## الدورة التدريبية الثانية

# " أعمال المياه و الصرف الصحي "

اعداد و تنظيم ا/هدى حازم

مدير التدريب بالمركز

Trr210000.doc

# محتويات الكتاب


- نبذة عن مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية .....
- أسس تصميم أنظمة مياه الشرب (الإنتاج والتنقية والتوزيع).....
- أسس تصميم أنظمة الصرف الصحى (التجميع والمعالجة والاستفادة)..... .....

# برنامج الدورة

اليوم الأول : -أهمية المياه فى الحياة والبيئة
-تخطيط وتصميم شبكات توزيع مياه الشرب

اليوم الثانى :-مصادر المياه فى الطبيعة
-الغرض فى أعمال تنقية مياه الشرب

اليوم الثالث :-تصميم وحدات التنقية

اليوم الرابع : -أعمال تخزين مياه التنقية
-تصميم أعمال تنقية المبانى بمياه الشرب

اليوم الخامس: -أهمية تجميع ومعالجة المياه الملوثة
-مصادر المياه الملوثة

اليوم السادس : -تخطيط وتصميم شبكات تجميع المياه الملوثة
-الغرض من أعمال المعالجة والتصميم

اليوم السابع : -أعمال التخلص من الفائض
- معالجة الرواسب

اليوم الثامن :-الوحدات المضغوطة المعالجة لمياه الملوثة
-معالجة المياه الملوثة من المبانى المنعزلة

إعداد وتقديم
أ. د.محمد سعيد الخولى

# أسس تصميم أنظمة
# الصرف الصحى (التجميع والمعالجة والاستفادة )

- ثالثاً: شبكات تجميع الصرف الصحى
- رابعاً: وحدات المعالجة والاستفادة للصرف الصحى

# أسس تصميم أنظمة
# ميـــاه الشـــرب (الإنتاج والتنقية والتوزيع )

- أولاً: شبكـــات توزيـــع ميـــاه الشـــرب
- ثانياً: وحـــدات تنقيـــة ميـــاه الشـــرب

ثالثاً : شبكات تجميع الصرف الصحى

٣-١ عـــــام :

ان وضع أسس التصميم لأى مشروع هندسى هو النواة والأساس الذى يضمن نجاح التصميم وكذا تسهيل أعمال الدراسة والتصميم فى البداية وسهولة أعمال التنفيذ والتشغيل والصيانة فى النهاية .

ويجب أن تكون أسس التصميم للمشروع ملائمة لأوضاع الأعمال القائمة لتحقيق اقصى استفادة منها ومرنة بقدر كافى لمقابلة التطورات المستقبلية المتوقعة ومناسبة لظروف المشروع والموقع المنفذ به مع الأخذ فى الاعتبار احتمالات التغير فى هذه الظروف . كما يتيح وجود أسس التصميم سهولة تقييم الأعمال حاليا ومستقبلا وتناسق وحدات وأجزاء المشروع المختلفة مع بعضها البعض .

ويشمل مجال الأعمال فى مدينة الأعمال الآتية :-

- أعمال التغذية بمياه الشرب ومقاومة الحريق
- أعمال الصرف الصحى
- أعمال الرى

ومن أهم العوامل التى تؤخذ فى الاعتبار كأساس للتصميم هى :

- طرق التنفيذ والعوامل المؤثرة عليها .
- طبوغرافية منطقة المشروع .
- تعداد التشبع السكانى .
- معدلات استهلاك مياه الشرب والاحتياجات الكلية من المياه .
- معدل تصرف مياه الصرف الصحى .
- نظام شبكات تجميع مياه الصرف الصحى وملحقاتها من خطوط طرد ومحطات رفع
- معدلات مياه الرى.

وبناء على أسس التصميم الخاصة بأعمال الصرف الصحى وأعمال التغذية بالمياه والرى لمدينة سيتم تحديد حجم ونوعية الأعمال المطلوبة لهذا المشروع والتى تفى باحتياجات المدينة حاليا ومستقبلا .

٣-٢ العوامل المؤثرة فى اختيار أعمال الصرف الصحى والتغذية بالمياه والرى ومراحل تنفيذها :

٣-٢-١ العوامل المؤثرة على المواسير والمنشآت اللازمة للمشروع :

هناك عوامل تحدد امكانية تنفيذ الأجزاء المختلفة من أعمال الصرف الصحى والتغذية بالمياه والرى لتغطية احتياجات مدينة . ومن أهم هذه العوامل ما يلى :

أ - العمر الافتراضى للمنشآت والمواسير والمعدات اللازمة لأعمال الصرف الصحى والتغذية بالمياه والرى :

يوضح الجدول رقم (٣/١) العمر الإفتراضى للمنشآت والمواسير والمهمات الميكانيكية والأجهزة لأعمال التغذية بمياه الشرب ومقاومة الحريق وأعمال الصرف الصحى وأعمال الرى . ويتضح من جدول رقم (٣/١) أن العمر الإفتراضى للمنشآت والمواسير يتراوح بين ٣٠ و ٥٠ عاما أما فى حالة المهمات الميكانيكية وأجهزة التحكم والقياس فإنها تتراوح بين ١٠ الى ٢٠ عاما . لذا فإنه يمكن تنفيذ المنشآت والمواسير لتغطية الإحتياجات لفترة طويلة فى المستقبل تصل الى ٥٠ عاما أما المهمات الميكانيكية واجهزة التحكم والقياس فإنه يتم توريدها وتركيبها على مراحل (فترات) لا تتجاوز ٢٠ عاما.

ب - امكانية التوسع فى مقومات أعمال الصرف الصحى والتغذية بالمياه والرى :

مقومات أعمال الصرف الصحى والتغذية بالمياه والرى هى :-

- الخط الرئيسى لنقل مياه الشرب الى الخزان الأرضى.
- مهمات التعقيم بالكلور.
- محطة طلمبات ضخ مياه الشرب وملحقاتها .
- محطة طلمبات ضخ مياه الرى وملحقاتها
- خطوط توزيع المياه وملحقاتها (حنفيات الحريق - حنفيات الرى - المحابس ...الخ).
- خطوط مواسير الصرف الصحى بالانحدار وملحقاتها .
- خطوط الطرد .

- محطات طلمبات ضخ مياه الصرف الصحى.

ومن الواضح أن جميع هذه المقومات - فيما عدا شبكات مواسير التغذية بالمياه ومواسير الصرف الصحى ومواسير الرى تتكون من وحدات متكررة يمكن التوسع فى انشائها طبقا للاحتياجات المتزايدة بشرط الاحتفاظ بمساحات الاراضى اللازمة لهذا التوسع .

أما بالنسبة لشبكات مواسير التغذية بالمياه ومواسير الصرف ومواسير الرى فإن التوسع غير ممكن الا بالاحلال لخطوط المواسير بأكبر منها أو بتركيب شبكات مجاورة .

جدول رقم (٣/١)

العمر الإفتراضى للمنشآت والمواسير والمهمات والأجهزة المستخدمة

فى مشروعات الصرف الصحى والتغذية بالمياه والرى

| رقم مسلسل | وصف الأعمال | العمر الإفتراضى المقترح (الأعوام) |
|---|---|---|
| ١ | خطوط مواسير التغذية بالمياه والصرف الرئيسية وخطوط الطرد. | ٣٠ - ٥٠ |
| ٢ | منشآت وحدات محطة المعالجة ومحطات الضخ والخزانات (أعمال خرسانية). | ٤٠ - ٥٠ |
| ٣ | معدات وحدات محطة المعالجة محطات الضخ والخزانات (أعمال ميكانيكية وكهربائية). | ١٥ |
| ٤ | أجهزة القياس والتحكم . | ١٠ |

٣-٢-٢ طبوغرافية المنطقة :

تعتبر الدراسة الطبوغرافية للمدينة عنصر أساسى عند تصميم أعمال الصرف الصحى وأعمال التغذية بالمياه والرى وذلك لتأثيرها على بعض أسس التصميم طبقا لما يلى :



MoW/Pcu/93/M.Gardn/Ch-1

أ - تحديد عدد وأماكن محطات الضخ بأجزاء المشروع :

- أعمال التغذية بالمياه (مياه الشرب - مياه الرى) :حيث تؤخذ فى الإعتبار طبوغرافية المدينة وذلك لتحديد عدد وأماكن محطات الضخ المساعدة ( Booster Pumpsing Stations ) لنقل المياه الى المناطق المرتفعة بالمدينة.

- أعمال الصرف الصحى :

تساعد طبوغرافية المدينة فى تحديد أماكن محطات الضخ (Sewage Pumping Stations) وذلك لتجنب زيادة كميات الحفر لتركيب مواسير الانحدار .

ب- تصميم الطلمبات المستخدمة فى محطات الضخ :

كذلك تؤثر طبوغرافية المنطقة فى تحديد الرفع الكلى لوحدات الطلمبات.

ج- تحديد أماكن محابس الهواء والغسيل على المواسير الرئيسية للتغذية بالمياه وعلىخطوط الطرد :

حيث توضع محابس الهواء فى الأجزاء المرتفعة من خطوط المواسير التى تسير موازية لسطح الأرض لتجميع الهواء المحبوس بالمواسير ، وتوضع محابس غسيل فى الأماكن المنخفضة من خطوط المواسير حتى يمكن تصريف مياه الغسيل أو المياه المتجمعة فيها فى حالة كسر الخط .

٣-٢-٣ معدلات استهلاك مياه الشرب وكميات مياه الشرب الكلية :

توصلت دراسة استهلاكات مياه الشرب فى الباب الثانى من هذا التقرير الى تحديد معدل الاستهلاك المتوسط للفرد فى اليوم ومتوسط كمية مياه لشرب فى اليوم ، وسيراعى أن يتم التصميم لتغطية احتياجات المدينة خلال فترات الذروة والتى يتم حسابها كنسبة للتصرف المتوسط كالتالى :

- أعمال شبكات توزيع المياه :

- الخطوط الرئيسية والفرعية (Main and Secondary pipes) ويؤخذ أكبر التصرفين الآتيين:-

- التصرف الأقصى = أقصى تصرف فى اليوم + تصرف الحريق

= ١,٨ × التصرف المتوسط + تصرف الحريق

أو

- التصرف الأقصى = أقصى تصرف ساعة

= ٢,٢٥ × التصرف المتوسط

٣-٢-٤ معدلات التصرف للفرد والتصرفات الكلية لمياه الصرف الصحى :

توصلت دراسة تصرفات مياه الصرف الصحى فى الباب الثانى من هذا التقرير الى تحديد معدلات التصرف للفرد فى اليوم والمتوسط السنوى اليومى للتصرف الكلى لمدينة مينا جاردن سيتى وستكون هذه البيانات من أسس التصميم فى أعمال الصرف الصحى فى منطقة المشروع ٠

التصرف الاقصى = ١ + $\left(\frac{١٤}{\sqrt{٤ + ع}}\right)$ × التصرف المتوسط

التصرف الادنى = ٢ر٠ × $(ع)^{١/٦}$ × لتصرف المتوسط

حيث ع = عدد السكان بالألف نسمة

٣-٣ أسس التصميم لأعمال التغذية بمياه الشرب:

٣-٣-١ مواسير التغذية

٣-٣-١-١ تخطيط خطوط المواسير

يتم تخطيط خطوط التغذية بالمياه على شكل شبكى مع وجود خط رئيسى دائرى حول كل مخطط وخطوط دائرية فرعية حول كل منطقة بالمخطط ونتيجة لهذا التخطيط تصل المياه من اتجاهين على الأقل الى كل أجزاء المخطط مما يضمن استمرار وصول المياه لكل جزء فى المخطط فى حالة حدوث كسر أو تعطيل فى المواسير الرئيسية أو الفرعية لشبكات التغذية كما أن المحابس المركبة عند كل تقاطعات المواسير فى الشبكة تجعل - بالتحكم فى قفلها - انقطاع المياه فى هذه الحالات يقتصر فقط على الشارع الذى يحدث فيه كسر أو تعطيل فى المواسير ويساعد هذا التخطيط الدائرى على الحركة الدائمة للمياه فى المواسير دون وجود نهايات مقفلة فى الشبكة مما يحافظ على نوعية المياه - وتقوم شبكة المواسير بنقل مياه الشرب اللازمة من الخزان الأرضى ، عن طريق محطة الطلمبات ،الى الفيلات والمنشآت والمبانى الموجودة بمدينة مينا جاردن سيتى ٠

ويتم تصميم شبكة المواسير بإستخدام معادلة هازن - ويليامز

(Hazen - William Formula)

وتنص معادلة ( هازن - وليامز) على أن :

س = ك × $(ق)^{٠,٦٣}$ × $(ث)^{٠,٥٤}$

ص = م × س

حيث

ص = التصرف التصميمى (متر مكعب / ثانية)

م = مساحة مقطع الماسورة = $\frac{ط}{٤}$ × ق٢ (متر مربع)

ق = قطر الماسورة (متر)

ط = ثابت الدائرة

س = سرعة السريان فى الماسورة (متر / ثانية)

ث = الميل الهيدروليكى للماسورة = $\frac{ض}{ل}$ (متر/متر)

ض = الفاقد الكلى (متر)

ل = طول الماسورة (متر)

ك = معامل الاحتكاك للمعادلة ويتغير تبعا لنوع مادة الماسورة وعمرها

ويؤخذ معامل (ك) فى معادلة (هازن – وليامز) كما هو مبين بالجدول رقم (٢/٣) ٠

جدول رقم (٢/٣)

معامل الاحتكاك (ك) فى معادلة (هازن – وليامز)

للمواسير المختلفة (مواسير المياه وخطوط الطرد)

| رقم مسلسل | مادة الصنع | حالة المواسير بالنسبة للعمر | قيمة معامل الاحتكاك (ك) |
|---|---|---|---|
| ١ | مواسير حديد زهر C.I | صفر – ٥ عام<br>صفر – ٥ عام | ١٢٠ |
| ٢ | مواسير حديد زهر مرن مبطنة من الداخل بمونة الاسمنت | جديدة | ١٣٠ |
| ٣ | مواسير البلاستيك uP.V.C | جديدة | ١٣٠ |
| ٤ | مواسير الياف زجاجية G.R.P. | جديدة | ١٤٠ |
| ٥ | مواسير الاسبستوس الاسمنتى A.C. | جديدة | ١٤٠ |

- أقل قطر ماسورة مياه هو ١٠٠ مم وهو القطر الادنى المطلوب لتركيب حنفيات مكافحة الحريق ٠

- الميل الهيدروليكى (ث) يتراوح من ١ إلى ٣ فى الألف لتجنب فروق كبيرة فى الضغوط بالشبكة فى مناطق المدينة المختلفة ٠



Mol/Pc4/95/M.Gardar/Cup-3

- الضغط المتاح فى الشبكة يجب ألا يقل عن ٣٠ مترا .
- سرعة التصرف داخل المواسير للتصميم الاقتصادى تتراوح من ٨ر٠ - ٥ر١ متر/ثانية.

٢-١-٣-٣ أنواع مواد صناعة المواسير :

تكون مواسير شبكات التغذية بالمياه الرئيسية والفرعية مصنوعة من مواد حديدية مثل الحديد الزهر أو الحديد المطول كذلك من الممكن أن تكون مصنوعة من مواد غير حديدية مثل مواسير الاسبستوس الاسمنتى أو مواسير البلاستيك .P.V.C أو مواسير ألياف الزجاج المقوى بالبلاستيك .G.R.P ولكل نوع من هذه الأنواع مميزات وعيوب ويتوقف استخدامها على عدة عوامل كثيرة منها :

- أقطار المواسير المطلوبة - حيث أن بعض هذه المواسير لا يتم تصنيعها بأقطار كبيرة .
- نوع التربة التى سيركب بها خطوط المواسير - حيث أن بعض أنواع هذه المواسير أكثر مقاومة للتآكل .
- نوعية المياه المحمولة فى المواسير وكذلك ضغط المياه بها .
- توفر الانتاج المحلى من المواسير وخاصة مواسير البلاستيك .P.V.C ومواسير الاسبستوس الاسمنتى .
- درجة حرارة المياه المحمولة فى المواسير .

المواسير الاسبستوس الاسمنتى :

وهذا النوع من المواسير ينتج محليا بأقطار تتراوح من ١٠٠ مم الى ٧٠٠ مم وهو من أرخص أنواع المواسير ويمكن فى حالة التربة الأكلة للمواسير أن يصنع من الاسمنت المقاوم للكبريتات كما يمكن عمل وقاية خارجية له لهذا الغرض .

المواسير البلاستيك غير المرن (uP.V.C.) :

وهذا النوع من المواسير ينتج محليا بأقطار من ٥٠ مم الى ٤٠٠ مم ويمتاز هذا النوع من المواسير بمقاومته العالية لتأثير التربة وخفة وزنه مما يسهل عملية التركيب وعدم الحاجة لعمل وقاية له .

المواسير الحديد الزهر الممطول :

ويمكن استعمال هذا النوع من المواسير الا أنه من أغلى أنواع المواسير .

ونوصى باستعمال المواسير البلاستيك غير المرن (uP.V.C.) فى مواسير التغذية بالمياه .

٣-٣-١-٣ تركيب المحابس على شبكات توزيع المياه :

محابس القفل :

يجب تزويد شبكات توزيع المياه بمحابس قفل لتنظيم حركة المياه والتحكم فيها كذلك لتسهيل أعمال الصيانة الدورية للشبكات ، وسوف تخضع جميع هذه المحابس للأسس التالية :

- تركيب المحابس ذات أقطار أقل من ٢٠٠ ملليمترا على المواسير مباشرة وتزود بصندوق تشغيل على سطح الطرق والمحبس من النوع ذو عمود الادارة الثابت .
- تركيب المحابس ذات أقطار أقل من ٣٠٠ ملليمترا وأكبر من نوع الفراشة داخل غرف محابس تنشأ من الخرسانة المسلحة . ويجب تزويد غرفة المحابس بفتحة ذات غطاء من الزهر الممطول يتحمل ضغط المرور فى الشوارع وكذلك سلالم للنزول للصيانة والتشغيل .
- يجب أن تحتوى المحابس قطر ٥٠٠ ملليمترا أو أكبر على توصيلة لمعادلة الضغط على جانبى سكينة المحبس لتسهيل فتح المحبس وقفله .
- توضع محابس القفل فى المواقع التالية :

أ - بالنسبة لخطوط شبكات توزيع المياه الثانوية وهى خطوط قطر ١٥٠ مم ، ١٠٠ مم توضع عند بداية الخطوط من الناحيتين .

ب - بالنسبة لخطوط شبكات التوزيع الرئيسية وهى الأقطار ٣٠٠ م فأكبر توضع المحابس عند نقط التقاطع ، وعامة تتراوح المسافة بين المحبس والأخر لهذه الخطوط من ٣٠٠ - ٧٥٠ مترا .

جـ - جميع هذه المحابس تشغيل يدوى بواسطة عجلة ادارة مثبتة على المحبس أو مفتاح تشغيل ، ويجب أن تتحمل ضغطوط المياه الموجودة فى شبكات توزيع المياه الثانوية أو الفرعية أو الرئيسية .

محابس الغسيل :

تركب هذه المحابس على المواسير الرئيسية نقط قطر ٣٠٠ مم فأكبر عند النقط



Mot/Pc/95/M Guide/Chp-1

المنخفضة فى الخطوط الرئيسية وتؤدى حنفيات الحريق الموجودة على جميع أجزاء شبكات توزيع المياه ميمة غسيل خطوط المواسير ذات الأقطار التى تقل عن ذلك ويكون قطر ماسورة الغسيل التى يركب عليها المحبس يعادل نصف قطر المسورة الرئيسية ويركب المحبس داخل غرفة من الخرسانة المسلحة .

محابس الهـواء :

يجب تركيب هذه المحابس على الخطوط الرئيسية قطر ٣٠٠ مم فأكبر عند النقط العالية فى مسار خطوط المواسير الرئيسية . وتؤدى توصيلات المنازل وحنفيات الحريق ميمة محابس الهواء للمواسير أقل من ٣٠٠ مم ، ويفضل استخدام محابس الهواء ذات الكرتين حتى تسمح الكرة الرئيسية بخروج الهواء أثناء ملء الخط الرئيسى ودخوله أثناء تفريغه بينما تسمح الكرة الثانوية بخروج الهواء الذى يتجمع فى النقط العالية فى الخط الرئيسى أثناء التشغيل .

ولتسهيل عملية فك هذه المحبس وصيانته يجب تركيب محبس قفل تحت محبس الهواء على ماسورة اتصاله بالخط الرئيسى ويتم تركيب محبس الهواء وملحقاته داخل غرفة من الخرسانة المسلحة .

٣-٣-١-٤ خندق المواسير :

فى الشوارع العريضة يكون من الأفضل تركيب ماسورتى تغذية للمياه على جانبى الشارع حتى لا يؤدى عمل توصيلات الفيلات الى الحفر بعرض الشارع عند كل وصلة ويجب أن يكون عمق الردم فوق المواسير عند تركيبها فى الشارع لا يقل عن ١,٠٠ متر وقاية لها من الضغط الخارجى بسبب حركة المرور مع مراعاة وضع الدعامات الخرسانية المناسبة للقطع الخاصة والمحابس عند الكيعان ويجب مراعاة وضع فرشة من الرمل الناعم بسمك ١٠ سم فى حالة التربة الصخرية . أما فى حالة المناطق الموجود بها ردم فيجب ازالته أولا ثم اعادة الردم على الطبقات بالرمل ودمكها جيدا للوصول الى المنسوب المطلوب .

يتم تركيب المواسير فى المسارات المخصصة لها وبما لا يتعارض مع المواسير والكابلات المستخدمة فى الأغراض الأخرى مثل مواسير الغاز ومواسير الرى ومواسير الصرف الصحى وكابلات التليفون والكهرباء .

كما يجب الأخذ فى الاعتبار جميع النقاط التالية :

- يجب أن يكون مستوى الراسم السفلى لمواسير شبكات توزيع مياه الشرب أعلى من منسوب الراسم العلوى لمواسير الصرف الصحى .
- يجب ألا تقل المسافة الرأسية المتروكة بين مواسير شبكات توزيع مياه الشرب ومواسير الصرف الصحى وذلك عند التقاطعات لهذه المواسير عن ٢٠ سم واذا تعذر ذلك فيجب تغليف مواسير الصرف الصحى بالخرسانة العادية المقاومة للكبريتات بسمك لا يقل عن ١٥ سم وبطول لا يقل عن ٠٠ر٣ متر .
- يجب أن تترك مسافة أفقية بين مواسير شبكات توزيع مياه الشرب ومواسير الصرف الصحى لا تقل عن ٦٠ سنتيمترا .

٣-٣-١-٥ متطلبات مكافحة الحريق :

التصرف اللازم لمكافحة الحريق :

يختلف التصرف اللازم لمكافحة الحريق فى كل منطقة من مناطق المدينة طبقا لتعداد هذه المنطقة ونوعيتها - سكنية أو تجارية أو صناعية . وفى مدينة مينا جاردن سيتى نظرا لصغر التعداد السكانى وصغر المساحة فإنه يمكن توحيد التصرف اللازم لمكافحة الحريق ليكون ٢٠ لتر / ثانية بضغط لا يقل عن ٤ر١ كجم / سم٢ عند حنفية الحريق .

ويجب وضع حنفيات الحريق للمواسير قطر ١٠٠ مم أو أكبر على أن توضع فى مكان واضح وسهل الوصول اليه وبعيدة عن الأشجار وأعمدة الكهرباء أو الأسوار أو أى عوائق أخرى قد تكون سببا فى تعطيل عمليات الاطفاء ويجب أن يوضع فى الاعتبار احتمالات المستقبل (مخططات لتشجير الشوارع ، أعمدة الكهرباء وانارة ولافتات الاعلانات وكذلك علامات وارشادات المرور وأى عوائق أخرى) . ويفضل أن توضع حنفيات الحريق عند ملتقى الشوارع وبالقرب من مطابق الصرف الصحى .

يجب التأكد من أن مخارج المياه من حنفية الحريق تتفق مع مقاسات الخراطيم الموجودة لدى الدفاع المدنى لمدينة السادس من أكتوبر .

٣-٣-٢ الخزان الأرضى (Ground Reservoir) :

يتم انشاء عدد من الخزانات الأرضية لتخزين مياه الشرب والحريق تكفى لتغطية أقصى إستهلاك يومى .

وسوف تنشأ هذه الخزانات تحت مستوى الأرض من الخرسانة المسلحة الغير منفذة للمياه .

- عدد الخزانات ≤ ٢ خزان
- عمق الماء فى الخزان = ٣ – ٥ متر
- طول الخزان لا يزيد عن ٥٠ متر
- عرض الخزان لا يزيد عن ٥٠ متر

ويجب أن تزود هذه الخزانات بفتحات للتهوية وفتحات للنزول لأجراء عمليات الصيانة والتشغيل والتنظيف كذلك يجب أن تزود بالمحابس اللازمة لضمان عملية التشغيل السليمة وأيضا تزود بوسيلة لإمكان سحب مياه الغسيل ومياه الفائض، كما يجب أن تزود بسلالم حديدية للنزول .

٣-٣-٣ محطة طلمبات مياه الشرب:

- يتم تصميم وحدات الطلمبات العاملة لضخ أقصى إستهلاك يومى خلال أشهر الصيف.
- يجب ألا يقل عدد الطلمبات العاملة عن أثنتين. وتكون هذه الطلمبات مناسبة لمواجهة الإحتياجات المتغيرة خلال العام.
- يجب أن تزود محطة الطلمبات بوحدت طلمبات إحتياطية يتراوح عددها من ٥٠٪ الى ١٠٠٪ من عدد الطلمبات العاملة. وتكون هذه الوحدات مماثلة من جميع الوجوه لوحدات الطلمبات العاملة.
- يتم توصيل وحدات الطلمبات العاملة ووحدات الطلمبات الإحتياطية على التوازى.
- يتم تصميم الرفع لكلى لوحدات الطلمبات بحيث يتم وصول المياه الى أعلى وأبعد نقطة فى الشبكة ، بالضغط المناسب.
- يتم إختيار منحنيات الأداء للطلمبات بحيث تغطى الإحتياجات المطلوبه فى حالة تشغيل هذه الطلمبات على التوازى عند أعلى كفاءة على مدى تشغيل هذه الطلمبات.
- تكون الطلمبات من النوع الأفقى الطاردة المركزية ذات سرعة ثابتة وتدار عن طريق محركات كهربائية.
- تصمم وحدات الطلمبات للتشغيل بصفة مستمرة (٢٤ ساعة يوميا) فى جو حار ورطب .

- تدار الطلمبات عن طريق محركات كهربائية، تيار متردد، ثلاثية الأوجه.
- يجب الا تزيد سرعة وحدات الطلمبات عن ١٥٠٠ لفة/دقيقه.
- تزود كل وحدة طلمبات بمحبس قفل على فرع السحب ومحبس قفل ومحبس عدم رجوع على فرع الطرد.
- يتم التحكم أوتوماتيكيا فى تشغيل وإيقاف وحدات الطلمبات طبقا للضغوط فى خط الطرد العمومى ، كما يتم إيقاف الطلمبات عند إنخفاض منسوب المياه فى الخزان الأرضى الى الحد الأدنى المقرر.

٣-٣-٤ مهمات التعقيم بالكلور :

يتم تعقيم مياه الشرب قبل توزيعها على المستهلكين وذلك بإستخدام غاز الكلور المحفوظ داخل إسطوانات ، ويتم تركيب مهمات الكلور داخل مبنى منفصل يشتمل على مخزن لإسطوانات الكلور وغرفة للأجهزة ووحدات الطلمبات المساعدة ويزود هذا المبنى بأجهزة لإعطاء إنذار مرئى وصوتى فى حالة حدوث تسرب لغاز الكلور.

تكون أجهزة الكلور من النوع الأوتوماتيكى للتحكم فى نسبة الكلور الحر المتبقى فى المياه.

يتم حقن الكلور بجرعات تتراوح بين ١ الى ٢ ملجم/لتر ويتم التحكم فى نسبة الكلور الحر المتبقى لتكون فى حدود من ٠,٢ إلى ٠,٥ ملجم/لتر. ويتم تحديد الجرعة بدقة طبقا لظروف الموقع والتحاليل المعملية.

٣-٤ أسس التصميم لأعمال الصرف الصحى:

٣-٤-١ شبكات الصرف بالانحدار :

٣-٤-١-١ تخطيط الشبكة :

يتم تخطيط شبكة مواسير الصرف بالانحدار طبقا لطبوغرافية الأرض بحيث يتم تجميع مياه الصرف الصحى من المناطق المختلفة بمدينة مينا جاردن سيتى فى خطوط انحدار الى نقطة ربطها على شبكة الصرف الصحى بمدينة ٦ أكتوبر . وتتكون الشبكة من مواسير فرعية تنقل مياه الصرف الصحى من الفيلات والقرية

العلاجية والنادى الإجتماعى والرياضى والمبانى المختلفة وتكون أقطارها وأطوالها صغيرة نسبيا وتصب المواسير الفرعية فى خطوط انحدار رئيسية تصب فى بيارة محطة الرفع المقترحة والتى تقوم بضخ مياه الصرف من خلال خط طرد الى غرفة تهدئة ومنها الى شبكة مياه الصرف الصحى القائمة بمدينة ٦ أكتوبر .

٣-٤-١-٢ التصرف التصميمى لخطوط الإنحدار :

يتم تصميم مواسير الانحدار باستخدام التصرفات التالية :

- أقصى تصرف. وذلك لتحديد قطر ماسورة الصرف على أساس أن الماسورة تكون غير كاملة الامتلاء . ويفضل أن تتراوح نسبة الامتلاء بين ٥ر٠ الى ٨٠ر٠ عند اقصى تصرف متوقع سريانه بالماسورة .
- ادنى تصرف لتحديد ادنى ميل للماسورة حتى لا يحدث ترسيب داخليا حيث لا يسمح بانخفاض حد السرعة عن قيمة سرعة التنظيف الذاتى Self- cleaning velocity (٠,٦٠ م/ث) بما يضمن عدم انسداد الخطوط .

٣-٤-١-٣ التصميم الهيدروليكى والشروط التصميمية لشبكة الإنحدار :

أ - يتم إستخدام معادلة كولبروك - وايت فى تصميم شبكات الصرف الصحى بالإنحدار حيث إنها من أفضل المعادلات فى التطبيقات الهندسية .

وتنص معادلة كولبروك - وايت على الآتى :-

$$س = -٢ \text{ لو}_{١٠} \left( \frac{ك}{٣.٧١ \text{ ق}} + \frac{٢.٥١ \text{ ل}}{\sqrt{\text{جـ ث ق}}} \right)$$

ص = س×م

حيث

س = سرعة الماسورة فى حالة الإمتلاء، متر/ثانية

جـ = عجلة الجاذبية الأرضية = ٩,٨١ متر/ثانية مربعة

ق = قطر الماسورة، متر

ث = ميل الماسورة، متر/متر

ك = معامل الإحتكاك ويتوقف على نوع مادة جسم الماسورة = ١ مم

ل = معامل لزوجة المياه، مترمربع/ثانية

ص = تصرف الماسورة فى حالة الإمتلاء، مترمكعب/ثانية

م = مساحة مقطع الماسورة، متر مربع

ب - أقطار المواسير المستعملة فى شبكات الصرف بالانحدار لا تقل عن ٢٠٠ ملليمتر لتجنب حدوث الانسداد ولتقليل مشاكل الصيانة .

ج - الحد الادنى لسرعة التصرف فى مواسير الشبكة يكون ٤٥ر٠ متر/ثانية لتفادى حدوث ترسيب فى خطوط المواسير . ويفضل الا تقل عن ٦ر٠ م/ث (سرعة التنظيف الذاتى).

د - السرعة القصوى للسريان فى مواسير الانحدار يجب الا تزيد عن ٣ متر/ثانية .

هـ - التصرف المتوسط لمياه الصرف الصحى (ص م) :

$$\text{ص م} = \frac{\text{معامل تصرف الفرد فى اليوم} \times \text{عدد السكان والعاملين}}{٢٤ \times ٦٠ \times ٦٠} \quad \text{(لتر/ثانية)}$$

و - التصرف الاقصى الكلى ( ص ق) = $\left(١ + \frac{١٤}{٤ + \sqrt{ع}}\right)$ × (ص م)

حيث (ع) هى تعداد المتيمين بالألف

ز - التصرف الادنى الكلى (ص د) = ٢ر٠ × ع$^{١/٢}$ × التصرف المتوسط

ح - تستخدم مواسير الصرف بحيث تكون ممتلئة جزئيا على أن تكون نسبة التصرف الاقصى الى التصرف والماسورة ممتلئة يتراوح من ٥ر٠ الى ٨ر٠ .

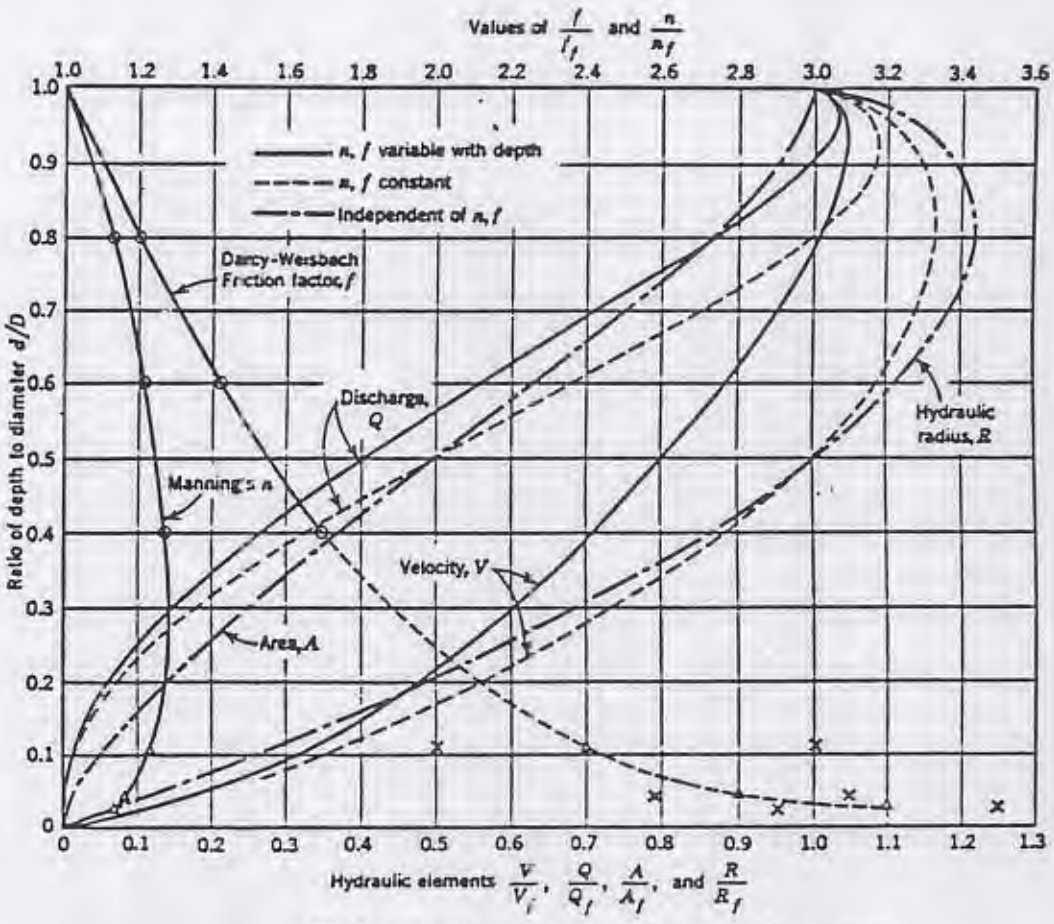
ط - ادنى ميل يمكن السماح به يتوقف على قطر المواسير كما هو موضح بالجدول رقم (٣/٣).



Mob/Pc4/95/M.Gardy/Chp

# DISCHARGE AND VELOCITY FOR CIRCULAR PIPES FLOWING FULL

n = 0.013




Hydraulic-elements graph for circular sewers.

| SLOPE ‰ | 150 mm. | | 175 mm. | | 200 mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 34.05 | 1.93 | 51.37 | 2.14 | 73.34 | 2.33 |
| 45.0 | 32.31 | 1.83 | 48.73 | 2.06 | 69.58 | 2.21 |
| 40.0 | 30.46 | 1.72 | 45.94 | 1.91 | 65.60 | 2.09 |
| 35.0 | 28.49 | 1.61 | 42.98 | 1.79 | 61.36 | 1.95 |
| 30.0 | 26.38 | 1.49 | 39.79 | 1.65 | 56.81 | 1.81 |
| 28.0 | 25.48 | 1.44 | 38.44 | 1.60 | 54.88 | 1.75 |
| 26.0 | 24.56 | 1.39 | 37.04 | 1.54 | 52.89 | 1.68 |
| 24.0 | 23.59 | 1.34 | 35.59 | 1.48 | 50.81 | 1.62 |
| 22.0 | 22.59 | 1.28 | 34.07 | 1.42 | 48.65 | 1.55 |
| 20.0 | 21.54 | 1.22 | 32.49 | 1.35 | 46.38 | 1.48 |
| 18.0 | 20.43 | 1.16 | 30.82 | 1.28 | 44.00 | 1.40 |
| 16.0 | 19.26 | 1.09 | 29.06 | 1.21 | 41.49 | 1.32 |
| 14.0 | 19.02 | 1.02 | 27.18 | 1.13 | 38.81 | 1.24 |
| 12.0 | 16.68 | 0.94 | 25.17 | 1.05 | 35.93 | 1.14 |
| 10.0 | 15.23 | 0.88 | 22.97 | 0.96 | 32.80 | 1.04 |
| 9.8 | 15.08 | 0.86 | 22.74 | 0.95 | 32.47 | 1.03 |
| 9.6 | 14.92 | 0.84 | 22.51 | 0.94 | 32.14 | 1.02 |
| 9.4 | 14.77 | 0.84 | 22.27 | 0.93 | 31.80 | 1.01 |
| 9.2 | 14.61 | 0.83 | 22.03 | 0.92 | 31.46 | 1.00 |
| 9.0 | 14.45 | 0.82 | 21.79 | 0.91 | 31.12 | 0.99 |
| 8.8 | 14.29 | 0.81 | 21.55 | 0.90 | 30.77 | 0.98 |
| 8.6 | 14.12 | 0.80 | 21.30 | 0.89 | 30.42 | 0.97 |
| 8.4 | 13.98 | 0.79 | 21.05 | 0.88 | 30.08 | 0.96 |
| 8.2 | 13.79 | 0.78 | 20.80 | 0.86 | 29.70 | 0.95 |
| 8.0 | 13.62 | 0.77 | 20.55 | 0.85 | 29.34 | 0.93 |
| 7.8 | 13.45 | 0.76 | 20.29 | 0.84 | 29.97 | 0.92 |
| 7.6 | 13.28 | 0.75 | 20.03 | 0.83 | 28.59 | 0.91 |
| 7.4 | 13.10 | 0.74 | 19.76 | 0.82 | 28.21 | 0.90 |
| 7.2 | 12.92 | 0.73 | 19.49 | 0.81 | 27.83 | 0.89 |
| 7.0 | 12.74 | 0.72 | 19.22 | 0.80 | 27.44 | 0.87 |
| 6.8 | 12.56 | 0.71 | 18.94 | 0.79 | 27.05 | 0.86 |
| 6.6 | 12.37 | 0.70 | 18.66 | 0.78 | 26.65 | 0.85 |
| 6.4 | 12.18 | 0.69 | 18.38 | 0.76 | 26.24 | 0.84 |
| 6.2 | 11.99 | 0.68 | 18.09 | 0.75 | 25.83 | 0.82 |
| 6.0 | 11.80 | 0.67 | 17.79 | 0.74 | 25.41 | 0.81 |
| 5.8 | 11.60 | 0.66 | 17.50 | 0.73 | 24.98 | 0.80 |
| 5.6 | 11.40 | 0.64 | 17.19 | 0.71 | 24.54 | 0.78 |
| 5.4 | 11.19 | 0.63 | 16.88 | 0.70 | 24.10 | 0.77 |
| 5.2 | 10.98 | 0.62 | 16.57 | 0.69 | 23.65 | 0.75 |
| 5.0 | 10.77 | 0.61 | 16.24 | 0.68 | 23.19 | 0.74 |
| 4.8 | 10.55 | 0.60 | 15.92 | 0.66 | 22.72 | 0.72 |
| 4.6 | 10.33 | 0.58 | 15.58 | 0.65 | 22.25 | 0.7 |
| 4.4 | 10.10 | 0.57 | 15.24 | 0.63 | 21.76 | 0.69 |
| 4.2 | 9.87 | 0.56 | 14.89 | 0.62 | 21.26 | 0.68 |
| 4.0 | 9.63 | 0.55 | 14.53 | 0.60 | 20.74 | 0.66 |
| 3.5 | 9.01 | 0.51 | 13.59 | 0.57 | 19.40 | 0.62 |
| 3.0 | 8.34 | 0.47 | 12.58 | 0.52 | 17.96 | 0.57 |
| 2.5 | 7.61 | 0.43 | 11.49 | 0.48 | 16.40 | 0.52 |
| 2.0 | 6.81 | 0.39 | 10.27 | 0.43 | 14.67 | 0.47 |
| 1.5 | 5.90 | 0.33 | 8.90 | 0.37 | 12.70 | 0.40 |

| SLOPE ‰ | 225 mm. | | 250 mm. | | 275 mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 100.40 | 2.53 | 132.97 | 2.71 | 71.45 | 2.89 |
| 45.0 | 95.25 | 2.40 | 126.15 | 2.57 | 162.65 | 2.74 |
| 40.0 | 89.30 | 2.26 | 118.94 | 2.42 | 153.35 | 2.58 |
| 35.0 | 84.00 | 2.11 | 111.25 | 2.27 | 143.45 | 2.42 |
| 30.0 | 77.77 | 1.96 | 103.00 | 2.10 | 132.81 | 2.24 |
| 28.0 | 75.13 | 1.89 | 99.51 | 2.03 | 28.30 | 2.16 |
| 26.0 | 72.40 | 1.82 | 95.89 | 1.95 | 123.64 | 2.08 |
| 24.0 | 69.56 | 1.75 | 92.13 | 1.88 | 118.79 | 2.00 |
| 22.0 | 66.60 | 1.67 | 88.21 | 1.80 | 113.79 | 1.91 |
| 20.0 | 63.50 | 1.60 | 84.10 | 1.71 | 108.44 | 1.83 |
| 18.0 | 60.24 | 1.52 | 79.76 | 1.63 | 102.87 | 1.73 |
| 16.0 | 56.30 | 1.43 | 75.22 | 1.53 | 96.99 | 1.63 |
| 14.0 | 53.3 | 1.34 | 70.38 | 1.43 | 90.72 | 1.53 |
| 12.0 | 49.9 | 1.24 | 65.14 | 1.33 | 83.99 | 1.41 |
| 10.0 | 44.90 | 1.13 | 59.47 | 1.21 | 76.68 | 1.29 |
| 9.8 | 44.45 | 1.12 | 58.87 | 1.20 | 75.91 | 1.28 |
| 9.6 | 43.99 | 1.11 | 58.27 | 1.19 | 75.13 | 1.26 |
| 9.4 | 43.53 | 1.09 | 57.66 | 1.17 | 74.34 | 1.25 |
| 9.2 | 43.07 | 1.08 | 57.04 | 1.16 | 73.55 | 1.24 |
| 9.0 | 42.60 | 1.07 | 56.42 | 1.15 | 72.74 | 1.22 |
| 8.8 | 42.12 | 1.06 | 55.79 | 1.14 | 71.93 | 1.20 |
| 8.6 | 41.64 | 1.05 | 55.15 | 1.12 | 71.11 | 1.20 |
| 8.4 | 41.5 | 1.03 | 54.50 | 1.11 | 70.27 | 1.18 |
| 8.2 | 40.66 | 1.02 | 53.85 | 1.10 | 69.43 | 1.17 |
| 8.0 | 40.6 | 1.01 | 53.19 | 1.08 | 68.58 | 1.15 |
| 7.8 | 39.66 | 1.00 | 52.52 | 1.07 | 67.72 | 1.14 |
| 7.6 | 39.4 | 0.98 | 51.84 | 1.06 | 66.84 | 1.13 |
| 7.4 | 38.53 | 0.97 | 51.16 | 1.04 | 65.96 | 1.11 |
| 7.2 | 38.0 | 0.96 | 50.48 | 1.03 | 65.06 | 1.10 |
| 7.0 | 37.37 | 0.94 | 49.75 | 1.01 | 64.15 | 1.08 |
| 6.8 | 37.03 | 0.93 | 49.04 | 1.00 | 63.23 | 1.06 |
| 6.6 | 36.48 | 0.92 | 48.31 | 0.98 | 62.29 | 1.05 |
| 6.4 | 35.92 | 0.90 | 47.57 | 0.97 | 61.34 | 1.03 |
| 6.2 | 35.36 | 0.89 | 46.83 | 0.95 | 60.37 | 1.02 |
| 6.0 | 34.78 | 0.87 | 46.06 | 0.94 | 59.39 | 1.00 |
| 5.8 | 34.20 | 0.86 | 45.29 | 0.92 | 58.39 | 0.98 |
| 5.6 | 33.60 | 0.85 | 44.50 | 0.91 | 57.38 | 0.97 |
| 5.4 | 33.00 | 0.83 | 43.70 | 0.89 | 56.35 | 0.95 |
| 5.2 | 32.38 | 0.81 | 42.88 | 0.87 | 55.29 | 0.93 |
| 5.0 | 31.75 | 0.80 | 42.05 | 0.86 | 54.22 | 0.91 |
| 4.8 | 31.11 | 0.78 | 41.20 | 0.84 | 53.12 | 0.89 |
| 4.6 | 30.45 | 0.77 | 40.33 | 0.82 | 52.00 | 0.88 |
| 4.4 | 29.78 | 0.75 | 39.45 | 0.80 | 50.86 | 0.86 |
| 4.2 | 29.10 | 0.73 | 38.54 | 0.79 | 49.69 | 0.84 |
| 4.0 | 28.40 | 0.71 | 37.61 | 0.77 | 48.49 | 0.82 |
| 3.5 | 26.56 | 0.67 | 35.18 | 0.72 | 45.36 | 0.76 |
| 3.0 | 24.59 | 0.62 | 32.57 | 0.66 | 42.00 | 0.71 |
| 2.5 | 22.45 | 0.56 | 29.73 | 0.61 | 38.34 | 0.65 |
| 2.0 | 20.08 | 0.51 | 26.60 | 0.54 | 34.29 | 0.58 |
| 1.5 | 17.39 | 0.44 | 23.03 | 0.47 | 29.70 | 0.50 |

| SLOPE ‰ | 300 mm. | | 325mm. | | 350mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 216.23 | 3.06 | 267.68 | 3.23 | 326.17 | 3.39 |
| 45.0 | 205.13 | 2.90 | 253.94 | 3.06 | 309.43 | 3.22 |
| 40.0 | 193.40 | 2.74 | 239.42 | 2.89 | 291.73 | 3.03 |
| 35.0 | 180.91 | 2.56 | 223.96 | 2.70 | 272.89 | 2.84 |
| 30.0 | 167.49 | 2.37 | 207.34 | 2.50 | 252.65 | 2.63 |
| 28.0 | 161.81 | 2.29 | 200.31 | 2.41 | 244.08 | 2.54 |
| 26.0 | 155.93 | 2.21 | 193.03 | 2.33 | 235.20 | 2.44 |
| 24.0 | 149.81 | 2.12 | 185.45 | 2.24 | 225.97 | 2.35 |
| 22.0 | 143.43 | 2.03 | 177.56 | 2.14 | 216.35 | 2.25 |
| 20.0 | 136.76 | 1.93 | 169.29 | 2.04 | 206.29 | 2.14 |
| 18.0 | 129.74 | 1.84 | 160.61 | 1.94 | 195.70 | 2.03 |
| 16.0 | 122.32 | 1.73 | 151.42 | 1.83 | 184.51 | 1.92 |
| 14.0 | 114.42 | 1.62 | 141.64 | 1.71 | 172.59 | 1.79 |
| 12.0 | 105.93 | 1.50 | 131.13 | 1.58 | 159.79 | 1.66 |
| 10.0 | 96.70 | 1.37 | 119.71 | 1.44 | 145.87 | 1.52 |
| 9.8 | 95.73 | 1.35 | 118.51 | 1.43 | 144.40 | 1.50 |
| 9.6 | 94.75 | 1.34 | 117.29 | 1.41 | 142.92 | 1.49 |
| 9.4 | 93.76 | 1.33 | 116.06 | 1.40 | 141.42 | 1.47 |
| 9.2 | 92.75 | 1.31 | 114.82 | 1.38 | 139.91 | 1.45 |
| 9.0 | 91.74 | 1.30 | 113.57 | 1.37 | 138.38 | 1.44 |
| 8.8 | 90.71 | 1.28 | 112.30 | 1.35 | 136.83 | 1.42 |
| 8.6 | 89.68 | 1.27 | 111.01 | 1.34 | 135.27 | 1.41 |
| 8.4 | 88.53 | 1.25 | 109.72 | 1.32 | 133.69 | 1.39 |
| 8.2 | 87.57 | 1.24 | 108.40 | 1.31 | 132.09 | 1.37 |
| 8.0 | 86.49 | 1.22 | 107.07 | 1.29 | 130.47 | 1.36 |
| 7.8 | 85.40 | 1.21 | 105.72 | 1.27 | 128.83 | 1.34 |
| 7.6 | 84.30 | 1.19 | 104.36 | 1.26 | 127.16 | 1.32 |
| 7.4 | 83.19 | 1.18 | 102.98 | 1.24 | 125.48 | 1.30 |
| 7.2 | 82.05 | 1.16 | 101.58 | 1.22 | 123.77 | 1.29 |
| 7.0 | 80.91 | 1.14 | 100.16 | 1.21 | 122.04 | 1.27 |
| 6.8 | 79.74 | 1.13 | 98.71 | 1.19 | 120.28 | 1.25 |
| 6.6 | 78.56 | 1.11 | 97.25 | 1.17 | 118.50 | 1.23 |
| 6.4 | 77.36 | 1.09 | 95.77 | 1.15 | 116.69 | 1.21 |
| 6.2 | 76.14 | 1.08 | 94.26 | 1.14 | 114.85 | 1.19 |
| 6.0 | 74.90 | 1.06 | 92.73 | 1.12 | 112.99 | 1.17 |
| 5.8 | 73.55 | 1.04 | 91.17 | 1.10 | 111.09 | 1.15 |
| 5.6 | 72.37 | 1.02 | 89.58 | 1.08 | 109.16 | 1.13 |
| 5.4 | 71.06 | 1.01 | 87.97 | 1.06 | 107.19 | 1.11 |
| 5.2 | 69.73 | 0.99 | 86.32 | 1.04 | 105.19 | 1.09 |
| 5.0 | 68.38 | 0.97 | 84.65 | 1.02 | 103.14 | 1.07 |
| 4.8 | 67.00 | 0.95 | 82.94 | 1.00 | 101.06 | 1.05 |
| 4.6 | 65.59 | 0.93 | 81.19 | 0.98 | 98.93 | 1.03 |
| 4.4 | 64.14 | 0.91 | 79.41 | 0.96 | 96.76 | 1.01 |
| 4.2 | 62.67 | 0.89 | 77.58 | 0.94 | 94.53 | 0.98 |
| 4.0 | 61.16 | 0.87 | 75.71 | 0.91 | 92.25 | 0.96 |
| 3.5 | 57.21 | 0.81 | 70.82 | 0.85 | 86.30 | 0.90 |
| 3.0 | 52.37 | 0.75 | 65.57 | 0.79 | 79.89 | 0.83 |
| 2.5 | 48.35 | 0.68 | 59.85 | 0.72 | 72.93 | 0.76 |
| 2.0 | 43.25 | 0.61 | 53.54 | 0.65 | 65.23 | 0.68 |
| 1.5 | 37.45 | 0.53 | 46.36 | 0.56 | 56.49 | 0.59 |

