificat, per a unions encolades (JE), per a la conducció de fluids a pressió. Fabricat segons la norma UNE-EN 1452 i certificat AENOR.

La canonada presenta un color gris, i ve presentat en barres rígides de 6 metres de longitud.



Canonada de PVC

Característiques tècniques del grup de pressió.

Equip de pressurització per al subministrament d'aigua i augment de pressió en instal·lacions domèstiques, aplicacions de jardineria i instal·lacions industrials amb aigua neta.

Equip compacte, adaptat a instal·lacions amb poc espai disponible, que presenta una fàcil instal·lació i un funcionament silencios.

Consta d'una electrobomba de la sèrie Prisma 15 i un sistema de control tipus Kit 05, que regula l'arrencada i la parada del sistema.

El Kit 05 incorpora un manòmetre, una vàlvula de retenció, un polsador de rearma, així com leds indicadors de línia, operació i alarma. La pressió del aparell pot regular-se entre 1,5 i 2,5 bars a través d'un sistema mecànic. Inclou també un sistema de protecció contra el funcionament en sec.

El grup porta incorporada una vàlvula anti retorn i disposa del cablejat elèctric amb una endoll estàndard.

El grup de pressió previst es el descrit anteriorment, encara que podria ser substituït per una altre amb les mateixes condicions tècniques.



Grup de pressió

C.2. Dipòsit d'aigua.

El dipòsit estarà format per panells metàl·lics ondulats corbat i galvanitzats, amb un gruix suficient per a suportar les càrregues degudes al pes de l'aigua, unides entre si mitjançant tornilleria galvanitzada. Una vegada unides, totes les superfícies interiors del dipòsit aniran recobertes d'un revestiment geotèxtil de 150 grs/m², que protegirà una bossa de PVC amb un gruix de 1,2 mm. També es subministrarà una tapa en malla anti algues sobre el dipòsit per evitar la formació de algues i mantenir l'aigua en les condicions òptimes.

Les dimensions del dipòsit son:

Diàmetre: 5.10 metres.

Altura: 4.22 metres.

Pes del dipòsit en buit: 834 kilograms

Capacitat màxima del dipòsit: 86 m³



Dipòsit d'emmagatzematge d'aigua

C.3. Instal·lació del tram d'aspiració.

Característiques tècniques de les vàlvules de tall.

Vàlvula de comporta de seient elàstic de la Sèrie 06/35 marca AVK, o similars, de DN 180, amb una PN 16 bars, amb unió mitjançant brides amb distància entre elles sèrie bàsica 14 segons UNE EN 558-1, amb un cos, tapa i comporta en fundició dúctil EN-GJS-500. També disposa d'indicador de posició (admet muntatge de suports i finals de carrera), comporta interior vulcanitzada interiorment i exteriorment amb EPDM, eix d'acer inoxidable AISI 420, empaquetadora mitjançant 4 juntes tòriques, coixinets de nylon i manega inferior en EPDM.

El recobriment exterior es en pintura epòxid amb un gruix de 200 micres aplicada electrostàticament entre RAL 3000 (vermell) o RAL 507 (blau), provada hidràulicament segons UNE EN 1074 i EN 12266 i garantitzada davant de qualsevol defecte de fabricació durant un període màxim de 10 anys. Accionada mitjançant un volant.



Vàlvula de tall DN 180 i PN 16 bars

Característiques tècniques del dispositiu anti-stress.

Unió universal 601 marca AVK o similar, PN 16, per a un rang de diàmetres exteriors de 157-183 mm, apte per a tubs de fundició gris, acer, PE i fibrociment, amb cos i contra brides en fundició dúctil EN-GJS-500 (GGG-50) segons EN 1563, junta de EPDM i acabat mitjançant resina epòxid 250 micres amb una qualitat GSK aplicada electrostàticament segons DIN 30766, amb cargols, femelles i arandeles d'acer grau 8.8 revestits amb sheraplex segons WIS 4-52-03.



Dispositiu anti-stress

Característiques tècniques de les canonades.