| SLOPE ‰ | 375mm. | | 400mm. | | 450mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 392.05 | 3.55 | 485.68 | 3.71 | 637.52 | 4.01 |
| 45.0 | 371.93 | 3.37 | 441.78 | 3.52 | 604.80 | 3.80 |
| 40.0 | 350.66 | 3.17 | 415.51 | 3.31 | 570.21 | 3.59 |
| 35.0 | 328.01 | 2.97 | 389.61 | 3.10 | 533.38 | 3.35 |
| 30.0 | 303.68 | 2.75 | 360.71 | 2.87 | 493.82 | 3.10 |
| 28.0 | 293.38 | 2.66 | 348.48 | 2.77 | 477.08 | 3.00 |
| 26.0 | 282.71 | 2.56 | 335.81 | 2.67 | 459.72 | 2.89 |
| 24.0 | 271.62 | 2.46 | 322.63 | 2.57 | 441.69 | 2.78 |
| 22.0 | 260.06 | 2.35 | 308.90 | 2.46 | 422.88 | 2.66 |
| 20.0 | 247.95 | 2.24 | 294.52 | 2.34 | 403.20 | 2.54 |
| 18.0 | 235.23 | 2.13 | 279.41 | 2.22 | 382.51 | 2.41 |
| 16.0 | 221.78 | 2.01 | 263.43 | 2.10 | 360.64 | 2.27 |
| 14.0 | 207.45 | 1.88 | 246.41 | 1.96 | 337.34 | 2.12 |
| 12.0 | 192.06 | 1.74 | 228.14 | 1.82 | 312.32 | 1.96 |
| 10.0 | 175.33 | 1.59 | 208.26 | 1.66 | 285.11 | 1.79 |
| 9.8 | 173.57 | 1.57 | 206.17 | 1.64 | 282.24 | 1.77 |
| 9.6 | 171.79 | 1.56 | 204.05 | 1.62 | 279.35 | 1.76 |
| 9.4 | 169.99 | 1.54 | 201.91 | 1.61 | 276.42 | 1.74 |
| 9.2 | 168.17 | 1.52 | 199.75 | 1.59 | 273.47 | 1.72 |
| 9.0 | 166.33 | 1.51 | 197.57 | 1.57 | 270.48 | 1.70 |
| 8.8 | 164.47 | 1.49 | 195.36 | 1.55 | 267.46 | 1.68 |
| 8.6 | 162.59 | 1.47 | 193.13 | 1.54 | 264.40 | 1.66 |
| 8.4 | 160.69 | 1.45 | 190.87 | 1.52 | 261.31 | 1.64 |
| 8.2 | 158.77 | 1.44 | 188.59 | 1.50 | 258.18 | 1.62 |
| 8.0 | 156.82 | 1.42 | 186.27 | 1.48 | 255.01 | 1.60 |
| 7.8 | 154.85 | 1.40 | 183.93 | 1.46 | 251.80 | 1.58 |
| 7.6 | 152.85 | 1.38 | 181.58 | 1.44 | 248.55 | 1.56 |
| 7.4 | 150.82 | 1.37 | 179.15 | 1.43 | 245.26 | 1.54 |
| 7.2 | 148.77 | 1.35 | 176.71 | 1.41 | 241.92 | 1.52 |
| 7.0 | 146.69 | 1.33 | 174.24 | 1.39 | 238.54 | 1.50 |
| 6.8 | 144.58 | 1.31 | 171.73 | 1.37 | 235.11 | 1.48 |
| 6.6 | 142.44 | 1.29 | 169.19 | 1.35 | 231.62 | 1.46 |
| 6.4 | 140.26 | 1.27 | 166.61 | 1.33 | 228.09 | 1.43 |
| 6.2 | 138.05 | 1.25 | 163.98 | 1.30 | 224.50 | 1.41 |
| 6.0 | 135.81 | 1.23 | 161.32 | 1.28 | 220.84 | 1.39 |
| 5.8 | 133.53 | 1.21 | 158.61 | 1.26 | 217.13 | 1.37 |
| 5.6 | 131.20 | 1.19 | 155.85 | 1.24 | 213.36 | 1.34 |
| 5.4 | 128.84 | 1.17 | 153.04 | 1.22 | 209.51 | 1.32 |
| 5.2 | 126.43 | 1.14 | 150.18 | 1.20 | 205.60 | 1.29 |
| 5.0 | 123.98 | 1.12 | 147.26 | 1.17 | 201.60 | 1.27 |
| 4.8 | 121.47 | 1.10 | 144.29 | 1.15 | 197.53 | 1.24 |
| 4.6 | 118.91 | 1.08 | 141.25 | 1.12 | 193.37 | 1.22 |
| 4.4 | 116.30 | 1.05 | 138.14 | 1.10 | 189.12 | 1.19 |
| 4.2 | 113.63 | 1.03 | 134.97 | 1.07 | 184.77 | 1.16 |
| 4.0 | 110.89 | 1.00 | 131.72 | 1.05 | 180.32 | 1.13 |
| 3.5 | 103.73 | 0.94 | 123.21 | 0.98 | 168.67 | 1.06 |
| 3.0 | 96.03 | 0.87 | 114.07 | 0.91 | 156.16 | 0.98 |
| 2.5 | 87.66 | 0.79 | 104.13 | 0.83 | 142.56 | 0.90 |
| 2.0 | 78.41 | 0.71 | 93.14 | 0.74 | 127.51 | 0.80 |
| 1.5 | 67.50 | 0.61 | 80.66 | 0.64 | 110.43 | 0.69 |

| SLOPE ‰ | 500mm. | | 600mm. | | 700mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 844.33 | 4.30 | 1372.97 | 4.86 | 2071.03 | 5.38 |
| 45.0 | 801.00 | 4.08 | 1302.52 | 4.61 | 1964.75 | 5.11 |
| 40.0 | 755.19 | 3.85 | 1228.02 | 4.34 | 1852.39 | 4.81 |
| 35.0 | 706.42 | 3.60 | 1148.71 | 4.06 | 1732.75 | 4.50 |
| 30.0 | 654.02 | 3.33 | 1063.50 | 3.76 | 1604.22 | 4.17 |
| 28.0 | 631.84 | 3.22 | 1027.44 | 3.63 | 1549.82 | 4.03 |
| 26.0 | 608.86 | 3.10 | 990.07 | 3.50 | 1493.45 | 3.88 |
| 24.0 | 584.97 | 2.98 | 951.23 | 3.36 | 1434.86 | 3.73 |
| 22.0 | 560.07 | 2.85 | 910.75 | 3.22 | 1373.77 | 3.57 |
| 20.0 | 534.00 | 2.72 | 868.35 | 3.07 | 1309.84 | 3.40 |
| 18.0 | 506.60 | 2.58 | 823.79 | 2.91 | 1242.62 | 3.23 |
| 16.0 | 477.63 | 2.43 | 776.67 | 2.75 | 1171.56 | 3.04 |
| 14.0 | 446.78 | 2.28 | 726.5 | 2.57 | 1095.89 | 2.85 |
| 12.0 | 413.64 | 2.11 | 672.62 | 2.38 | 1014.60 | 2.64 |
| 10.0 | 377.60 | 1.92 | 614.02 | 2.17 | 926.20 | 2.41 |
| 9.8 | 373.80 | 1.90 | 607.84 | 2.15 | 916.89 | 2.38 |
| 9.6 | 369.97 | 1.88 | 601.6 | 2.13 | 907.49 | 2.36 |
| 9.4 | 366.10 | 1.86 | 595.3 | 2.11 | 897.98 | 2.33 |
| 9.2 | 362.18 | 1.84 | 588.94 | 2.08 | 888.38 | 2.31 |
| 9.0 | 358.22 | 1.82 | 582.51 | 2.06 | 878.67 | 2.28 |
| 8.8 | 354.22 | 1.80 | 576.00 | 2.04 | 868.85 | 2.26 |
| 8.6 | 350.17 | 1.78 | 569.42 | 2.01 | 858.92 | 2.23 |
| 8.4 | 346.07 | 1.76 | 562.76 | 1.99 | 848.88 | 2.21 |
| 8.2 | 341.93 | 1.74 | 556.02 | 1.97 | 838.71 | 2.18 |
| 8.0 | 337.73 | 1.72 | 549.19 | 1.94 | 828.42 | 2.15 |
| 7.8 | 333.49 | 1.70 | 542.29 | 1.92 | 818.00 | 2.13 |
| 7.6 | 329.18 | 1.68 | 535.29 | 1.89 | 807.44 | 2.10 |
| 7.4 | 324.82 | 1.65 | 528.20 | 1.87 | 796.75 | 2.07 |
| 7.2 | 320.40 | 1.63 | 521.01 | 1.84 | 785.91 | 2.04 |
| 7.0 | 315.92 | 1.61 | 513.72 | 1.82 | 774.92 | 2.01 |
| 6.8 | 311.38 | 1.59 | 506.33 | 1.79 | 763.77 | 1.98 |
| 6.6 | 306.76 | 1.56 | 498.83 | 1.76 | 752.45 | 1.96 |
| 6.4 | 302.08 | 1.54 | 491.21 | 1.74 | 740.96 | 1.93 |
| 6.2 | 297.32 | 1.51 | 483.43 | 1.71 | 729.29 | 1.90 |
| 6.0 | 292.49 | 1.49 | 475.62 | 1.68 | 717.43 | 1.86 |
| 5.8 | 287.57 | 1.46 | 467.62 | 1.65 | 705.37 | 1.83 |
| 5.6 | 282.57 | 1.44 | 459.49 | 1.63 | 693.11 | 1.80 |
| 5.4 | 277.49 | 1.41 | 451.21 | 1.60 | 680.62 | 1.77 |
| 5.2 | 272.29 | 1.39 | 442.78 | 1.57 | 667.89 | 1.74 |
| 5.0 | 267.00 | 1.36 | 434.18 | 1.54 | 654.93 | 1.70 |
| 4.8 | 261.61 | 1.33 | 425.41 | 1.50 | 641.69 | 1.67 |
| 4.6 | 256.10 | 1.30 | 416.45 | 1.47 | 628.18 | 1.63 |
| 4.4 | 250.47 | 1.28 | 407.29 | 1.44 | 614.38 | 1.60 |
| 4.2 | 244.71 | 1.25 | 397.93 | 1.41 | 600.25 | 1.56 |
| 4.0 | 238.82 | 1.22 | 388.34 | 1.37 | 585.78 | 1.52 |
| 3.5 | 223.39 | 1.14 | 363.26 | 1.28 | 547.95 | 1.42 |
| 3.0 | 206.82 | 1.05 | 336.31 | 1.19 | 507.31 | 1.32 |
| 2.5 | 188.80 | 0.96 | 307.01 | 1.09 | 463.11 | 1.20 |
| 2.0 | 168.87 | 0.86 | 274.60 | 0.97 | 414.22 | 1.08 |
| 1.5 | 146.25 | 0.74 | 237.81 | 0.84 | 358.73 | 0.93 |

| SLOPE ‰ | 800 mm. | | 900 mm. | | 1000 mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 2956.87 | 5.88 | 4047.98 | 6.36 | 5361.15 | 6.83 |
| 45.0 | 2805.13 | 5.58 | 3840.25 | 6.04 | 5086.04 | 6.48 |
| 40.0 | 2644.70 | 5.26 | 3620.62 | 5.69 | 4795.16 | 6.11 |
| 35.0 | 2473.89 | 4.92 | 3386.78 | 5.32 | 4485.46 | 5.71 |
| 30.0 | 2290.39 | 4.56 | 3135.56 | 4.93 | 4152.75 | 5.29 |
| 28.0 | 2212.72 | 4.40 | 3029.24 | 4.76 | 4011.94 | 5.11 |
| 26.0 | 2132.23 | 4.24 | 2919.05 | 4.59 | 3866.00 | 4.92 |
| 24.0 | 2048.59 | 4.08 | 2804.53 | 4.41 | 3714.33 | 4.73 |
| 22.0 | 1961.37 | 3.90 | 2685.14 | 4.22 | 3556.20 | 4.53 |
| 20.0 | 1870.09 | 3.72 | 2560.18 | 4.02 | 3390.71 | 4.32 |
| 18.0 | 1774.13 | 3.53 | 2428.80 | 3.82 | 3216.71 | 4.10 |
| 16.0 | 1672.66 | 3.33 | 2289.90 | 3.60 | 3032.74 | 3.86 |
| 14.0 | 1564.64 | 3.11 | 2142.00 | 3.37 | 2836.87 | 3.61 |
| 12.0 | 1448.57 | 2.88 | 1983.11 | 3.12 | 2626.43 | 3.34 |
| 10.0 | 1322.36 | 2.63 | 1810.32 | 2.85 | 2397.60 | 3.05 |
| 9.8 | 1309.07 | 2.60 | 1792.13 | 2.82 | 2373.50 | 3.02 |
| 9.6 | 1295.64 | 2.58 | 1773.75 | 2.79 | 2349.16 | 2.99 |
| 9.4 | 1282.08 | 2.55 | 1755.18 | 2.76 | 2324.56 | 2.96 |
| 9.2 | 1268.36 | 2.52 | 1736.40 | 2.73 | 2299.70 | 2.93 |
| 9.0 | 1254.50 | 2.50 | 1717.43 | 2.70 | 2274.56 | 2.90 |
| 8.8 | 1240.48 | 2.47 | 1698.24 | 2.67 | 2249.15 | 2.86 |
| 8.6 | 1226.31 | 2.44 | 1678.83 | 2.64 | 2223.44 | 2.83 |
| 8.4 | 1211.96 | 2.41 | 1659.19 | 2.61 | 2197.44 | 2.80 |
| 8.2 | 1197.45 | 2.38 | 1639.32 | 2.58 | 2171.12 | 2.76 |
| 8.0 | 1182.76 | 2.35 | 1619.21 | 2.55 | 2144.48 | 2.73 |
| 7.8 | 1167.88 | 2.32 | 1598.84 | 2.51 | 2117.50 | 2.70 |
| 7.6 | 1152.81 | 2.29 | 1578.21 | 2.48 | 2090.18 | 2.66 |
| 7.4 | 1137.54 | 2.26 | 1557.30 | 2.45 | 2062.50 | 2.63 |
| 7.2 | 1122.06 | 2.23 | 1536.11 | 2.41 | 2034.43 | 2.59 |
| 7.0 | 1106.37 | 2.20 | 1514.63 | 2.38 | 2005.98 | 2.55 |
| 6.8 | 1090.45 | 2.17 | 1492.84 | 2.35 | 1977.11 | 2.52 |
| 6.6 | 1074.29 | 2.14 | 1470.72 | 2.31 | 1947.82 | 2.48 |
| 6.4 | 1057.89 | 2.10 | 1448.26 | 2.28 | 1918.08 | 2.44 |
| 6.2 | 1041.23 | 2.07 | 1425.46 | 2.24 | 1887.88 | 2.40 |
| 6.0 | 1024.30 | 2.04 | 1402.28 | 2.20 | 1857.18 | 2.36 |
| 5.8 | 1007.08 | 2.00 | 1378.71 | 2.17 | 1825.96 | 2.32 |
| 5.6 | 989.57 | 1.97 | 1354.73 | 2.13 | 1794.21 | 2.28 |
| 5.4 | 971.74 | 1.93 | 1330.32 | 2.09 | 1761.88 | 2.24 |
| 5.2 | 953.57 | 1.90 | 1305.45 | 2.05 | 1728.94 | 2.20 |
| 5.0 | 935.05 | 1.86 | 1280.10 | 2.01 | 1695.37 | 2.16 |
| 4.8 | 916.16 | 1.82 | 1254.24 | 1.97 | 1661.11 | 2.11 |
| 4.6 | 896.87 | 1.78 | 1227.83 | 1.93 | 1626.14 | 2.07 |
| 4.4 | 877.16 | 1.75 | 1200.84 | 1.89 | 1590.40 | 2.02 |
| 4.2 | 856.99 | 1.70 | 1173.23 | 1.84 | 1553.83 | 1.98 |
| 4.0 | 836.34 | 1.66 | 1144.96 | 1.80 | 1516.39 | 1.93 |
| 3.5 | 782.33 | 1.56 | 1071.01 | 1.68 | 1418.45 | 1.81 |
| 3.0 | 724.29 | 1.44 | 991.57 | 1.56 | 1313.23 | 1.67 |
| 2.5 | 661.19 | 1.32 | 905.18 | 1.42 | 1198.82 | 1.53 |
| 2.0 | 591.39 | 1.18 | 809.62 | 1.27 | 1072.26 | 1.37 |
| 1.5 | 512.16 | 1.02 | 701.16 | 1.10 | 928.61 | 1.18 |

| SLOPE | 1100 mm. | | 1200 mm. | | 1300 mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ‰ | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 6912.56 | 7.27 | 8717.83 | 7.71 | 10792.13 | 8.13 |
| 45.0 | 6557.83 | 6.90 | 8270.46 | 7.31 | 10238.31 | 7.71 |
| 40.0 | 6182.78 | 6.51 | 7797.46 | 6.89 | 9652.77 | 7.27 |
| 35.0 | 5783.46 | 6.09 | 7293.86 | 6.45 | 9029.34 | 6.80 |
| 30.0 | 5354.44 | 5.63 | 6752.83 | 5.97 | 8359.55 | 6.30 |
| 28.0 | 5172.88 | 5.44 | 6523.85 | 5.77 | 8076.09 | 6.08 |
| 26.0 | 4984.72 | 5.25 | 6286.54 | 5.56 | 7782.32 | 5.86 |
| 24.0 | 4789.16 | 5.04 | 6039.91 | 5.34 | 7477.01 | 5.63 |
| 22.0 | 4585.27 | 4.82 | 5792.78 | 5.11 | 7158.69 | 5.39 |
| 20.0 | 4371.88 | 4.60 | 5513.66 | 4.88 | 6825.54 | 5.14 |
| 18.0 | 4147.53 | 4.36 | 5230.72 | 4.62 | 6475.28 | 4.88 |
| 16.0 | 3910.33 | 4.11 | 4931.57 | 4.36 | 6104.95 | 4.60 |
| 14.0 | 3657.78 | 3.85 | 4613.07 | 4.08 | 5710.66 | 4.30 |
| 12.0 | 3386.45 | 3.56 | 4270.87 | 3.78 | 5287.04 | 3.98 |
| 10.0 | 3091.39 | 3.25 | 3898.76 | 3.45 | 4826.39 | 3.64 |
| 9.8 | 3060.32 | 3.22 | 3859.57 | 3.41 | 4777.88 | 3.60 |
| 9.6 | 3028.93 | 3.19 | 3819.99 | 3.38 | 4728.87 | 3.56 |
| 9.4 | 2997.21 | 3.15 | 3779.99 | 3.34 | 4679.36 | 3.53 |
| 9.2 | 2965.16 | 3.12 | 3739.56 | 3.31 | 4629.31 | 3.49 |
| 9.0 | 2932.75 | 3.09 | 3698.69 | 3.27 | 4578.71 | 3.45 |
| 8.8 | 2899.98 | 3.05 | 3657.36 | 3.23 | 4527.55 | 3.41 |
| 8.6 | 2866.84 | 3.02 | 3615.56 | 3.20 | 4475.81 | 3.37 |
| 8.4 | 2833.31 | 2.98 | 3573.27 | 3.16 | 4423.46 | 3.33 |
| 8.2 | 2799.37 | 2.95 | 3530.48 | 3.12 | 4370.48 | 3.29 |
| 8.0 | 2765.02 | 2.91 | 3487.16 | 3.08 | 4316.85 | 3.25 |
| 7.8 | 2730.24 | 2.87 | 3443.30 | 3.04 | 4262.55 | 3.21 |
| 7.6 | 2695.01 | 2.84 | 3398.86 | 3.01 | 4207.55 | 3.17 |
| 7.4 | 2659.31 | 2.80 | 3353.85 | 2.97 | 4151.82 | 3.13 |
| 7.2 | 2623.13 | 2.76 | 3308.21 | 2.93 | 4095.33 | 3.03 |
| 7.0 | 2586.44 | 2.72 | 3261.94 | 2.88 | 4038.05 | 3.04 |
| 6.8 | 2549.22 | 2.68 | 3215.01 | 2.84 | 3979.94 | 3.00 |
| 6.6 | 2511.46 | 2.64 | 3167.37 | 2.80 | 3920.98 | 2.95 |
| 6.4 | 2473.11 | 2.60 | 3119.02 | 2.76 | 3861.11 | 2.91 |
| 6.2 | 2434.16 | 2.56 | 3069.90 | 2.71 | 3800.30 | 2.86 |
| 6.0 | 2394.58 | 2.52 | 3019.98 | 2.67 | 3738.50 | 2.82 |
| 5.8 | 2354.33 | 2.48 | 2969.22 | 2.63 | 3675.67 | 2.77 |
| 5.6 | 2313.38 | 2.43 | 2917.58 | 2.58 | 3611.74 | 2.72 |
| 5.4 | 2271.70 | 2.39 | 2865.00 | 2.53 | 3546.66 | 2.67 |
| 5.2 | 2229.23 | 2.35 | 2811.45 | 2.49 | 3480.36 | 2.62 |
| 5.0 | 2185.94 | 2.30 | 2756.85 | 2.44 | 3412.77 | 2.57 |
| 4.8 | 2141.78 | 2.25 | 2701.15 | 2.39 | 3343.82 | 2.52 |
| 4.6 | 2096.68 | 2.21 | 2644.28 | 2.34 | 3273.41 | 2.47 |
| 4.4 | 2050.60 | 2.16 | 2586.16 | 2.29 | 3201.46 | 2.41 |
| 4.2 | 2003.45 | 2.11 | 2526.70 | 2.23 | 3127.86 | 2.36 |
| 4.0 | 1955.17 | 2.06 | 2465.81 | 2.18 | 3052.48 | 2.30 |
| 3.5 | 1828.89 | 1.92 | 2306.56 | 2.04 | 2855.33 | 2.15 |
| 3.0 | 1693.22 | 1.78 | 2135.46 | 1.89 | 2643.52 | 1.99 |
| 2.5 | 1545.69 | 1.63 | 1949.41 | 1.72 | 2413.19 | 1.82 |
| 2.0 | 1382.51 | 1.45 | 1743.61 | 1.54 | 2158.43 | 1.63 |
| 1.5 | 1197.29 | 1.26 | 1510.03 | 1.34 | 1869.25 | 1.41 |

| SLOPE ‰ | 1400 mm. | | 1500 mm. | | 1600 mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 13150.22 | 8.54 | 15806.47 | 8.94 | 18774.92 | 9.34 |
| 45.0 | 12475.39 | 8.10 | 14995.33 | 8.49 | 17811.46 | 8.86 |
| 40.0 | 11761.91 | 7.64 | 14137.74 | 8.00 | 16792.80 | 8.35 |
| 35.0 | 11002.26 | 7.15 | 13224.64 | 7.48 | 15708.23 | 7.81 |
| 30.0 | 10186.16 | 6.62 | 12243.64 | 6.93 | 14543.05 | 7.23 |
| 28.0 | 9840.76 | 6.39 | 11828.48 | 6.69 | 14049.92 | 6.99 |
| 26.0 | 9482.80 | 6.16 | 11398.21 | 6.45 | 13538.85 | 6.73 |
| 24.0 | 9110.78 | 5.92 | 10951.04 | 6.20 | 13007.71 | 6.47 |
| 22.0 | 8722.91 | 5.67 | 10484.83 | 5.93 | 12453.93 | 6.19 |
| 20.0 | 8316.97 | 5.40 | 9996.89 | 5.66 | 11874.36 | 5.91 |
| 18.0 | 7890.17 | 5.13 | 9483.88 | 5.37 | 11265.01 | 5.60 |
| 16.0 | 7438.93 | 4.83 | 8941.49 | 5.06 | 10620.76 | 5.28 |
| 14.0 | 6958.48 | 4.52 | 8364.00 | 4.73 | 9934.81 | 4.94 |
| 12.0 | 6442.31 | 4.18 | 7743.56 | 4.38 | 9197.86 | 4.57 |
| 10.0 | 5881.00 | 3.82 | 7068.87 | 4.00 | 8396.46 | 4.18 |
| 9.8 | 5821.89 | 3.78 | 6997.82 | 3.96 | 8312.07 | 4.13 |
| 9.6 | 5762.18 | 3.74 | 6926.05 | 3.92 | 8226.82 | 4.09 |
| 9.4 | 5701.84 | 3.70 | 6853.52 | 3.88 | 8140.67 | 4.05 |
| 9.2 | 5640.86 | 3.66 | 6780.22 | 3.84 | 8053.61 | 4.01 |
| 9.0 | 5579.21 | 3.62 | 6706.12 | 3.79 | 7965.59 | 3.96 |
| 8.8 | 5516.97 | 3.58 | 6631.19 | 3.75 | 7876.59 | 3.92 |
| 8.6 | 5453.82 | 3.54 | 6555.40 | 3.71 | 7786.57 | 3.87 |
| 8.4 | 5390.03 | 3.50 | 6478.72 | 3.67 | 7695.49 | 3.83 |
| 8.2 | 5325.48 | 3.46 | 6401.13 | 3.62 | 7603.33 | 3.78 |
| 8.0 | 5260.13 | 3.42 | 6322.59 | 3.58 | 7510.03 | 3.74 |
| 7.8 | 5193.97 | 3.37 | 6243.06 | 3.53 | 7415.57 | 3.69 |
| 7.6 | 5126.94 | 3.33 | 6162.50 | 3.49 | 7319.88 | 3.64 |
| 7.4 | 5059.04 | 3.29 | 6080.87 | 3.44 | 7222.92 | 3.59 |
| 7.2 | 4990.20 | 3.24 | 5998.13 | 3.39 | 7124.65 | 3.54 |
| 7.0 | 4920.41 | 3.20 | 5914.24 | 3.35 | 7025.00 | 3.49 |
| 6.8 | 4849.61 | 3.15 | 5829.14 | 3.30 | 6923.92 | 3.44 |
| 6.6 | 4777.76 | 3.10 | 5742.78 | 3.25 | 6821.34 | 3.39 |
| 6.4 | 4704.81 | 3.06 | 5625.09 | 3.20 | 6717.19 | 3.34 |
| 6.2 | 4630.72 | 3.01 | 5566.03 | 3.15 | 6611.40 | 3.29 |
| 6.0 | 4555.42 | 2.96 | 5475.52 | 3.10 | 6503.89 | 3.23 |
| 5.8 | 4478.85 | 2.91 | 5383.49 | 3.05 | 6394.58 | 3.18 |
| 5.6 | 4400.95 | 2.86 | 5289.86 | 2.99 | 6283.36 | 3.13 |
| 5.4 | 4321.65 | 2.81 | 5194.54 | 2.94 | 6170.14 | 3.07 |
| 5.2 | 4240.87 | 2.75 | 5097.43 | 2.88 | 6054.80 | 3.01 |
| 5.0 | 4158.52 | 2.70 | 4992.44 | 2.83 | 5937.23 | 2.95 |
| 4.8 | 4074.50 | 2.65 | 4897.46 | 2.77 | 5817.27 | 2.89 |
| 4.6 | 3988.71 | 2.59 | 4794.34 | 2.71 | 5694.79 | 2.83 |
| 4.4 | 3901.04 | 2.53 | 4688.96 | 2.65 | 5569.62 | 2.77 |
| 4.2 | 3811.35 | 2.48 | 4581.15 | 2.59 | 5441.57 | 2.71 |
| 4.0 | 3719.50 | 2.42 | 4470.74 | 2.53 | 5310.43 | 2.64 |
| 3.5 | 3479.28 | 2.26 | 4182.00 | 2.37 | 4967.46 | 2.47 |
| 3.0 | 3221.19 | 2.09 | 3871.78 | 2.19 | 4598.99 | 2.29 |
| 2.5 | 2940.54 | 1.91 | 3534.43 | 2.00 | 4198.29 | 2.09 |
| 2.0 | 2630.12 | 1.71 | 3161.29 | 1.79 | 3755.09 | 1.87 |
| 1.5 | 2277.77 | 1.48 | 2737.76 | 1.55 | 3252.03 | 1.62 |

| SLOPE ‰ | 1800 mm. | | 2000 mm. | | mm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) | Q (l/s) | V (m/s) |
| 50.0 | 25703.06 | 10.10 | 34041.20 | 10.84 | | |
| 45.0 | 24384.07 | 9.58 | 32294.32 | 10.26 | | |
| 40.0 | 22989.52 | 9.03 | 30447.37 | 9.69 | | |
| 35.0 | 21504.73 | 8.45 | 28480.91 | 9.07 | | |
| 30.0 | 19909.51 | 7.82 | 26368.20 | 8.39 | | |
| 28.0 | 19234.40 | 7.56 | 25474.10 | 8.11 | | |
| 26.0 | 18534.74 | 7.28 | 24542.46 | 7.81 | | |
| 24.0 | 17807.60 | 7.00 | 23584.44 | 7.51 | | |
| 22.0 | 17049.48 | 6.70 | 22580.38 | 7.19 | | |
| 20.0 | 16256.04 | 6.39 | 21529.55 | 6.85 | | |
| 18.0 | 15421.84 | 6.06 | 20424.72 | 6.50 | | |
| 16.0 | 14539.85 | 5.71 | 19256.61 | 6.13 | | |
| 14.0 | 13600.78 | 5.34 | 18012.91 | 5.73 | | |
| 12.0 | 12591.88 | 4.95 | 16676.71 | 5.31 | | |
| 10.0 | 11494.76 | 4.52 | 15223.69 | 4.85 | | |
| 9.8 | 11379.23 | 4.47 | 15070.68 | 4.80 | | |
| 9.6 | 11262.52 | 4.43 | 14916.11 | 4.75 | | |
| 9.4 | 11144.58 | 4.38 | 14759.91 | 4.70 | | |
| 9.2 | 11025.39 | 4.33 | 14602.05 | 4.65 | | |
| 9.0 | 10904.89 | 4.29 | 14442.46 | 4.60 | | |
| 8.8 | 10783.04 | 4.24 | 14281.08 | 4.55 | | |
| 8.6 | 10659.80 | 4.19 | 14117.87 | 4.49 | | |
| 8.4 | 10535.12 | 4.14 | 13952.74 | 4.44 | | |
| 8.2 | 10408.95 | 4.09 | 12785.64 | 4.39 | | |
| 8.0 | 10281.23 | 4.04 | 13616.48 | 4.33 | | |
| 7.8 | 10151.90 | 3.99 | 13445.20 | 4.28 | | |
| 7.6 | 10020.90 | 3.94 | 13271.70 | 4.22 | | |
| 7.4 | 9888.17 | 3.89 | 13095.91 | 4.17 | | |
| 7.2 | 9753.63 | 3.83 | 12917.73 | 4.11 | | |
| 7.0 | 9617.2 | 3.78 | 12737.05 | 4.05 | | |
| 6.8 | 9478.82 | 3.72 | 12553.77 | 4.00 | | |
| 6.6 | 9338.39 | 3.67 | 12367.78 | 3.94 | | |
| 6.4 | 9195.81 | 3.61 | 12178.95 | 3.88 | | |
| 6.2 | 9050.98 | 3.56 | 11987.14 | 3.82 | | |
| 6.0 | 8903.80 | 3.50 | 11792.22 | 3.75 | | |
| 5.8 | 8754.15 | 3.44 | 11594.01 | 3.69 | | |
| 5.6 | 8601.89 | 3.38 | 11392.36 | 3.63 | | |
| 5.4 | 8446.89 | 3.32 | 11187.08 | 3.56 | | |
| 5.2 | 8288.99 | 3.26 | 10977.96 | 3.49 | | |
| 5.0 | 8128.02 | 3.19 | 10764.77 | 3.43 | | |
| 4.8 | 7963.80 | 3.13 | 10547.28 | 3.36 | | |
| 4.6 | 7796.13 | 3.06 | 10325.21 | 3.29 | | |
| 4.4 | 7624.76 | 3.00 | 10098.25 | 3.21 | | |
| 4.2 | 7449.46 | 2.93 | 9866.08 | 3.14 | | |
| 4.0 | 7269.52 | 2.86 | 9628.31 | 3.06 | | |
| 3.5 | 6800.39 | 2.67 | 9006.45 | 2.87 | | |
| 3.0 | 6295.34 | 2.47 | 8338.36 | 2.65 | | |
| 2.5 | 5747.38 | 2.26 | 7611.84 | 2.42 | | |
| 2.0 | 5140.61 | 2.02 | 6808.24 | 2.17 | | |
| 1.5 | 4451.30 | 1.75 | 5896.11 | 1.88 | | |

جدول رقم (٣/٣)

الميول الدنيا لمواسير الصرف الصحى

| القطر ( مم) | الميل الادنى (٪) |
|---|---|
| ٢٠٠ | ٤ر٠٠ |
| ٢٥٠ | ٣ر٥٠ |
| ٣٠٠ | ٣ر٣٣ |
| ٣٥٠ | ٢ر٨٥ |
| ٤٠٠ | ٢ر٥٠ |
| ٤٥٠ | ٢ر٢٢ |
| ٥٠٠ | ٢ر٠٠ |
| ٦٠٠ | ١ر٦٧ |
| ٧٠٠ | ١ر٤٣ |
| ٨٠٠ | ١ر٢٥ |

ك- يتم تركيب مواسير الصرف فى الطرق بحد ادنى للردم ٨٠ - ١٠٠ سم فوق سطح الماسورة وذلك لتفادى تأثير الاحمال نتيجة مرور السيارات بالقرب من سطح الارض ولتوفير منسوب صرف ملائم للمبانى التى تخدمها ماسورة الصرف .

ى- يتم انشاء غرف تفتيش أو مطابق على شبكات الصرف بالانحدار عند نقاط التقاطع وتغير الميل ونقاط تغير الاتجاه للمواسير وعند تغير قطر الماسورة وعلى مسافات تتراوح بين ٢٥ - ٥٠ متر حسب القطر .

٣-٤-١-٤ مادة المواسير :

يجب أن تكون المواسير المستعملة فى شبكات الصرف من النوع الذى يتحمل الضغوط الخارجية للردم والمرور ويقاوم التآكل نتيجة الغازات الناتجة من التحلل اللاهوائى لمياه الصرف الصحى .

وأفضل أنواع المواسير التى يمكن استعمالها فى شبكات الصرف الصحى هى :

أ- مواسير الفخار المزجج (Vetrified clay ; V.C.) :

وهذه المواسير هى أكثر مقاومة للتآكل من تأثير مياه الصرف الصحى وهى متوفرة بأقطار تصل الى ٢ر١ مترا .

ب- المواسير البلاستيك (uP.V.C.):

يتم تصنيع المواسير البلاستيك (الفيرمون) فى جمهورية مصر العربية حتى أقطار ٤٠٠ ملليمتر ، ويمكن استعمال هذه المواسير فى شبكات الصرف لتحملها للتآكل من تأثير مياه الصرف الصحى • ويجب العناية بتركيبها والردم عليها حيث أنها تتعرض بسهولة للاعوجاج والانبعاج •

ج- مواسير الفيبر جلاس (Glass Reinforced Plastic; G.R.P):

وهذه المواسير من الأنواع التى تتميز بمقاومتها العالية للتآكل وتأثير مياه الصرف الصحى• وهى تنتج محليا بجمهورية مصر العربية بأقطار من ٥٠٠ ملليمترا حتى ١٦٠٠ ملليمترا ، الا أن سعرها لا يزال أعلى بكثير من الأنواع الاخرى من المواسير •

ونقترح بناءا على ما سبق ذكره استخدام مواسير الفخار المزجج V.C فى تجميع وصرف مياه الصرف الصحى •

د- المطابق (غرف التفتيش) :

تصنع المطابق (غرف التفتيش) من حلقات خرسانية سابقة الصب تركب فوق بعضها البعض أو من الخرسانة المصبوبة فى الموقع • ويجب أن تكون الخرسانة من الاسمنت المقاوم للكبريتات (Sulphate resistant cement )•

٣-٤-٢-٤ محطات طلمبات مياه الصرف الصحى :

- يتم تصميم وحدات الطلمبات العاملة لضخ أقصى إستهلاك يومى.
- يكون عدد الطلمبات العاملة مناسبا للتغيرات التى تحدث فى التصرفات الداخلة للمحطة على مدى ساعات اليوم.
- يتم تصميم رفع الطلمبات على أساس الرفع الإستاتيكى المناظر مضافا اليه الفواقد فى الرفع نتيجة الإحتكاك داخل خط الطرد العمومى والفواقد الثانوية فى الوصلات والمحابس.
- تكون وحدات الطلمبات من النوع الرأسى الطاردة المركزية، مصممة لضخ مياه الصرف الصحى الخام، وتزود بمراوح من النوع المفتوح.
- تكون وحدات الطلمبات من النوع الغاطس، فى حالة محطات الطلمبات الثانوية ذات التصرفات والرفع المنخفض نسبيا.



MoivFeb/95/M GardenCity

- تكون وحدات الطلمبات من النوع الجاف الذى يركب داخل بيارة جافة فى حالة محطات الطلمبات الرئيسية ذات التصرفات والرفع المرتفع.
- يتم إختيار منحنيات الأداء للطلمبات لتغطى التشغيل على التوازى لوحدات الطلمبات عند أقصى كفاءة ممكنة على مدى تشغيلها.
- تصمم وحدات الطلمبات للتشغيل بصفة مستمرة ( ٢٤ ساعة يوميا ) فى جو حار رطب.
- يتم إدارة الطلمبات عن طريق محركات كهربائية ، تيار متردد ، ثلاثية الأوجه ٣٨٠ فولت، ٥٠ ذبذبة / ثانية.
- يجب ألا يقل عدد وحدات الطلمبات العاملة عن أثنين بحيث يكون العدد مناسب لتغطية الإحتياجات خلال ساعات اليوم.
- يجب أن يمثل عدد الطلمبات الإحتياطية ( ٥٠ - ١٠٠ ) ٪ من عدد الطلمبات العاملة.
- يجب ألا تزيد سرعة وحدات الطلمبات عن ١٥٠٠ لفة / دقيقة.
- يتم إحكام التسرب فى الطلمبات الصغيرة عن طريق موانع التسرب الميكانيكية. ويتم إستخدام طلمبات حبس فى حالة الطلمبات الكبيرة.
- يتم إختيار أقطار الخطوط الصاعدة بحيث لا تزيد سرعة لتدفق بها عن ١,٥ متر/ث ولاتقل عن ٠,٦ متر/ث.
- يتم تزويد وحدات الطلمبات التى تركب داخل بيارات جافة بمحابس قفل على أفرع السحب.
- تزود جميع وحدات الطلمبات بمحابس قفل وعدم رجوع على أفرع الطرد.
- يتم التحكم فى تشغيل وإيقاف وحدات الطلمبات طبقا لمنسوب المياه فى بيارة السحب.

٣-٤-٣ أسس التصميم لخطوط الطرد :

تقوم خطوط الطرد بنقل مياه الصرف الصحى إلى خط الإنحدار الرئيسى بمدينة ٦ أكتوبر.

٣-٤-٣-١ التصميم الهيدروليكى لخطوط الطرد :

سيتم إستخدام معادلة ( هازن - وليامز ) فى تصميم خطوط الطرد والمعادلة سبق شرحها فى البند رقم (٣-٣-١)



Moh/Pst/95/H.Gartin/Chp-3

يجب الا تقل سرعة أقطار المواسير المستخدمة فى خطوط الطرد عن ١٠٠ ملليمتر لتجنب إنسداد المواسير.

يجب الا سرعة السريان داخل خطوط الطرد عن ٠,٦ م/ث لسرعة توصيل مياه المخلفات قبل حدوث تفاعلات لاهوائية فيه والا تزيد عن ٣ م/ث لتفادى حدوث نحر بالماسورة ولتقليل الفاقد بالإحتكاك.

توضع محابس الهواء فى الأماكن المرتفعة من خطوط الطرد لتسريب الهواء المحبوس الذى يتجمع بها وكذلك توضح محابس للغسيل ( التصريف) فى الأماكن المنخفضة لتصريف مياه الصرف الصحى من الخط عند إجراء الصيانة.

توضع دعامات خرسانية عند القطع الخاصة كالاكواع والتيهات وخلافه.

٣-٤-٣-٢ مادة صنع مواسير خطوط الطرد لمياه الصرف الصحى :

يجب أن تكون المواسير المستعملة فى خطوط الطرد من النوع الذى يتحمل الضغوط الناتجة من التفاعلات اللاهوائية لمياه الصرف الصحى.

وأفضل أنواع المواسير التى يمكن إستعمالها لخطوط الطرد هى :-

أ - مواسير الحديد الزهر المرن المبطن من الداخل :

يمتاز هذا النوع بطول العمر والكفاءة ومقاومة للضغوط الداخلية والخارجية العالية علاوة على إمكانية تبطينه أما بالمونة الأسمنتية او البلاستيك وكلاهما لا يتأثر بالأحماض الموجودة بمياه الصرف الصحى ويصنع حاليا فى جمهورية مصر العربية الا أن سعره أعلى من باقى الأنواع الأخرى.

ب - مواسير البلاستيك (uP.V.C.) :

يتم تصنيع هذا النوع فى جمهورية مصر العربية حتى قطر ٤٠٠ ملليمترا ويمتاز بعدم تأثره بالتفاعلات اللاهوائية لمياه المجارى أو التربة وكذلك تحمله للضغوط الداخلية والخارجية بكفاءة عالية ويعيبه ضرورة العناية فى التركيب والردم حيث أنها تتعرض بسهولة للأعوجاج والإنبعاج ويعتبر سعرها الحالى مناسب.

جـ- مواسير الألياف الزجاجية (G.R.P.) :

يتم تصنيع هذا النوع فى جمهورية مصر العربية بأقطار تتراوح بين ٥٠٠ ملليمترا الى ١٨٠٠ ملليمترا ويمتاز بمقاومته لتآكل الناتج عن تأثر الأحماض فى مياه المجارى وتحمله للضغوط الداخلية والخارجية ويعيبه إرتفاع سعره حيث أنه أغلى نسبيا من الأنواع السابقة. كما أنه يحتاج الى عناية فائقة فى التركيب والردم .

د - مواسير الحديد الصلب المعالج :

يتم تصنيع هذا النوع بجمهورية مصر العربية بأقطار حتى ٨٠٠ ملليمتر ويمتاز بمقاومتها العالية للضغوط سواء داخلية أو خارجية يجب معالجتها بالغمر فى البيتومين أو التبطين بالمونة الأسمنتية أو البلاستيك . ويعتبر سعره مناسب وأن كان أغلى من سعر مواسير البلاستيك.

وبناء على المقارنة السابقة بين أنواع المواسير المختلفة يتم إستخدام مواسير البلاستيك (uP.V.C.) وذلك للأقطار أقل من ٤٠٠ ملليمتر. أما فى حالة الأقطار الأكبر من ٤٠٠ مم فيتم إستخدام مواسير الحديد الزهر المرن .

٣-٥ أسس التصميم لأعمال الرى :

مصطلح (نظام الرى) سوف يستعمل لتغطية كافة مكونات ومعدات وأجهزة الرى المستخدمة للرى بمنطقة المشروع .

أ- خزانات أرضية لضخ المياه فى شبكة مواسير الرى.

ب- محطة طلمبات لضخ المياه فى شبكة مواسير الرى.

ج- شبكة المواسير الرئيسية والفرعية .

د- الرشاشات ومنقطات الرى.

هـ- أجيزة التحكم.

وسوف يتم تقسيم منطقة المشروع الى أجزاء صغيرة لتسهيل عملية التحكم فى أعمال الرى وكل جزء سوف يروى فى وقت يختلف عن وقت رى الأجزاء الأخرى .

وسوف يتم التحكم من بعد فى كمية مياه الرى ودقتها بواسطة صمام كهربائى مبرمج أى متصل ببرنامج لنظام الرى ، وبواسطة هذا الصمام الكهربائى سوف يسمح لمياه الرى بالمرور من خلال المواسير الرئيسية للمواسير الفرعية ثم الى مكان الرى عن طريق الرشاشات أو المنقطات . وهذه الطريقة الاوتوماتيكية هى أفضل الطرق للحفاظ على المياه وتقليل الفاقد الناتج عن التبخر وكذا الناتج عن الفقد نتيجة التسرب خلال التربة.

٣-٥-١ الخزان الأرضى ( Ground Reservoir ):

وله نفس أسس تصميم الخزانات الأرضية المستخدمة فى تخزين مياه الشرب والحريق والمذكورة فى البند رقم ٣-٣-٢ وتكون السعة التصميمية لهذا الخزان تغطى إحتياجات الرى لمدة نصف يوم .

٣-٥-٢ محطات طلمبات مياه الرى :

يستلزم الأمر وجود محطة طلمبات لسحب مياه الرى من الخزانات الأرضية وضخها فى شبكة الرى ، وسوف يتم تصميم محطة الطلمبات لتلبية أقصى الاحتياجات اليومية كما أن الضغط التصميمى لمحطة الطلمبات سوف يعتمد على ضغط التشغيل اللازم للرشاشات والمنقطات وكذلك على أطوال المواسير الفرعية والرئيسية لشبكة توزيع مياه الرى داخل منطقة المشروع ومن ثم التغلب على الفاقد فى الضغط بالإحتكاك المتولد من سريان المياه داخل المواسير والقطع الخاصة والمحابس وخلافه (الفواقد الأساسية فى الضغط + الفواقد الثانوية) وباقى أسس التصميم تكون مماثلة لأسس تصميم محطة طلمبات مياه الشرب.

يتم التصميم الهيدروليكى لشبكة مواسير الرى بإستخدام معادلة هازن - ويليامز كما سبق شرحه بالبند ٣-٣-١ من هذا الباب .

نوعية مواسير الرى :

سوف تستخدم مواسير البلاستيك (uPVC) لمقاومتها الشديدة للتفاعل مع الأملاح الذائبة أو أى مواد تستخدم فى الأسمدة كذلك مقاومتها الشديدة للتآكل من التربة المدفونة بها المواسير .

٣-٦ أسس تصميم الأعمال الكهربائية :

٣-٦-١ لوحات توزيع الجهد المتوسط :

تكون اللوحات من النوع المقفل ، المناسب للتركيب داخل المبانى وتعمل على إستقبال الجهد المتوسط ١١ ك.فولت من شبكة المدينة . وتكون اللوحات من النوع المعتمد لدى شركة الكهرباء بجمهورية مصر العربية.

٣-٦-٢ المحولات :

يتم تركيب المحولات الكهربائية لخفض الجهد من شبكة الكهرباء الى جهد التشغيل المناسب لمحركات الطلمبات ومهمات الإنارة والتهوية والتكييف وتكون مطابقة لمواصفات شركة الكهرباء بجمهورية مصر العربية.

٣-٦-٣ لوحات توزيع الجهد المنخفض :

تكون اللوحات من الطراز المقفل وتشمل القواطع الأوتوماتيكية وقضبان التوصيل النحاسية وأجهزة القياس ومهمات الوقاية وكذا مغذيات لوحات الإنارة والقوى.