Les canonades ECO-SIS FIRE SLIDE es un nou sistema de canonada de PE especialment dissenyades per a les xarxes contra incendis i usos industrials. Aquest tipus de canonada es altament resistent a la ruptura i a la fissura, que permet una instal·lació directa a la rasa sense necessitat de la càmera d'arena necessària en las canonades plàstiques convencionals, segons els requisits establerts en la DIN PAS 1075.

Fabricada segons UNE EN 12201, ISO 4427 i DIN PAS 1075 ECOSIS FIRE SLIDE sobrepassa de sobre tots els paràmetres de resistència exigits per totes les normes nacional i internacionals.

Assajos realitzats pel laboratori LEICAL de la Universitat de Valladolid entitat acreditada per la ENAC, demostren un allargament a la ruptura superior al 950%, mes d'un 200% superior a lo requerit per la norma EN ISO 6259.

El sistema incorpora, a mes a mes, un additiu antiadherent en la seva capa interna, que el converteix en extremadament llisa evitant la formació d'incrustacions i minimitzant les pèrdues de càrrega.

El sistema per unir canonades del mateix material i de diàmetres superiors a 63 mm es la soldadura a topall, el procés és el següent:

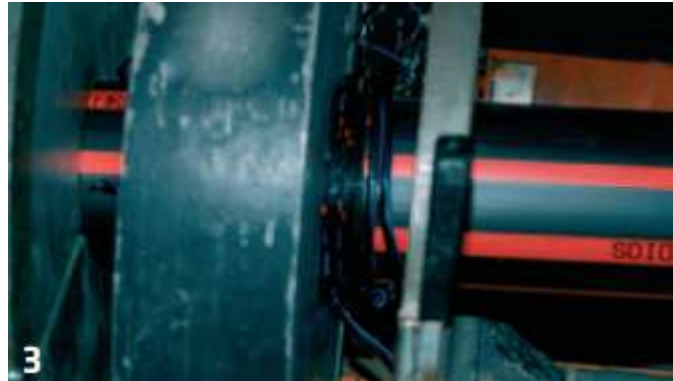
1. Muntar la canonada a la màquina i netejar els extrems amb un drap humit.



2. Introduir el refrentador entre els dos extrems i efectuar el refrenat simultani de les dues cares. Aquest procés s'ha de realitzar encara que els extrems de les canonades siguin llisos. No s'ha de tocar les superfícies preparades.



4. Verificar que els extrems hagin quedat completament plans, paral·lels i que es toquin en tota la superfície que s'ha de fusionar. Es convenient repassar que les abrasaderes de la màquina de soldar subjectin els dos extrems de manera que no hi hagi possibilitat de patinar durant el procés de fusió.



4. Verificar que els discos calefactors estan nets i a la temperatura correcta i insertar-los entre les dos canonades que s'han de soldar. Posar en contacte les dues cares en el disc calefactor aplicant la pressió indicada en les característiques de la màquina per a aquell diàmetre i gruix.



5. Quan ja s'hagi format el cordó en tota la circumferència de la canonada, s'extreuen cuidadosament el extrems del disc calefactor i es retira.



6. Unir ràpidament les superfícies foses sense ajuntar-les de cop. Aplicar la pressió suficient per a formar un cordó doble en el cos de la canonada i en tota la circumferència. Cada màquina de soldar té els seus propis paràmetres de soldadura (temperatura, temps de pressió de calentament, pressió de fusió, etc.)



Ja per finalitzar, s'ha d'esperar que la unió es refredi. Transcorregut el temps de refredament es retiraran les abrasaderes i s'inspecciona la aparença de la unió. Es recomanable que les unions siguin marcades amb les inicials del soldador qualificat i que a més siguin numerades amb un marcador inborrable indicant la data i la hora del procés de fusió.

C.4. Grup de bombeig.

Característiques tècniques del grup de pressió.

El grup de pressió està format per una bomba principal elèctrica i una altre principal en reserva dièsel (Equip CED).

Forma constructiva equips CED

Bomba auxiliar: Electrobomba vertical multicel·lular del model MULTI 35 6, o similar.

Bomba de servei: Bomba de la sèrie BN en execució d'eix lliure construïda segons les directrius de la norma EN 733. Disposa d'un rodet de bronze i de la camisa de l'eix i l'eix d'acer inoxidable o similar.