٣-٦-٤ الكابلات :

- تكون جميع كابلات الجهد المتوسط والمنخفض من النحاس عزل XLPE ومن النوع المسلح عند اللزوم.
- يتم وضع الكابلات فى المجارى المخصصة لها فى أرضيات محطات الطلمبات بينما يتم وضعها داخل مواسير من الصلب عند إختراقها للحوائط.
- توضع الكابلات عند تقاطعات الطرق داخل [illegible] من البلاستيك السميك المحاط بالخرسانة.

٣-٦-٥ التأريض :

- يتم توصيل جميع أجزاء المحطة شاملة المحولات ووحدات توليد الكهرباء الإحتياطية ولوحات التوزيع والمحركات وكشافات الكابلات ومهمات الإنارة والتهوية وجميع الأجزاء المعدنية فى المشروع بنظام للأرضى عن طريق ربط الأجزاء المعدنية بأقطاب نحاسية توضع على عمق كاف من الأرض ويركب على نهايتها غرف خرسانية للإختبار والحماية.
- تكون قيمة مقاومة الأرضى من ٢ الى ٥ أوم ويجب زيادة عدد قضبان الأرضى لتحقيق القيمة المشار اليها.

٣-٦-٦ مهمات القياس والتحكم :

- يشمل النظم على أجهزة القياس والتحكم اللازمة لعمل محركات الطلمبات يدويا وأوتوماتيكيا . وبيان حالات التشغيل والتأكد من وضوح البيانات والمراقبة أو الإنذار تحت ظروف التشغيل المختلفة.

- ويكون النظام من النوع الكهربائى الألكترونى سريع الإستجبة وذو حد أدنى الإعاقة النقل كاملا بالكابلات اللازمة للتشغيل.

٣-٦-٧ الإنارة الداخلية :

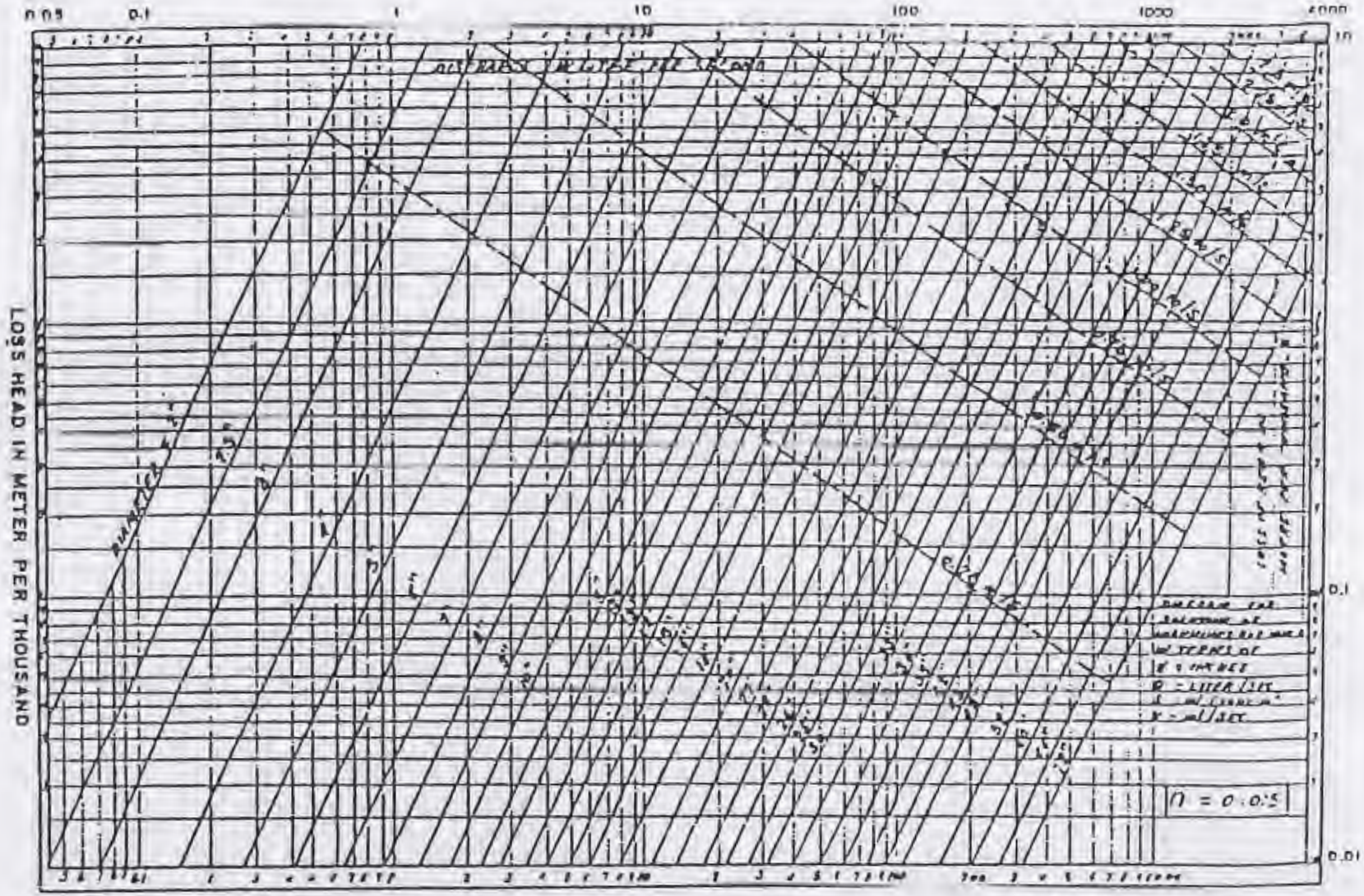
تتم الإنارة الداخلية بإستخدام لمبات الفلوروسنت بشكل أساسى وذلك لإنارة مبانى محطات الطلمبات ولوحات التوزيع والمبانى الأدارية كما تستخدم وحدات إضاءة بخار زئبق فى الأماكن الأخرى مثل المخازن والورش ومبانى وحدات توليد الكهرباء الإحتياطية.

٣-٦-٨ الإنارة الخارجية :

- تتم إنارة الطرق بإستخدام أعمدة إنارة مصنعة من الصلب المجلفن مزودة بكشافات إنارة تحتوى على لمبات بخار زئبق كاملة بالملف الخانق والمكثف.
- وتستخدم أعمدة إنارة بأشكال خاصة لإنارة لمناطق والمساحات الخضراء.

٣-٦-٩ وحدات توليد الكهرباء الإحتياطية :

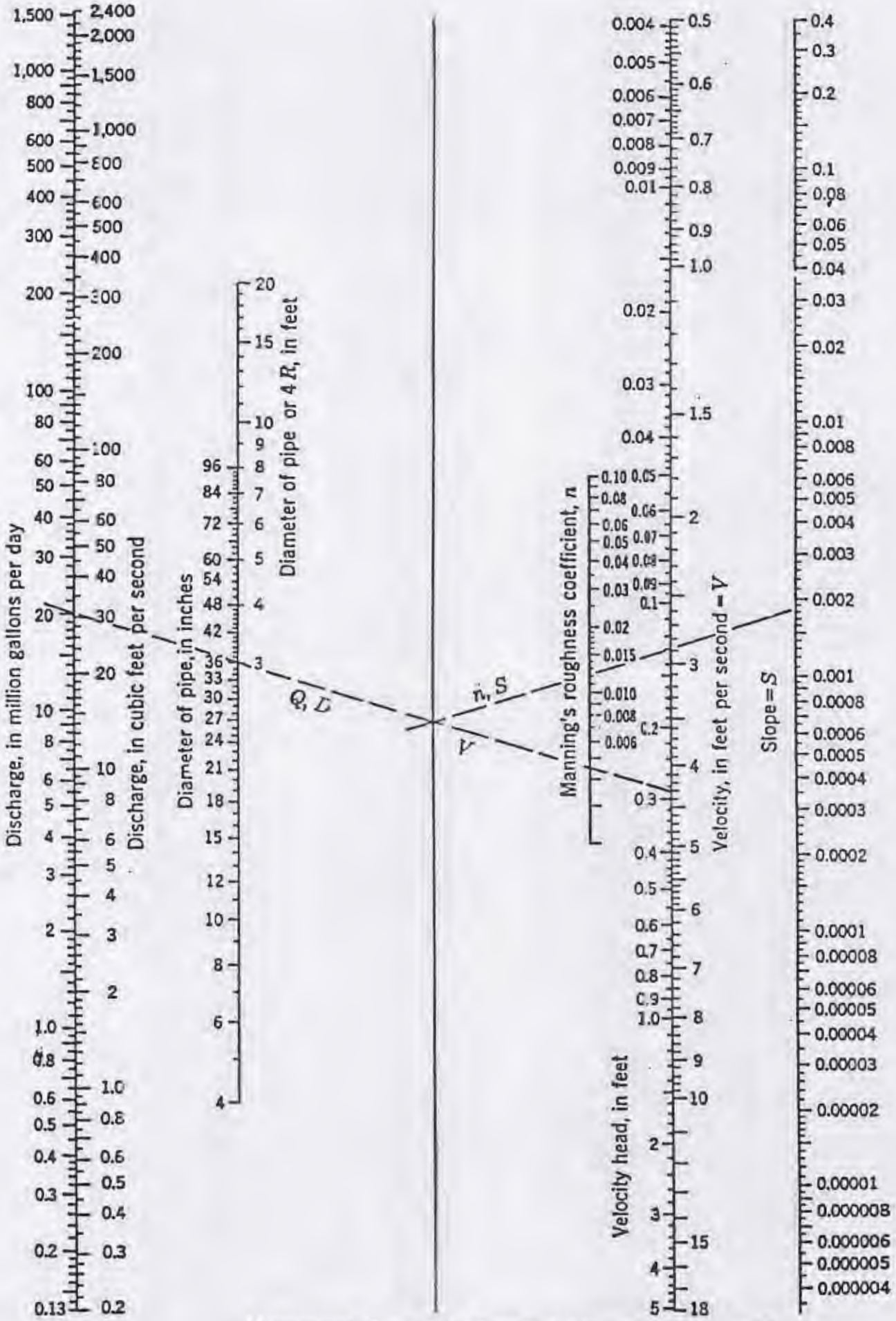
حرصا على عدم توقف أعمال الضخ ، يتم تركيب وحدات إحتياطية لتوليد الكهرباء داخل كل موقع لإمكان تغذية الموقع بالطاقة الكهربائية فى حالة إنقطاع التيار الكهربى من شبكة المدينة، ويتم إدارة وحدت التوليد عن طريق ماكينات ديزل . ويجب الا تزيد سرعة هذه الوحدات عن ١٥٠٠ لفة فى الدقيقة.




LOSS HEAD IN METER PER THOUSAND

DISCHARGE IN LITER PER SECOND

MANNING CHART




**Alignment chart for Manning formula for pipe flow.**

## رابعاً: وحدات المعالجة والاستفادة للصرف الصحى

### ٤-١ مقدمـــــــــة

فى هـــذا الـــباب يتم إستعراض أسس التصميم المختلفة التى سوف يتم إستخدامها فى تصـــميم وحدات عملية المعالجة المختلفة وذلك لمعالجة التصرفات الواردة الى محطة المعالجة من مياه الصرف الصحى . وتشمل أسس التصميم التى يتم إستعرضها، أسس تصـــميم أعمـــال معالجـــة مياه الصرف الصحى ، مثل تصميم الأعمال الميكانيكية والأعمال الكهربية والأعمال الإنشائية .

### ٤-٢ أعمال معالجة مياه الصرف الصحى :

#### ٤-٢-١ عـــــــــام :

تهـــدف عمـــليات معالجة مياه الصرف الصحى الى إمكانية التخلص من أو إستعمال فـــائض ميـــاه الصرف الصحى بعد المعالجة بحيث لا يسبب تلوث لمصادر الغذاء أو المـــاء أو أى أضـــرار بالصحة العامة . وبناء على ذلك فإن مدى المعالجة المطلوبة لميـــاه الصـــرف الصحـــى يتوقف على الإمكانيات المتاحة للتخلص من هذه المياه أو إستعمالها بعد المعالجة – وهذا بدوره يحدد إختيار طرق المعالجة المناسبة ، وبغرض إعـــادة إســـتعمال الفائض بعد المعالجة فى أغراض الزراعة وأيضا بغرض المحافظة عـــلى البيئة المحيطة يمكن إستخدام المياه المعالجة فى أعمال تشجير الطرق الرئيسية القريبة من الموقع وعمل حزام شجرى لحدود المدينة بالإضافة الى إستصلاح وزراعة المـــنطقة الطوليـــــة بـــأحد الـــزراعات المناسبة لطبيعة الأرض وخصائص السوائل المعالجـــة ، ويتم الأخذ فى الإعتبار عند تصميم هذه الأعمال خواص المياه على النحو التالى :

| المعاييـــر | مياه صرف صحى خام | مياه معالجة |
|---|---|---|
| إحتياج الاوكسجين الحيوى ($BOD_5$) | ٤٥٠ مجم/لتر | ٣٠ مجم/لتر |
| تركيز المواد العالقة | ٥٥٠ مجم/لتر | ٣٠ مجم/لتر |

ويجـــب أن تـــتوافق خصائص المياه المعالجة مع التركيزات المسموح بها فى قوانين البيـــئة ٩٤/٤ و ١٩٨٢/٤٨ والقرارات الوزارية بالنسبة للملوثات المختلفة، وللحصول عـــلى هـــذه الدرجـــة العالية من المعالجة ، تحتاج مياه الصرف الصحى الى عمليات معالجة تتكون أساساً مما يلى :

* المعالجة التمهيدية والإبتدائية (الميكانيكية).
* المعالجة الثانوية (البيولوجية).
* معالجة الرواسب (الحمأة).

٤-٢-٢ المعالجة الإبتدائية (الميكانيكية) :

المعالجة التمهيدية والإبتدائية أساسية وضرورية لعمليات المعالجة الثانوية ، والغرض منها التخلص - بطريقة ميكانيكية - من المواد الطافية ومعظم المواد العضوية العالقة والمواد العضوية القابلة للترسيب . ويتم ذلك بواسطة الحجز بالمصافى وحجز المواد الزيتية والشحوم وفصل المواد العالقة بالترسيب .

وتتكون المعالجة الإبتدائية من الوحدات التالية :

- المصافى : لحجز المواد الغريبة الطافية والعالقة فى مياه الصرف الصحى (مثل قطع القماش والخشب وخلافه ...) .
- أحواض فصل الرمال : وذلك لإزالة المواد غير العضوية العالقة فى مياه الصرف الصحى مثل الطين والرمال وكذلك إزالة الزيوت والشحوم فى حالة الأحواض المهواة .
- أحواض الترسيب الإبتدائية : للتخلص من جزء من المواد العضوية العالقة ومعظم المواد العالقة غير العضوية وكذلك إزالة الزيوت والشحوم .

كما أن هناك وحدات اضافية يمكن استعمالها فى بعض الحالات مثل أجهزة تقطيع ناتج المصافى وأحواض فصل الزيوت المزودة بأجهزة التقليب بالهواء المضغوط .

كما أنه يمكن الإستغناء عن بعض هذه الوحدات حسب نوع المعالجة الثانوية (البيولوجية) التى ستستخدم فى المرحلة التالية .

وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحى حوالى ٢٥ - ٣٥% من الإحتياج الاكسوجينى الحيوى لمياه الصرف الصحى ، و ٥٠ - ٦٠% من كمية المواد العالقة بها .

٤-٢-٣ المعالجة الثانوية (البيولوجية) :

٤-٢-٣-١ وصف عام :

وهى عملية بيولوجية ، ينتج عنها أكسدة وتثبيت المواد العضوية وتحويلها الى مواد عضوية ثابتة أو مواد غير عضوية - تكون عادة على شكل ندف قابلة للترسيب وذلك بإضافة الهواء اما بطريقة مباشرة بواسطة كباسات وناشرات للهواء أو بطريقة غير مباشرة بإستخدام هوايات ميكانيكية أو بالاثنين معاً وتعاد الحمأة المترسبة فى أحواض

الترسيب النهائى الى أحواض التهوية مرة أخرى لتكون الوسط الذى يتم بواسطته عملية الأكسدة للمواد العضوية ويراعى وجود تقليب مستمر لمنع حدوث أى ترسيب داخل الحوض خوفاً من تراكم الرواسب مما يقلل من كفاءة عملية الاكسدة وتنشيط البكتريا اللاهوائية فى منطقة الرواسب ، ويلى وحدات المعالجة البيولوجية أحواض الترسيب النهائى لإزالة المواد العالقة المؤكسدة لتخرج المياه بعد ذلك وهى لا تحتوى الا على كمية قليلة من المواد العالقة وإحتياج اكسوجينى حيوى محدود .

وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحى ، حوالى ٧٥ - ٩٠% من الإحتياج الاكسوجينى الحيوى ، ٨٠ - ٩٠% من المواد العالقة - وذلك حسب طريقة المعالجة الثانوية المستعملة .

### ٤-٢-٣-٢ الطرق المختلفة للمعالجة البيولوجية :

أهم الطرق الرئيسية المستخدمة للمعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى هى ما يلى :

أ - بحيرات الأكسدة الطبيعية .

ب - المرشحات البيولوجية : مرشحات الزلط العادية والسريعة

جـ- الحمأة المنشطة :

- الطريقة التقليدية .
- التهوية الممتدة .
- بحيرات الأكسدة المهواة .
- طرق أخرى .

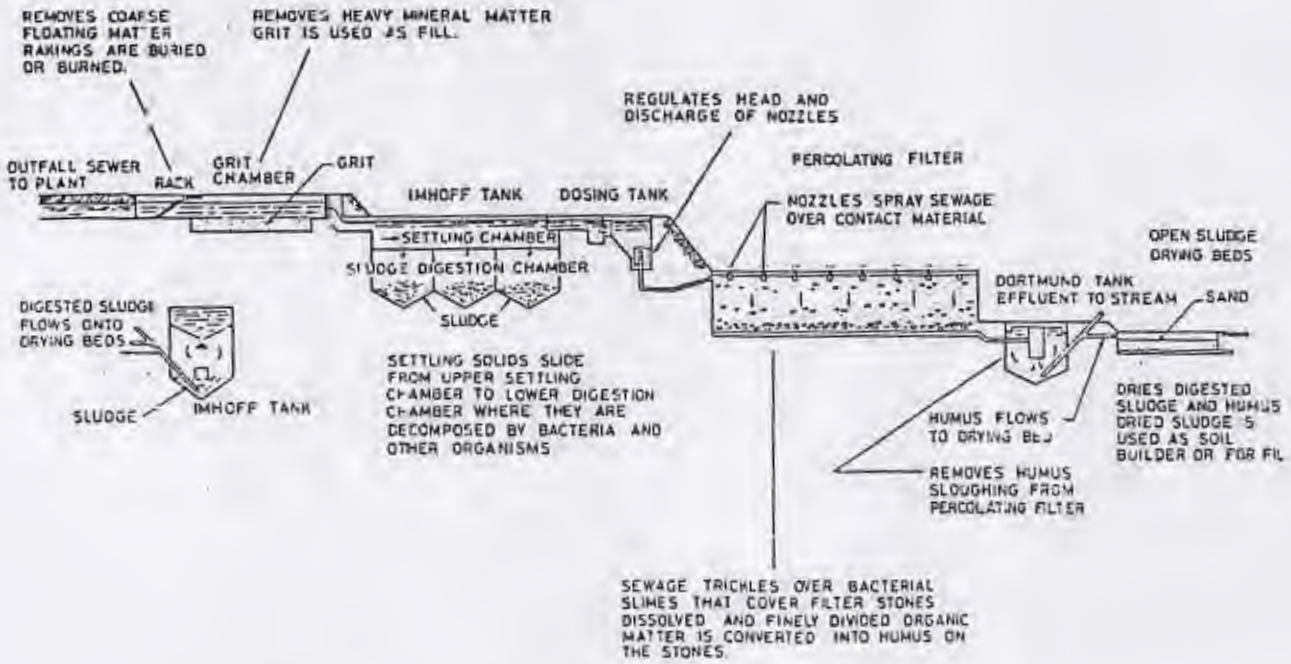
### ٤-٢-٣-٣ مقارنة اقتصادية وفنية بين طرق المعالجة البيولوجية المختلفة :

من الضرورى تحديد العوامل التى يجب مراعاتها عند المقارنة بين الطرق المختلفة للمعالجة البيولوجية من الناحية الاقتصادية والفنية ، وحتى يمكن إختيار الطريقة المناسبة لعمليات معالجة مياه الصرف الصحى .

ومن أهم العوامل التى تحكم المقارنة ما يلى :

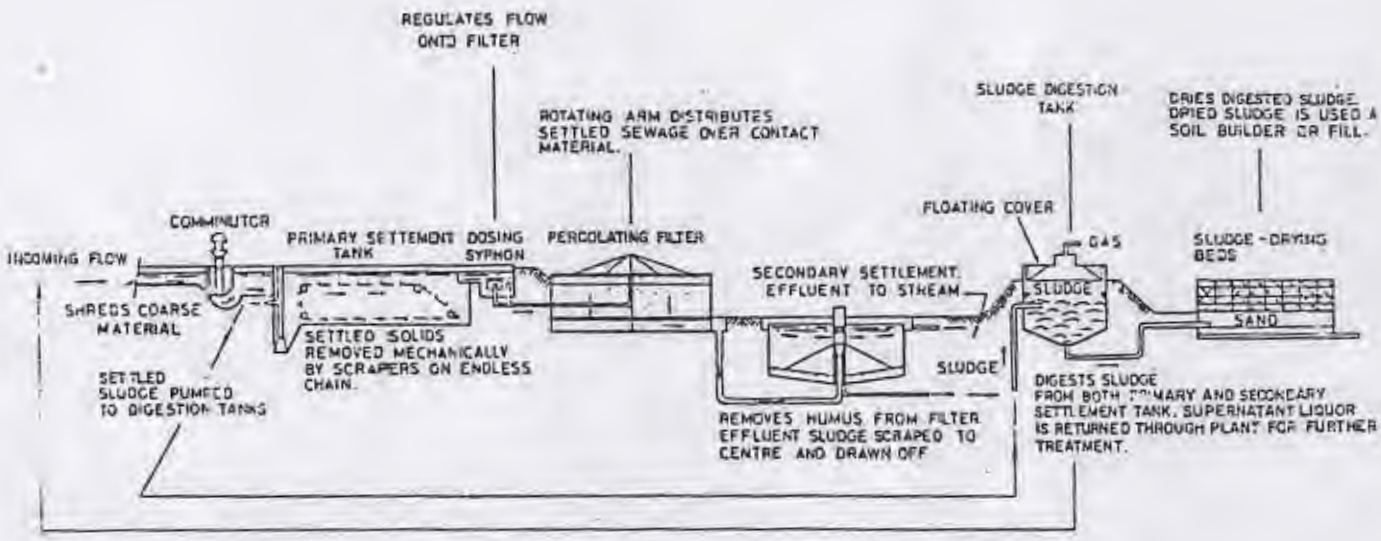
١ - نوعية مياه الصرف الصحى الخام .

٢ - النوعية المطلوبة للمياه الخارجة من عملية المعالجة والأغراض التى ستستخدم فيها هذه المياه .



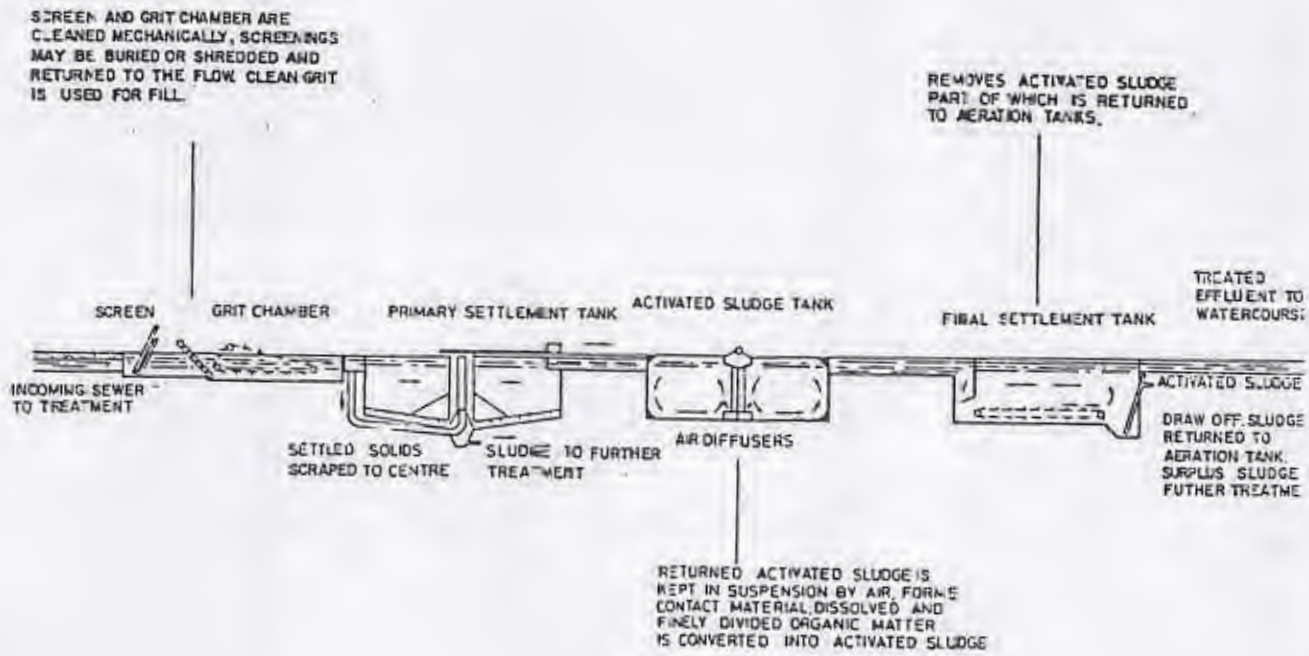

TYPICAL SEWAGE TREATMENT PLANT.

PERCOLATING FILTER INCLUDING COARSE SCREENING, GRIT REMOVAL, PLAIN SEDIMENTATOIN, CONTACT TREATMENT, FINAL SETTLING AND SLUDGE DRYING.



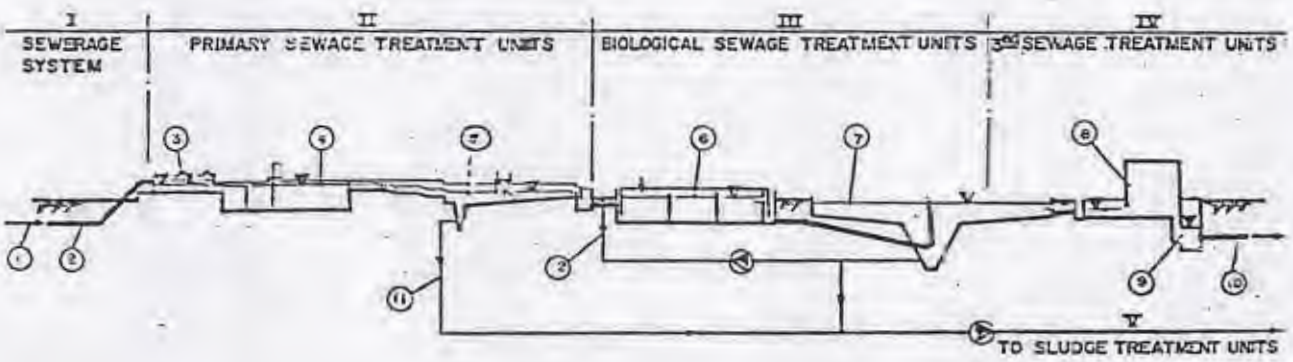

TYPICAL SEWAGE TREATMENT PLAN - BIO FILTRATION

COMMINUTION, PRIMARY SEDIMENTATION, CONTACT TREATMENT, FINAL SETTLEMENT, SLUDGE DIGESTION & DRYING.



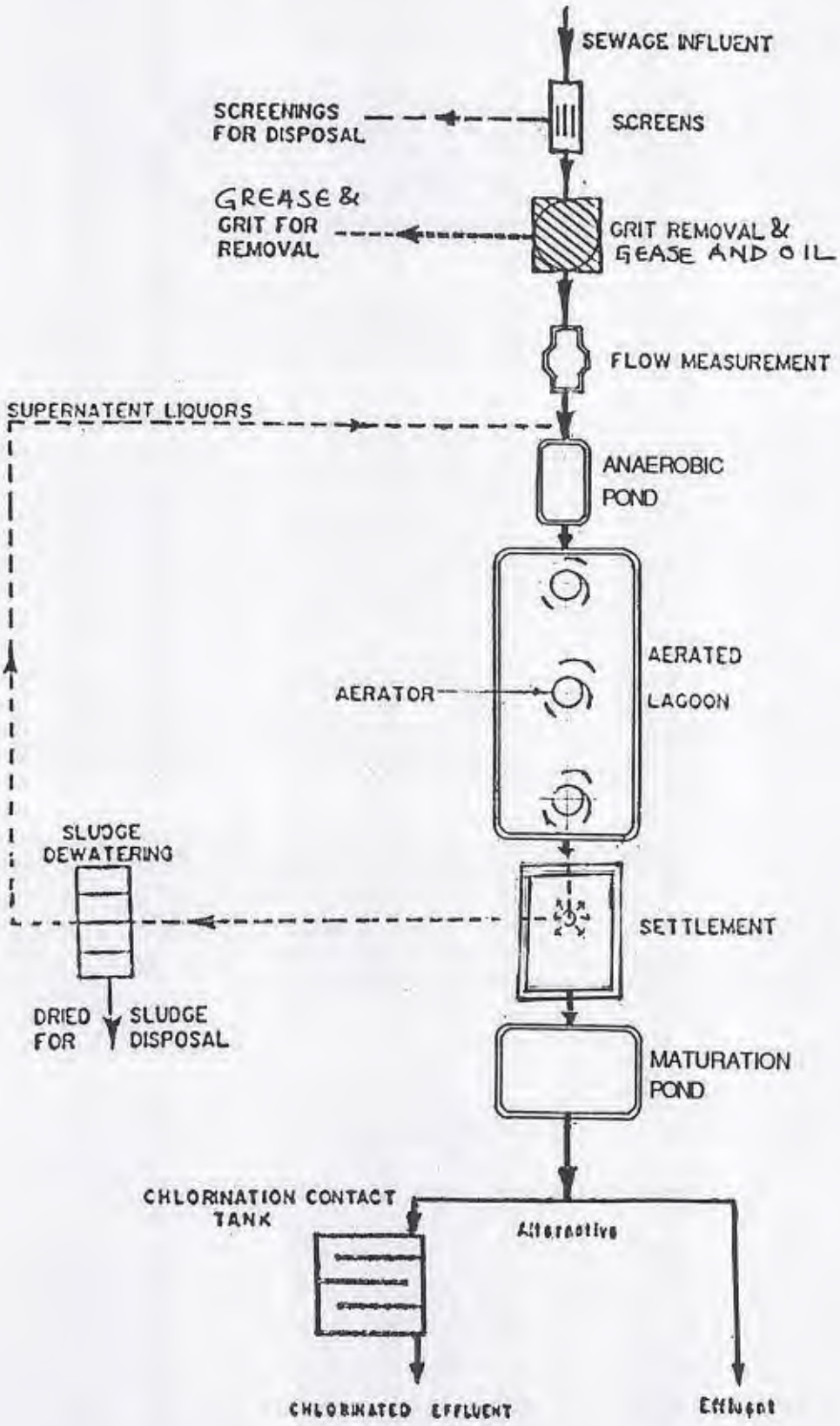

TYPICAL SEWAGE TREATMENT PLANT - ACTIVATED SLUDGE (DIFFUSED AIR TYPE).

ACTIVATED SLUDGE PLANT INCLUDING COARSE SCREENING, GRIT REMOVAL SEDIMENTATION, CONTACT TREATMENT AND FINAL SETTLEMENT.

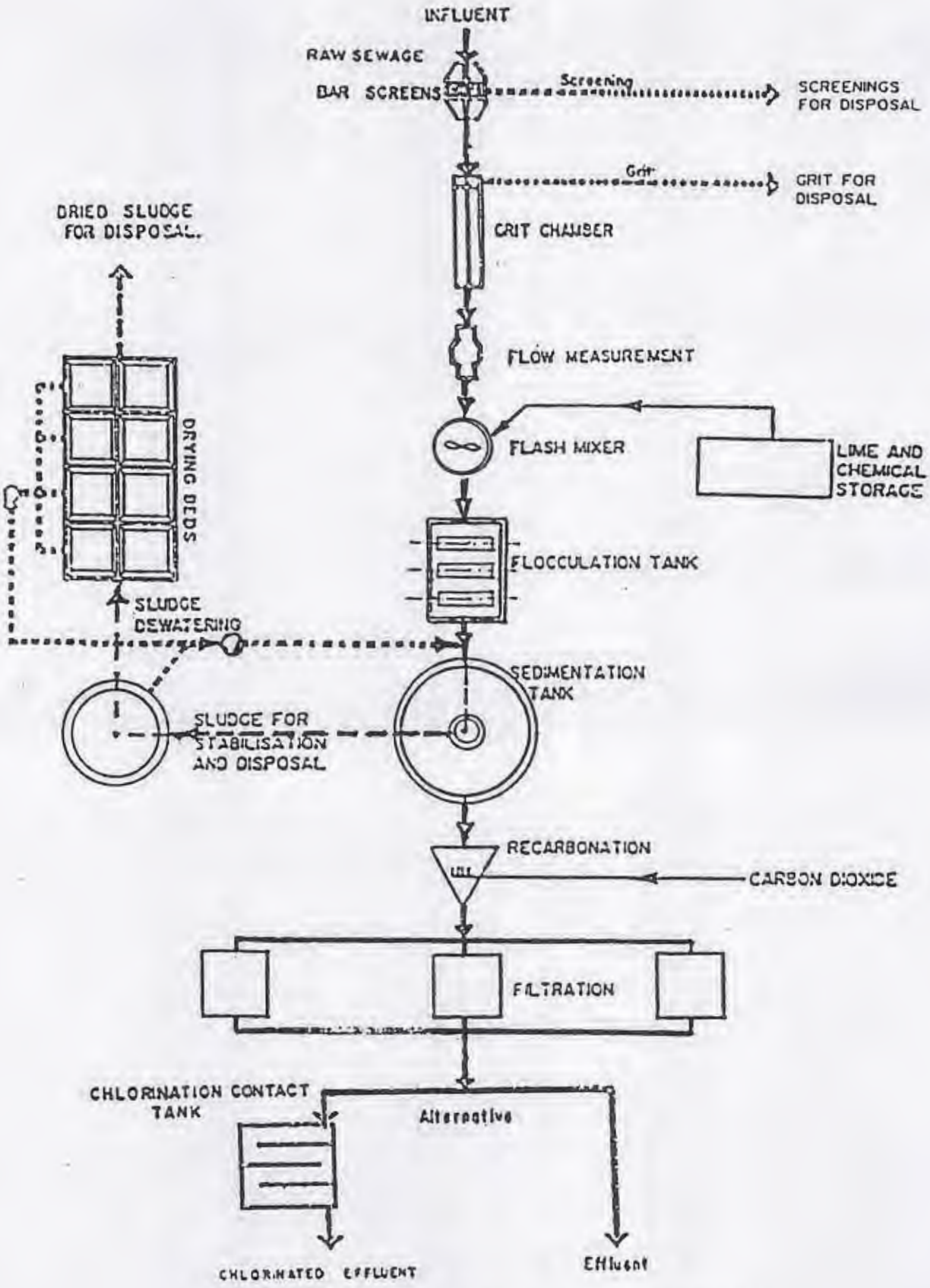



1- RAW SEWAGE
2- RISING MAIN
3- SCREEN
4- GRIT CHAMBER
5- 1st SETT. TANK
6- BIOLOGICAL TANK
7- 2nd SETT. TANK
8- CHLORINATION BUILDING
9- CONTACT RESERVOIR
10- EFFLUENT SEWAGE
11- PRIMARY SLUDGE
12- ACTIVATED SLUDGE

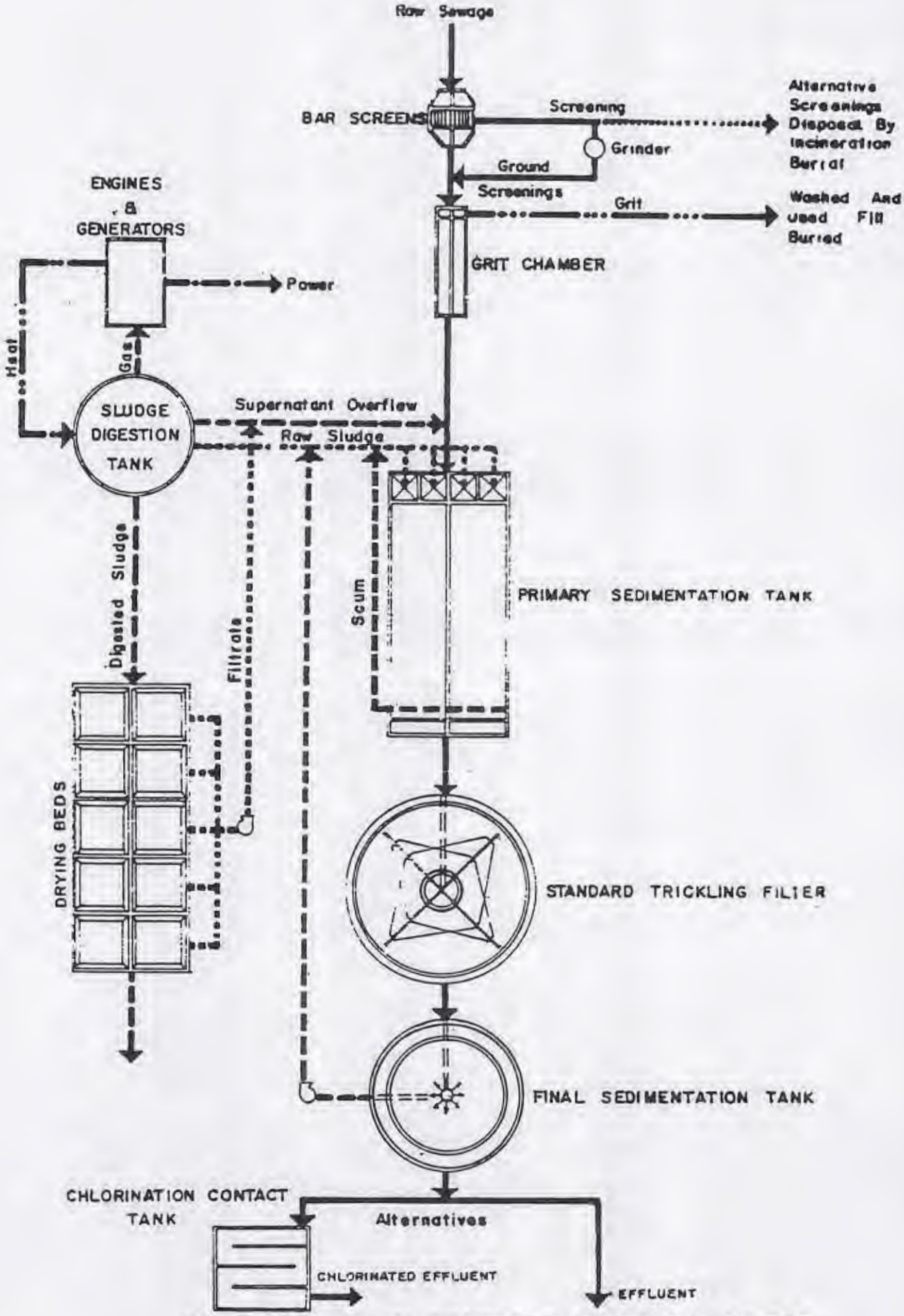
DIAGRAMATIC SKETCH FOR HYDRAULIC PROFILE OF SEWGTP.



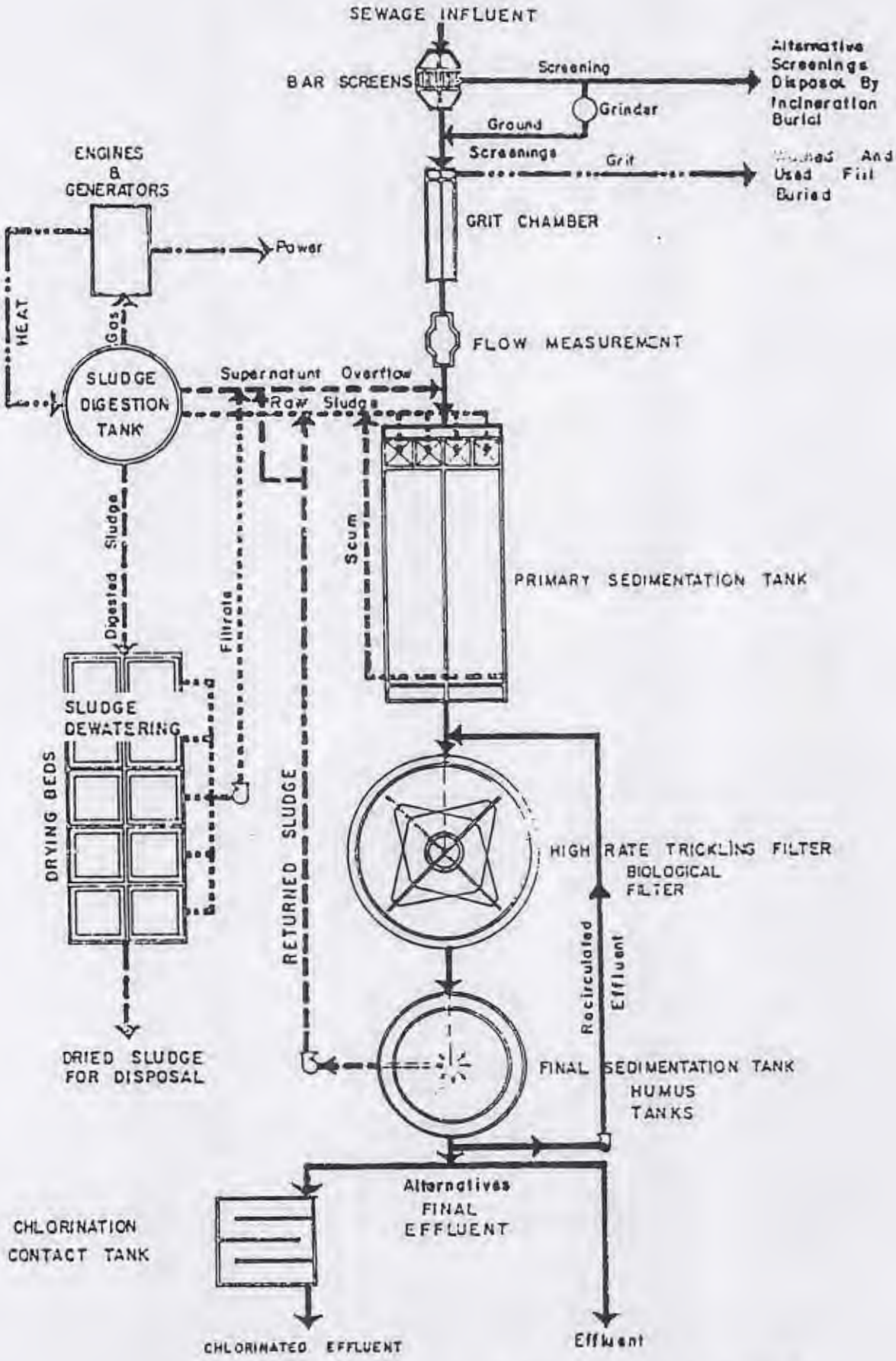

TYPICAL PROCESS FLOW DIAGRAM FOR AREATED LAGOONS



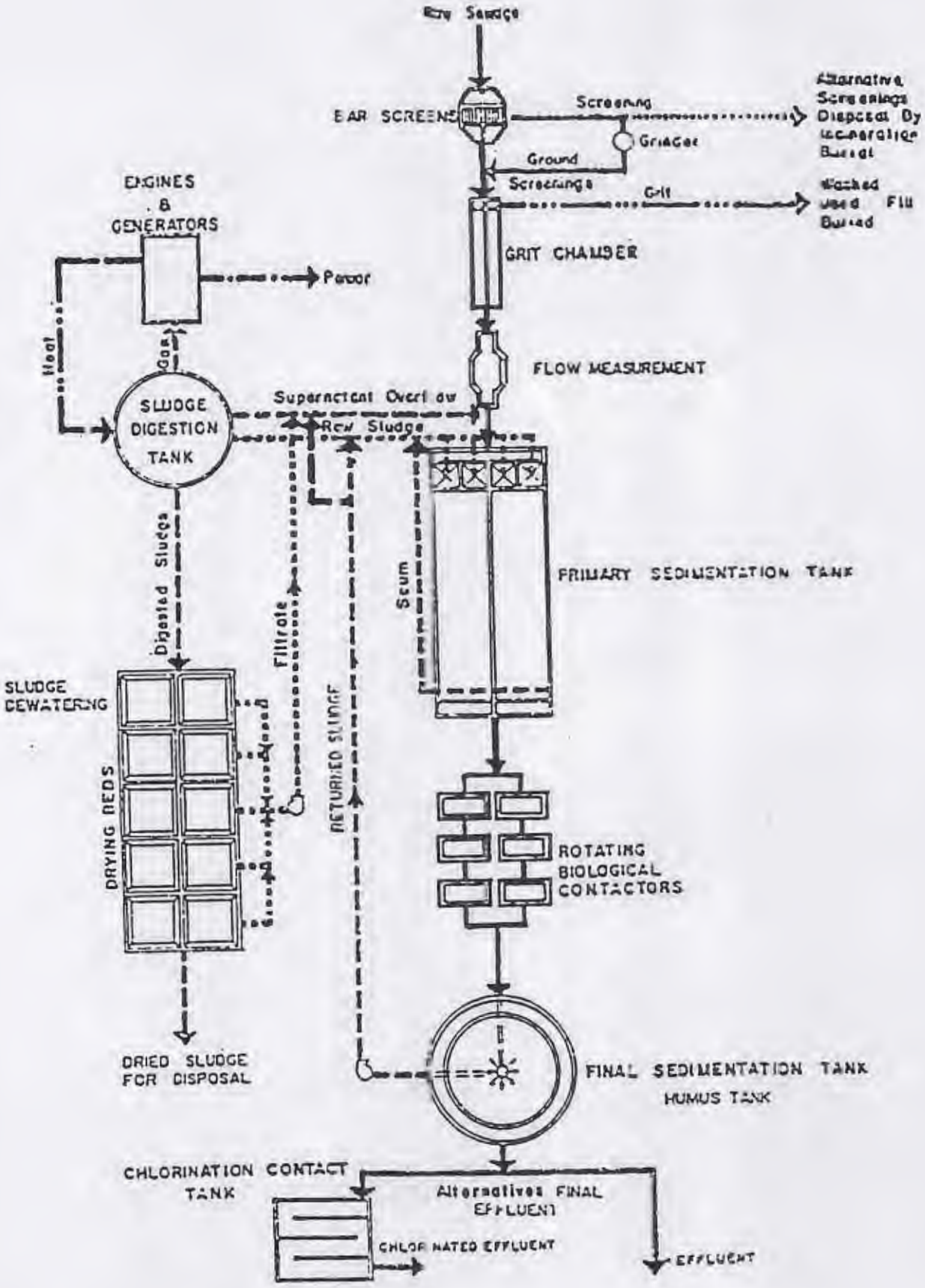

TYPICAL PROCESS FLOW DIAGRAM
FOR PHYSICO-CHEMICAL TREATMENT



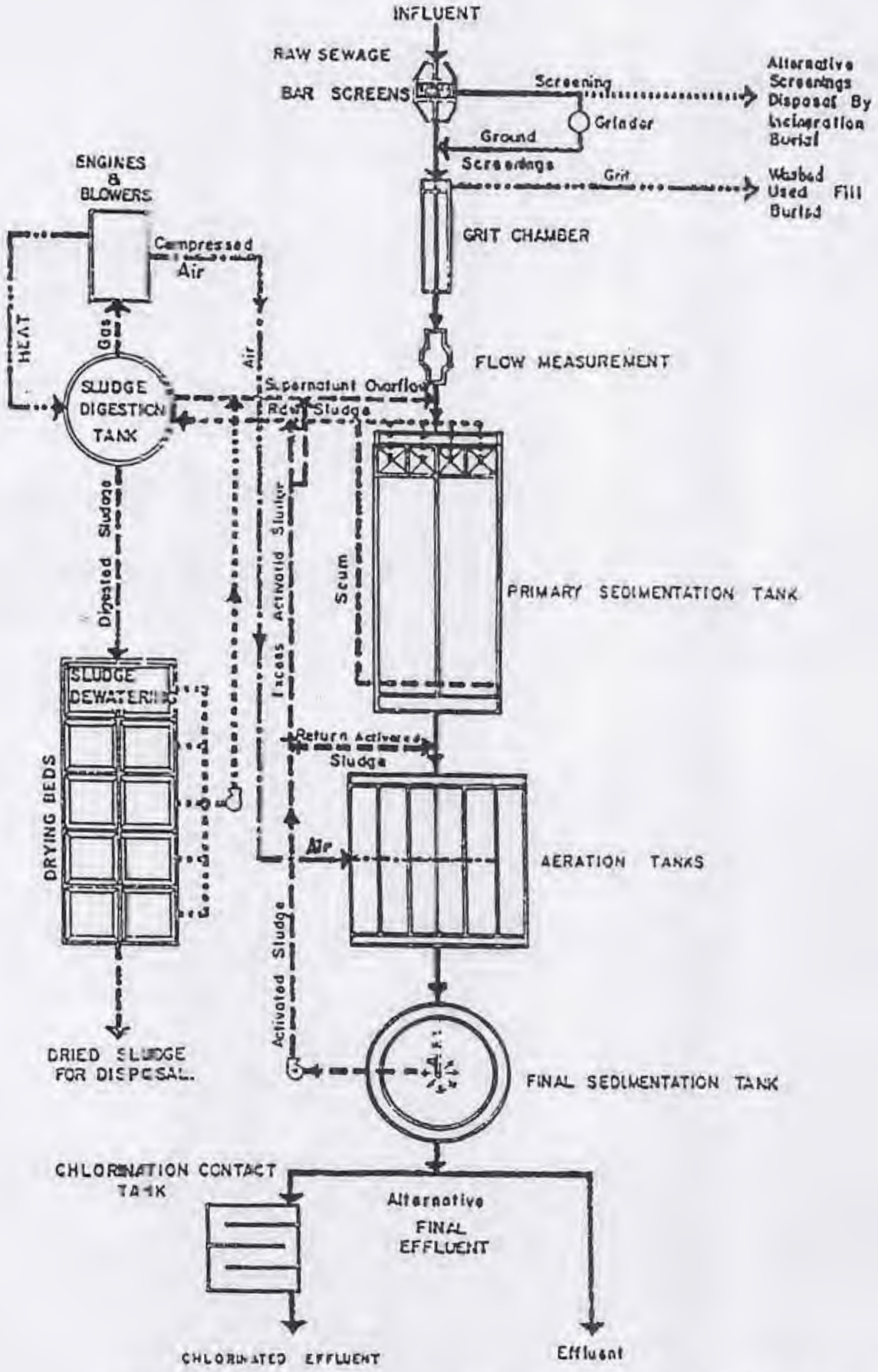

FLOW DIAGRAM IN STANDARD TRICKLING FILTER SEWAGE_TREATMENT PLANT.



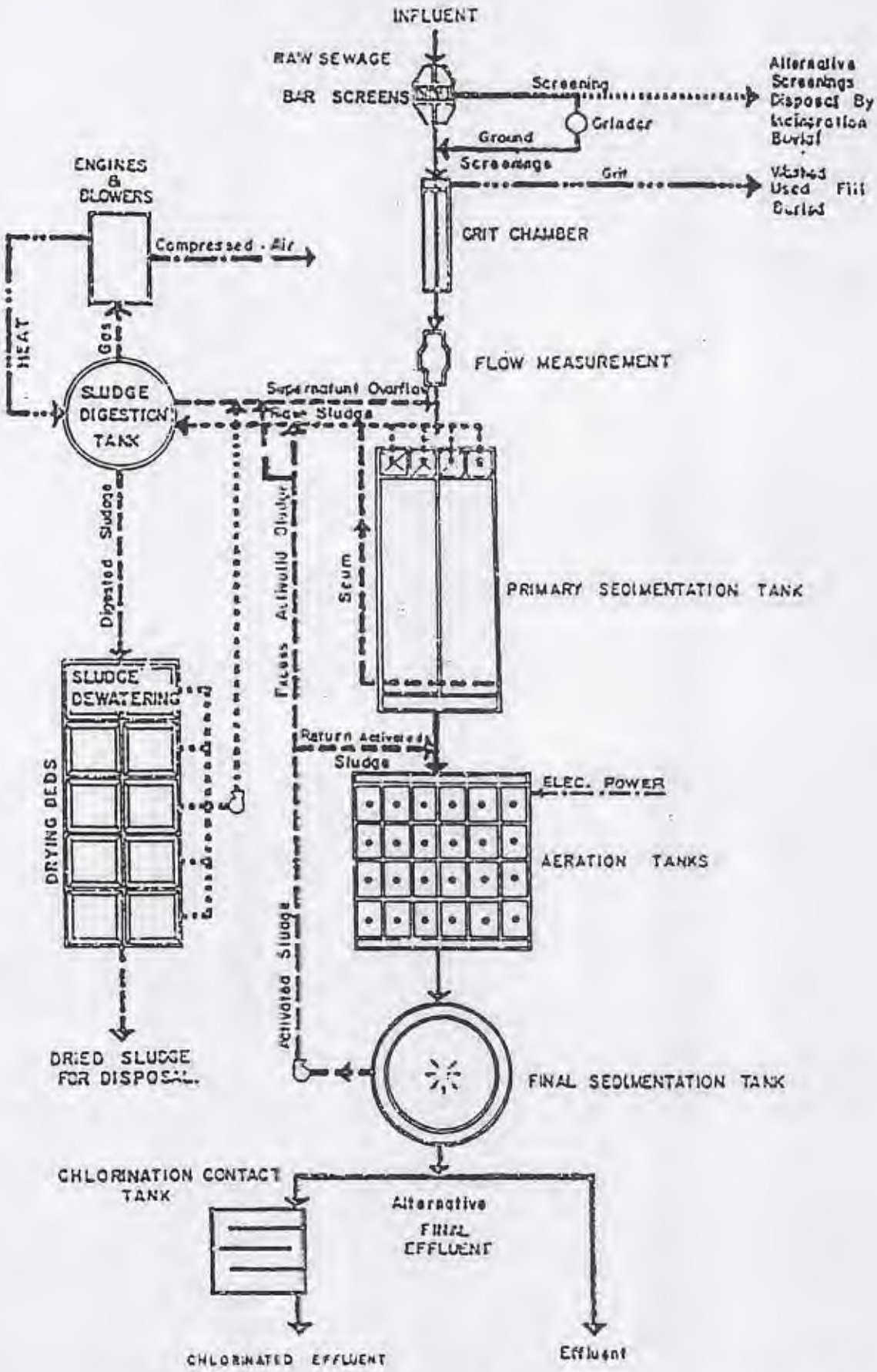

FLOW DIAGRAM IN HIGH RATE TRICKLING FILTER SEWAGE-TREATMENT PLANT.



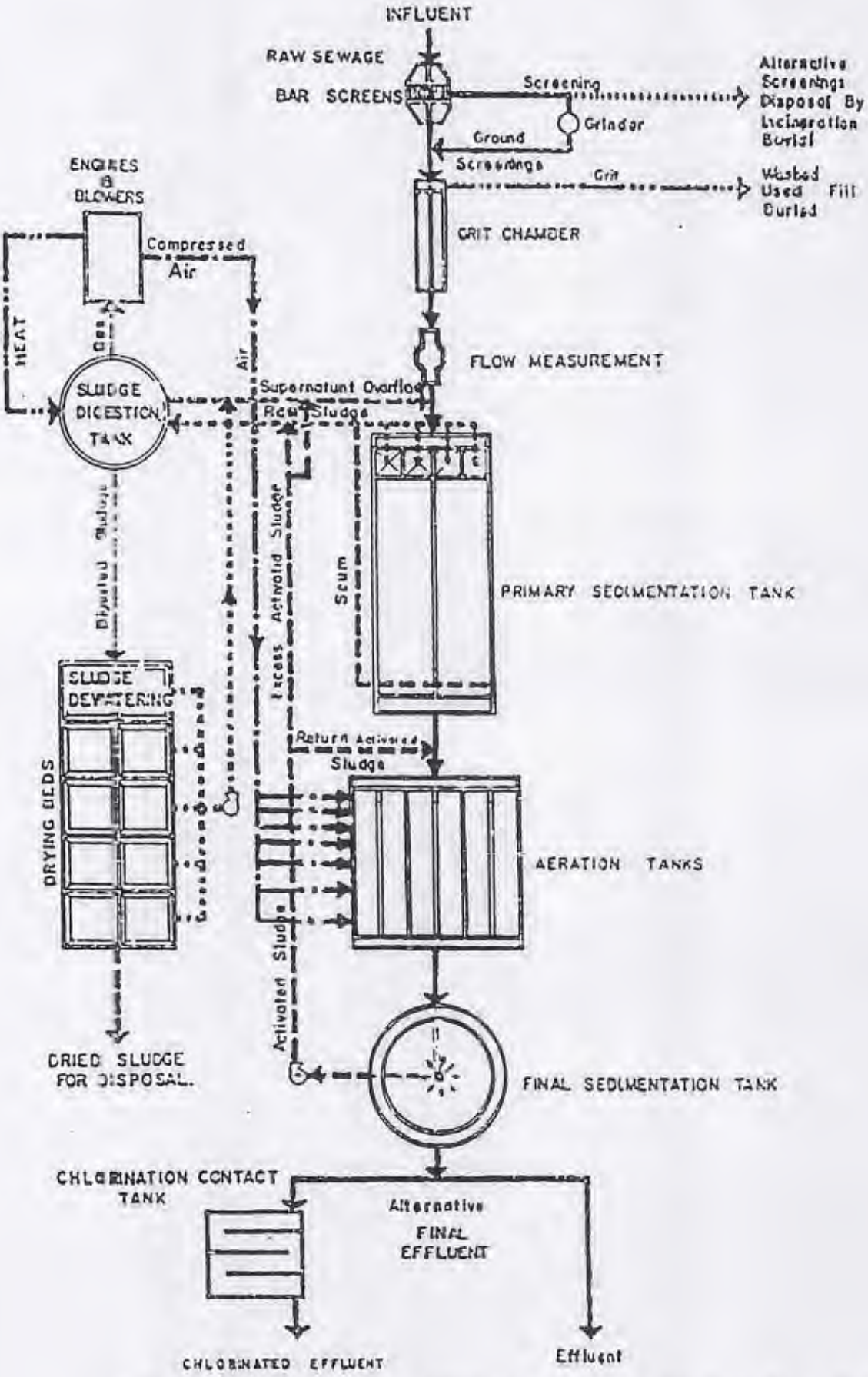

TYPICAL PROCESS FLOW SHEET
FOR ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS



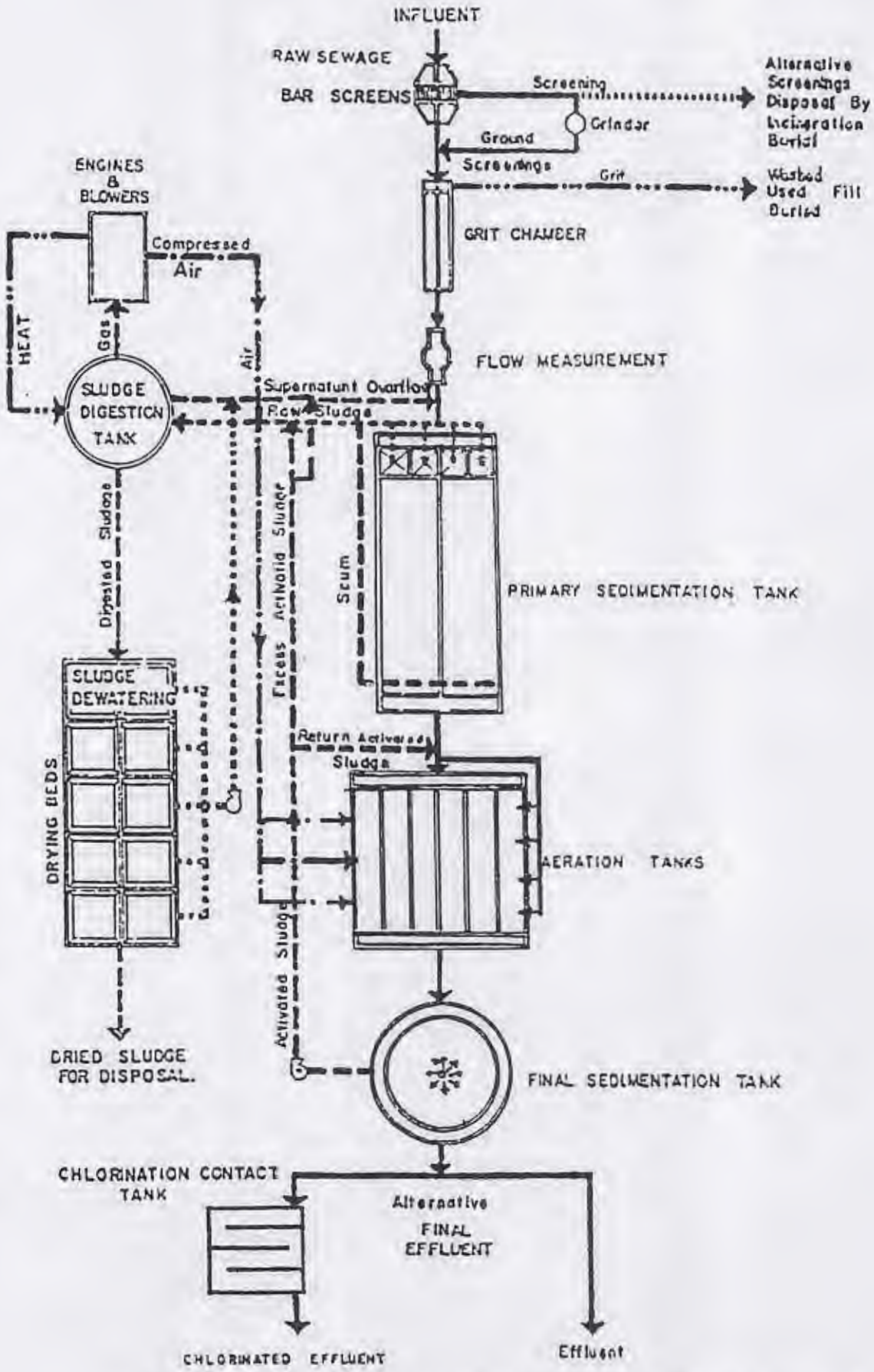

FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.



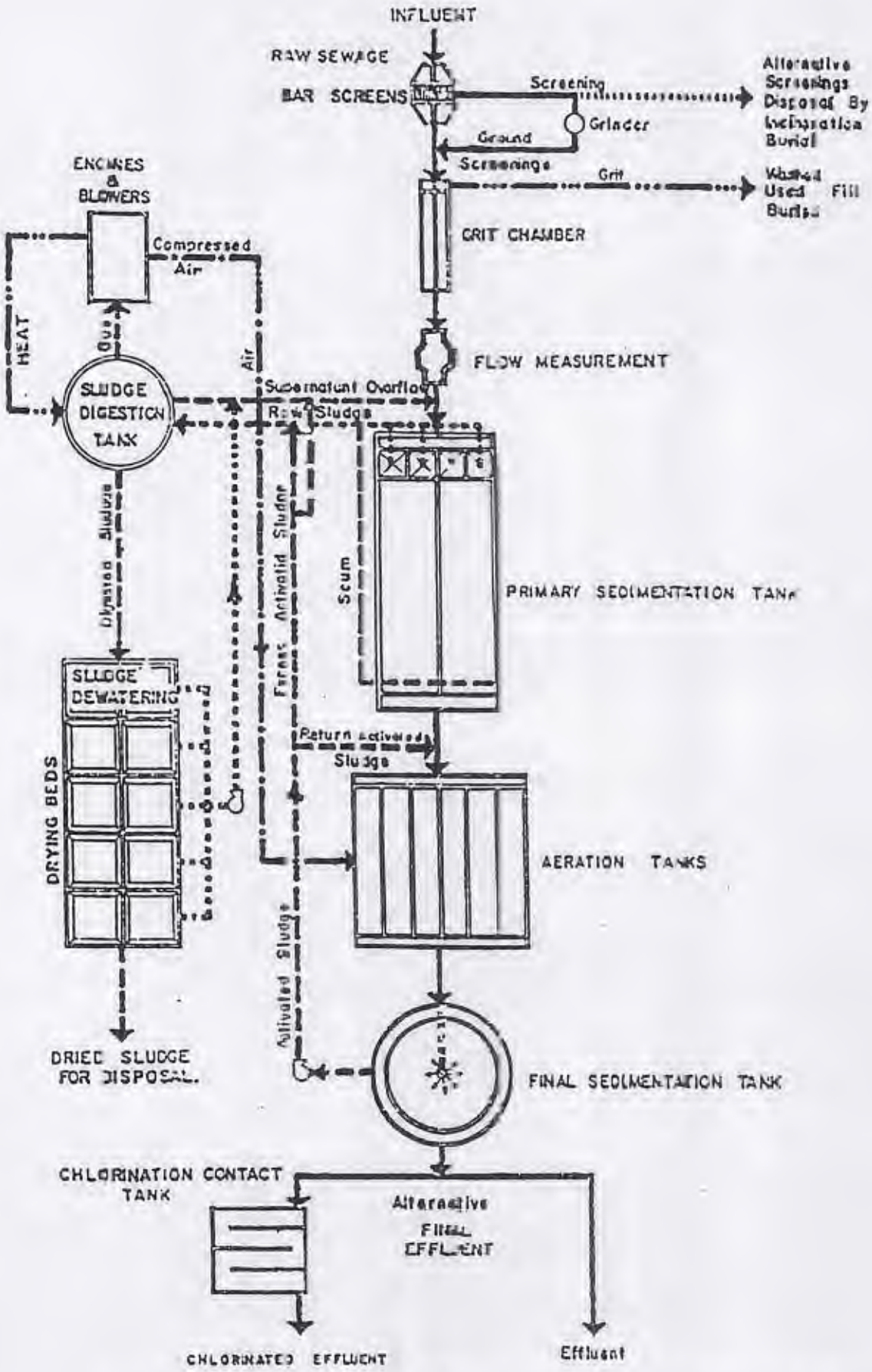

FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.



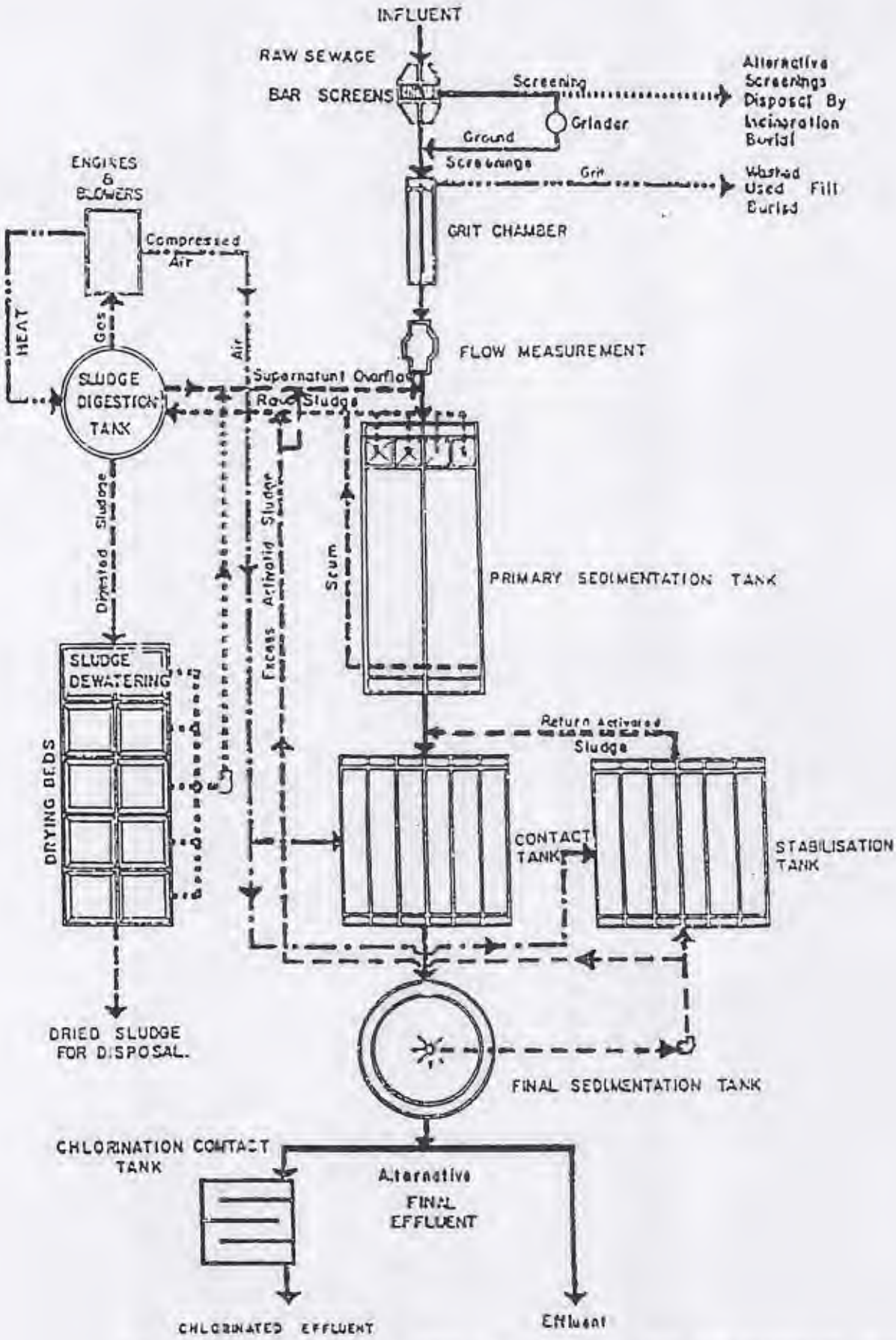

FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.
Tapered aeration process.



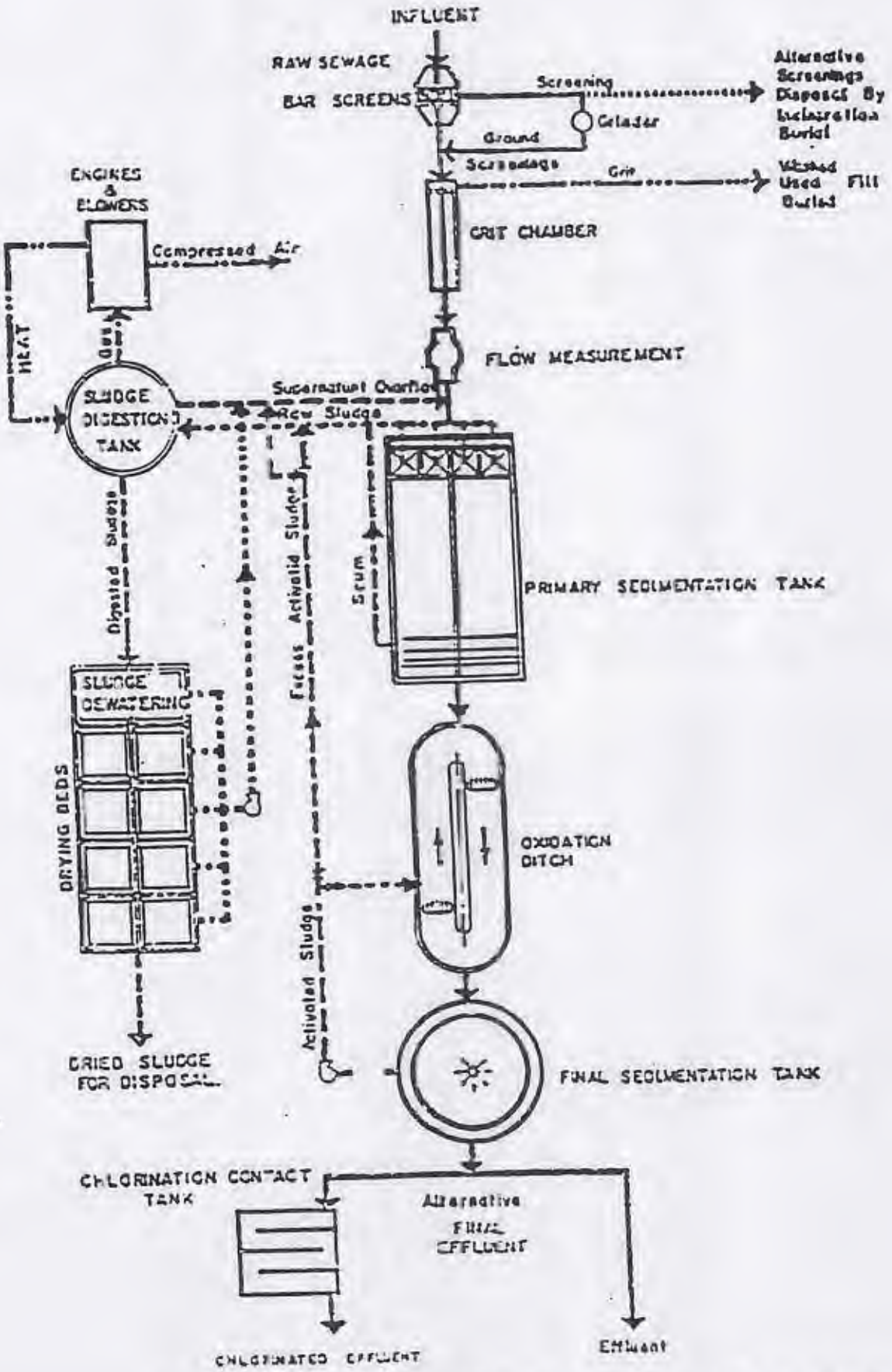

FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.
Step feed process.



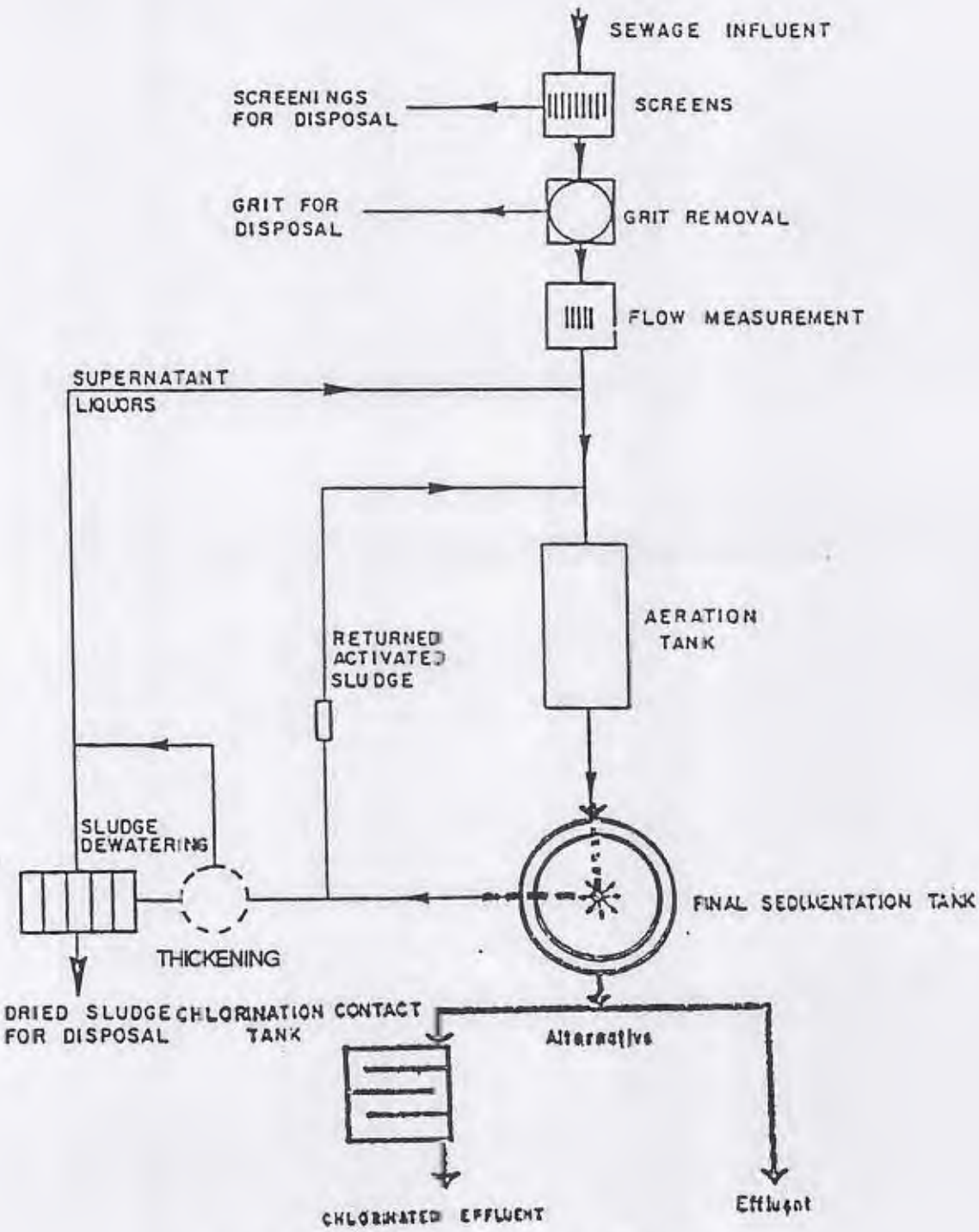

FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT. FOR EXTENDED AERATION



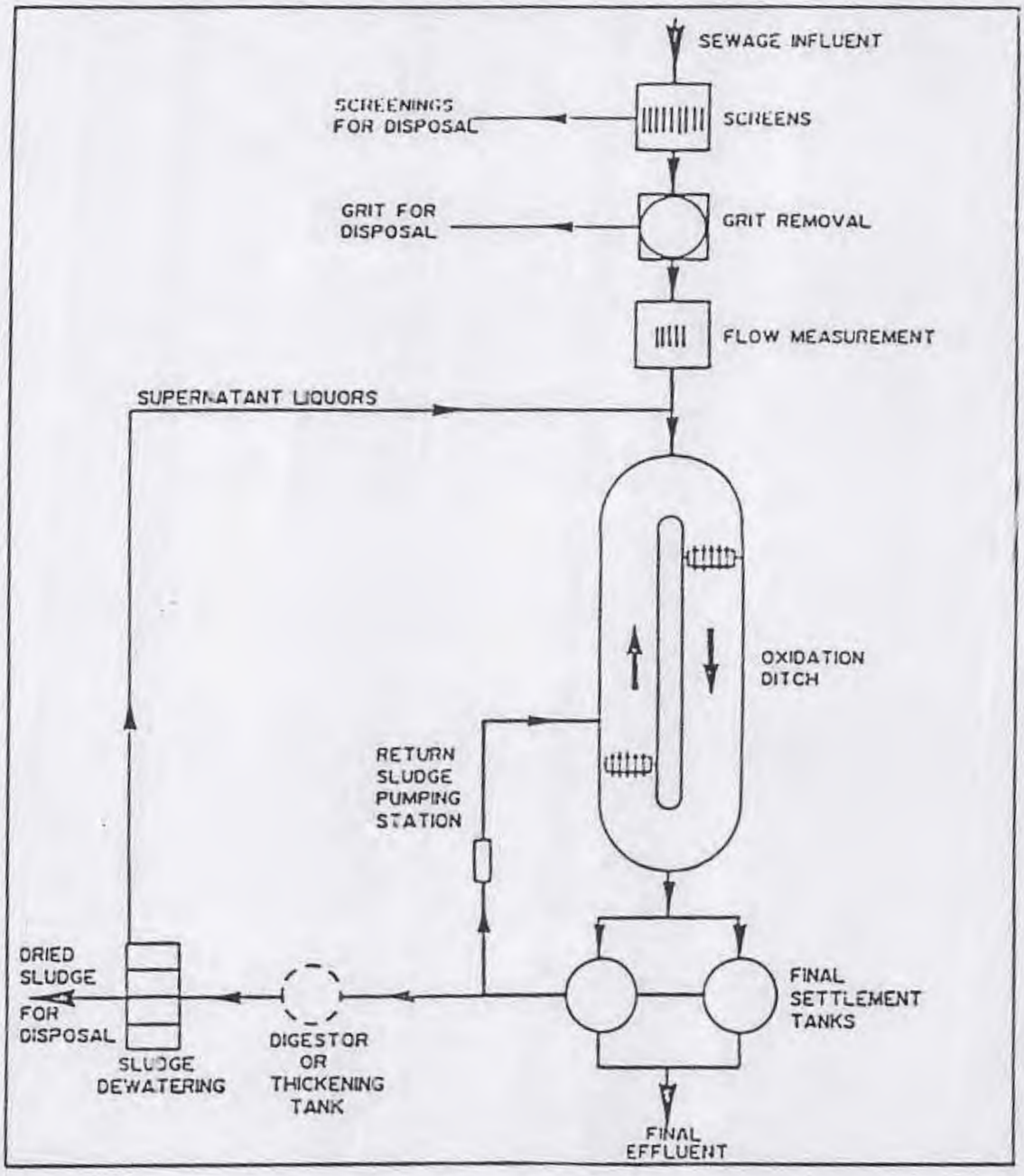

FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT. FOR CONTACT STABILISATION



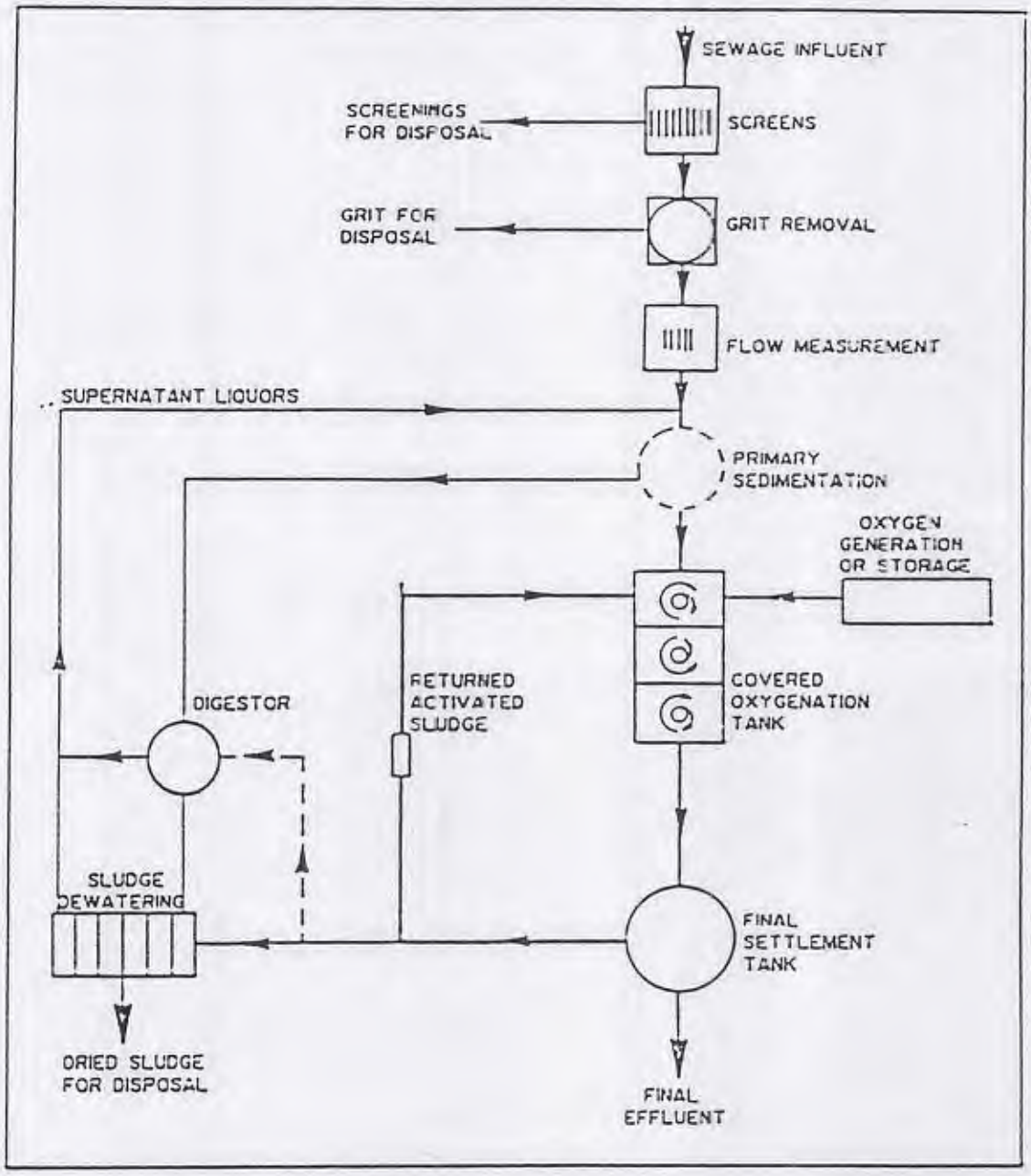

FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT-
FOR OXIDATION DITCH




TYPICAL PROCESS FLOW DIAGRAM
FOR EXTENDED AERATION

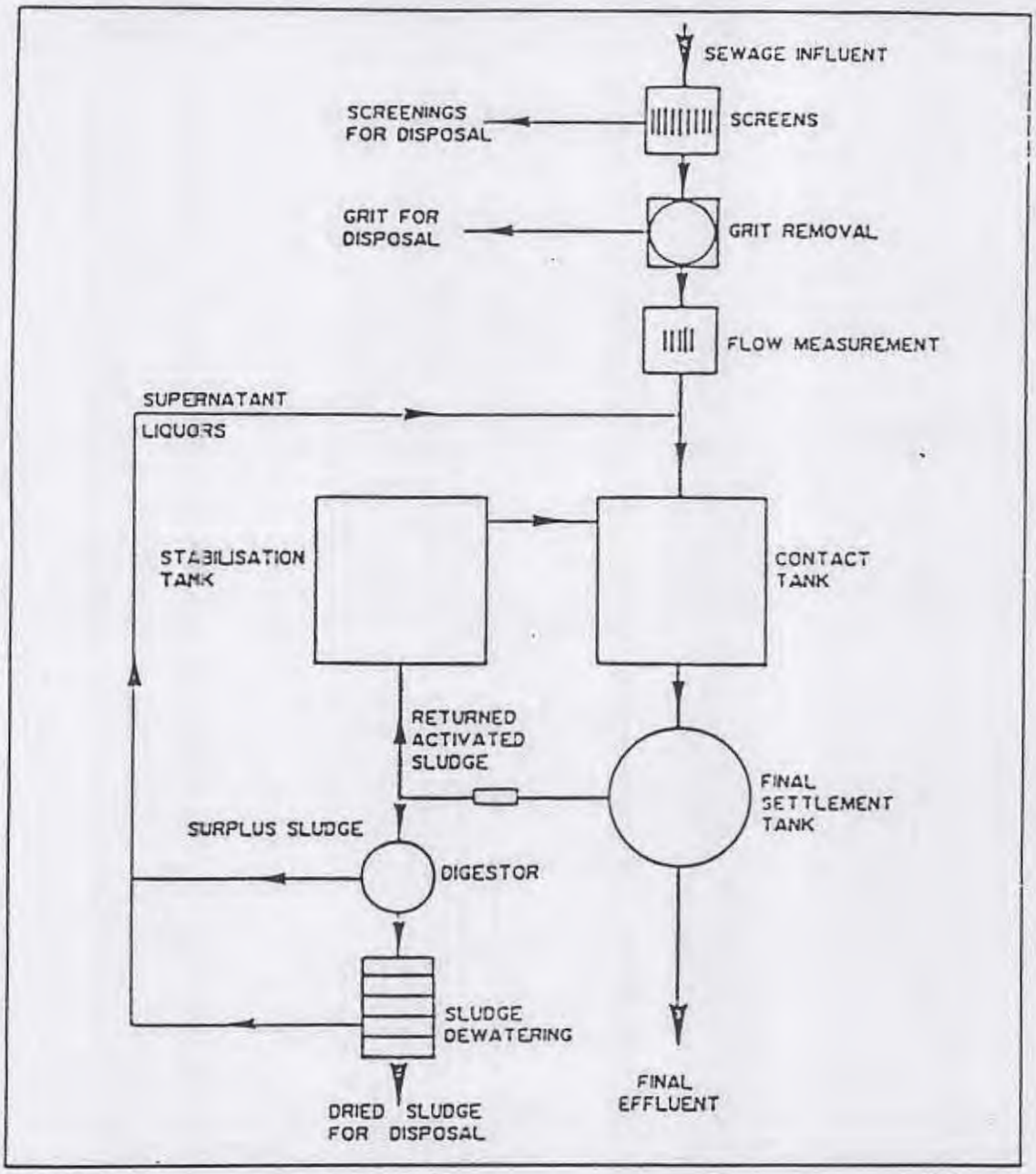



TYPICAL PROCESS FLOW SHEET
FOR OXIDATION DITCH

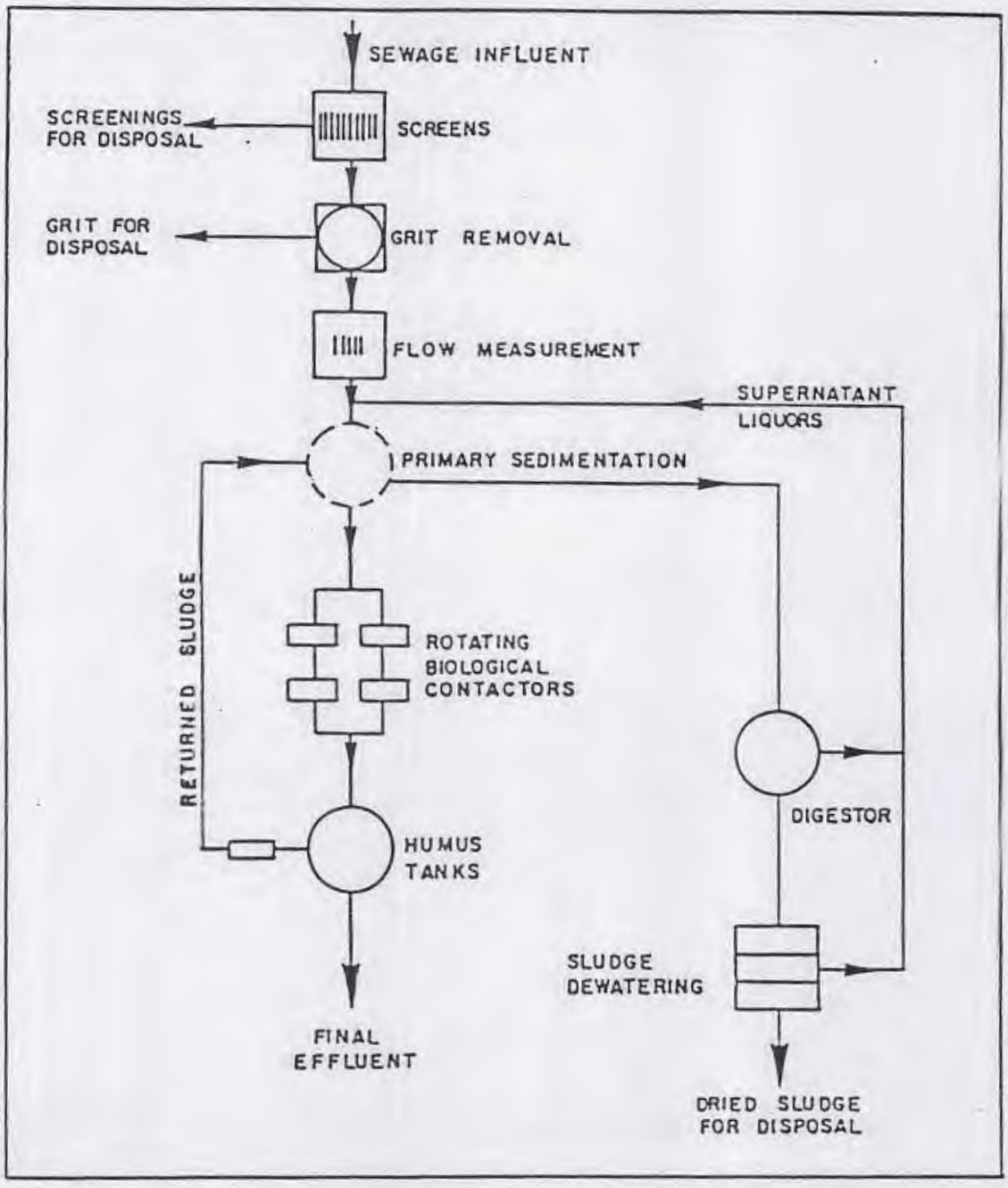



TYPICAL PROCESS FLOW SHEET

FOR OXYGENATED ACTIVATED SLUDGE

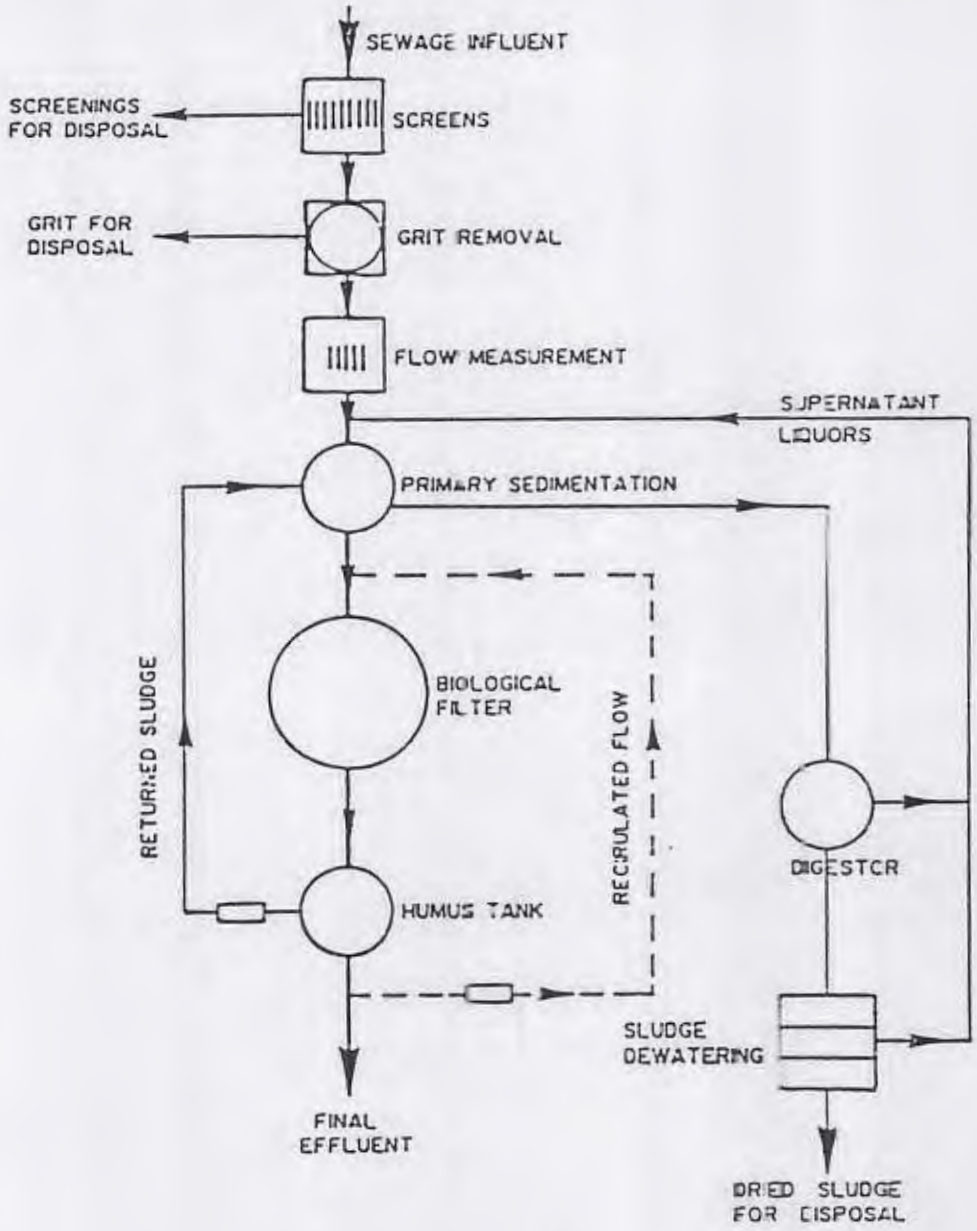



TYPICAL PROCESS FLOW SHEET FOR CONTACT STABILISATION

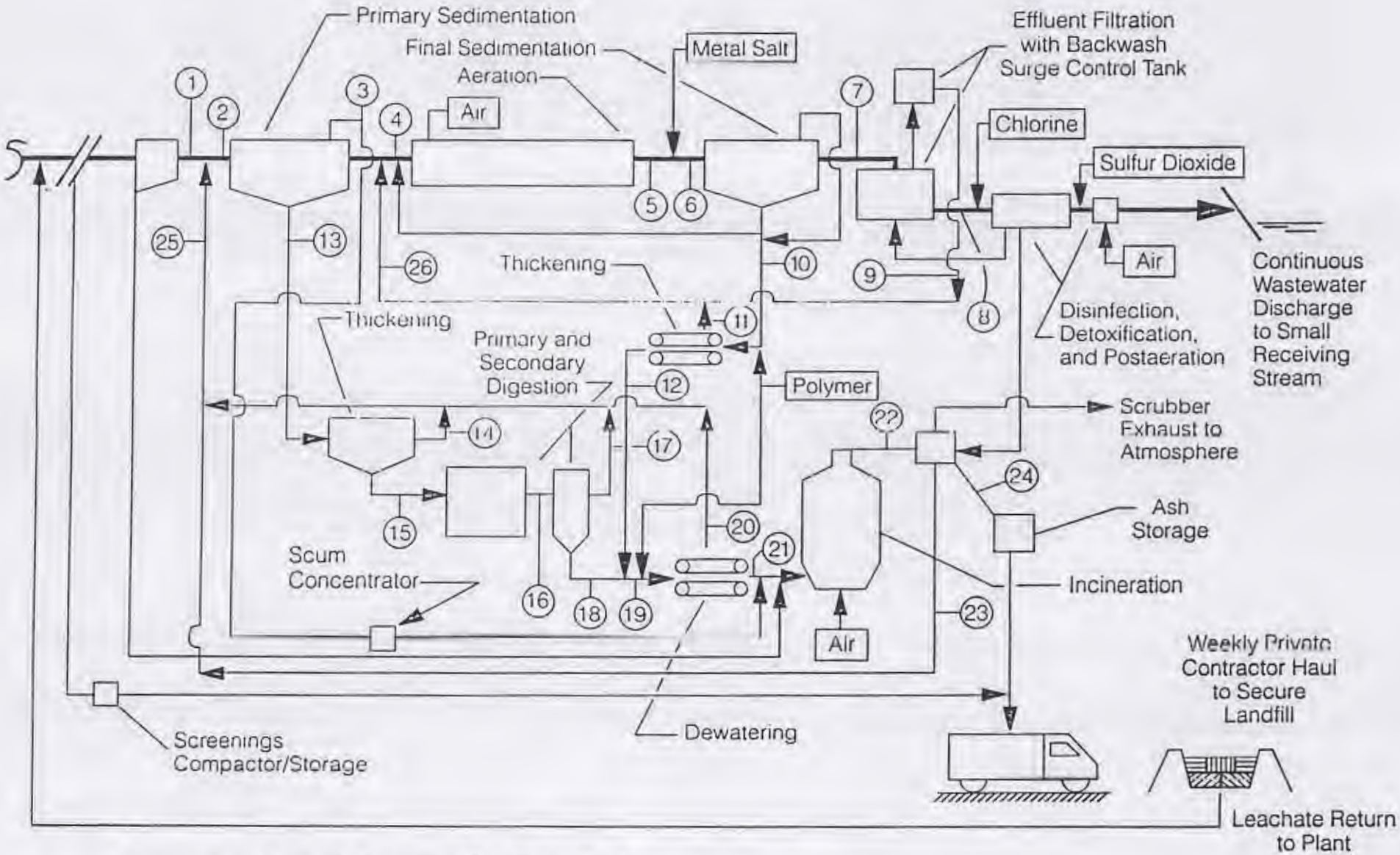



TYPICAL PROCESS FLOW SHEET

FOR ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS




TYPICAL PROCESS FLOW SHEET
FOR BIOLOGICAL FILTERS




**Processing schematic for a complex, large plant.**

٣ - تكاليف الإنشاء والمساحات المتاحة من الأرض الفضاء ٠

٤ - تكاليف التشغيل والصيانة ٠

٥ - المضايقات التى تسببها للمناطق المجاورة ٠

١ - نوعية مياه الصرف الصحى :

تتكون المياه أو التصرفات التي تنقل خلال شبكات الصرف الصحي بصفة عامة من الآتي:

- مياه الصرف الصحي من المباني العامة والاسكان.
- مياه مخلفات الصناعة.
- الرشح من المياه الجوفية.
- فائض مياه الأمطار.