Motor elèctric: Horitzontal amb protecció IP 55 en forma constructiva B-3. Unit a la part hidràulica mitjançant un acoblaments amb distanciador.

Motor dièsel: Motor Lombardi refrigerat per aire per a potències de fins a 60 HP, per tant com que el nostre grup té una potència de 40 HP no necessitem una refrigeració per aigua. Motors IVECO o MWM. Unit a la part hidràulica mitjançant un acoblament amb distanciador.

Col·lector i vàlvuleria: Col·lector de diàmetre nominal dissenyat per garantir una circulació màxima de fluid de 2 m/s. Vàlvula de retenció de papallona. Vàlvula de tancament tipus papallona amb volant desmultiplicador.

Instrumentació: Cinc pressòstats del tipus normalment tancat. Manòmetre de glicerina de fons de escala adequat a la pressió màxima del equip. Col·lector d'instruments amb vàlvula de aïllament per afavorir les operacions de manteniment, vàlvula de retenció instal·lada en paral·lel i vàlvula de desaigüa per a les proves de pressòstat.

Quadre elèctric: Armari de color vermell amb un interruptor general de tall. Preparat per complir tots els requisits de la regla tècnica Cepreven. El subministrament inclou un cofre per la arrancada manual d'emergència.

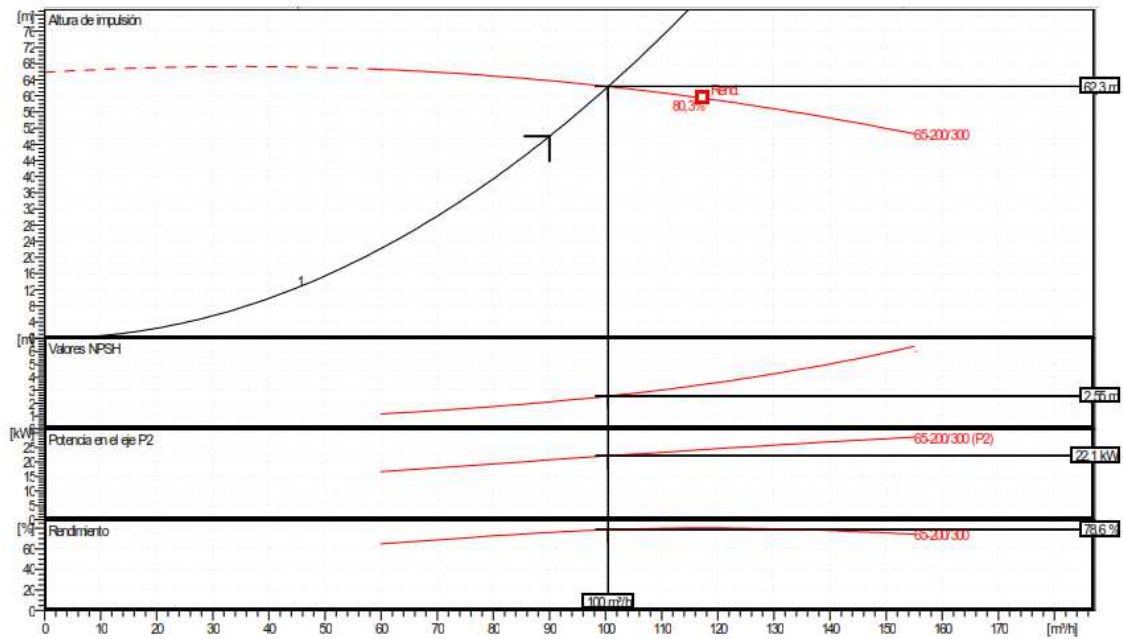
Acabat i cablejat: Pintat en color vermell RAL 3000 CC. Cablejat i provat. Inclou dipòsit de combustible i doble joc de bateries d'arranc.

Accessoris opcionals: Circuit de probes amb caudalímetre, d'obligada col·locació segons el paràgraf 4.2.3.3. de la norma RT2-ABA de Cebreven.