بالنسبة لمدينة القاهرة الجديدة فان الميه التي سوف تنقل عبر شبكات الصرف الصحي تتكون أساسا من مخلفات منزلية بالاضافة الى تصرفات مياه من المباني العامة والاسكان - أما بالنسبة للمياه الجوفية فانها توجد على أعماق كبيرة مما يجعلها لا تتسرب الى شبكات الصرف الصحي التي تقع في منسوب أعلى منها. كما أن مياه الأمطار قليلة جداً وبصفة عامة لا تؤثر على عملية المعالجة.

وتتراوح النسبة التصميمية بين مياه الصرف الصحي ومياه الشرب المستهلكة من ٨٠% الى ٩٠% ويتوقف ذلك على عوامل عديدة.

وقد يكون من الصعب تقدير كمية وتركيز مياه الصرف الصحي من مدينة القاهرة الجديدة بدقة قبل اكتمال تطويرها.

وتتراوح قيمة الإحتياج الاكسوجينى الحيوى لمياه الصرف الصحى فى المدن المماثلة لمدينة القاهرة الجديدة بين ٣٠٠ - ٥٠٠ مجم/لتر ٠ كما أن المواد العالقة الكلية تكون فى حدود ٤٠٠ - ٦٠٠ مجم/لتر، وطبقا لمستندات الدعوة فانه سوف تؤخذ ٤٥٠مجم/لتر و ٥٥٠ مجم/لتر على التوالي.

٢ - نوعية المياه الخارجة من عملية المعالجة :

يمكن التخلص من مياه الصرف الصحى المتجمعة من مدينة القاهرة الجديدة - بعد معالجتها - باستعمالها فى رى بعض المناطق التى يتم زراعتها بالأشجار أو بصرفها الى الوديان الموجودة خارج حدود المنطقة بعد أخذ الموافقات اللازمة لذلك ٠ ويتطلب ذلك ضرورة الوصول الى درجة عالية من المعالجة لمياه الصرف الصحى حتى

لا تسبب أى أضرار بالصحة العامة ، لذلك يفضل أن يكون الإحتياج الاكسوجينى الحيوى لمياه فائض محطة المعالجة ٣٠ مجم/لتر والمواد العالقة ٣٠ مجم/لتر .

ولا يمكن القضاء على البكتريا الناقلة للأمراض فى مياه الصرف الصحى الا بإطالة مدة المكث فى عملية المعالجة وباضافة جرعات كبيرة من الكلور الى مياه الصرف الصحى الخارجة من عملية المعالجة .

ويبين الجدول (٤-١) الحد الأقصى لمعايير اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة المسموح بها ودرجة المعالجة طبقا للقرار الوزاري رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ كما يوضح الجدول (٤-٢) والملحق ( د ) نوع النباتات وطرق الري الموصى بها تبعا لطبيعة التربة عند استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة طبقا لنفس القرار الوزاري.

وسوف يتم فى المشروع المقترح إستخدام المياه المعالجة فى الزراعة طبقاً للمعايير السابقة ويوضح الشكل رقم (٤-١) الأماكن المحيطة والقريبة من محطة المعالجة والمقترح زراعتها . وقد روعى فى إختيار هذه الأراضى ما يلى :

- قربها من موقع محطة المعالجة .
- تحقيق أقل رفع ممكن للتصرفات الناتجة من المعالجة .
- إختيار مساحات كافية لإستيعاب التصرفات الناتجة .

جدول رقم (٤-١)

الحد الأقصى لمعايير اعادة استخدام مياه الصرف الصحي لمعالجة المسموح بها ودرجة المعالجة

| م | البيـــــان | الوحدة | المجموعة الأولى مياه معالجة ابتدائيا | المجموعة الثانية مياه معالجة ثانوية | المجموعة الثالثة مياه معالجة متقدمة |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | الأكسجين الحيوي الممتص $BOD_5$ | جزء في المليون | ٣٠٠ | ٤٠ | ٢٠ |
| ٢ | الأكسجين الكيماوي المستهلك C.O.D (داي كرومات) | جزء في المليون | ٦٠٠ | ٨٠ | ٤٠ |
| ٣ | المواد الصلبة العالقة T.S.S | جزء في المليون | ٣٥٠ | ٤٠ | ٢٠ |
| ٤ | الزيوت والشحوم | جزي في المليون | غير محددة | ١٠ | ٥ |
| ٥ | عدد خلايا أو بيض النيماتودا المعوية | العدد/لتر | ٥ | ١ | ١ |
| ٦ | عدد خلايا الكوليفورم البرازي | لكل ١٠٠/مليلتر | غير محددة | ١٠٠٠ | ١٠٠ |
| ٧ | أقصى تركيز للأملاح الكلية الذائبة "حسب درجة تحمل النبات". | جزء في المليون | حتى ٢٥٠٠ | حتى ٢٠٠٠ | حتى ٢٠٠٠ |
| ٨ | نسبة الامتصاص الصوديوم (النفاذية حسب نوع التربة والنبات) | نسبة % | ٢٥ | ٢٠ | ٢٠ |
| ٩ | تركيز الكلوريدات | جزء في المليون | حتى ٣٥٠ | ٣٠٠ | ٣٠٠ |
| ١٠ | تركيز البورون | جزء في المليون | حتى ٥ | حتى ٣ | حتى ٣ |
| ١١ | المعادن: | | | | |
| | الكادميوم | جزء في المليون | ٠,٠٥ | ٠,٠١ | ٠,٠١ |
| | الرصاص | " " | ١٠ | ٥ | ٥ |
| | النحاس | " " | غير محددة | ٠,٢ | ٠,٢ |
| | النيكل | " " | ٠,٥ | ٠,٢ | ٠,٢ |
| | الزنك | " " | غير محددة | ٢ | ٢ |
| | الزرنيخ | " " | غير محددة | غير محددة | ٠,١ |
| | الكروم | " " | غير محددة | غير محددة | ٠,١ |
| | الموليبدنم (الأعلاف الخضراء فقط) | " " | غير محددة | ٠,٠١ | ٠,٠١ |
| | المنجنيز | " " | ٠,٢ | ٠,٢ | ٠,٢ |
| | الحديد | " " | غير محددة | ٥ | ٥ |
| | الكوبلت | " " | غير محددة | ٠,٠٥ | ٠,٠٥ |

## جدول رقم (٤-٢)
## اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة ودرجة المعالجة ونوع النبات والتربة وطرق الري

| رقم المجموعة | درجة المعالجة | النباتات المسموح بزراعتها | الاحتياطات البيئية والصحية | طرق الري المناسبة | أنواع التربة المقترحة |
|---|---|---|---|---|---|
| الأولى | معالجة ابتدائية | الأشجار الخشبية | • عمل سياج حول المزارع.<br>• عدم التلامس مع المياه مباشرة مع عدم دخول غير العاملين للمزارع.<br>• منع دخول الماشية للمزارع.<br>• اتخاذ الاجراءات الصحية اللازمة للحماية من الاصابة بالكائنات الممرضة والعلاج. | بالخطوط | خفيفة القوام يصرح باستخدامها في الأراضي الصحراوية التي تبعد عن التجمعات السكانية بمسافة دكم مع الالتزام بإجراء التقييم البيئي دوريا. |
| الثانية | معالجة ثانوية | • أشجار النخيل – القطن – الكتان – النيل – الجوت<br>• محاصيل الأعلاف والحبوب المجففة.<br>• المحاصيل والفواكه الشربية<br>• الخضروات التي تطهى.<br>• الفواكه المصنعة بالحرارة.<br>• مشاتل الزهور. | • يمكن تربية الماشية غير المدرة للبن أو المنتجة لحوم.<br>• يجب طهي الطعام قبل تناوله. | بالخطوط بالتنقيط | خفيفة ومتوسطة القوام |
| الثالثة | معالجة متقدمة | • النباتات التي تؤكل نيئة.<br>• النباتات القشرية.<br>• جميع أنواع المحاصيل والبساتين.<br>• الأعلاف والمراعي الخضراء. | لا توجد | جميع الطرق عدا الرش | جميع أنواع التربة |

٣ - تكاليف الإنشـــاء :

عـــنـــدما تتوافـــر مساحـــات الأرض الفضـــاء المسطحة ، يمكن - بعد استبعاد ثمن الأرض - المقارنة بين تكاليف الإنشاء لعمليات معالجة مياه الصرف الصحى بالطرق المختلفة للمعالجة البيولوجية ، كما هو موضح فى جدول رقم (٤-٣) . هذه التكاليف النســبـيـــة هـــى متوســـط للبيانات المجمعة من تكاليف عمليات تخدم تعداداً حتى ٥٠٠٠٠٠ نســمة . ويجب ملاحظة أن الفروق بين هذه التكاليف النسبية تزداد قيمتها كلما زاد تعداد التجمع المخدوم .

جدول رقم (٤/٣)

مقارنة بين تكاليف الإنشاء النسبية لعمليات معالجة

مياه الصرف الصحى بالطرق البيولوجية

| رقم مسلسل | الطرق البيولوجيـــة | التكاليف النسبية * للإنشاء |
|---|---|---|
| ١ | مرشحات الزلط العادية | ١٠٠ |
| ٢ | مرشحات الزلط السريعة | ٨٥ |
| ٣ | الحمأة المنشطة | ٧٠ |
| ٤ | بحيرات الأكسدة المهواة | ٥٠ |
| ٥ | بحيرات الأكسدة الطبيعية | ٤٠ |

* لا تشمل هذه التكاليف النسبية سعر الأرض اللازمة لعملية المعالجة .

٤ - تكاليف التشغيل والصيانة :

تحـــتاج عملية تنشيط الحمأة الى أعلى قدر من الخبرة والمهارة فى التشغيل والصيانة بالإضافة الى الإشراف الفنى والمراقبة من مهندسين وكيميائيين ، بينما لا يتطلب تشغيل وصيانة بحيرات الأكسدة الطبيعية الا قدراً ضئيلاً من العمالة العادية . ويوضح جدول رقـــم (٤/٤) مقارنـــة بين التكاليف النسبية للأجور والطاقة اللازمة للتشغيل والصيانة لعمـــليات معالجـــة ميـــاه الصـــرف الصحى بالطرق البيولوجية المختلفة لتعداد حتى ٥٠٠٠٠٠ نسمة .

جدول رقم (٤-٤)

مقارنة بين تكاليف التشغيل والصيانة النسبية لعمليات معالجة

مياه الصرف الصحى بالطرق البيولوجية

| رقم مسلسل | الطرق البيولوجيـــة | التكاليف النسبية * للتشغيل والصيانة |
|---|---|---|
| ١ | الحمأة المنشطة | ١٠٠ |
| ٢ | مرشحات الزلط السريعة | ٣٥ |
| ٣ | مرشحات الزلط العادية | ٢٥ |
| ٤ | بحيرات الأكسدة المهواة | ٢٠ |
| ٥ | بحيرات الأكسدة الطبيعية | ١٥ |

* لا تشمل هذه التكاليف النسبية سعر الأرض اللازمة لعملية المعالجة .

٥ - المضايقات التى تسببها عملية معالجة مياه الصرف الصحى للمناطق المجاورة :

المضـــايقات التى تسببها عمليـــات معالجة مياه الصرف الصحى للمناطق المجاورة هـــى :

- الروائح الكريهة .
- توالد الذباب .

وتـــتميز طـــريقة الحمأة المنشطة بجميع أنواعها والمرشحات البيولوجية السريعة دون غيرها من الطرق بأنها لا تسبب هذه المضايقات للمناطق القريبة .

٤-٢-٤ معالجة الرواســـــب :

يـــتم معالجـــة المـــواد العضـــوية المترسبة فى أحواض الترسيب الإبتدائى وجزء من رواســـب أحـــواض الترسيب النهائى (الحمأة) فى أحواض منفصلة للتثبيت (أحواض الهضم الهوائى) ثم تجفف فى أحواض التجفيف لتقليل نسبة المياه بها الا أنه لا يفضل فى المدن الكبيرة خاصة، إستعمال أحواض لتركيز الحمأة قبل دخولها لأحواض الهضم بغرض تحسين نوعية الحمأة الداخلة وتقليل حجمها وبالتالى مسطحات الأرض اللازمة لمعالجة الرواسب .

وتتكون معالجة الرواسب من الوحدات التالية :

- أحواض تثبيت الحمأة حيث يتم أكسدة المواد العضوية .
- أحواض تركيز الحمأة وفيه يتم تركيز الحمأة لتصل الى ٨٠ - ٩٠% .
- أحواض تجفيف الحمأة .

٤-٢-٥ أسس تصميم وحدات عملية المعالجة لمياه الصرف الصحى :

٤-٢-٥-١ المعالجة التمهيدية والإبتدائية (الميكانيكية) :

١ - المصافـــــــــى :

أ - وصف غرف المصافى :

وتستخدم المصافى فى صورة قضبان حديدية تنظف ميكانيكياً بواسطة أمشاط متحركة لهـا أسنان تتخلل الفتحات التى بين القضبان وينظف المشط آلياً عند نهاية مشواره الى أعـلى ويكون تنظيف المصافى من الناحية الخلفية لها . والمشط يعمل ذاتياً بواسطة عوامـتين لقيـاس منـسوب المياه أمام وخلف المصافى وعند قياس العوامتين لفرق منسـوب يصـل الى ١٥ سم تعطى اشارة ليعمل المشط ويقوم بالتنظيف . وقد تكون القضبان مستقيمة أو متوسة (جزء من دائرة) .

ب - أسس تصميم غرف المصافى :

- القضبان مستطيلة المقطع بأبعاد ١,٥ × ٥ سم .
- القضبان مائلة وزاوية الميل (٧٥ - ٨٠) درجة .
- سرعة المياه أمام المصافى لا تقل عن ٥٠ سم/الثانية .
- نسـبة صافى المساحة بين القضبان على المستوى المائل للقضبان الى مساحة المقطع المائى لقناة التوصيل المؤدية الى غرفة المصافى = ١ - ٢ .
- المسافة بين القضبان تتراوح بين ٢ - ٥ سم .
- الفرق بين منسوب المياه أمام وخلف المصفاة لا يتعدى ١٥ سم .

٢ - أحواض فصل الرمال :

أ - وصف أحواض فصل الرمال :

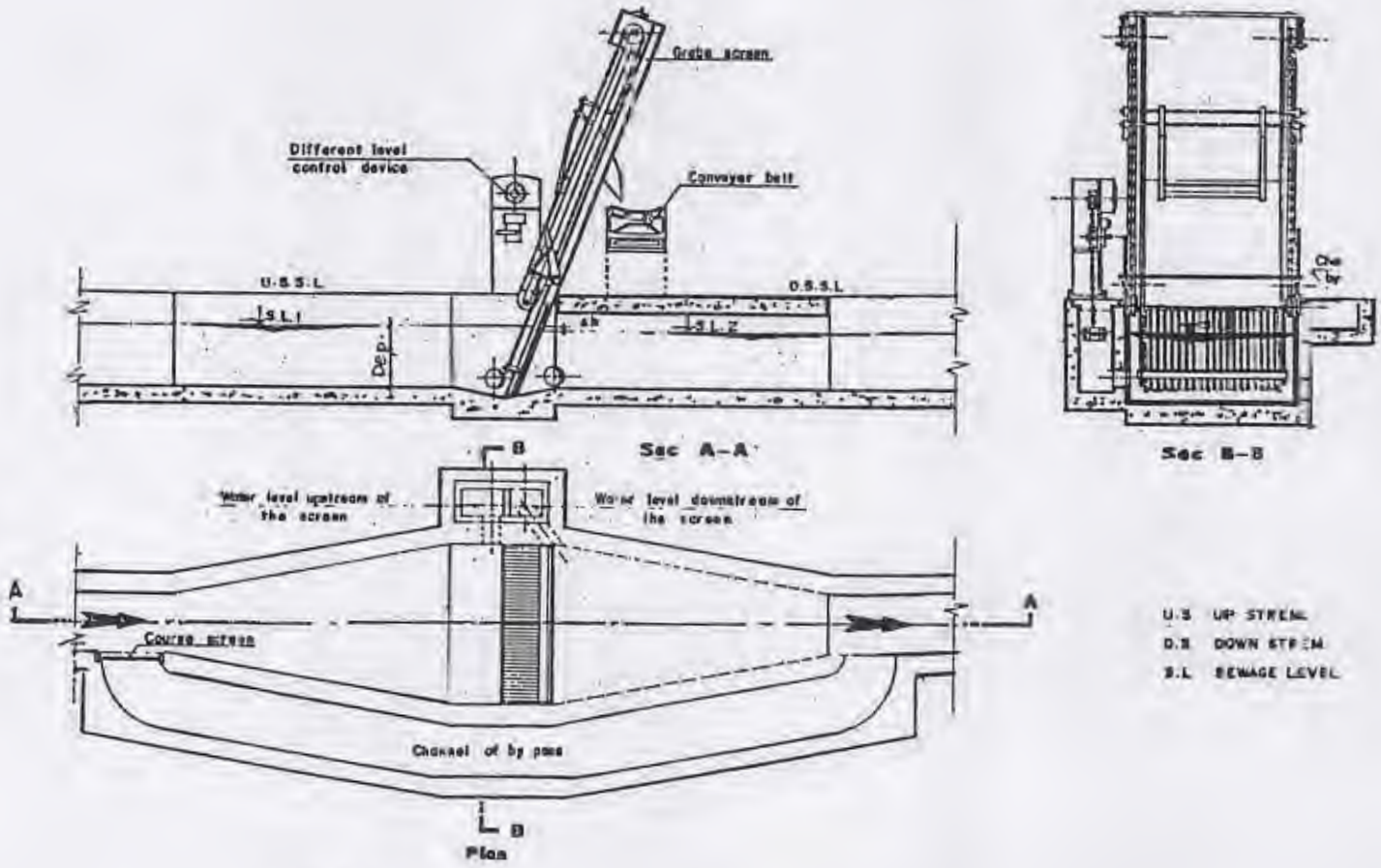
وهى أحواض الغرض منها ترسيب الرمل والمواد غير العضوية العالقة بمياه الصرف الصحى دون السماح للمواد العضوية بالترسيب .

تصل مياه الصرف الصحى الى عملية المعالجة بعد حدوث بعض التحللات اللاهوائية بمياه الصرف الصحى الخام وذلك للأسباب الآتية :

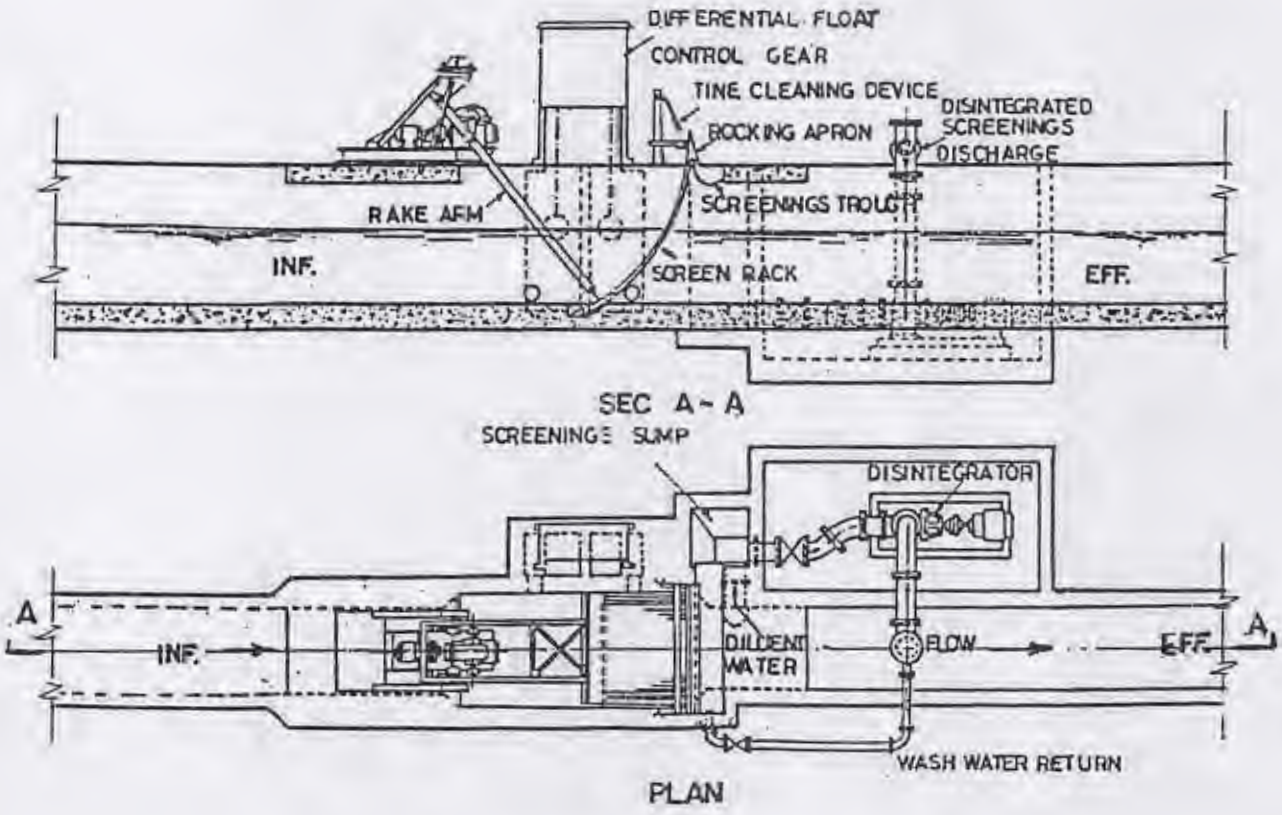
- إرتفاع درجات الحرارة وخاصة فى فصل الصيف .
- صغر تصرفات مياه الصرف الصحى فى بداية مراحل التشغيل .
- طول مسار خطوط مواسير مياه الصرف الصحى حتى موقع عملية المعالجة .

ولمـا كـان حـدوث تحللات لاهوائية بمياه الصرف الصحى قبل وصولها الى عملية المعالجـة يؤثر على كفاءة وحدات المعالجة البيولوجية لذلك نوصى بإستخدام أحواض فصل الرمال من النوع المهوى بما يساعد على :

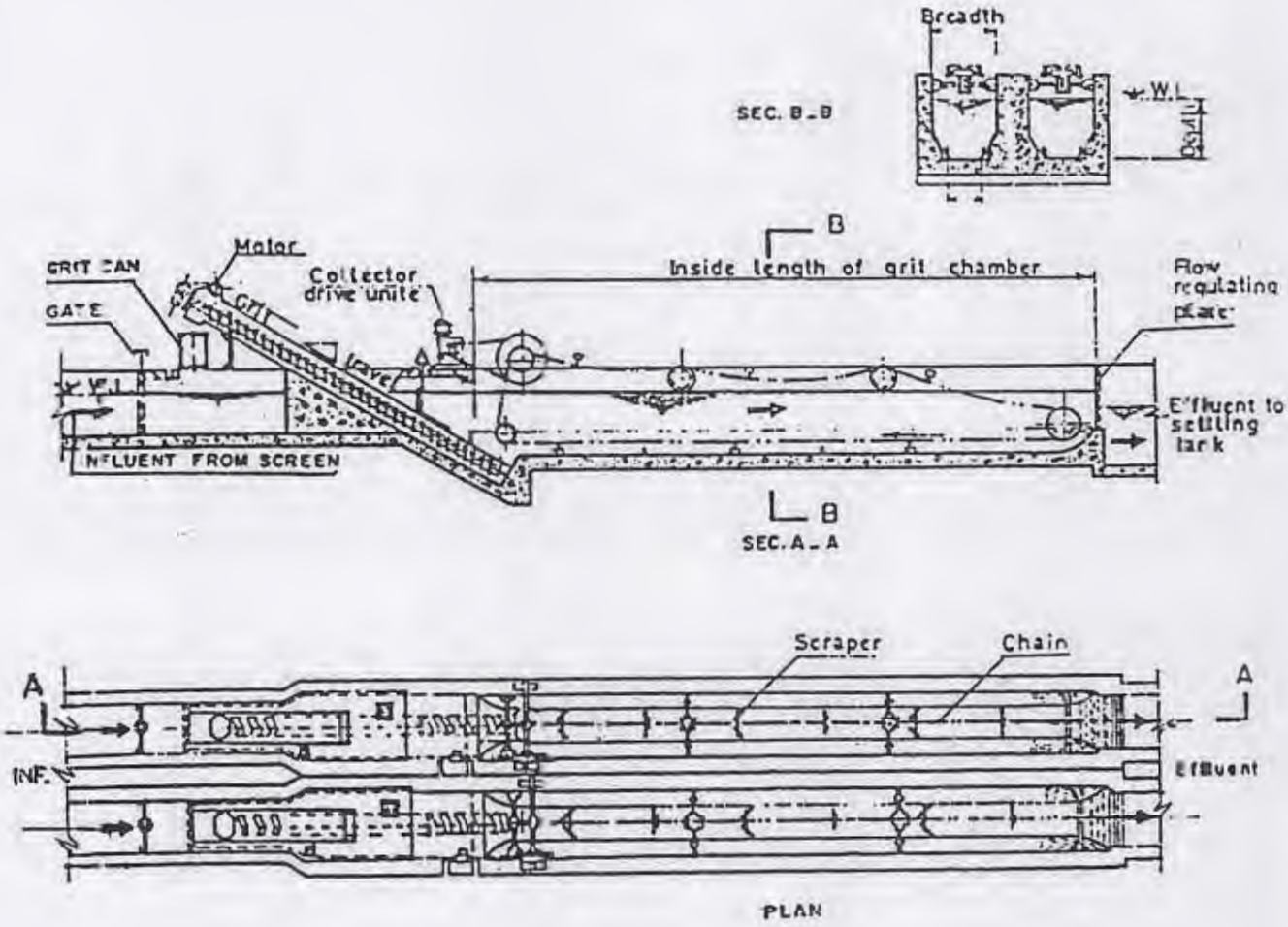
- طرد الغازات المتكونة نتيجة التحللات اللاهوائية .



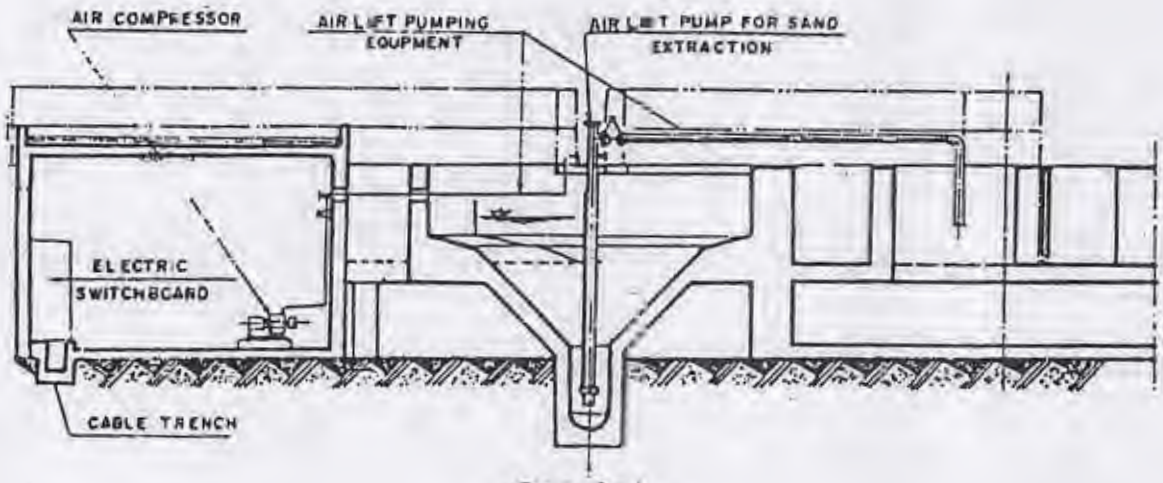

GRAB SCREEN.



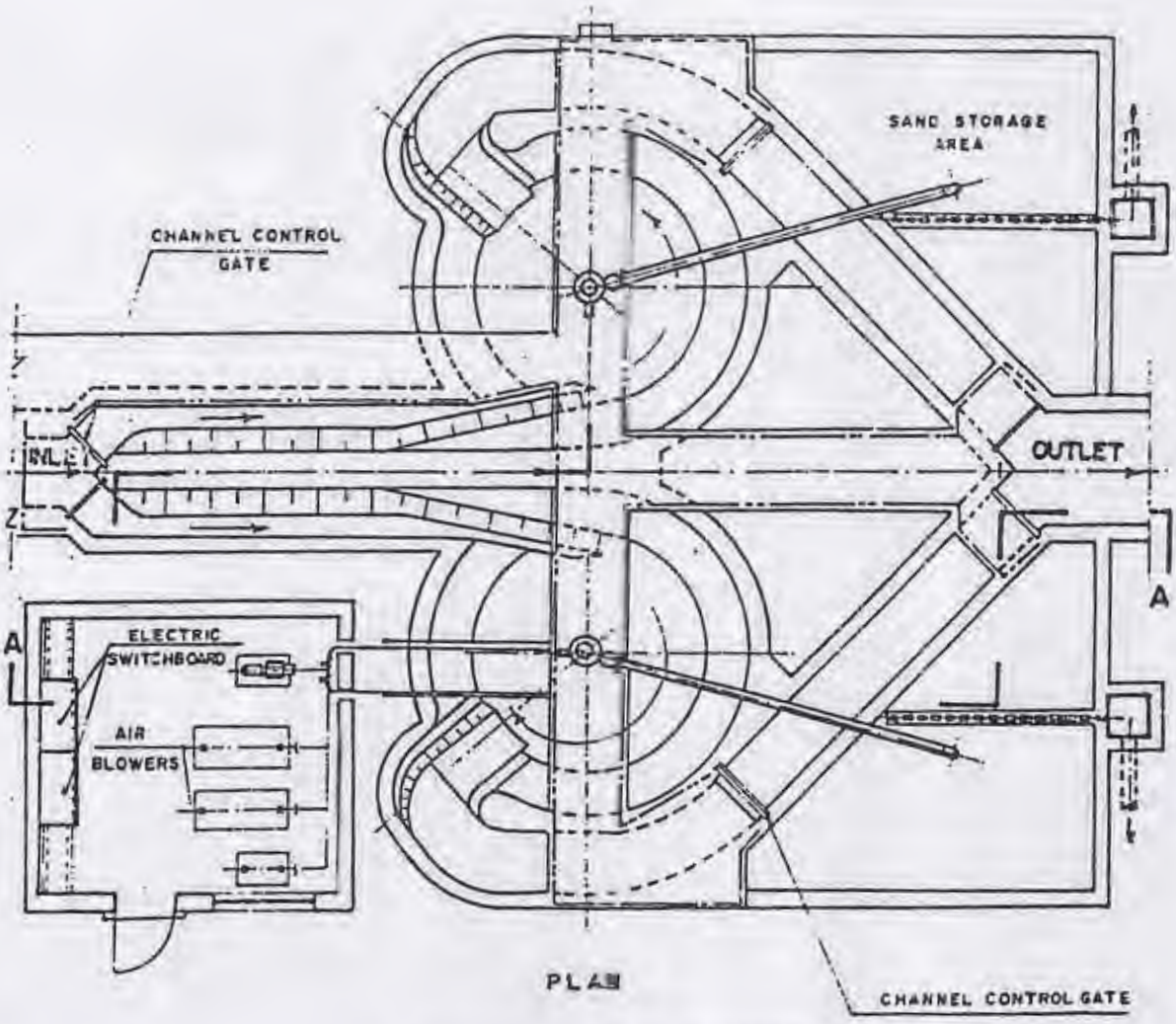

DORR TYPE "T" SCREEN DISINTEGRATOR.




GRIT CHAMBER.




Sec: A-A




PLAN

CENTRIFUGAL GRIT CHAMBER

- تجديد نشاط البكتريا الهوائية بمياه الصرف الصحى .
- فصل الرمال والمواد غير العضوية دون السماح للمواد العضوية بالترسيب .

ب - أسس تصميم أحواض فصل الرمال المهواة :

- مدة المكث = ١٠ - ٢٠ دقيقة
- معدل التحميل السطحى = لايزيد عن ١١٠٠ م٣/م٢/يوم .
- كمية الهواء المضغوط اللازمة = ٠,٠٥ - ٠,٣ قدم مكعب/جالون مياه صرف صحى .
- الضغط المطلوب للهواء = عمق الحوض + الفاقد بالإحتكاك .

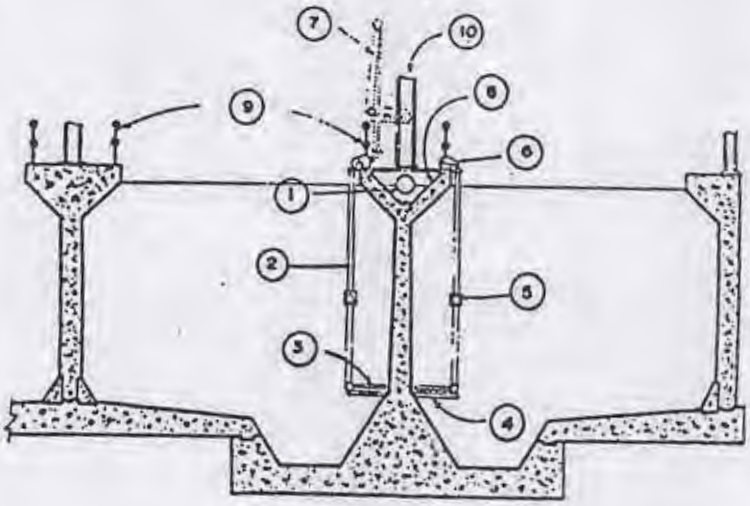
ويتم توفير كمية الهواء اللازمة لأحواض فصل الرمال عن طريق نوافخ هواء تركب فى حجرة ملحقة أو منفصلة عن أحواض فصل الرمال . وتكون الكباسات من النوع المروحى والذى يدار بمحرك كهربائى متصل بها إتصالاً مباشراً عن طريق وصلة مرنة . وسرعة المحرك ١٨٠٠ لفة/الدقيقة وضغط الهواء الخارج من الكباسات حوالى ٠,٨ كجم/سم٢ وتركب نوافخ الهواء والمحرك الكهربائى على قاعدة مشتركة ويزود نافخ الهواء بجهاز لقياس التصرف والضغط ، كما يركب على نافخ الهواء والمواسير - محابس الأمان - لمنع إرتفاع الضغط عن الحد المسموح به .

- القدرة اللازمة بالحصان لنوافخ الهواء :

$$hp = \frac{WRT_1}{550ne}\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^n - 1$$

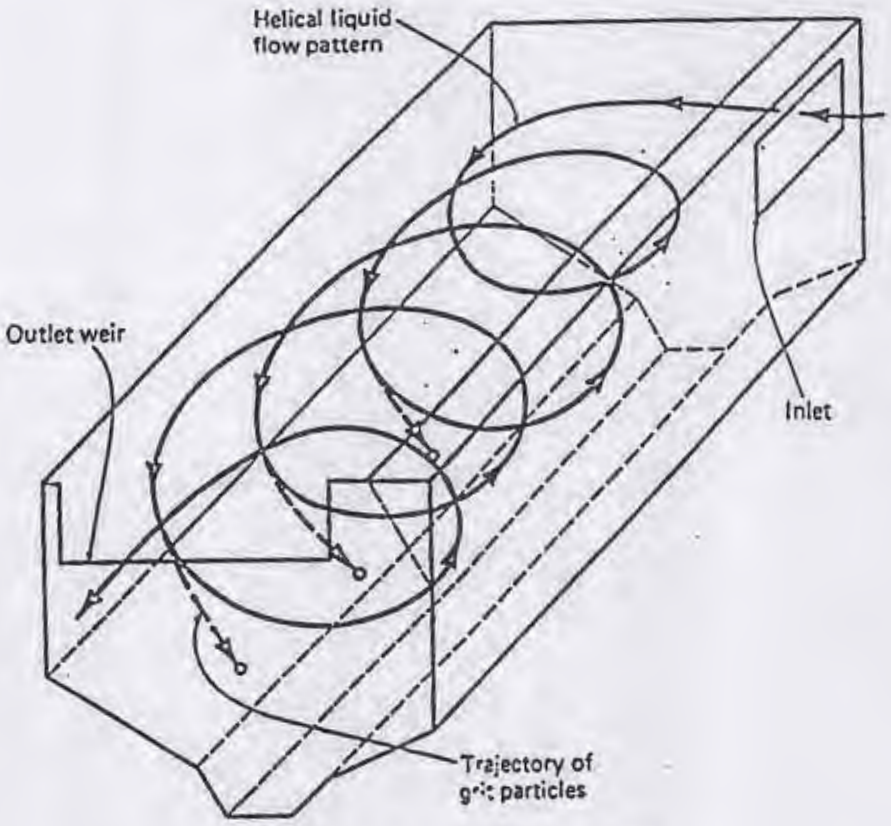
حيث :

W = وزن تصرفات الهواء (رطل/ثانية) .
R = ثابت الغازات (٥٣,٥) .
$T_1$ = درجة الحرارة المطلقة للميه الداخلة .
$P_1$ = الضغط المطلق للهواء الداخل (رطل/البوصة المربعة) .
$P_2$ = الضغط المطلق للهواء الخارج (رطل/البوصة المربعة) .
n = ثابت الهواء = ٠,٢٨٣
e = كفاءة كباسات الهواء = ٧٠ - ٨٠٪ .
hp = القدرة بالحصان الميكانيكى .

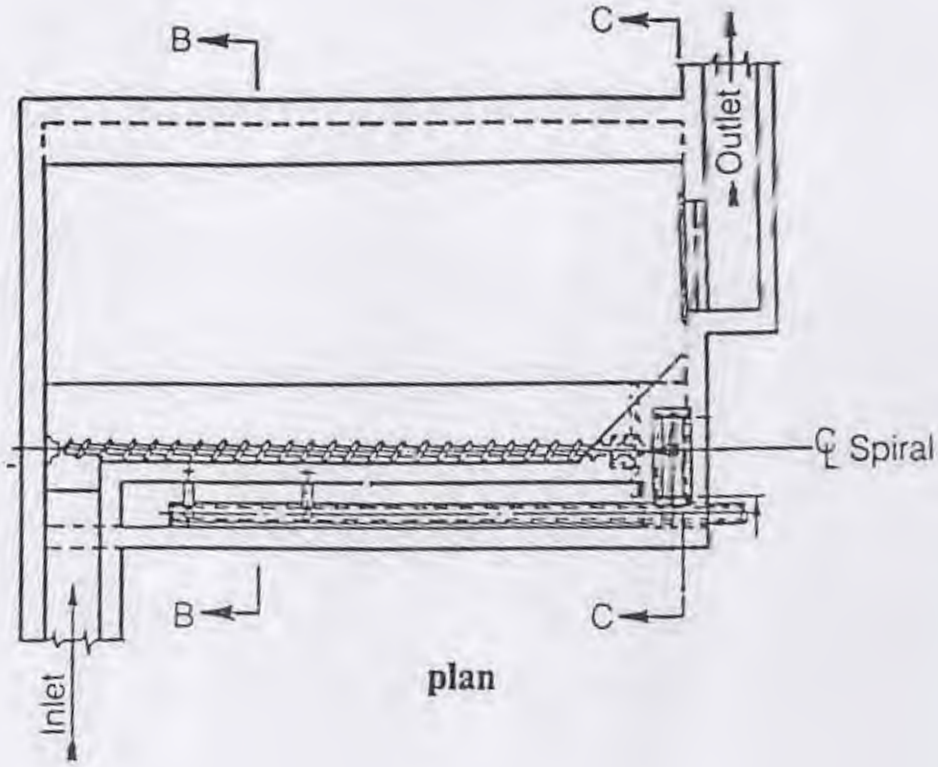



1. AIR MAIN
2. SWING DIFFUSER ASSEMBLY
3. DIFFUSER TUBE ASSEMBLY
4. HEADER STOP
5. KNEE JOINT
6. SWING JOINT
7. SWING DIFFUSER IN RAISED POSITION
8. CONCRETE SADDLE UNDER EACH TEE AND HALFWAY BETWEEN TEES
9. ALUMINIUM PIPE RAILINGS
10. MONORAIL SUPPORT

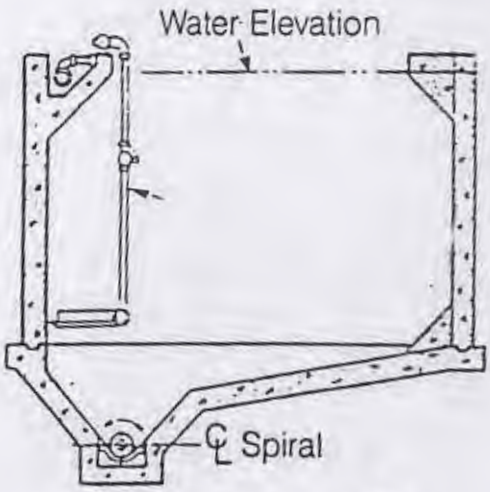
TYPICALCROSS SECTION IN AN AERATED GRIT CHAMBER.



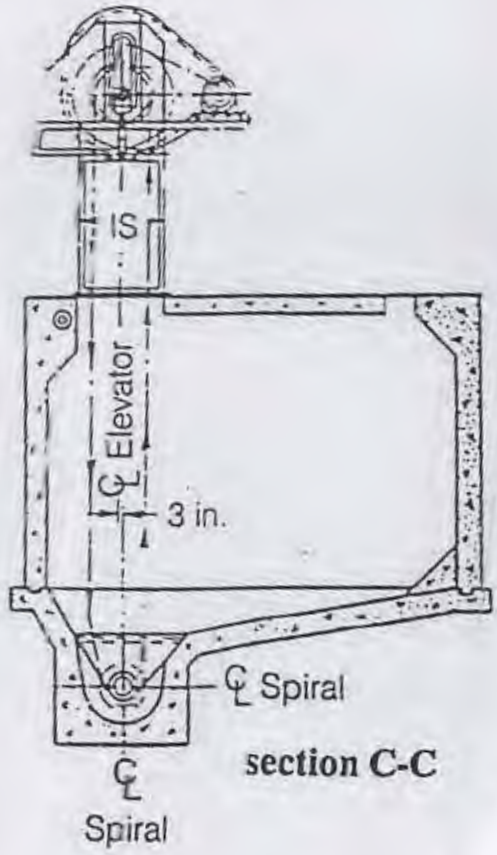

Helical flow pattern in aerated grit chamber.




**plan**




**section B-B**




**section C-C**

**Typical layout of an aerated grit chamber**

٣ - أحواض الترسيب الإبتدائى :

أ - وصف أحواض الترسيب الإبتدائى :

تستعمل أحواض الترسيب الإبتدائى لترسيب بعض من المواد العضوية وغير العضوية العالقة فى مياه الصرف الصحى لتخفيض الحمل العضوى فى وحدات المعالجة البيولوجية وكذلك فصل الزيوت والشحوم فى حالة إستخدام أحواض فصل الرمال العادية .

وعليه فمن المستحب إستعمال أحواض الترسيب الدائرية التى يكون دخول المياه بها من منتصفها . وتخرج منها المياه عن طريق هدار على إمتداد كامل محيطها .

ويتم تجميع الحمأة المترسبة فى الأحواض بطريقة ميكانيكية عن طريق زحافة تتصل بكوبرى دوار مثبت بمنتصف الحوض كما يتم تزويد الحوض بكاسح للخبث لإزالة المواد الطافية من سطح مياه الحوض . ويزود الحوض بمحبس لسحب الحمأة يشغل يدوياً أو ميكانيكياً .

ويتم تشغيل الكوبرى بواسطة موتور كهربائى مزود بعلبة تروس للتحكم فى سرعة دوران الكوبرى ويعمل الموتور على تيار ٣٨٠ فولت ، وذبذبة ٥٠ ذبذبة/ث .

ب - أسس التصميم لأحواض الترسيب الإبتدائى :

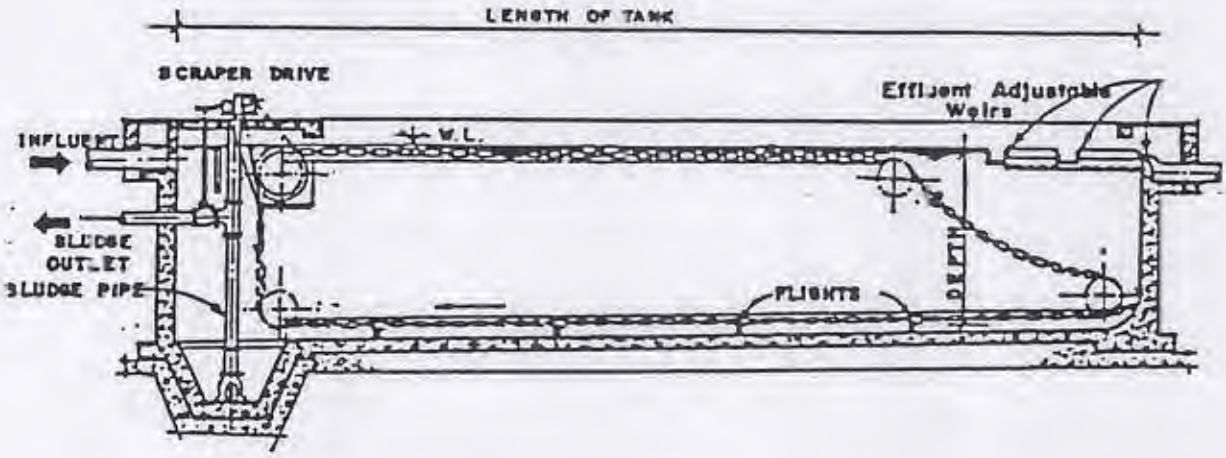
- مدة المكث بحوض الترسيب الإبتدائى الذى يتبعه حوض لتنشيط الحمأة . = ٢ - ٣ ساعة
- معدل التحميل السطحى = ٣٠ - ٤٥ م٣/م٢/يوم .
- معدل التحميل على هدار المخرج = لا يزيد عن ٦٠٠م٣/م.ط/يوم .

٤-٢-٥-٢ المعالجة الثانوية (البيولوجية) :

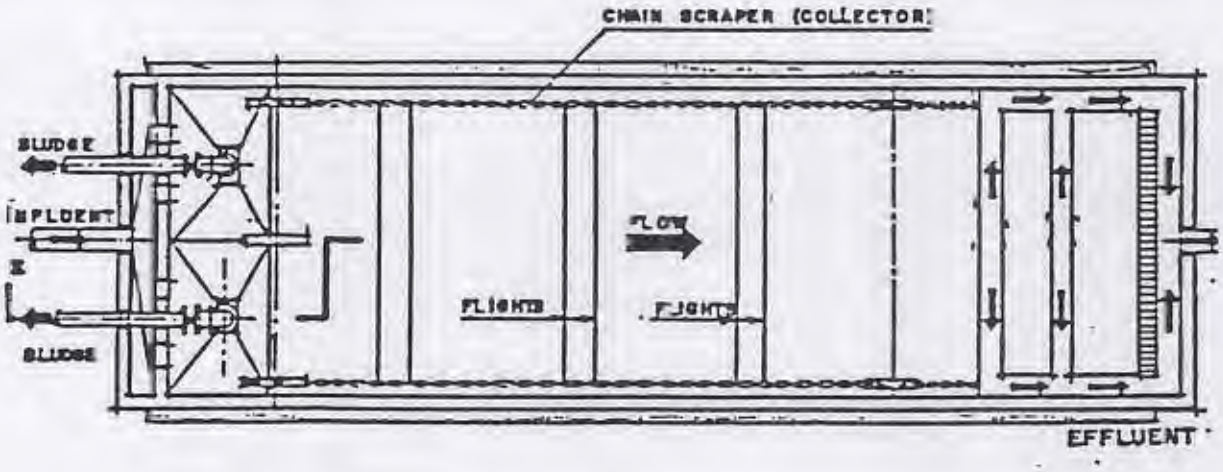
يوضح الجدول رقم (٥/٤) معدل التحميل العضوى ومعاملات التشغيل بالنسبة للطرق المختلفة للمعالجة البيولوجية.

وتعتبر طريقة الحمأة المنشطة من أفضل الطرق لمعالجة المخلفات السائلة من مدينة القاهرة الجديدة والوصول بها الى درجة عالية من النقاوة. اضافة الى ذلك فان هذه الطريقة تتميز بأنها لا تسبب أية مضايقات للمناطق المجاورة، كما أنه يمكن استخدام احدى الطرق المعدلة من طريقة الحمأة المنشطة.

ويكون توفير الأكسجين اللازم لأحواض التهوية باستخدام القلابات الميكانيكية أو ناشرات الهواء المضغوط والتي يوجد منها أنواع عديدة يتطلب كل منها أن تكون أحواض التهوية بأشكال وأبعاد تناسب هذه المعدات الميكانيكية.

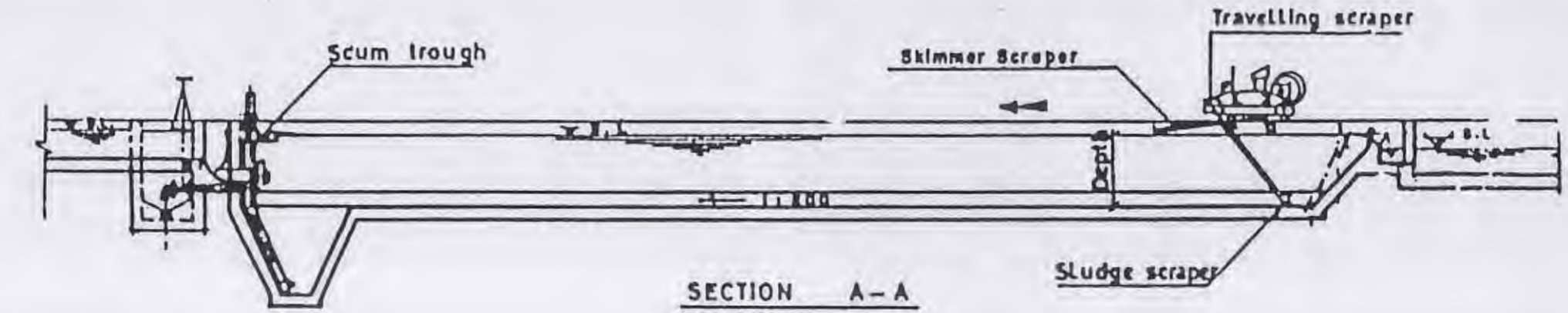



SECTION ELEVATION X – X

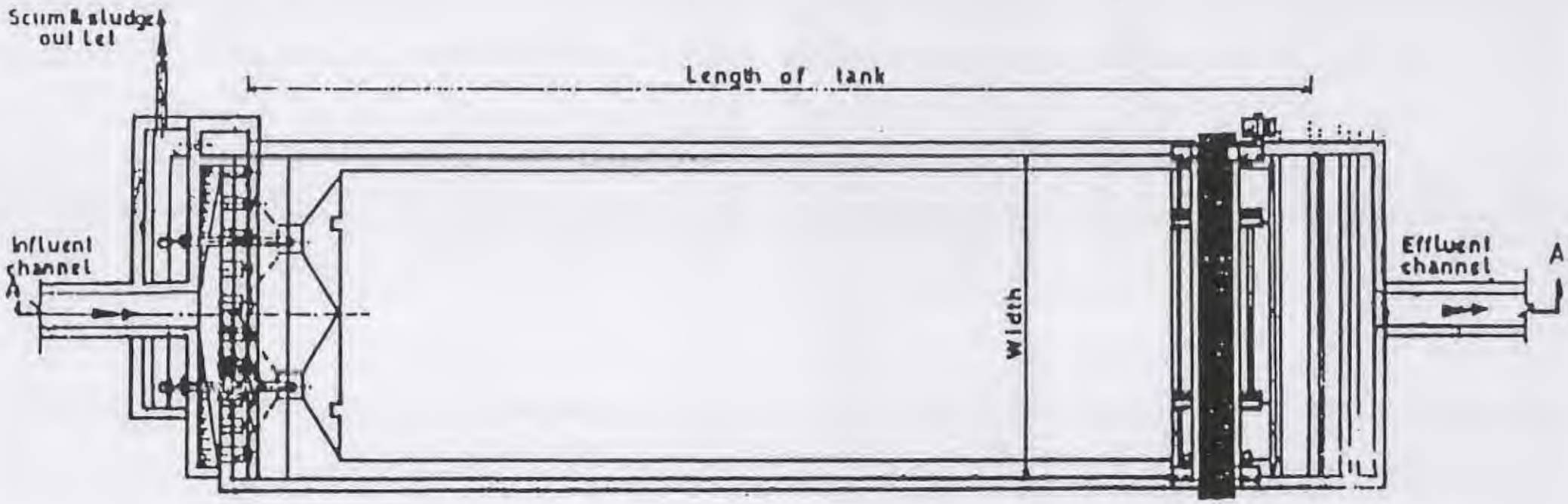



PLAN

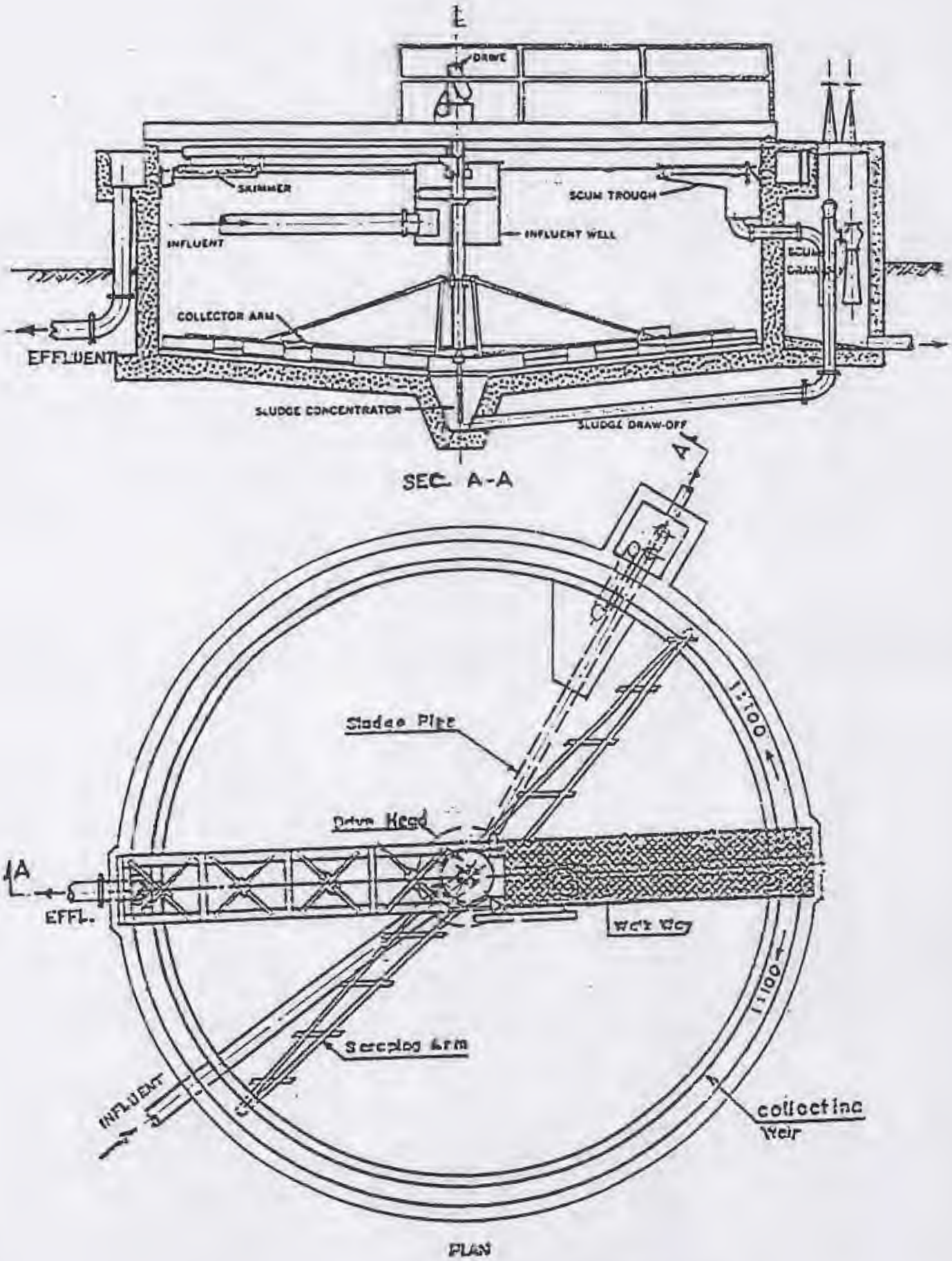
# RECTANGULAR SEDIMENTATION TANK



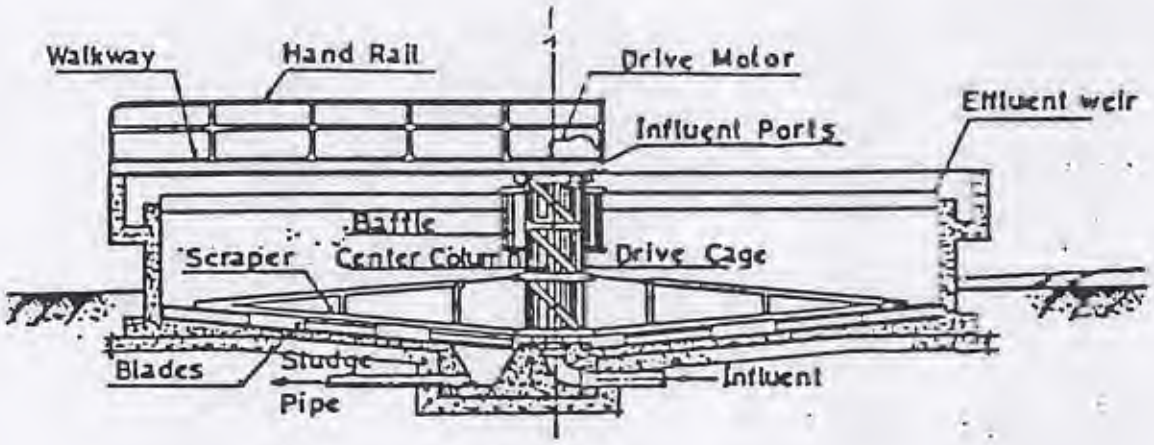

SECTION A – A



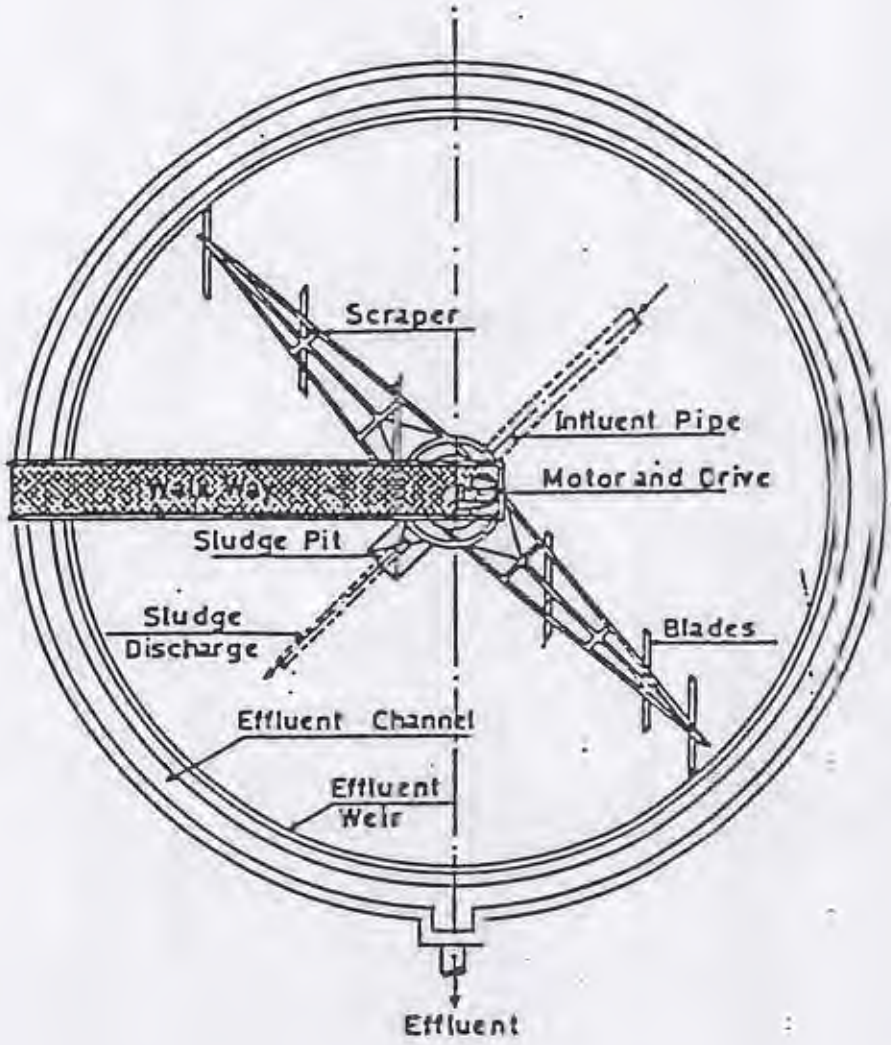

PRIMARY SEDIMENTATION TANK (HORIZONTAL FLOW WITH TRAITING SCRAPER)




Typical circular primary sedimentation tank.

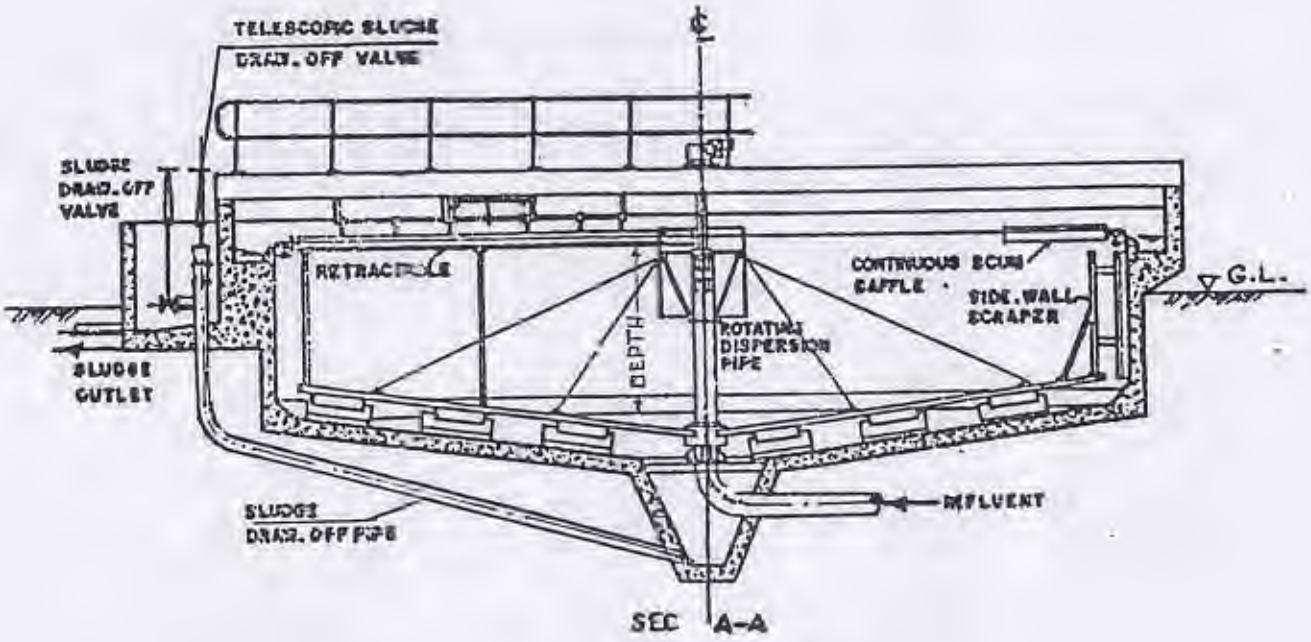


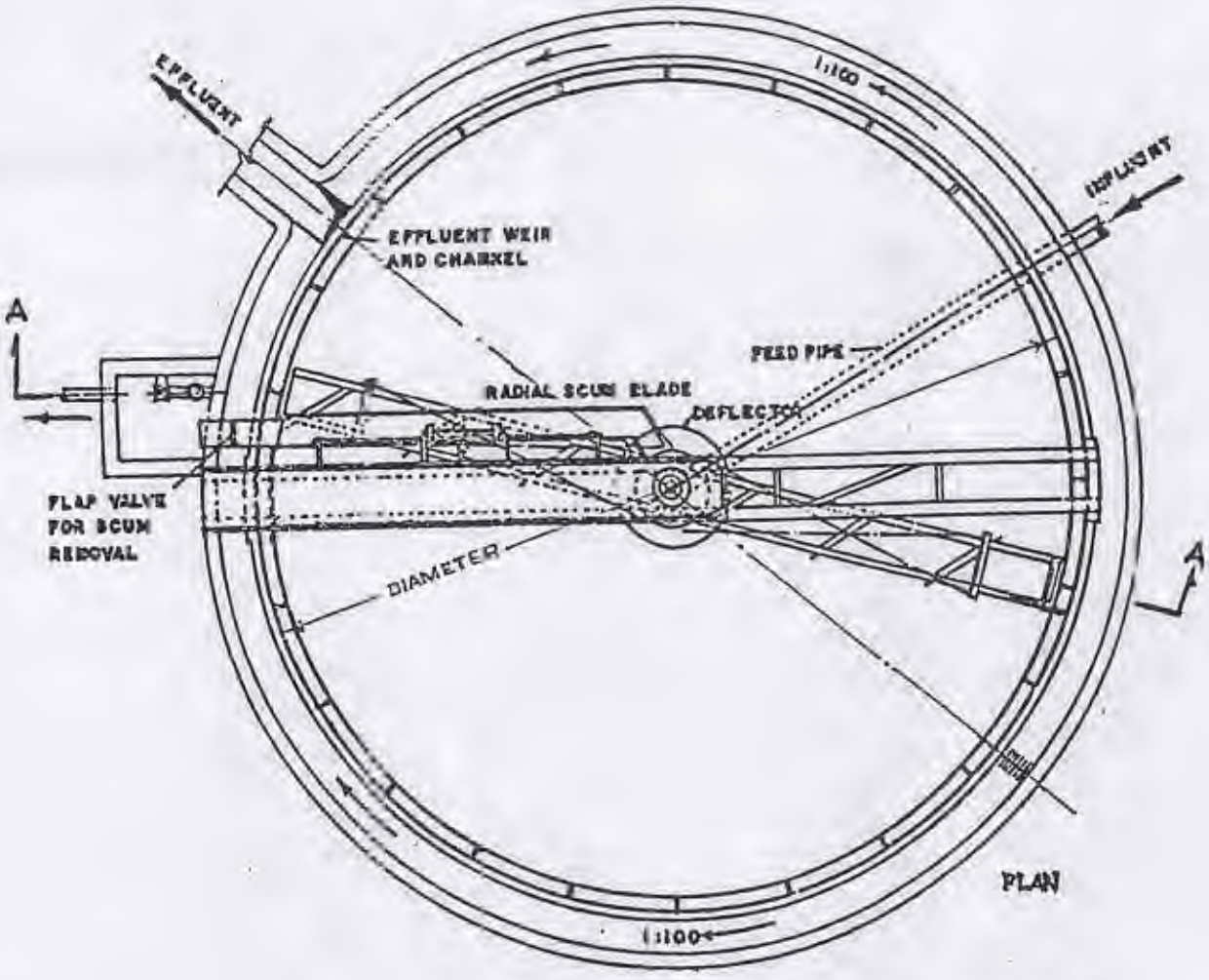

SECTION




PLAN

CIRCULAR SEDIMENTATION TANK.




PRIMARY SEDIMENTATION TANK (CIRCULAR TANK)

جدول رقم (٤-٥)

معدل التحميل العضوى ومعاملات التشغيل

للطرق المختلفة للمعالجة البيولوجية

| الطريقة | معدل التحميل للإحتياج الاكسوجينى الحيوى | | مدة التهوية ساعة | متوسط معدل كمية الحمأة المعادة % | كفاءة إزالة الإحتياج الاكسوجينى الحيوى % BOD |
|---|---|---|---|---|---|
| | كجم/ ١٠٠٠م٣/يوم | كجم/كجم MLSS/كجم | | | |
| أ - طريقة الحمأة المنشطة: | | | | | |
| - الطريقة التقليدية | ٤٥٠ - ٦٠٠ | ٠,٢ - ٠,٥ | ٦,٠ - ٧,٥ | ٣٠ | ٩٥ |
| - المعدل العالى ذو الخلط المتجانس . | ١٥٠٠ | ٠,٥ - ١,٠ | ٢,٥ - ٣,٥ | ١٠٠ | ٨٥ - ٩٠ |
| - التهوية على مراحل | ٤٥٠ - ٨٠٠ | ٠,٢ - ٠,٥ | ٥,٠ - ٧,٠ | ٥٠ | ٩٠ - ٩٥ |
| - التثبيت بالتلاصق | ٤٥٠ - ٨٠٠ | ٠,٢ - ٠,٥ | ٦,٠ - ٩,٠ | ١٠٠ | ٨٥ - ٩٠ |
| - التهوية الممتدة | ١٥٠ - ٤٥٠ | ٠,٠٥ - ٠,٢ | ٢٠,٠ - ٣٠,٠ | ١٠٠ | ٨٥ - ٩٠ |
| - التهوية بالاكسوجين النقى . | ٢٠٠٠ | ٠,٦ - ١,٥ | ١,٠ - ٣,٠ | ٢٠ | ٩٠ - ٩٥ |
| ب- طريقة المرشحات البيولوجية : | | | | | |
| - المرشحات البطيئة | ١٠٠ - ٤٠٠ | - | - | - | ٨٠ - ٨٥ |
| - المرشحات السريعة | ٤٠٠ - ٣٠٠٠ | - | - | ١٠٠-٤٠٠* | ٦٥ - ٨٠ |
| - المرشحات فائقة السرعة (Biotower) | ٣٠٠٠ < | - | - | ٤٠٠ < * | ٧٥ - ٨٥ |
| جـ- طريقة بحيرات الأكسدة المهواة : | ٣٠٠ - ٦٠٠ | - | - | - | ٨٠ - ٩٠ |

* إعادة الفائض النهائى .

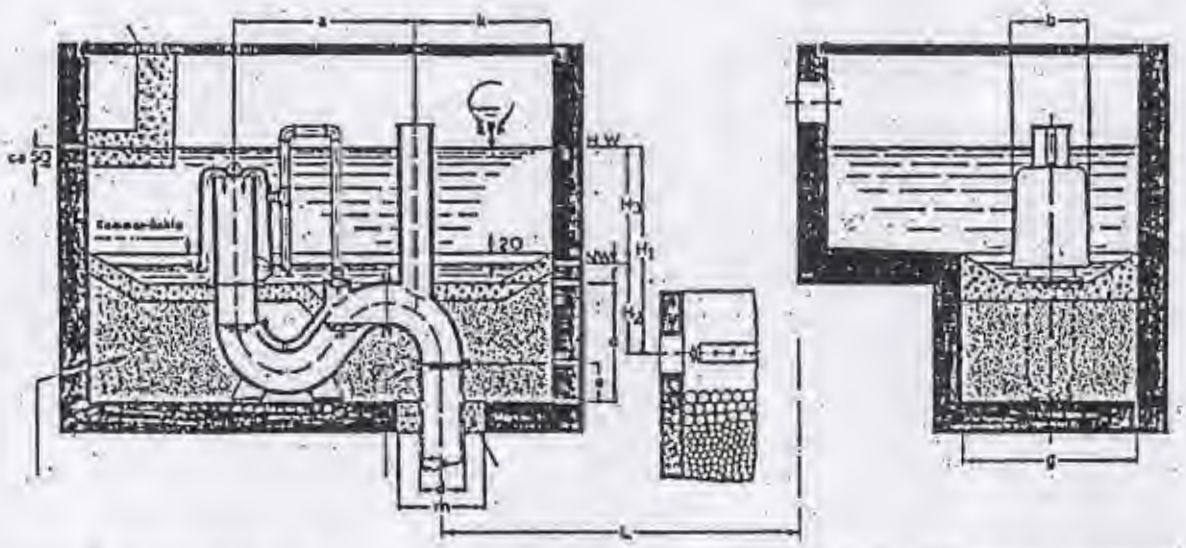
٤-٢-٥-٣ أحواض الترسيب النهائى :

أ - وصف أحواض الترسيب النهائى :

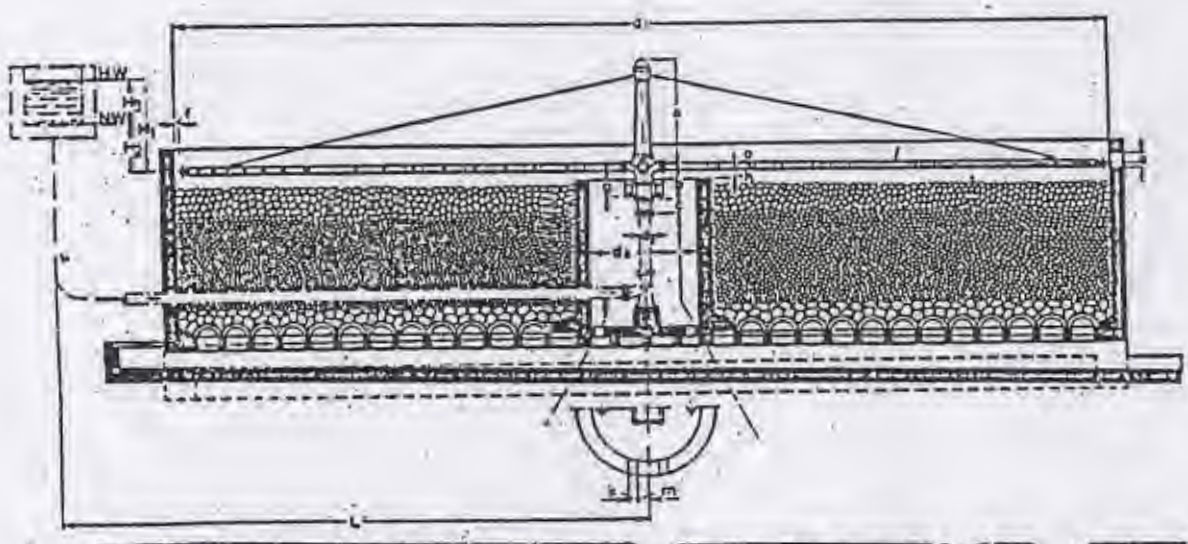
وهى الأحواض التى تستقبل مياه الصرف الصحى الخارجة من أحواض المعالجة البيولوجية بغرض ترسيب المواد العالقة التى تمت أكسدتها وتثبيتها فى أحواض التهوية . ويتم إختيار أحواض الترسيب النهائى من النوع الدائرى .

ب - أسس تصميم أحواض الترسيب النهائى :

- مدة المكث = ٢,٠٠ - ٣,٠٠ ساعة
- معدل التحميل السطحى للحوض = ٣٠ - ٤٥ م٣/م٢/يوم .
- معدل التحميل على هدار المخرج = لا يزيد عن ٣٠٠ م٣/م.ص/يوم .

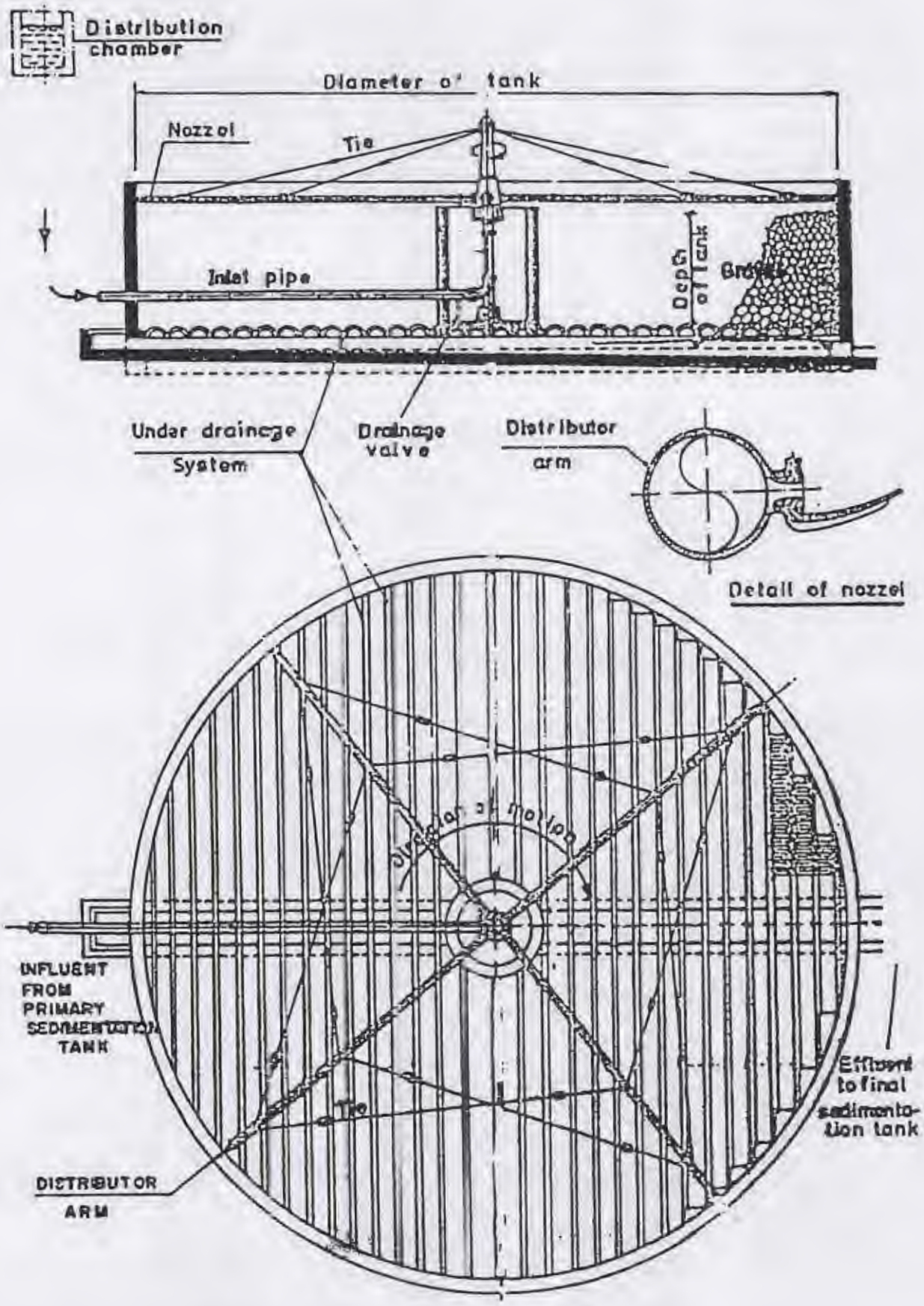



| | d | Q | $H_1$ | | $H_2$ | L | a | b | c | e | f | g | k | m | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 50 | 2 | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 10 | 270 | 120 | 150 | 60 | 30 | 500 | 200 | 200 | 20 |
| 80 | 80 | 8 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 12 | 440 | 180 | 275 | 70 | 50 | 800 | 300 | 200 | 80 |
| 100 | 100 | 15 | 1,0 | 0,8 | 0,4 | 15 | 570 | 230 | 350 | 100 | 70 | 1000 | 400 | 250 | 120 |
| 150 | 150 | 30 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 20 | 830 | 380 | 500 | 150 | 100 | 1000 | 500 | 300 | 220 |
| 200 | 200 | 50 | 1,2 | 1,0 | 0,6 | 25 | 920 | 420 | 500 | 130 | 100 | 1200 | 600 | 400 | 290 |
| 250 | 250 | 75 | 1,5 | 1,2 | 0,7 | 25 | 1020 | 500 | 600 | 200 | 130 | 1200 | 700 | 500 | 480 |
| 300 | 300 | 100 | 1,5 | 1,2 | 0,8 | 30 | 1120 | 550 | 700 | 250 | 130 | 1400 | 700 | 600 | 620 |

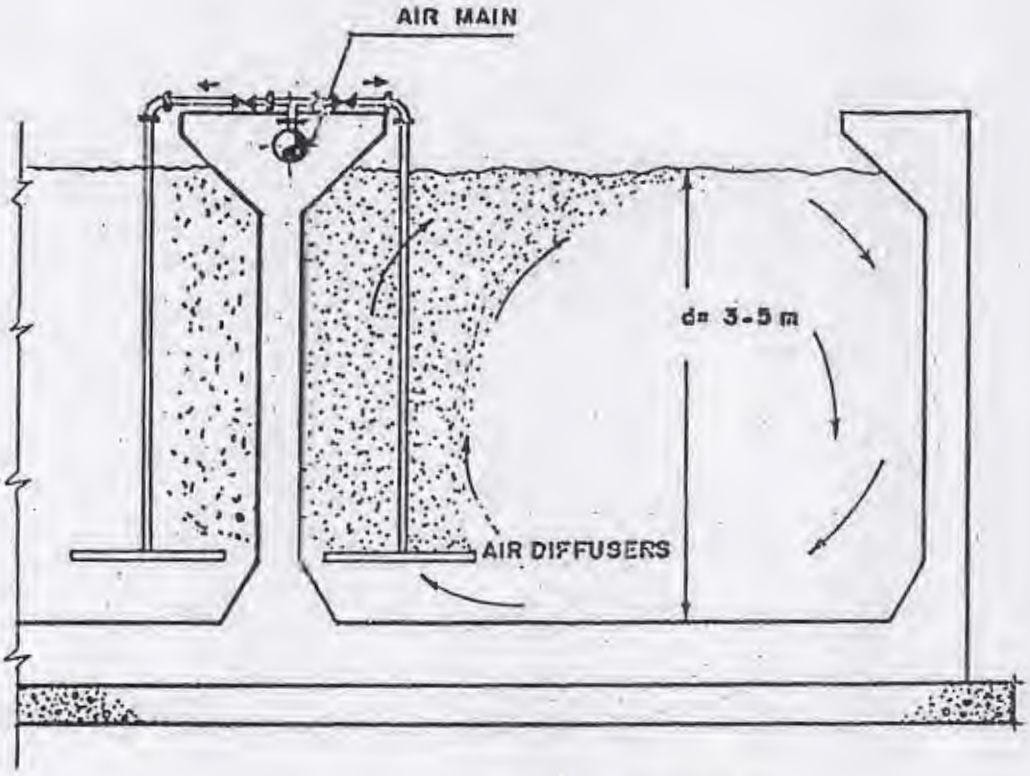



| | $d_1$ | $d_2$ | | Q | L | $Q_{max}$ | | $Q_{min}$ | a | b | c | f | g | h | k | m | o |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 150 | 10 | 100 125 150 | 3 | 10 | 15 | 14 | 2 | 2 | 1150 | 380 | 150 | 150 | 200 | 100 | 100 | 125 | 32 |
| 175 | 14 | 125 150 200 | 4 | 20 | 15 | 28 | 2 | 4 | 1160 | 370 | 150 | 150 | 200 | 100 | 100 | 125 | 35 |
| 200 | 18 | 150 200 250 | 4 | 30 | 20 | 42 | 2 | 6 | 1550 | 460 | 200 | 150 | 260 | 100 | 100 | 150 | 42 |
| 225 | 22 | 150 200 250 | 4 | 40 | 20 | 56 | 2 | 8 | 1750 | 500 | 200 | 250 | 280 | 100 | 120 | 170 | 48 |
| 250 | 26 | 200 250 300 | 4 | 50 | 25 | 70 | 2 | 10 | 1750 | 530 | 200 | 250 | 300 | 100 | 120 | 180 | 54 |
| 275 | 28 | 200 250 300 | 4 | 75 | 30 | 105 | 2 | 12 | 2300 | 350 | 200 | 250 | 180 | 100 | 130 | 250 | 66 |
| 300 | 30 | 250 300 350 | 4 | 100 | 30 | 140 | 2 | 15 | 2350 | 360 | 200 | 250 | 180 | 100 | 130 | 270 | 76 |
| 350 | 34 | 300 350 400 | 4 | 140 | 35 | 200 | 2 | – | 2650 | 460 | 200 | 300 | 240 | 100 | 150 | 300 | 95 |
| 400 | 33 | 350 400 300 | 4 | 180 | 35 | 250 | 2 | – | 2785 | 470 | 250 | 300 | 240 | 100 | 150 | 320 | 108 |

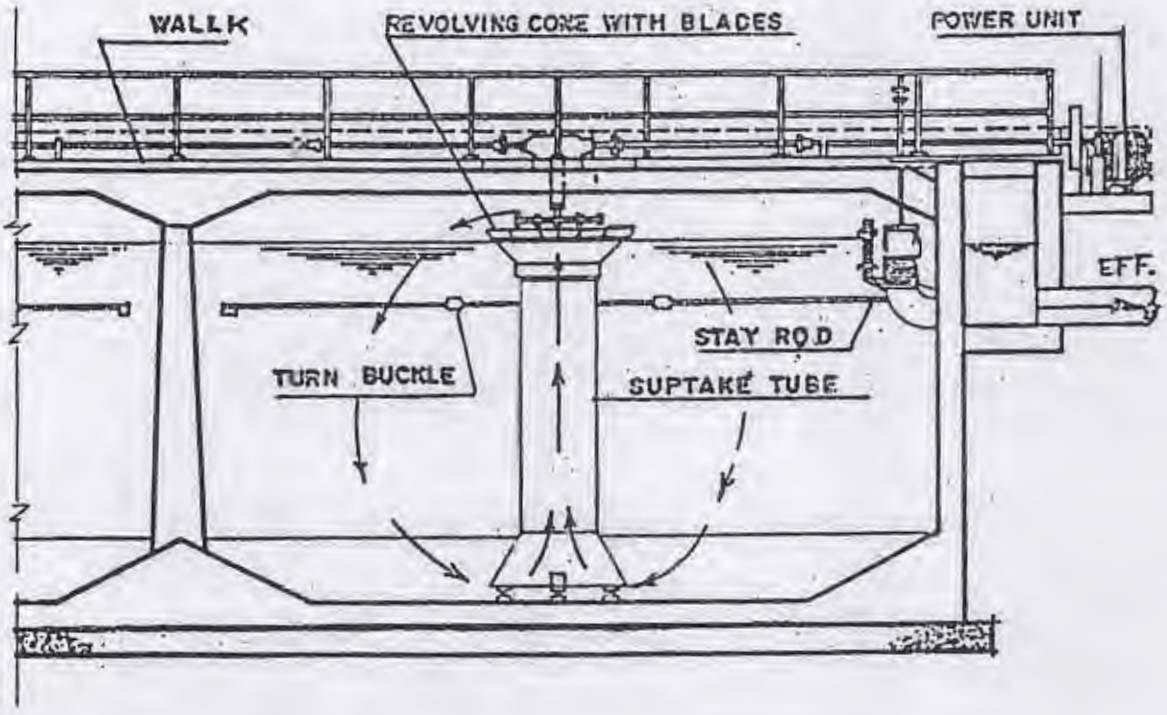
DETAILS OF TRICKLING FILTER.



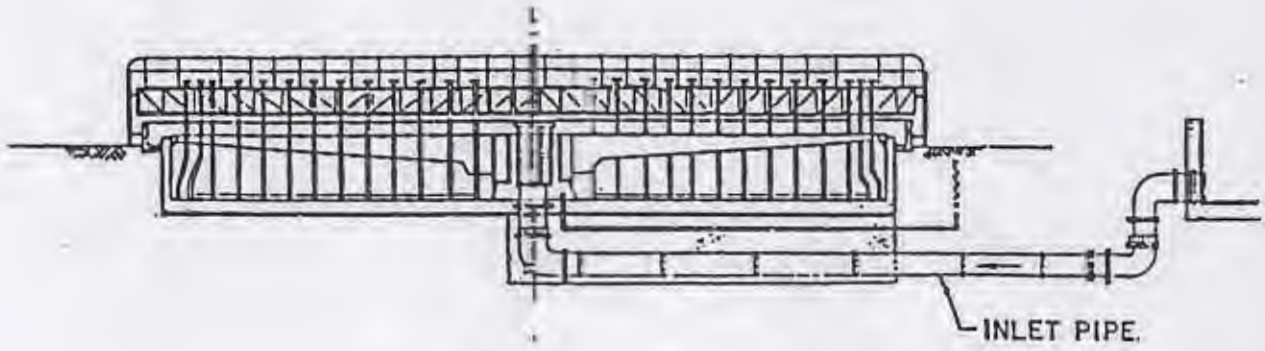

DETAILS OF TRICKLING FILTER.



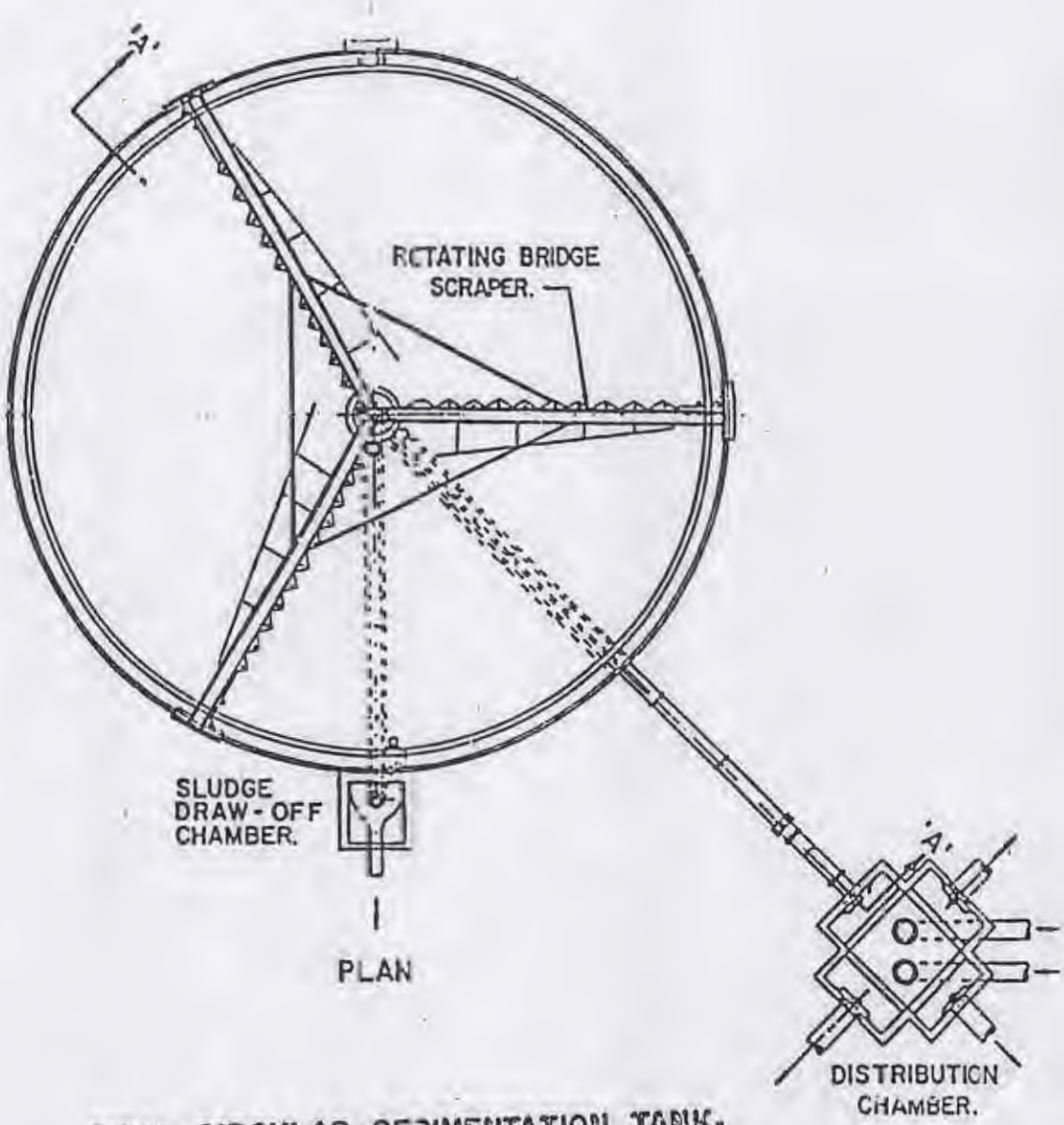

DIFFUSED AIR METHOD




SIMPLEX METHOD.

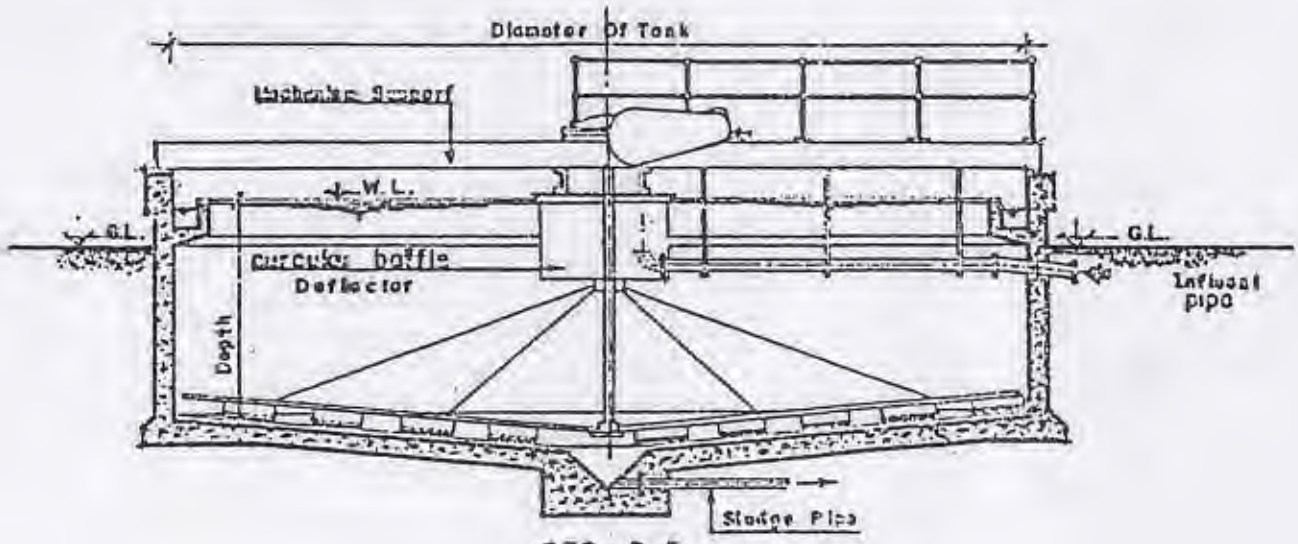



SECTION 'A'-'A'

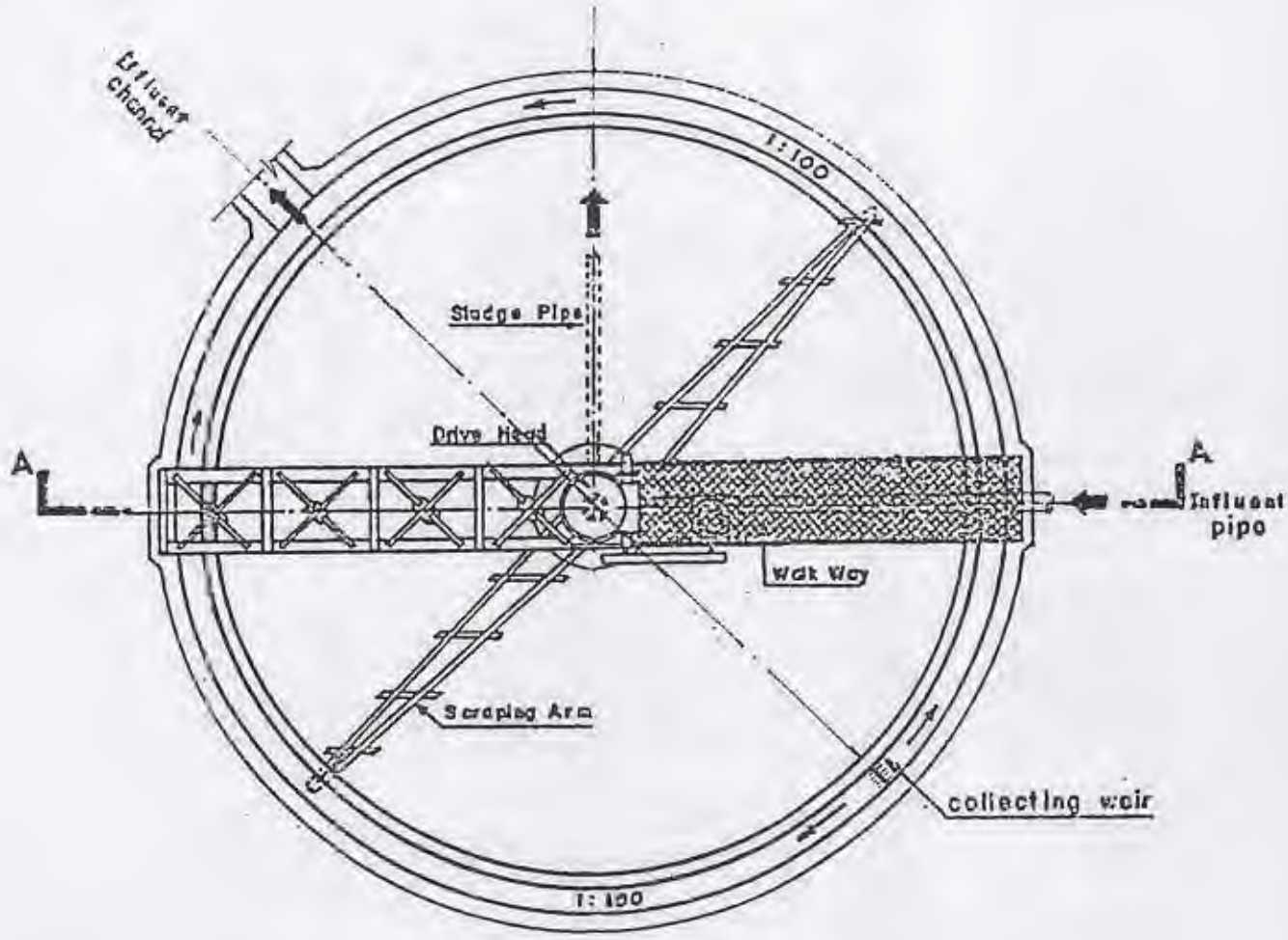



PLAN

FINAL CIRCULAR SEDIMENTATION TANK.