Equip de pressió CED

En la taula c.4.1. podem veure de manera gràfica les característiques tècniques que compleix la bomba principal seleccionada (tant la elèctrica com la dièsel) . En el cas que la bomba a instal·lar no fos la especificada en el projecte, les característiques que hauria de complir la bomba escollida han de ser similar als representats en aquesta dita taula.



Taula c.4.1.

C.5. Instal·lació del tram d'impulsió.

Característiques tècniques dels hidrants.

Hidrant en forma de columna, la qual es buida de manera automàtica quan es tanca la vàlvula principal per protegir-los de les glaçades, dissenyat per a subministra una gran quantitat d'aigua en poc temps. Permetent la connexió de mànegues i equips de lluita contra el foc, a mes a mes de omplir les cisternes dels camions de bombers.

Característiques:

- Vàlvula tipus globós.
- Accionament amb clau quadrada de 30x30.
- N^o de voltes fins a la obertura total: 10,5 voltes.
- N^o de voltes fins al inici del flux: 2,5 voltes.
- Sistema anti ruptura per la protecció contra danys mecànics.
- Sistema de drenatge per evitar els danys en cas de glaçada.
- Sistema d'accionament amb bany d'oli per a un millor i mes fàcil manteniment.
- Opció de gir de 360^a a qualsevol posició, per facilitar una correcta orientació de les sortides del hidra.

Materials:

- Cos/carret/vàlvula: fabricat en fundició gris GJL 250.
- Mecanisme d'accionament: Fabricat en llautó CuZn39Pb i acer inoxidable.
- Sistema de tancament: Fabricat en llautó CuZn39Pb, acer inoxidable 304 i cautxú NBR.



Hidrant de columna

D. SOLUCIONS ALTERNATIVES.

En una primer estudi de l'entorn i de les necessitats que el promotor ens va comunicar es va pre dissenyar una instal·lació contra incendis amb una total de 6 hidrants contra incendis distribuïts en el camp de maniobres tal i com es pot veure en el plànol "Intervenció inicial" (nº plànol P-02).

En una segona valoració es va redistribuir aquestes xarxa de tal manera que s'ha pogut reduir la quantitat d'hidrant i la longitud total de la canonada reduint també les pèrdues de càrrega de la instal·lació, tal i com es representa en el plànol "Intervenció optimitzada" (nº plànol P-03).

Pel que fa a la instal·lació de la canonada del tram d'impulsió s'ha decidit col·locar una tap cec en comptes d'un colze. El colze l'element mes adequat per la correcte finalització del tram, però si en una futur es decideix ampliar la instal·lació tindrà una cost mes elevat eliminar el colze que eliminar el tap cec.

E. PROGRAMA D'EXECUCIÓ.

Per a poder tenir una correcta execució de la obra sense que es produeixi una demora en la finalització de la mateixa es important planificar amb exactitud una programa d'execució.

En aquest programa d'execució hi determinarem el temps assignat per dur a terme cada una de les tasques que s'han de dur a terme.

Unitat d'obra	Tasques a dur a terme	Temps
Obertura de rases i tancament de les mateixes	Senyalització i marcat de la situació de les rases.	1:30
	Obertura de la rasa per la instal·lació per al subministrament d'aigua.	3:00
	Obertura de la rasa per la instal·lació del tram d'impulsió.	6:30
	Tancament de la rasa per la instal·lació per al subministrament d'aigua.	5:30
	Tancament de la rasa per la instal·lació del tram d'impulsió	7:30
Hores necessàries per completar la unitat d'obra		24:00

Unitat d'obra	Tasques a dur a terme	Temps
Dipòsit d'aigua.	Col·locació i muntatge del dipòsit.	4:00
	Soldadura dels diferents passa murs.	2:00
	Col·locació de la capa interna impermeable.	2:00
	Instal·lació de la tapa superior antialgues.	1:30
	Repàs final de la totalitat de l' instal·lació en busca de fuites o desperfectes.	0:30
Hores necessàries per completar la unitat d'obra		10:00