SEC. A-A




PLAN

FINAL CIRCULAR SEDIMENTATION TANK.

٤-٢-٥-٤ إضافة الكلـــــــور :

للقضـــاء عـــلى البكتريا الناقلة للأمراض فى مياه الصرف الصحى المعالجة ، تضاف جـــرعات من الكلور (١٠ - ٢٠ مجم/لتر) الى هذه المياه قبل صرفها حيث تبقى هذه الميـــاه مـــدة مكـــث من ١٥ - ٣٠ دقيقة بأحواض التلامس لضمان تفاعل الكلور مع البكتريا والقضاء عليها ٠

ويلزم لذلك توريد وتركيب المهمات التالية :

أ - أجهزة الكلـــــــور :

تكـــون أجهزة الكلور من النوع الذى يركب على الأرض والذى يعمل بالتفريغ وتكون جميع التوصيلات والمواسير دائما تحت التفريغ (ضغط جوى سالب) ، ويزود الجهاز بطـــريقة لإزالة الضغط اذا تكون داخل الجهاز ٠ وتكون جرعة الكلـــور حوالـــــى ١٠ جرام للمتر المكعب ويمكن زيادتها الى ٢٠ جرام للمتر المكعب عند الضرورة ٠

ب - طلمبات تشغيل حاقن الكلور :

هـــذه الطلمـــبات تعمل على رفع ضغط المياه داخل الحاقن وبالتالى سحب الكلور من اسطوانات الكلور وحقنها داخل خزان التلامس .

جـــ- أجهزة معادلة الكلور المتسرب :

* التهوية العادية :

يـــتم إنشـــاء مخزن لإسطوانات الكلور بحيث يكون كافى لتخزين العدد المطلوب من إســـطوانات الكـــلور وتزود المخازن بمراوح شفط لتهويتها خـــــــلال ساعات العمل العاديـــة ٠

* فى حالة تسرب الكلور :

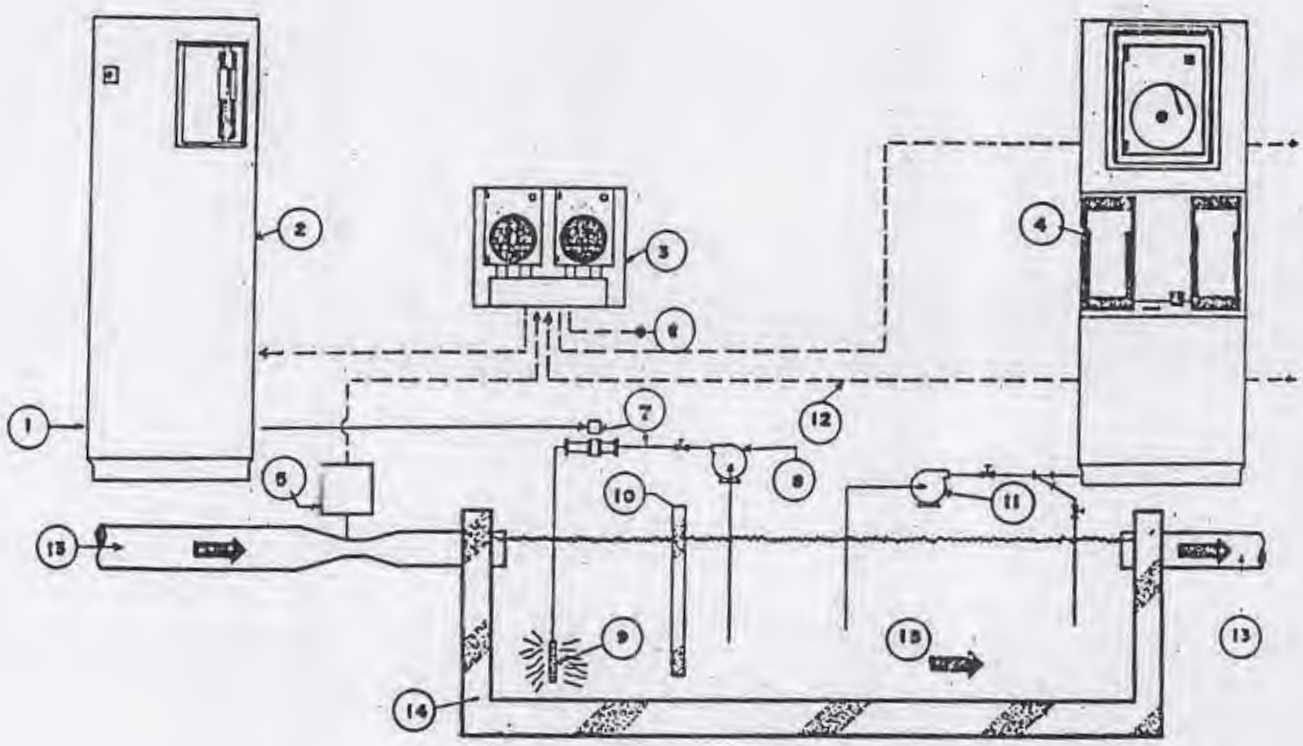
تـــتوقف التهوية العادية وتبدأ شفاطات الهواء فى العمل بمعدلات كبيرة لسحب الهواء الملوث بالكلور ودفعه الى برج المعادلة ٠

يـــزود مخزن الكلور وحجرة الأجهزة بمراوح لشفط الهواء الملوث بالكلور ودفعه الى برج معادلة الكلور المتسرب .

كمـــا يـــزود المخـــزن والحجرة المركب بها أجهزة حقن الكلور بأجهزة إنذار مرئى وصـــوتى للتـــنبيه فى حالـــة حدوث تسرب للكلور وفى هذه الحالة يتم تشغيل أجهزة المعادلة أوتوماتيكياً عند إرتفاع نسبة الكلور بالهواء عند الحدود المقررة.

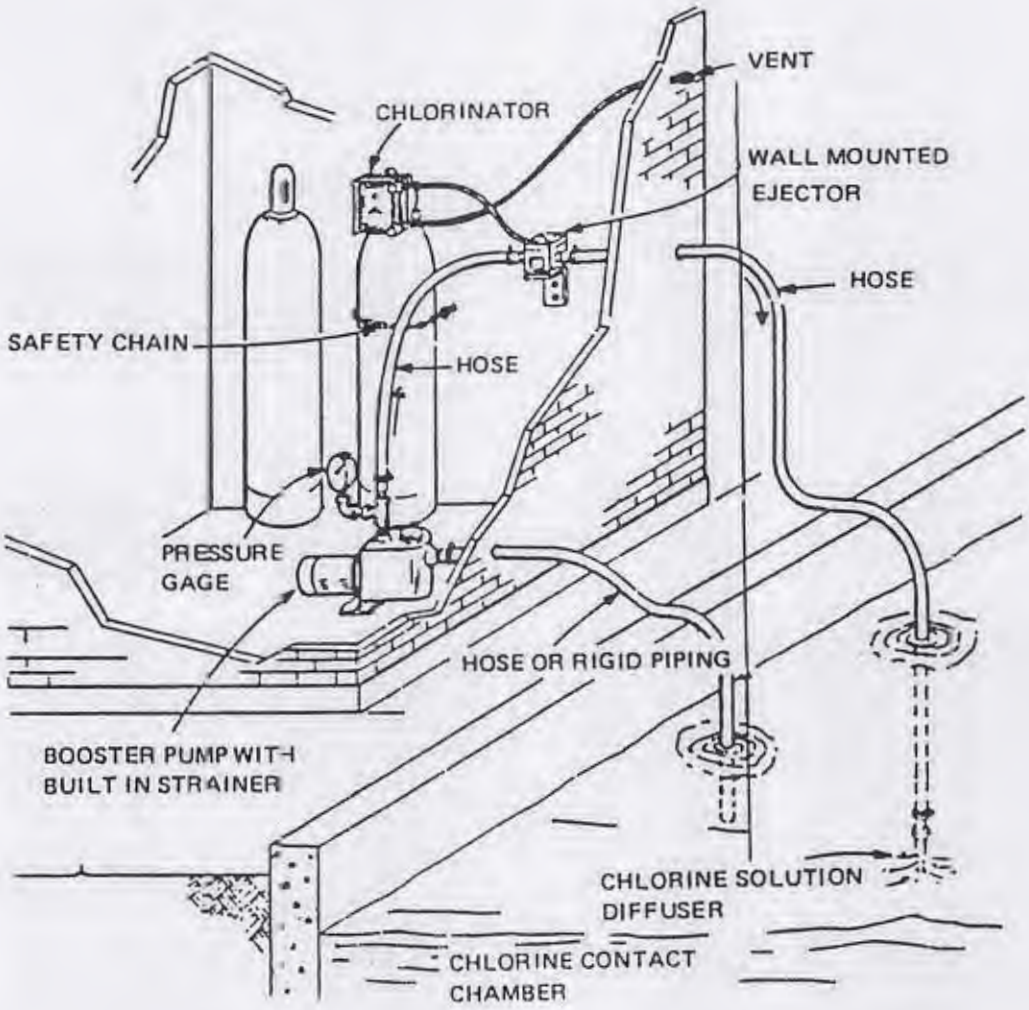
د - أحواض التلامس لمياه الصرف الصحى المعالجة :

تختـــلف كميـــة الكـــلور المحقونة من وقت لآخر بإختلاف مدة المزج وخواص مياه الصرف الصحى المعالجة ومقدار الأس الهيدروجينى ودرجة الحرارة ٠



1. CHLORINE GAS SUPPLY
2. CHLORINE FLOW CONTROL CABINET
3. COMPOUND LOOP CONTROL PANEL
4. ANALYZER-RECORDER CABINET
5. FLOW METER
6. POWER SUPPLY
7. EJECTOR
8. BOOSTER PUMP FOR CHLORINE DOSE
9. DIFFUSER
10. FIRST BAFFLE
11. BOOSTER PUMP FOR ANALYZER
12. SIGNAL LINE
13. SEWAGE FLOW
14. CHLORINE CHAMBER

TYPICAL COMPOUND LOOP CONTROL INSTALLATION FOR SEWAGE TREATMENT




Sewage Chlorination. (Courtesy Capital Controls Co.)

وتكون أحواض التلامس عبارة عن خزانات من الخرسانة المسلحة المقومة للكبريتات ومـــن الممكـــن أن تكون مغطاة أو مكشوفة وتتحدد أبعادها بحيث تسمح بمدة تلامس مقدارها ١٥ - ٣٠ دقيقة .

٤-٢-٥-٥ معالجة الرواسب (الحمأة) :

يـــتم فصـــل نسبة كبيرة من المواد الصلبة العالقة بمياه الصرف الصحى فى أحواض الترسيب الإبتدائى والنهائى ومن ثم يجب التخلص من هذه المواد والتى تخرج من قاع أحواض الترســـيب وتحتـــوى عدة على نسبة كبيرة من المياه تصل لأكثر من ٩٠% من وزنها الكلى. ويلزم التخلص من هذه الرواسب بعد معالجتها . وفيما يلى تلخيص لطرق المعالجة المختلفة المقترحة .

١ - هضم الحمأة هوائياً/لاهوائياً.

٢ - تركيز الحمأة .

٣ - التجفيف الميكانيكى للحمأة

٤ - أحواض تجفيف الحمأة طبيعياً .

ويمكن الاستفادة من الحمأة المجففة طبيعياً بإستعمالها كسماد عضوى أو للتخلص منها بالحـــرق . ولا تحتاج الحمأة الخارجة من أحواض الترسيب النهائى فى بعض طرق المعالجـــة البيولوجية الى عملية هضم - خاصة فى حالة التهوية الممتدة - حيث تكون الحمأة على درجة عاليه من الثبات ولا ينتج عنها أية روائح كريهة .

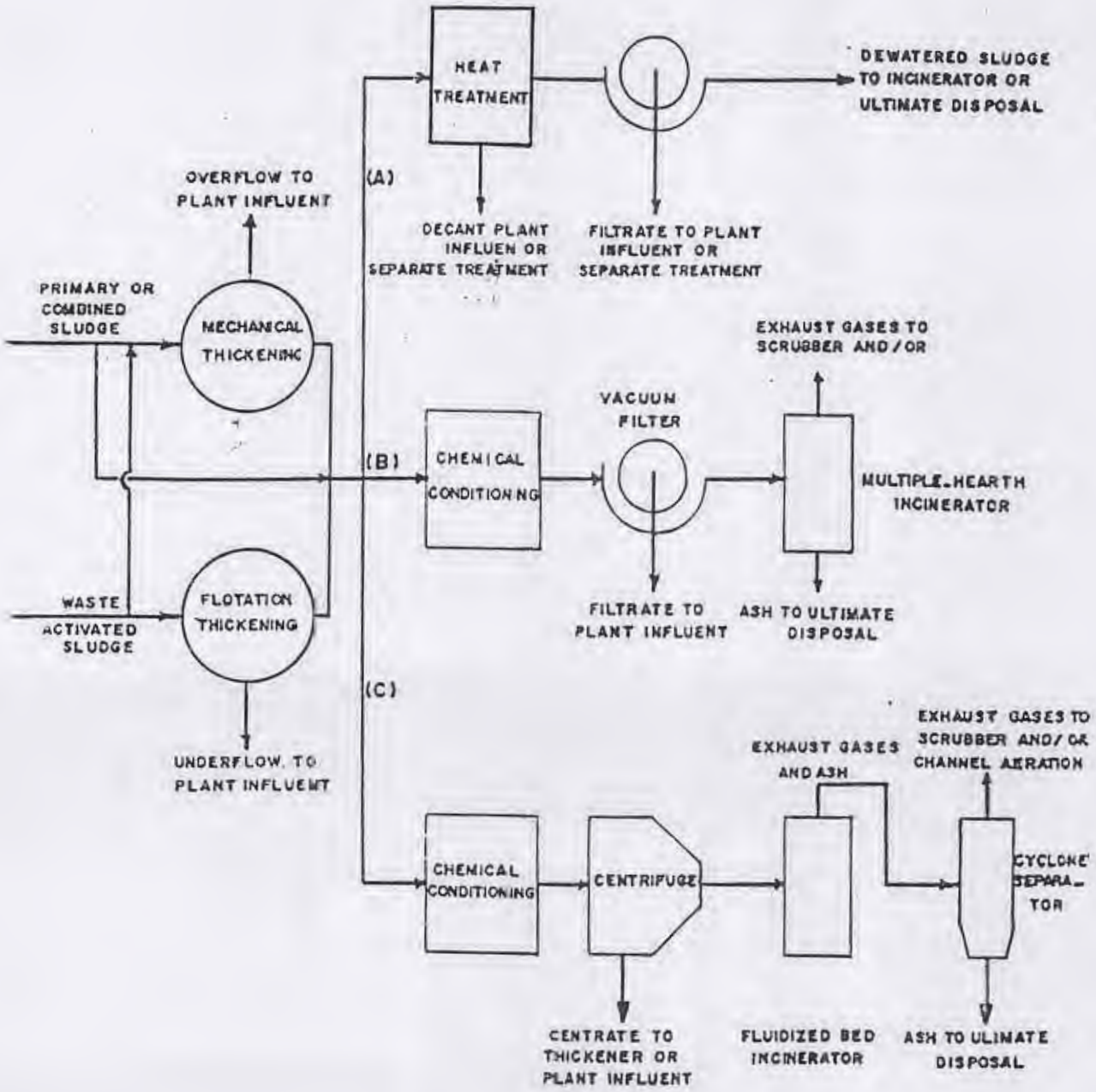
ونـــتيجة للظروف المناخية السائدة فى منطقة المشروع والطريقة البيولوجية المقترحة فى المعالجـــة الـــثانوية ومسطحات الأرض اللازمة لأحواض التجفيف ، فمن المقترح تثـــبيت الحمأة عن طريق إستخدام الهضم الهوائى للحمأة ثم تكثيف الحمأة فى أحواض تركيـــز يـــتلى ذلـــك إستخدام التجفيف الميكانيكى مع إستخدام أحواض التجفيف بصفة إحتياطية لجزء من الحمأة .

١ - أحواض هضم الحمأة :

يتم هضم الحمأة هوائياً فى أحواض عن طريق البكتريا الهوائية التى تستخدم الاكسجين فى أكسدة وتثبيت الحمأة حسب أسس التصميم الموضحة لاحقاً .

ويهدف هضم الحمأة الى :

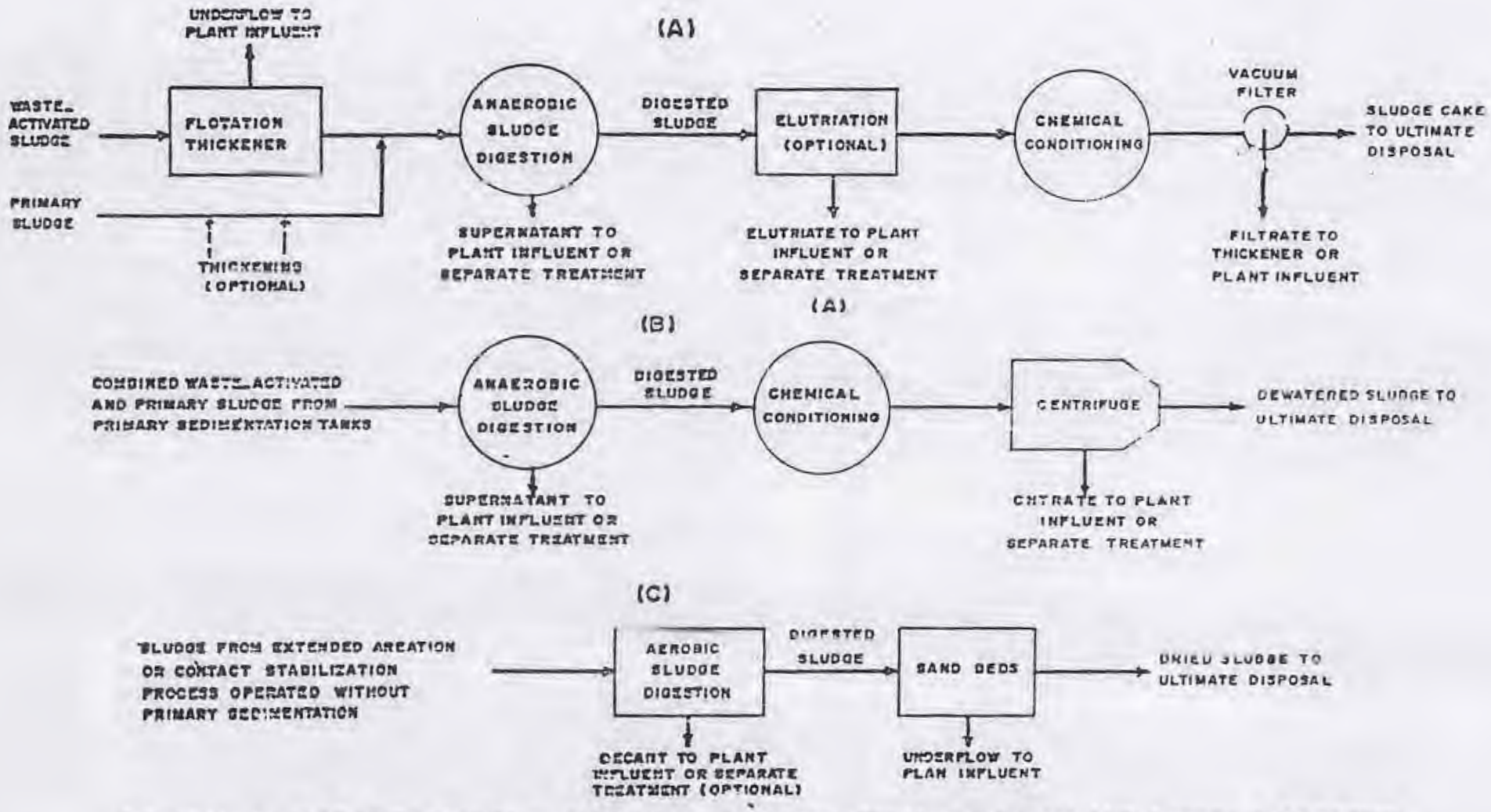
- تركيـــز المـــواد الصـــلبة بالحمأة وبالتالى يقل الحجم الكلى للحمأة الخارجة بعد فصل المياـــه .
- الحمأة بعد الهضم لا يتصاعد منها روائح كريهة .
- الحمأة بعد الهضم يسهل تجفيفها .
- زيادة قيمة الحمأة كسماد عضوى .




TYPICAL NONBIOLOGICAL SLUDGE TREATMENT FLOWDIAGRAM

(A) HEAT TREATMENT WITH VACUUM-FILTER DEWATERING

(B) MULTIPLE HEARTH INCINERATION, AND (C) FLUIDIZED-BED INCINERATION.




TYPICAL SLUDGE TREATMENT FLOWDIAGRAM WITH BIOLOGICAL DIGESTION AND THREE DIFFERENT SLUDGE DEWATERING PROCESSES (A) VACUUM FILTRATION, (B) CENTRIFUGATION, AND (C) DRYING BEDS.

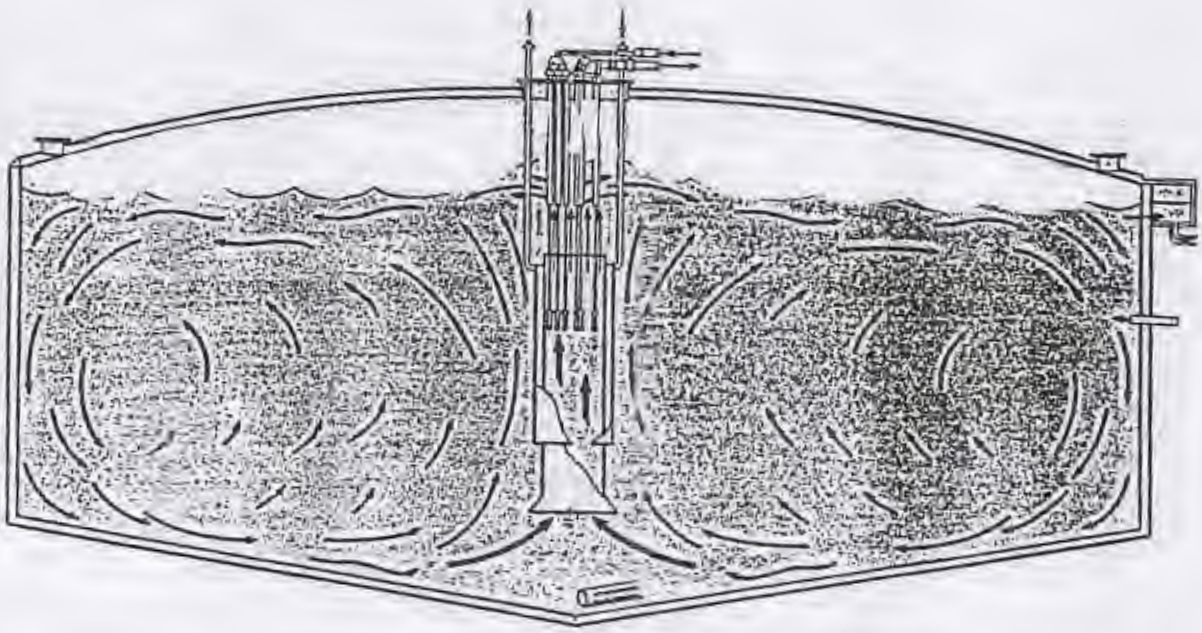


Figure Section through gas-mixed high-rate sludge digestion tank [*from Walker Process Equipment Division, Chicago Bridge & Iron Company*]

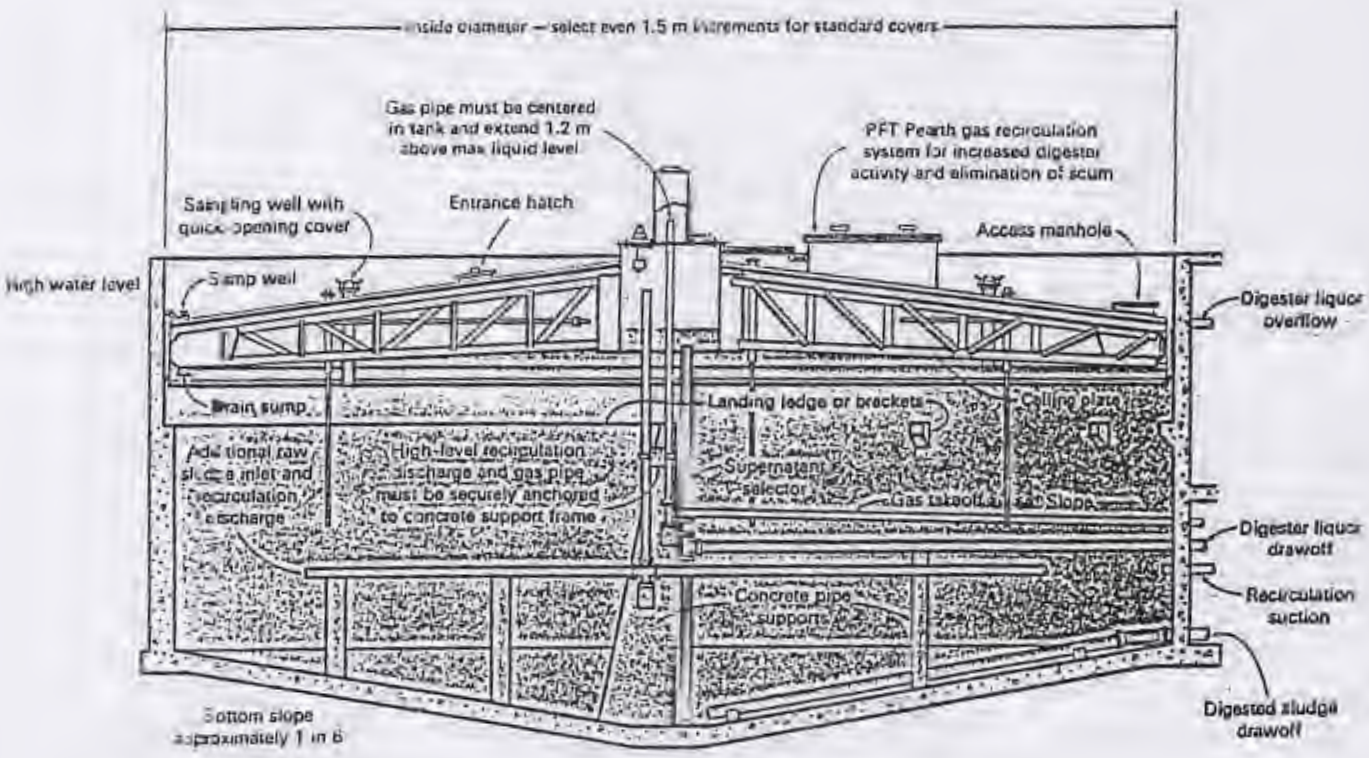
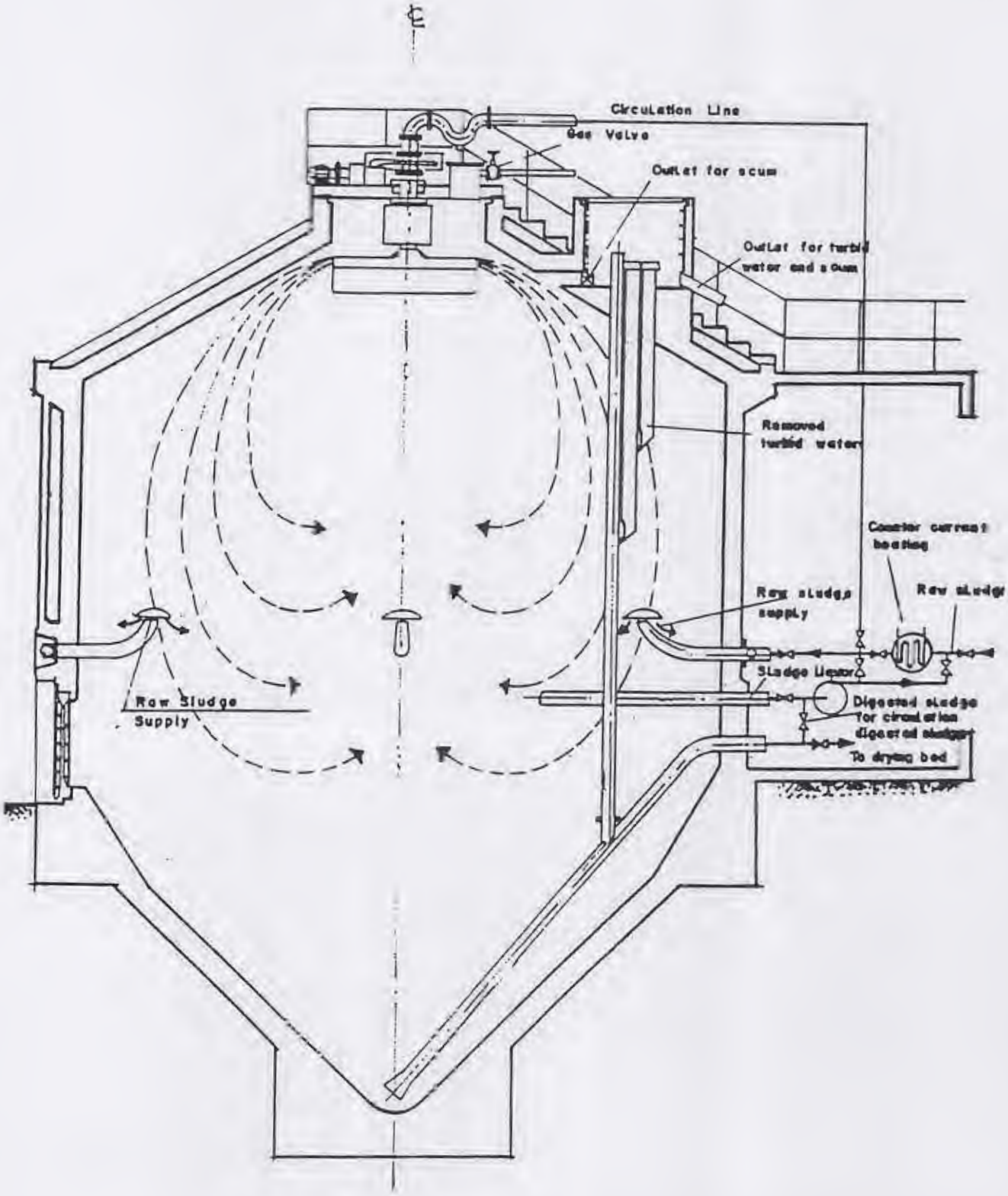



Figure Cross section through a typical standard-rate digester




## DIGESTION SLUDGE TANK

( Fixed Cover )

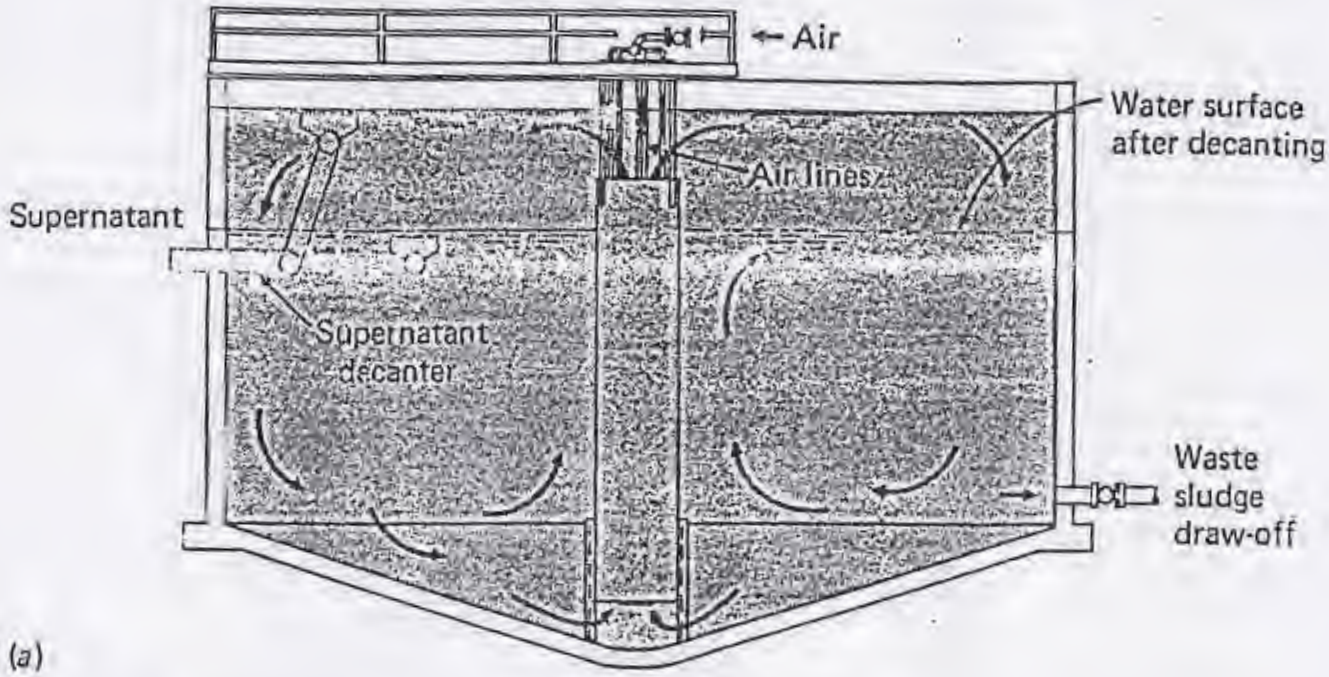
- التخلص من نسبة كبيرة من البكتريا الضارة .

أسس تصميم أحواض الهضم الهوائي للحمأة :

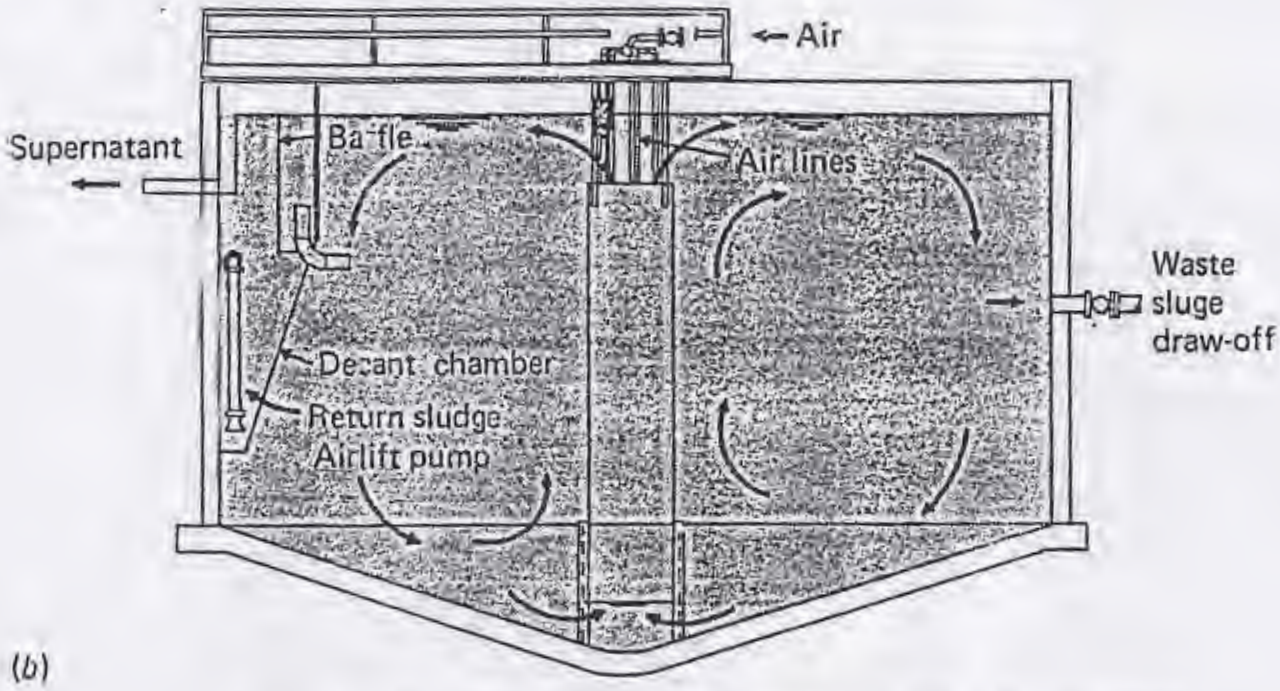
| | |
|---|---|
| معدل التحميل السطحي | ٤ – ٦ م$^{٣}$/م$^{٢}$/يوم |
| عمق الحمأة بالخزان | ٣ – ٦ م |
| مدة المكث | ١٠ – ١٢ يوم عند ٢٠°م<br>٢٠ – ٣٠ يوم عند ١٠°م |
| كمية المواد العضوية التي سوف يتم تثبيتها | ٣٥% – ٤٥% |
| كمية الأكسوجين المستهلك | ١,٧ – ١,٩ جم أكسجين لكل جرام مواد عضوية مثبتة |
| معدل الطاقة المستخدم لتوليد الهواء | ٢١–٣٢ كيلووات/م$^{٣}$ حمأة معالجة |
| تركيز الاكسوجين في الأحواض | ١ – ٢ مجم/لتر |

مميزات عملية هضم الحمأة هوائيا:

- انتاج حمأة ثابتة (بها محتوى ضئيل من المواد العضوية).
- الحمأة المنتجة لا تنبعث منها روائح وبالتالي يتسنى التخلص منها بدون مشاكل سواء من ناحية توالد الذباب أو الروائح.
- تكاليف الانشاء لنظام هضم الحمأة الهوائية أقل منه لنظام هضم الحمأة اللاهوائي.
- بصفة عامة فان الحمأة المهضومة هوائيا يسهل تجفيفها ميكانيكيا.
- عند تطبيق نظام هضم الحمأة سواء بطريقة هوائية أو لا هوائية فإن الحمأة الناتجة من عملية المعالجة البيولوجية يحدث بها تقريبا نفس نسبة التخفيض في المواد العضوية (الطيارة).
- السوائل المنفصلة من الحمأة المثبتة بعد عملية الهضم الهوائي لها محتوى أقل من احتياج الأكسجين الحيوي مقارنة بنظيرها في عملية الهضم اللاهوائي، وبالتالي تقل الأحمال العضوية المعادة الى مدخل عملية المعالجة وكذلك التحميل المناجئ لعملية المعالجة البيولوجية.
- مشاكل التشغيل لنظام الهضم الهوائي للحمأة أقل من نظيرتها لنظام الهضم اللاهوائي ولا يستوجب استعدادات أمان للغازات المنبعثة كما هو الحال لغاز الميثان في نظام الهضم اللاهوائي. ويلاحظ عموما أن أعمال التشغيل والصيانة وكذلك مستوى مهارة العمالة المطلوبة أقل من المطلوب في نظام الهضم اللاهوائي للحمأة.




(*a*)




(*b*)

Operational modes for aerobic digesters. (*a*) Batch operation. (*b*) continuous operation.

- الحمـــأة المهضـــومة الـــناتجة لهـــا قيمة عالية كسماد مقارنة بمثيلتها في نظام الهضم اللاهوائي.

عيوب عملية هضم الحمأة هوائيا:

- ارتفـــاع معـــدل استهلاك الطاقة وبالتالي ارتفاع تكاليف التشغيل ويكون ذلك ملحوظا بصورة أكبر في محطات المعالجة ذات الطاقة الكبيرة.
- تختلف كفاءة ازالة وتثبيت المواد الصلبة باختلاف الحرارة.
- الســـوائل المنفصـــلة مـــن الحمأة في أحواض تركيز الحمأة التي تلي أحواض الهضم الهوائي تحتوي على تركيز عالي من المواد الصلبة.
- يصعب في بعض الحالات تجفيف الحمأة وعادة ما يرتبط ذلك بظروف التشغيل.

٢ - أحواض تركيز الحمأة :

أ - وصف أحواض تركيز الحمأة :

أحـــواض تركيز الحمأة عبارة عن أحواض خرسانية عميقة ذات قاع مائل تترك فيها الحمـــأة لمـــدة طويـــلة نســـبياً لزيادة تركيز الحمأة بها وفصل نسبة إضافية من المياه المختلفة بها . ثم تؤخذ الحمأة من قاعها بينما تؤخذ السوائل من أعلاها وقد تكون هذه الأحواض عادية أو ميكانيكية .

ب - أسس تصميم أحواض تركيز الحمأة :

سيتم إستخدام أحواض لتركيز الحمأة طبقاً لأسس التصميم التالية :

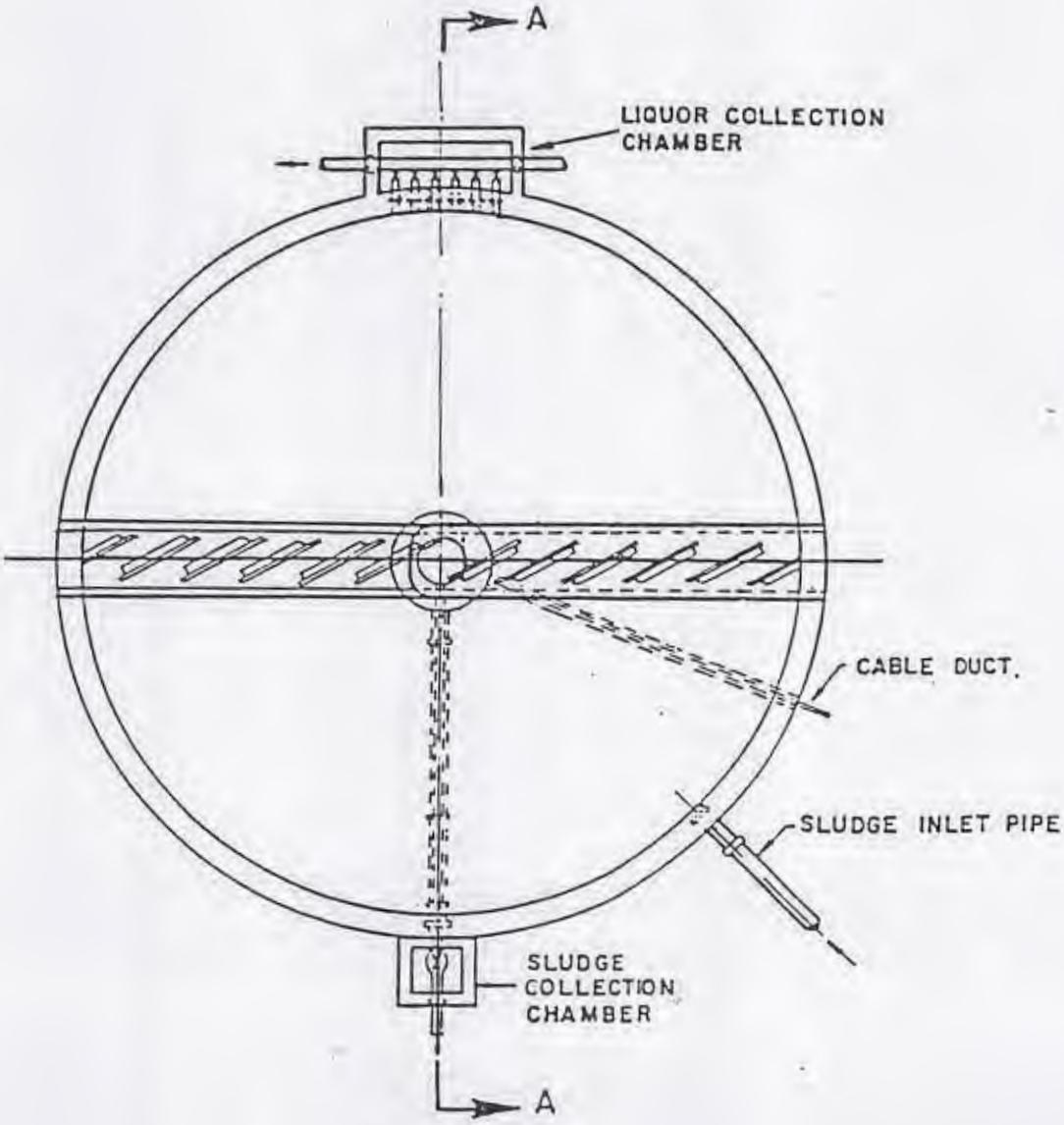
- مدة التكثيف للمواد الصلبة ٢٤ ساعة
- معدل التحميل السطحي للمواد الصلبة :

| نوع الحمأة | متوسط معدل التحميل السطحي كجم/م$^{2}$/يوم |
|---|---|
| ابتدائية | ٤٠ |
| ابتدائية + حمأة منشطة | ٣٠ |

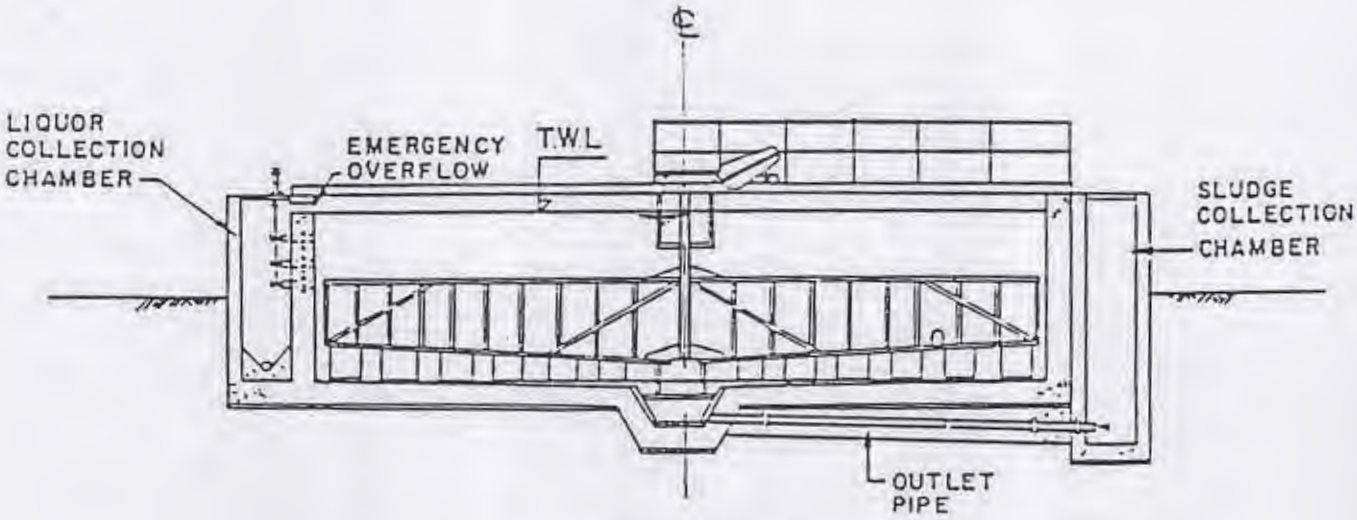
- معدل التحميل السطحي من الحمأة = ١٦ - ٣٧ م$^{3}$/م$^{2}$/يوم .

٣ - التجفيف الميكانيكي للحمأة :

تضاف بعض المروبات الكيميائية الى الحمأة بهدف تحسين خواصها وقابليتها للتجفيف الميكانيكي . والمروبات التي تستعمل لهذا الغرض هي كبريتات الالومنيوم أو كلوريد الحديديك مع الجير .