Unitat d'obra	Tasques a dur a terme	Temps
Instal·lació per al subministrament d'aigua al dipòsit.	Col·locació de la vàlvula de tall de l'entrada i del grup de pressió.	2:00
	Instal·lació de la canonada i encolat del accessoris.	4:00
	Fixació de la canonada en el seu tran vertical.	2:30
	Instal·lació de la vàlvula automàtica de tancament.	2:00
	Repàs final de la totalitat de l' instal·lació en busca de fuites o desperfectes.	0:30
Hores necessàries per completar la unitat d'obra		11:00

Unitat d'obra	Tasques a dur a terme	Temps
Instal·lació del tram d'aspiració.	Termosoldaura dels manguitos porta brides als colzes de l'interior del dipòsit.	3:00
	Fixació de les pinyes d'aspiració i dels colzes al passa mur del dipòsit.	2:30
	Instal·lació de les canonades d'aspiració des de el dipòsit al grup de pressió.	2:00
	Col·locació dels accessoris del tram d'aspiració tals com vàlvules, sistemes anti-stress i cons excèntrics.	3:30
	Fixació de les canonades per assegurar que no tenen moviments de cap tipus.	0:30
	Repàs final de la totalitat de l' instal·lació en busca de fuites o desperfectes.	0:30
Hores necessàries per completar la unitat d'obra		12:00

Unitat d'obra	Tasca a realitzar	Temps
Grup de bombeig	Col·locació del grup de bombeig amb una camió grua.	4:00
	Connectat de les canonades provinents del dipòsit en els respectius cossos de bomba.	2:00
	Connexió elèctrica de la bomba principal.	1:30
	Muntatge del circuit de proves.	3:00
	Muntatge de les canonades del circuit de recirculació.	3:00
	Fixació de les canonades de recirculació i del circuit de proves en el tram vertical.	1:00
	Repàs final de la totalitat de l'instal·lació en busca de fuites o desperfectes.	0:30
Hores necessàries per completar la unitat d'obra		15:00

Unitat d'obra	Tasca a realitzar	Temps
Instal·lació del tram d'impulsió	Instal·lació de la brida cega en un dels laterals del col·lector.	0:30
	Connexió del con concèntric i la vàlvula de tall contigua.	1:30
	Estirat de canonades	6:00
	Termosoldat de tots aquells accessoris inclosos en la unitat d'obra.	4:00
	Construcció del sistema de protecció de la canonada de la zona escolar.	10:00
	Instal·lació de la xapa de protecció que cobreix la canonada en el seu tram vertical.	0:30
	Atornillar de tots els hidrants de l'instal·lació	4:00

	Neteja d'impureses de l'interior de les canonades.	0:30
	Comprovació de la estanquitat de la totalitat del tram.	1:00
	Comprovació del grup de pressió per assegurar la entrada en funcionament de la bomba d'emergència.	2:00
	Reconstrucció de totes aquelles aceres per deixar l'entorn tal i com estava al inici de l'obra.	10:00
Hores necessàries per completar la unitat d'obra		40:00

F. MANUAL DE L'USUARI.

Una vegada entregada l'obra l'usuari rebrà una manual de funcionament per poder explotar al màxim la instal·lació garantint la vida útil de la totalitat del element que la componen.

En aquest manual es veurà reflectit de manera detallada i pas a pas cada una dels comandament de control de que disposen aquells sistemes mes delicats, tals com poden ser el sistema d'arrencada i de d'aturada del grup de pressió, el sistema de recirculació, el funcionament del circuit de proves, etc.

Es important que l'usuari coneix-hi aquestes operacions per garantir que la instal·lació no treballa incorrectament podent danyar-se i queda in operativa. Si l'usuari detecta un funcionament anòmal o estrany al grup de pressió es aconsellable que es posi en contacta amb el fabricant del grup, telèfon d'averies que podrà trobar en aquest mateix manual.

G. MANUAL DE MANTENIMENT.

En la nostra instal·lació disposem d'un seguit d'elements que necessiten d'unes tasques mínimes de manteniment que vindran donades pel fabricant del productes.

Una vegada finalitzada l'obra s'entregarà un dossier amb les tasques de manteniment que s'han de dur a terme, com s'han de realitzar aquestes tasques i la periodicitat amb la qual es necessari dur a terme aquest treball.