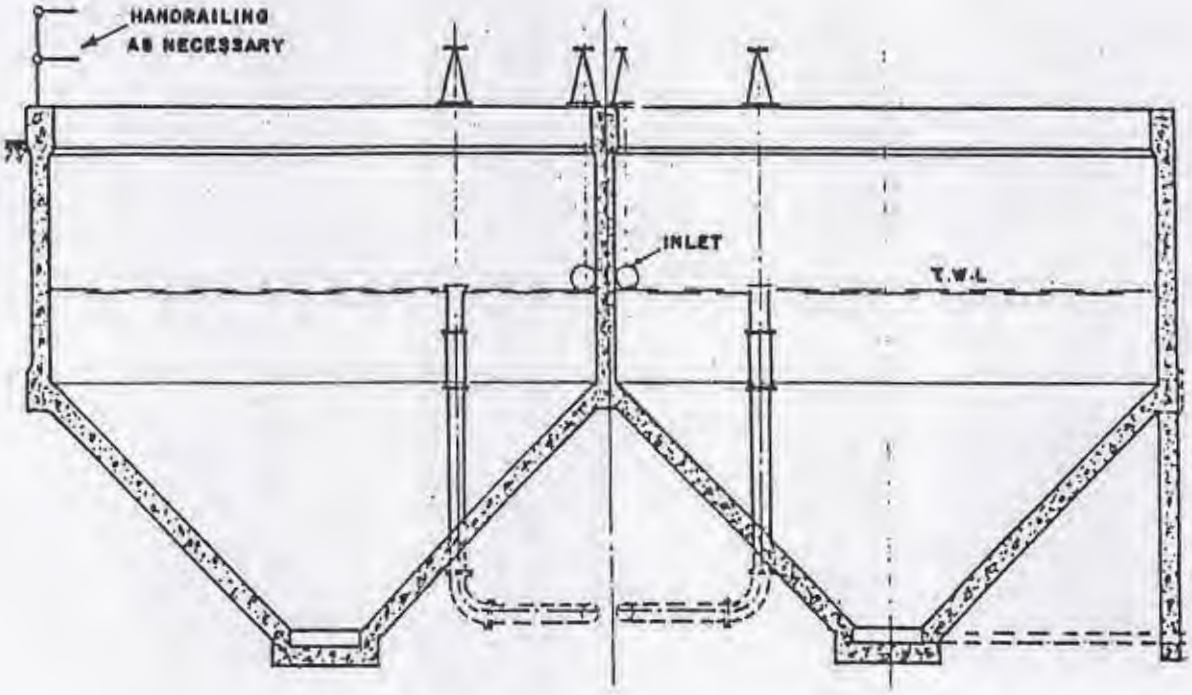


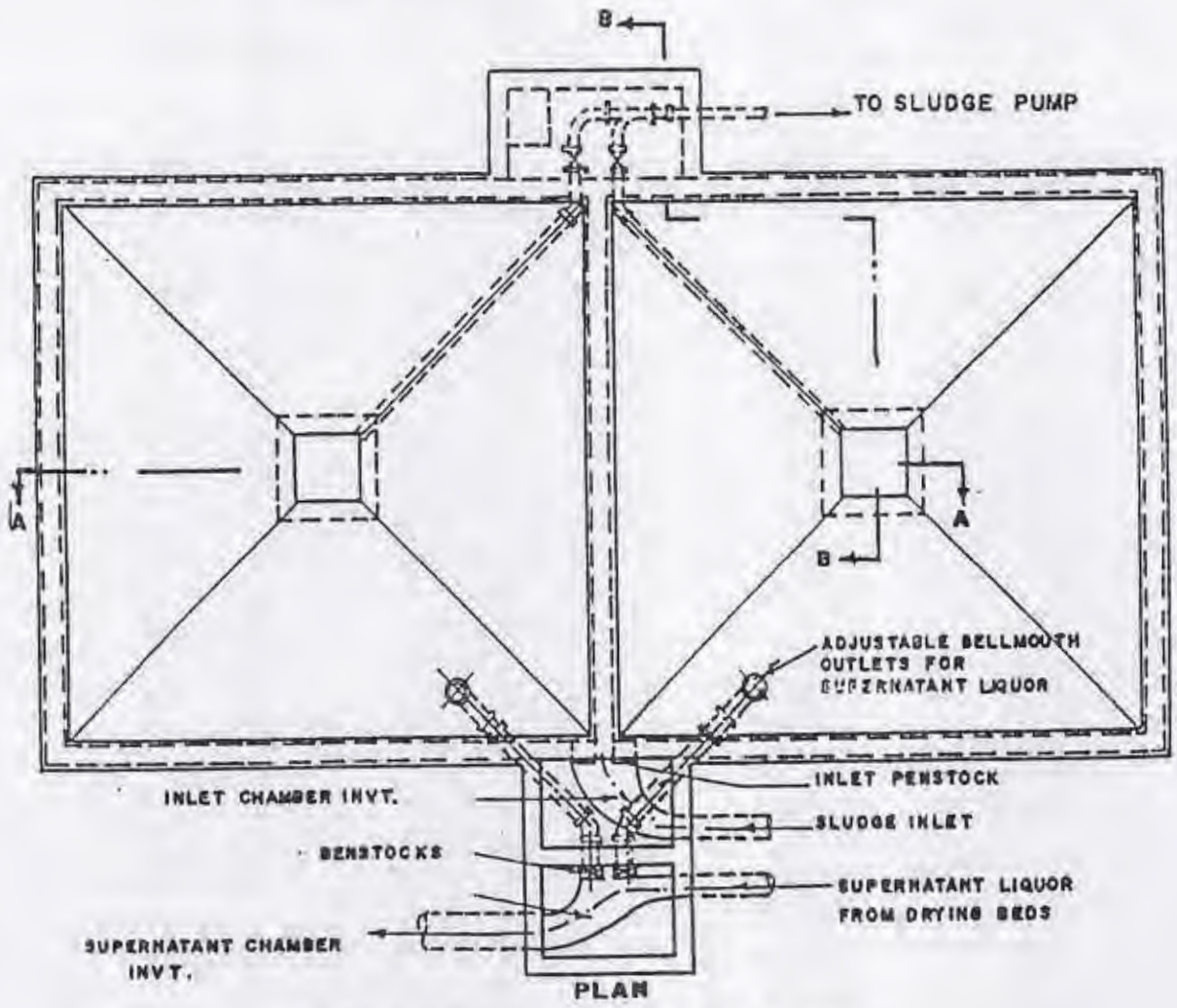

PLAN




SECTION A-A

SLUDGE THICKENERS




RECTANGULAR THICKENER TANK.

ويـتم اضـافة المروبات الى الحمأة فى أحواض خاصة حيث يتم خلطها وتقليبها جيداً حسـب متطلبات عملية التجفيف ثم توجه بعدها الى وحدات التجفيف الميكانيكية التى تعمل بخلخلة الهواء أو الضغط أو الطرد المركزى أو خلافه ٠

وتسـتعمل طـريقة التجفيف الميكانيكى للحمأة فى حالة عدم توفر مسطحات الأرض اللازمة لإنشاء أحواض التجفيف الطبيعى ٠ الا أنه من عيوب هذه الطريقة أن تكاليف التشـغيل عالية كما أنها تحتاج لمهارة فنية لضبط جرعة الكيماويات وتشغيل وحدات التجفيف الميكانيكية ٠

٤ - أحواض تجفيف الحمأة طبيعياً :

أ - وصف أحواض تجفيف الحمأة :

أحواض تجفيف الحمأة عبارة عن أحواض ضحلة العمق ، تتراوح مساحة كل منها من ١٠٠ الى ٢٠٠ مـتر مـربع (وقد تصل الى ٢٠٠٠ متر مربع فى حالة إزالة الحمأة الجافـة ميكانيكياً) ، وتنشأ من الخرسانة المقاومة للكبريتات ويزود قاع هذه الأحواض بشـبكة مواسـير الصرف المفتوحة الوصلات وتغطى هذه المواسير بطبقة من الزلط بإرتفـاع حوالى ٣٠ سم تليها طبقة من الرمال بنفس السمك تقريبا ، تفرش الرواسب فـوق هذه الطبقات ويفضل نشر الرواسب بسمك لا يزيد عن ١٠ سم ثم تترك لتجف فترة لا تزيد عن ٧ أيام ثم يعاد نشر الرواسب مرة أخرى فوقها بسمك لا يزيد عن ١٠ سم ، وهكذا الى أن يصل سمك الرواسب ٣٠ سم على أنه يجب تغطية الطبقة الأخيرة بطبقة من الرمل بعد مرور ٥ أيام ، وبهذه الطريقة نضمن موت يرقات الذباب وتخمر المواد العضوية تدريجياً وبالتالى زيادة فاعلية الرواسب عند إستخدامها كسماد ٠

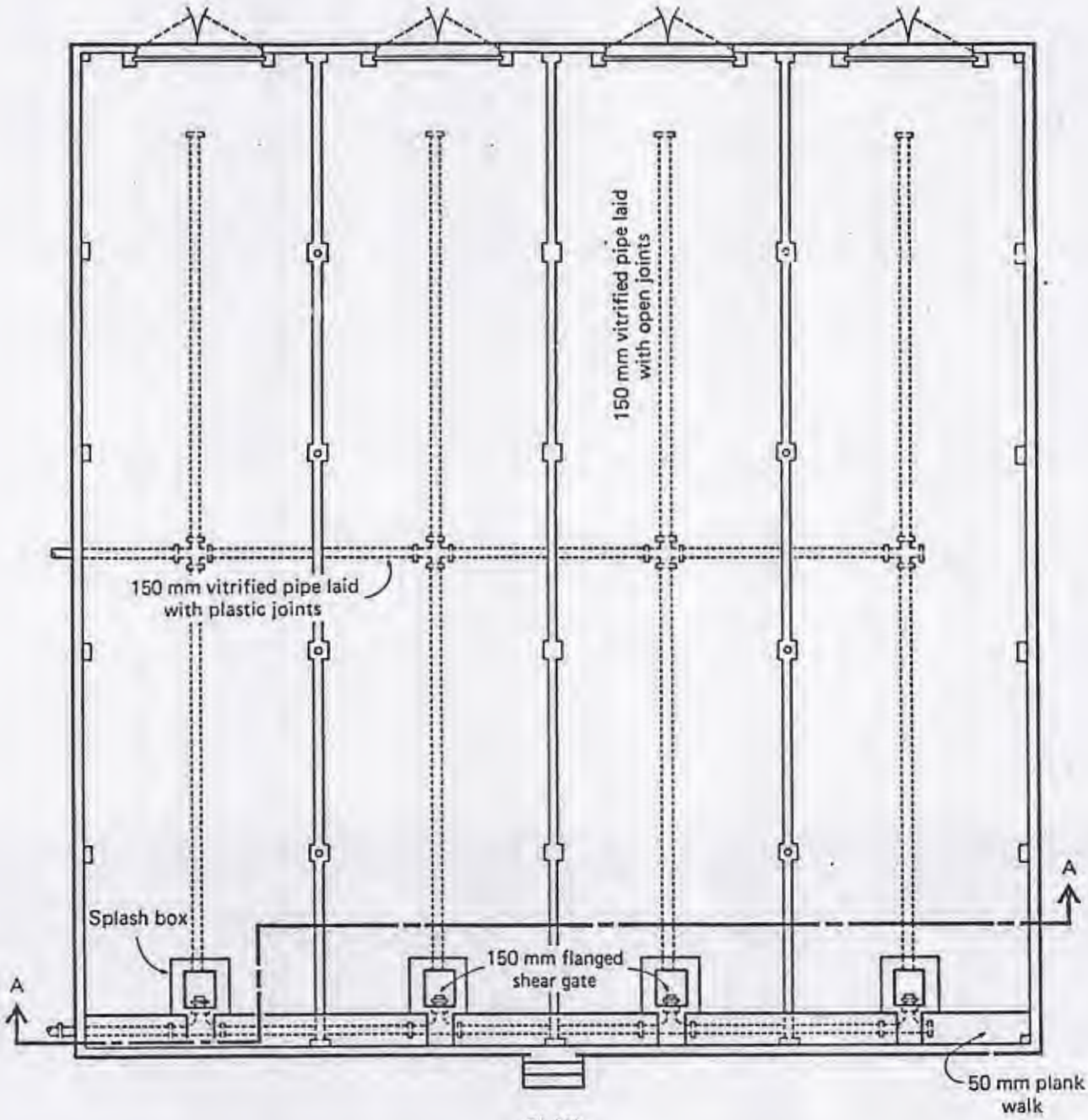
ويقـترح أن يـتم رفـع الحمـأة الجافة من أحواض التجفيف ميكانيكياً مما يؤدى الى الإستغناء عن العمالة اللازمة لمثل هذا العمل والتى يجد القائمون على تشغيل عمليات معالجة مياه الصرف الصحى صعوبة فى توفيرها ٠

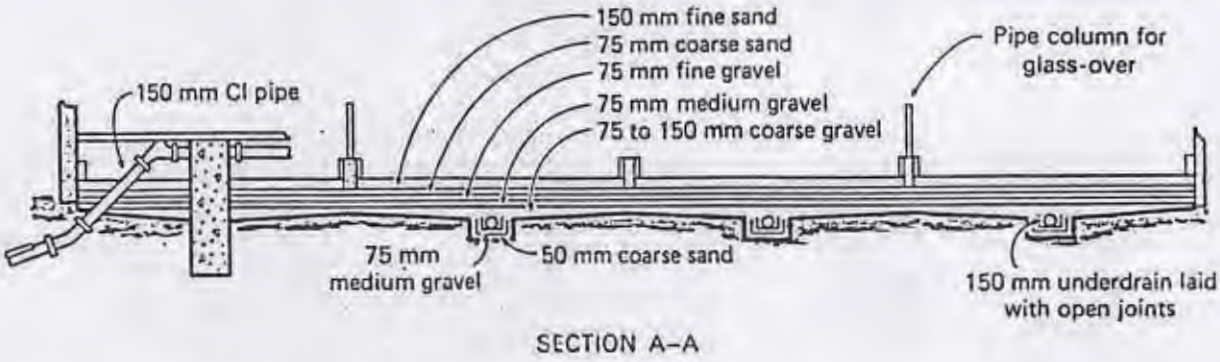
ب - أسس تصميم أحواض تجفيف الحمأة :

- سمك طبقة الحمأة للمرة الواحدة = ١٠ سم
- فترة التجفيف للحمأة (متوسط) = ٥ أيام
- مساحة الحوض الواحد = ١٠٠ - ٢٠٠ متر مربع

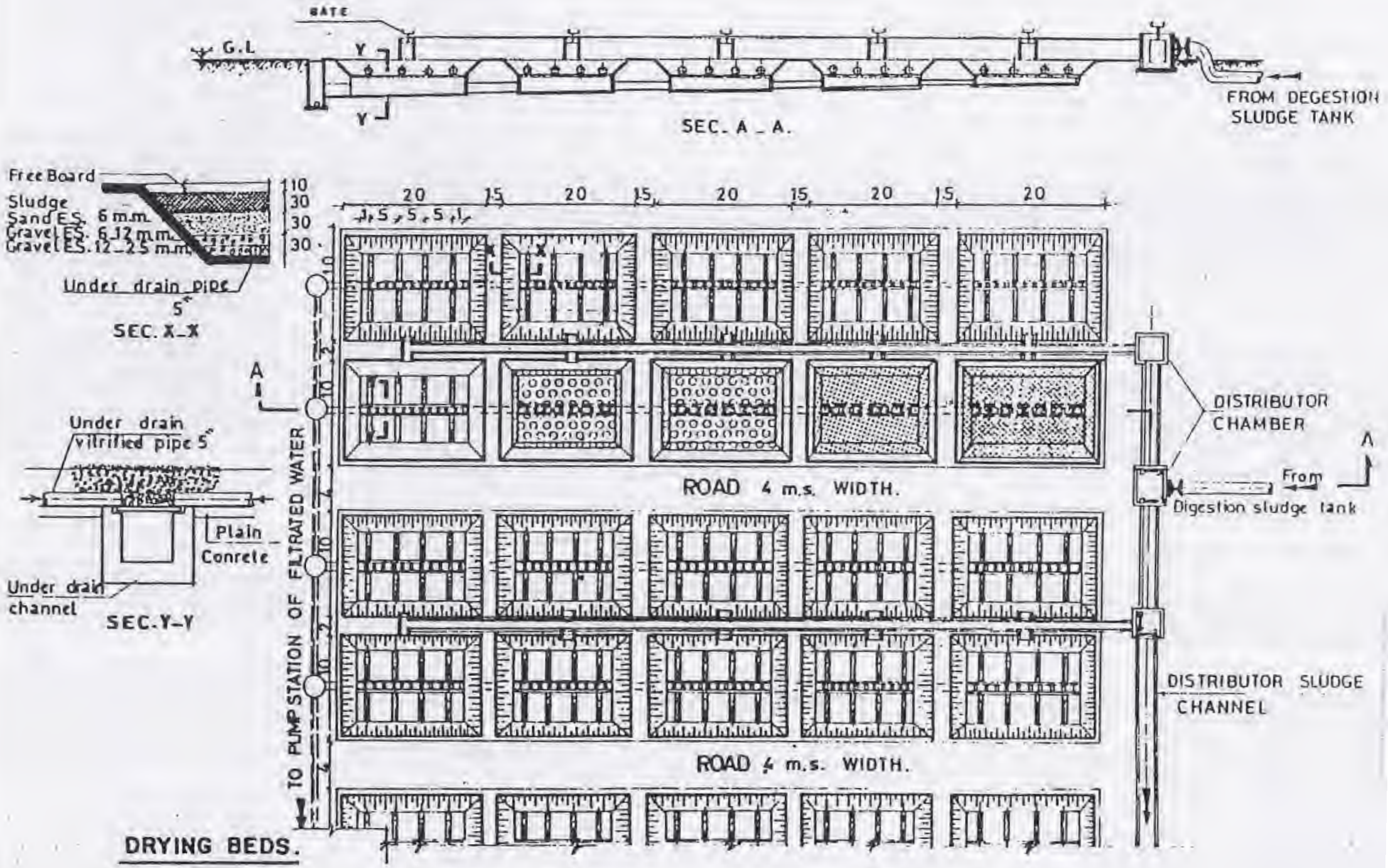
٤-٢-٥-٦ محطات الطلمبات :

- يكون عدد الطلمبات العاملة مناسباً للتغيرات التى تحدث فى التصرفات الداخلة للمحطة على مدى ساعات اليوم ٠
- يتم تصميم رفع الطلمبات على أساس الرفع الإستاتيكى المناظر مضافاً اليه الفواقد فى الـرفع نـتيجة الإحـتكاك داخـل خط الطرد العمومى والفواقد الثانوية فى الوصلات والمحابس ٠




Plan and section of a typical sludge drying bed.


GATE
G.L
Y
Y
SEC. A _ A.
FROM DEGESTION SLUDGE TANK
Free Board
Sludge
Sand E.S. 6 m.m.
Gravel E.S. 6-12 m.m.
Gravel E.S. 12-25 m.m.
10
30
30
30
Under drain pipe 5"
SEC. X-X
20
15
20
15
20
15
20
15
20
5
5
5
5
A
Under drain vitrified pipe 5"
Plain Conrete
Under drain channel
SEC. Y-Y
TO PUMP STATION OF FILTRATED WATER
ROAD 4 m.s. WIDTH.
DISTRIBUTOR CHAMBER
From Digestion sludge tank
A
ROAD 4 m.s. WIDTH.
DISTRIBUTOR SLUDGE CHANNEL
DRYING BEDS.

- تكـون وحـدات الطلمبات من النوع الرأسى الطاردة المركزية ، مصممة لضخ مياه الصرف الصحى الخام ٠
- تكـون وحـدات الطلمـبات من النوع الجاف الذى يركب داخل بيارة جافة فى حالة محطات الطلمبات الرئيسية ذات التصرفات والرفع المرتفع ٠
- تكـون وحدات الطلمبات من النوع الغاطس ، فى حالة محطات الطلمبات الثانوية ذات التصرفات والرفع المنخفض نسبيا ٠

* يـتم إختيار منحنيات الأداء للطلمبات لتغطى التشغيل على التوازى لوحدات الطلمبات عند أقصى كفاءة ممكنة على مدى تشغيلها ٠
* تصمم وحدات الطلمبات للتشغيل بصفة مستمرة (٢٤ ساعة يومياً) فى طقس حار تصل درجة حرارته الى ٤٥ درجة مئوية ٠

- يـتـم إدارة الطلمـبات عـن طـريق محـركات كهربائية ، تيار متردد ، ثلاثى الأوجـه ٣٨٠ فولت ، ٥٠ ذبذبة/ثانية ٠
- يجب ألا يقل عدد وحدات الطلمبات العاملة عن اثنين بحيث يكون العدد مناسب لتغطية الإحتياجات خلال ساعات اليوم ٠
- يجب أن يمثل عدد الطلمبات الإحتياطية (٥٠ - ١٠٠)% من عدد الطلمبات العاملة ، لتوفير قطع الغيار ٠
- يجب ألا تزيد سرعة وحدات الطلمبات عن ١٥٠٠ لفة/دقيقة ٠
- يتم احكام التسرب فى الطلمبات الصغيرة عن طريق موانع التسرب الميكانيكية ٠ ويتم إستخدام طلمبات حبس فى حالة الطلمبات الكبيرة ٠
- يـتم إخـتيار أقطار الخطوط الصاعدة بحيث لاتزيد سرعة التدفق بها عن ٢ متر/ث ولاتقل عن ٠,٦ متر/ث ٠
- يـتم عمـل تحـليل لموجات الطرق المائى على الخطوط الصاعدة بإستخدام برنامج كمـبيوتر متخصـص (Surge 5) وبناء على هذا التحليل يتم تصميم المهمات اللازمة للتغلب على موجات الطرق المائى الموجبة والسالبة ٠
- يـتم تـزويد وحدات الطلمبات التى تركب داخل بيارات جافة بمحابس قفل على أفرع السـحب ، وتـزود جميـع وحدات الطلمبات بمحابس قفل وعدم رجوع على أفرع الطـرد ٠
- يـتم إختيار عدد من الطلمبات العاملة بحيث يمكن تشغيل العدد المناسب طبقا للإحتياج الفعلى.
- تعمـل الطلمـبات بالمحطات على التوازى مما يوجب مراعاة ذلك فى مواصفات كل وحدة لتحقيق التصرف والرفع المطلوبين عند التشغيل على التوازى.
- تكون الطلمبات مصممة لتعمل فى جو حار بصفة مستمرة لمدة ٢٤ ساعة يوميا.

- يـتم إيقاف الطلمبات أوتوماتيكيا فى حالة إنخفاض منسوب المياه فى بياره السحب كما تزود الطلمبات بوسيلة لإمكان تشغيلها وإيقافها يدويا.

**عدادات قياس التصرف (Flow Meters) :**

يتم قياس كميات المياه الخارجة من محطات طلمبات بإستخدام عدادات لقياس التصرف مـن الـنوع المغناطيسى(Magnetic Flow meter) أو من نوع الموجات فوق الصوتية Ultra Sonic ويجـب مـراعاة أن يتم ترك جزء مستقيم من الماسورة المركب عليها الجهـاز قـبل العـداد تعادل خمسة أمثال قطر الماسورة على الأقل للحفاظ على دقة القراءات .

**٤-٢-٥-٧ مهمات منع المطرقة المائية :**

- بـناء على التحليل الهيدروليكى للنظام سيتم تحديد المهمات المطلوبه لأعمال الحد من ظاهرة الطرق المائى.
- تشـتمل مهمـات الحد من الطرق المائى على خزان ضغط من الصلب مزود بمخده هوائية .

ومحـابس عـدم رجوع ذات سرعة قفل مناسبة ومحابس هواء من النوع الذى يسمح بدخول وخروج الهواء.

**٤-٢-٥-٨ مهمات الرفع :**

- يـتم تركيب ونش علوى كهربى ثلاثى الحركة داخل كل من محطات الطلمبات ومبنى توليد الكهرباء ومخزن الكلور لخدمة المهمات داخل هذه المبانى .
- يجب أن يزيد حمل الونش بما لا يقل عن ٢٥% من وزن أثقل جزء من المهمات التى يتم رفعها بواسطة الونش.

**٤-٢-٥-٩ مهمات الورشة**

- يتم توريد مهمات لورشة صيانة تنشأ داخل موقع عملية المعالجة.
- تشمل هذه الورشة على المهمات الأتيـــة:

| | |
|---|---|
| مخرطة | ماكينة لحام كهرباء نقالى |
| مكشطة نطاحه | مهمات لحام بالأكسى إستيلين |
| مثـقاب شجرة | تزجات تشغيل |
| مثـقاب تزجة | ترولى لنقل الشغلات |
| مثـقاب نقالى | ماكينة جلخ تركب على الأرض |
| عدد وادوات مختلفة | |

٤-٢-٥-١٠ وحدات توليد الكهرباء الاحتياطيـــة :

- حرصـــاً عـــلى عـــدم توقف تشغيل محطة المعالجة يتم توريد وتركيب وحدات لتوليد الكهـــرباء الاحتياطية داخل كل موقع لإمكان تغذية الموقع بالطاقة الكهربائية أتوماتيكياً فى حالة انقطاع التيار الكهربي من الشبكة الرئيسية.
- يتم إدارة وحدات التوليد الكهربائية عن طريق ماكينات ديزل.
- يجب الا تزيد سرعة الوحدات عن ١٥٠٠ لفة/دقيقة.
- تكون وحدات التوليد بجهد ١١ ك فولت ثلاثية الأوجه ، ٥٠ ذبذبه /ثانية.
- تزود الوحدات بخلايا للتزامن وتوزيع الحملAutomatic Synchronization and load sharing

٤-٣ أســس تصميم الأعمال الكهربائية :

٤-٣-١ عـــام:

المصدر الرئيسي لتغذية محطة المعالجة بالطاقة الكهربائية يأتي من مصدرين مختلفين من شبكة الجهد المتوسط.

عـــلى ضوء الأحمال الكهربائيـــــة المتوقعة للمرحلة الأولى والتي تقـــدر بحوالي ٧ ميجـــاوات، وحيـــث أن المحطـــة مقسمة إلى عدد خمس مراحل متماثلة تقريبا فان الطاقـــة الكهـــربائية الاجماليـــة اللازمـــة للمشروع تقدر بحوالي ٣٥ ميجاوات يمكن الحصول عليها من خلال محطة محولات خاصة بالمشروع.

يـــتم اســـتقبال الطاقـــة الكهربائية الآتية من محطة المحولات إلى لوحة توزيع الجهد المتوســـط بمبـــنى وحـــدات توليد الكهرباء. المصدر الاحتياطي للطاقة الكهربائية يتم باســـتخدام وحـــدات تؤمـــن كهـــرباء تعمل بالديزل على جهد ١١ كيلو فونت للعمل أتوماتيكيا عند انقطاع مصدر التغذية الرئيسية.

وتـــتم التغذية الكهربائية للمشروع باستخدام النظام الحلقي Ring System لتأمين التغذية الكهربائية دون انقطاع بالإضافة إلى سهولة أعمال التشغيل والصيانة.

٤-٣-٢ لوحـــــات توزيع الجهد المتوســـــط :

تكون اللوحات من النوع المقفل ، المناسب للتركيب داخل المبانى وتعمل على إستقبال الجهـــد المتوسط ١١ ك.فولت من شبكة الكهرباء وتحتوى على القواطع الأوتوماتيكية وقضـــبان التوصـــيل النحاســـية ومهمـــات الوقايـــة وأجهزة القياس . تكون القواطع الأوتوماتيكيـــة مـــن النوع المفرغ أو معزولة بمادة SF6 والقواطع قابلة للسحب تعمل بالمحـــــرك.

الـــلوحات مناسبة للعمـــــــل على جهد ١٠,٥كيلوفولت ٣أوجه، ٣قضبان وأرضي ٥٠ذبذبة/الثانية.

يصنع جسم اللوحة من ألواح الصلب بسمك لايقل عن ٢مم درجة حماية IP44.

تكـــون قضـــبان التوصـــيل من النحاس المقصدر المعزول. يتم عمل رباط ميكانيكي وكهربي لتأمين سلامة الأجهزة والأفراد.

تقســـم الـــلوحة إلى أجزاء، كل جزء منها منفصل عن الآخر وتحوي قضبان التوصيل بصـــورة منفصـــلة عـــن الأجزاء التي تحوي أجهزة القياس والتحكم ومحولات الجهد والتيار.

تكـــون محولات التيار من النوع الجاف Dry Type بشدة تيار ثانوي ٥ أمبير لأجهزة القياس و٥ أمبير لأجهزة الحماية.

٤-٣-٣ المحـــولات :

يـــتم تـــركيب المحولات الكهربائية لخفض الجهد من شبكة الكهرباء الى جهد التشغيل المناســـب لمحـــركات الطلمـــبات ومهمـــات الإنارة والتهوية والتكييف وتكون مطابقة للمواصفات القياسية العالمية IEC 76 .

٤-٣-٤ لوحات توزيع الجهد المنخفض :

تكـــون الـــلوحات من الطراز المقفل وتشمل القواطع الأوتوماتيكية وقضبان التوصيل النحاسية وأجهزة القياس ومهمات الوقاية وكذا مغذيات لوحات الإنارة والقوى.

تصـــمم اللوحات للعمل على جهد ٣٨٠ فولت، ٣ أوجه، ٤ أسلاك، ٥٠ ذبذبة/الثانية، الأرضي.

تصـــنع الـــلوحات مـــن ألـــواح الصلب المجلفن المدهون من الداخل والخارج بدهان الكتروستاتيك بسمك لايقل عن ٢مم درجة حماية IP54 .

تـــزود اللوحات بعدد ٢قاطع للتغذية كل منهما يكون قادراً على إستيعاب الحمل كاملاً وذلك لتأمين التغذية بالكهرباء لكل لوحة توزيع دون إنقطاع التيار.

يتم عمل ربط ميكانيكي وكهربي بين مغذيات الدخول لتأمين سلامة الأجهزة والأفراد.

تقســـم اللوحة الى أجزاء كل جزء منفصل عن الآخر تحوي قضبان التوصيل بصورة منفصـــلة عـــن الأجزاء التي تحوي أجهزة القياس والتحكم ومحولات التيار داخـــل اللوحـــة.

تكون قضبان التوصيل من النحاس المقصدر.

يجـــب ألا تـــزيد شدة التيار على المساحة المخصصة لها في قضبان التوصيـــل عن ١٠٠٠أمبير/البوصة المربعة.

تكون القواطع الأوتوماتيكية من النوع القابل للسحب مزودة بالحماية ضد قصر الدائرة وزيادة الحمل.

٤-٣-٥ مراكز التحكم للمحركات (MCC):

كما سبق ذكره بالنسبة للوحات توزيع الجهد المنخفض وتحتوى على قضبان التوصيل الرئيسية والأرضية وقواطع التيار من النوع القابل للسحب وبادىء تشغيل المحركات والريليهات وأجهزة القياس والتحكم ومهمات الوقاية. وتكون من النوع المغلق ويجب أن تكون مناسبة لتغذية المعدات بالجهد والتيار المطلوب وذات درجة حماية IP54.

٤-٣-٦ المحركات الكهربائية :

- تكون من النوع المقفل الذى لا يسمح بتسرب المياه داخله.
- تصمم المحركات للعمل فى الجو الحار الرطب بإستمرار لمدة ٢٤ ساعة يوميا على الا تزيد أرتفاع درجة حرارتها عن ٦٥ درجة مئوية فوق درجة حرارة الجو المحيط وهى ٤٠ درجة مئوية.

تكون المحركات التى تعمل على جهد ١١ كيلو فولت من النوع ذو القفص السنجابى مزودة ببادئ حركة من النوع ذو المحول الذاتى (Auto Transformer Starter). أوستار/دلتا، أما بقية المحركات بموقع عملية المعالجة فتعمل على جهد ٣٨٠/٢٢٠ فولت وتكون ذات بادىء حركة من النوع المباشر (direct on line) أو ستار / دلتا (star /delta ) أو المحول الذاتى (Auto Transformer) طبقا لقدراتها.

٤-٣-٧ الكابلات :

- تكون جميع كابلات الجهد المتوسط والمنخفض من النحاس عزل XLPE ومن النوع المسلح عند اللزوم ٠
- يتم وضع الكابلات في المجارى المخصصة لها في أرضيات محطات الطلمبات بينما يتم وضعها داخل مواسير من الصلب عند إختراقها للحوائط ٠
- توضع الكابلات عند تقاطعات الطرق داخل قنوات من البلاستيك السميك المحاط بالخرسانة ٠
- توضح الكابلات خارج المباني داخل مجارى من الخرسانة ، لسهولة أعمال الصيانة وفك وتركيب الكابلات.

٤-٣-٨ نظام المراقبة والتحكم :

يشمل النظام على أجهزة القياس والتحكم اللازمة لأعمال التشغيل الكامل لجميع أجزاء المشروع محليا وعن بعد.
يسمح النظام بتشغيل أحواض الترسيب الإبتدائي ومهمات أحواض التهوية وأحواض الترسيب النهائي ومحطات طلمبات الحمأة والمياه المعالجة من خلال لوحات التحكم المركبة قريباً من هذه المهمات يتم تركيب نظام للمراقبة والتحكم.

Supervisory, Control and Date Acquisition

كـــاملاً بمبـــنى الإدارة مما يتيح المراقبة والتحكم لجميع أجزاء المشروع مركزياً من خلال النظام المركب بمبنى الإدارة.

يصـــمم النظام بحيث يناسب المهمات التي سيتم تركيبها في المرحلة الأولى (Lane1) ويكون قابلاً لمواجهة وإستيعاب التوسعات في المراحل الخمسة المقبلة من المشروع.

يشـــمل النظام المركب في مبنى الإدارة على عدد ٢ جهاز كمبيوتر بشاشات ٢١بوصة لكـــل وحـــدة بالإضافة إلي وحدة مشاهدة كبيـــــــــرة Large Video Mimic Screen بمساحة ٣متر مربع تقريباً تسمح برؤية ومتابعة الطلمبات العاملة والإنذار عند حدوث خطـــأ والمراحل المرتبطة بالتشغيل (Process) لجميع عناصر المشروع من أحواض ترســـيب إبـــتدائي وأحـــواض تهوية وأحواض ترسيب نهائي وكذا محطات الطلمبات بالإضـــافة إلى بيان التصرف والمناسيب. كما يتم تمثيل نظام الكهرباء بالمشـــــروع على هيئة رسم تخطيطي Single Line diagram لبيان حالات تشغيل لوحـــــات توزيع الكهرباء ومغذيات الدخول من شبكة المدينة والمحولات ووحدات توليـــــــد الكهرباء ... إلخ.

يتضـــمن الـــنظام بـــرنامج Soft Ware يوضـــح متطلـــبات الصيانة الدورية للمعدات الميكانيكية والكهربائية.

والنظام في شكله النهائي يسمح لمسئول التشغيل (Operator) بمبنى الإدارة بالتدخل في أي مرحـــلة مـــن مـــراحل التشـــغيل، وإيقاف أو تشغيل أياً من الطلمبات أو مهمات الأحـــــــواض.

يزود النظام بوحدات UPS للعمل عند إنقطاع التيار.

٤-٣-٩ نظام الأرضي :

نظـــام أرضي متكامل يشمل أقطاب الأرضي والموصلات وأجزاء التوصيل والتركيب طبقاً للمواصفات القياسية NEC 250 وطبقاً للأسس التالية :

- توصيل الغطاء الخارجي لكل محرك بموصل الأرضي داخل لوحة التوزيع التي تغذي المحركات.
- توصيل حديد التسليح وحوامل الكابلات ومواسير المياه بنظام الأرضي.
- توصـــيل موصـــل الأرضـــي بلوحات توزيع الجهد المتوسط والجهد المنخفض بنظام الأرضي من خلال نقطتين.
- جميع الأجزاء المعدنية وأجزاء التثبيت.
- مانعة الصواعق.
- المحولات.
- وحدات توليد الكهرباء.

- يتم فصل نظام الأرضي الخاص بأجهزة الكمبيوتر عن نظام الأرضي الرئيسي للمحطة وذلك لتجنب التشويش الناتج عن نظام الكهرباء.
- لوحات إنارة الموقع العام.
- أعمدة إنارة الموقع العام.
- نظام التليفونات.

**٤-٣-١٠ نظام الوقاية من الصواعق :**

- يلزم تأمين نظام للوقاية من الصواعق كاملاً حتى يمكن حماية المنشآت والخزانات العالية من الأضرار المترتبة على الصواعق ، ويتم التركيب طبقاً لنظام الوقاية من الصواعق -87NFPA أو -623CP أو بمواصفات مساوية ومعتمدة ،
- يحتوى النظام على الأطراف الهوائية والموصلات وأقطاب التأريض وروابط من المعدن ويجب أن تكون نهاية كل موصل من أسفل فى بئر للأرضى ،

**٤-٣-١١ الإنارة الداخلية :**

تكون وحدات الإنارة الداخلية من النوع الموفر للطاقة الكهربائية High Efficiency energy Saving Lamps ، سريعة البدء Rapid Start تستعمل لمبات الفلورسنت في إنارة المكاتب وغرف لوحات التوزيع وتستخدم لمبات بخار الزئبق في إنارة مباني محطات الطلمبات والورش ومباني وحدات توليد الكهرباء الإحتياطية ويجب أن تكون شدة الإستضاءة طبقاً لنوعية المكان طبقاً للمواصفات القياسية IEC كما يلي :

| الوحدة | شدة الإستضاءة (LUX) |
|---|---|
| مكتب | ٣٠٠ |
| غرفة لوحة توزيع | ٣٠٠ |
| صالات الطلمبات | ٢٠٠ |
| مبنى وحدات توليد الكهرباء | ٢٠٠ |
| معامل | ٥٠٠ |
| صالة التحكم | ٥٠٠ |

**٤-٣-١٢ لوحات الإنارة داخل المباني :**

تكون لوحات الإنارة من النوع القياسي المجمع داخل المصنع كاملة بالقواطع الأوتوماتيكية الفرعية لدوائر الإنارة والبرايز والتهوية والتكييف داخل المباني بالإضافة إلى القاطع الرئيسي لفصل وتوصيل التيار إلى اللوحة.

تزود اللوحة بقضبان توصيل من النحاس لإستقبال وتوزيع التيار الكهربائي بالإضافة إلى قضبان التعادل والتوصيل بنظام الأرضي.

يصنع جسم اللوحة من ألواح الصلب المجلفن المدهون من الداخل والخارج بدهان الكتروستاتيك.

## ٤-٣-١٣ إنارة الطـــــرق

### ٤-٣-١٣-١ عـــام

يجـــب أن تحقـــق الانارة درجة عالية من الوضوح لمستخدمى الطرق، ويتم هذا إذا ما أخذ فى الاعتبار عند التصميم العوامل التالية وتشمل:

أ - متوسط شدة الاستضاءة

ب- توزيع الاضاءة الكلى المنتظم

جـ- توزيع الاضاءة المنتظم فى الاتجاه الطولى

د - عوامل التحكم فى شدة الانبهار الضوئى

وبـــأخذ العوامـــل السابقة فى الاعتبار، يكون نظام الانارة المقترح طبقا لأنواع الطرق المختلفة بالمشروع كما هو مبين بالرسم.

### ٤-٣-١٣-٢ البيانات التصميمية والمعلومات الفنيـــــة

يتـــم تغذيـــــة إنـــــارة الطرق على ثلاثة فازات مع حيـــــادى موصـــل بالأرضى توصيلا فنيا وجهد ٢٢٠/٣٨٠ فولت، ٥٠ ذبذبة/الثانية ويتم توصيل اللمبات بين الفاز والمحايـــــد.

يتم التحكم فى الإنارة بواسطة الخلية الكهروضوئية.

تصـــنع الأعمـــدة مـــن الصلب المجلفن ويتم تصميم الأعمـــدة علـــى أساس حسابات ســـرعة الرياح ومعدلها وذلك عندما يكون العمود كاملا بالفانوس، بالإضافة إلى وزن الملحقات وعند تعرضه لأى أحمال أخـــــرى.

يصـــنـــــع حامل القواطـــــع من الصلب المدهـــون بالزنك ومن النوع المقفل تماما، والذى لا يتأثر بالرمال أو الرطوبة.

يجهز بأطراف توصيل بنظام الأرضى ويكون مناسبا لأستقبال كابلات حتى مقطع ٢٥ مم٢ .كما يمكنها حمل مصهرات صغيرة حتى ١٥ أمبير.

تثبت جميع نهايات التوصيل جيدا بجسم الحامل.

### ٤-٣-١٣-٣ الفوانيـــس واللمبات وملحقاتها

وحـــدة الأضـــاءة المســـتعملة كاملة باللمبة ٢٥٠ وات بخار صوديوم والملف الخانق والمكـــثف والأســـلاك الداخـــلية والغطـــاء الناشر، وجسم الفانوس مكون من صفائح الالومـــنيوم المضـــغوط المدهونة (بوية حرارية) ومجهز بحشية من اللباد لمنع تسرب الميـــاه، ودرجـــة الحماية IP54 ، ومزود بعواكس جانبية من الالومنيوم الشديدة النقاء تشـــطيب مـــرآة وحامل اللمبة من البورسلين، ويمكن تغييره إلى أربعة أماكن مختلفة للحصول على توزيعات مختلفة للإنارة.

وتكـــون الـــتجهيزات مـــن ملف خانق ومكثف ... الخ مصممة لتعمل تحت الظروف المـــناخية للموقع من الرطوبة والحرارة ، وألا يصدر عنها أى اهتزازات صوتية عند التشغيل. يكون الملف من النوع المنظم الآلى للفولت.

٤-٣-١٣-٤ كابلات إنارة الطرق

تكـــون الكابلات من النحاس النقى المتعدد الأقطاب معزولة بمادة XLPE وبغلاف من PVC مسلحة ومغطاه بمادة PVC تصنع الكابلات طبقا للمواصفات القياسية IEC 502، يتم مد الكابلات ووضعها تحت الأرض على عمق ٧٠ سم.

٤-٣-١٣-٥ الارضـــــــى

يتم عمل نظام أرضى كامل لجميع الاجزاء المعدنية والتى لا تحمل تيـــارا .

الارضـــى الخـــاص بلوحات الإنارة يتم بإستخدام اقطاب قطر ١٩مم بطول ٣متر، مع موصلات نحاس قطاع ٧٠مم٢.

الأرضى الخاص بأعمدة الإنارة يتم بإستخدام التسليح الخارجى للكابلات بالإضافة إلى عمل أرضى لآخر عمود من كل دائرة ويربط مع أقطاب الأرضى بإستخدام موصلات نحاس قطاع ٣٥مم٢.

يراعى ألا تزيد قيمة مقاومة الأرضى لجميع الاقطاب عن ٢,٥ أوم.

٤-٣-١٣-٦ لوحة الانـــــارة

تكـــون لوحـــة الانارة من النوع الذي يركب خارج المباني وتصنع على شكل خزانة حديديـــة بضلفتين من ألواح الصاج الحديدى المجلفن بسمك ٣ مم على الاقل، واللوحة مـــزودة بغطاء واق من المطر وفتحات تهوية، تكون درجة الحماية للوحة IP54 طبقا للمواصـــفات القياسية IEC529 وتحتوى اللوحة على عدد ٣ أجهزة لقياس شدة التيار، وجهـــاز قياس الجهد كامل بمفتاح أختيار، ومؤقت زمنى، وخلية كهروضوئية ، وقاطع أوتومـــاتيكى لكـــابل الـــتغذية الرئيسى، ومجموعة من القواطع الاوتوماتيكية لمغذيات الخروج.

تصـــــنع الـــلوحة بحيـــث يمكنهـــا أستيعـــاب وإضافـــة عدد ٢ قاطع أوتوماتيكـــى ثلاثـــى الاقطـــاب تعمل عنـــد زيادة الحمل أو حدوث القصر، ويمكـــن ضبطها حتى قيمـــة التيـــار القصوى لها وتتطابق مع المواصفات القياسية IEC 157.

٤-٣-١٤ التليفونـــــات :

يشمل النظام على سنترال أوتوماتيكي إليكتروني بعدد من الخطوط الداخلية والخارجية طبقاً لمتطلبات المشروع. يركب السنتـــــرال بمبنى الإدارة وبسعة إحتياطيـــــة تقدر بـــــ ٢٥% زيـــادة عن إحتياجات المشروع الكلية لتوفير إمكانية التوسع والزيادة في المستقبل.

عـــدد التـــليفونات تكون من النوع الذي يوضع على المكتب أو يعلق على الحائط تبعاً لـــلحاجة وتصنع من مواد بلاستيكية عالية الجودة مزودة بأزرار للتشغيل ويزود النظام ببطاريات للعمل ساعتين عند إنقطاع التيار.

٤-٣-١٥ **الإنذار بالحريق :**

يتم عمل نظام متطور للإنذار بحدوث الحريق لكل مباني المشروع ويتكون النظام من لوحـــة إنـــذار تـــركب بكل مبنى، شمعات الحريق ، الوحدات اليدوية ، الأجـــراس، الأسلاك ، المواسير والملحقات.

تقسم اللوحة إلى مجموعة من المناطق طبقاً لمساحة المبنى وعدد الأدوار به مما يسهل تحديد مكان الحريق عند حدوثه.

يـــتم ربط لوحات المباني الفرعية بلوحة رئيسية تركب بمبنى الإدارة / غرفة الحراسة لسهولة تحديد مكان الحريق عند حدوثه في أي جزء من أجزاء المشروع.

وتكون جميع الأسلاك المستخدمة طبقاً للمواصفات القياسية NFPA70 .

٤-٣-١٦ **نظام تأمين الموقع Security Alarm System :**

يشـــمل الـــنظام على لوحة مراقبة تركب بكل مبنى يمكنها أن ترسل إشارة تحذير إلى لوحـــة مراقـــبة عمومية تركب بمبنى الإدارة/غرفة الحراسة وذلك عند حدوث دخول خـــارجي للمبـــنى. يـــزود الـــنظام ببطاريات للعمل لمدة ٤ساعات عند إنقطاع التيار الكهربائي.

يـــتكون الـــنظام مـــن أنـــوار للتحذيـــر، مفاتيـــح تحذير بالأبواب Door Switches وحـــدات تحذيـــر بالشـــبابيك Window Vibration Detectors ، مفاتيـــح أمـــان Key by-pass Switches ، مصـــدر كهـــرباء ، الأســـلاك ، المواســـير، وحـــدات تحذيـــر تعمـــل بالأشـــعة تحـــت الحمـــراء ، أجـــراس التحذيـــر، وحـــدات كســـر النوافـــذ (Window breakage detection device).

٤-٣-١٧ **الساعات المركزية Electric Cloks :**

يتم عمل نظام متكامل يشمل على ساعات تركب في جميع أجزاء المشروع ويتم ضبط النظام مركزياً من مبنى الإدارة.

٤-٤ **أسس تصميم الأعمال الانشائية**

يـــتم تصميم كل منشأ من منشآت المشروع بحيث يراعى أن يؤدى الغرض الذى أنشأ من أجله بكفاءة تامة ويتم ذلك بمراعاة النقاط التالية :

١ - نوعية المنشأ وإستخدامه .
٢ - الأحمال التى سيتعرض لها المنشأ .
٣ - نوعية المواد المستخدمة فى الإنشاء .
٤ - الكود والمواصفات المستخدمة فى التصميم .

٤-٤-١ نوعية المنشأ وإستخدامه

ويمكن تقسيم منشآت المشروع التى :

أولا : منشآت مائية :

ويقصد بها المنشآت الحاملة للمياه أو الناقلة لها مثل وحدات المعالجة والتنقية بالمحطات ومحطات الطلمبات والخزانات والأحواض - وما شابه ذلك ويراعى عند تصميم هذه المنشآت أن يؤخذ فى الإعتبار مدى تعرض الأسطح الخرسانية للمياه (درجة التعرض) - وبناءاً عليه يتحدد عرض الشروخ المسموح بحدوثها ويتحدد سمك القطاعات وكميات حديد التسليح اللازمة .

كما يراعى أيضا حماية الأسطح المعرضة للمياه سواء بالدهان الأيبوكسى أو الاسمنتى من الداخل أو بإستخدام المواد العازلة من الخارج .

ثانيا : منشآت خدمية :

ويقصد بها المنشآت الإعتيادية اللازمة للمشروع مثل مبنى الإدارة والمخزن والورشة - وغرفة الحارس - ومبنى المولد والمحول - وما شابه ذلك من مبانى وستكون هذه المبانى من الخرسانة من أعمدة وكمرات وأسقف وحوائط غير حاملة .

٤-٤-٢ الأحمال التى تتعرض لها المنشآت

سيتم حساب الإجهادات فى المنشآت طبقاً لما جاء فى (الكود المصرى لحساب الأحمال والقوى فى الأعمال الإنشائية وأعمال المبانى) .

ويراعى عند حساب الإجهادات أن تؤخذ فى الإعتبار جميع حالات التحميل التى يمكن أن يتعرض لها المنشأ ، وفى وحدات المعالجة (المنشآت المائية) يجب أن يؤخذ فى الإعتبار الحالات التى يكون فيها المنشأ ممتلأ أو فارغ وفى المنشآت المائية العميقة (مثل محطة الطلمبات أو الخزانات الأرضية) يجب أخذ حالات وجود الردم وعدم وجوده حول المنشأ وأيضا يجب حساب تأثير دفع المياه الجوفية للمبنى وإتزانه تحت تأثيرها (Up Lift Pressure) .

الخرسانة المسلحة :

خرسانة رتبة ٣٥ (Grade 35) ذات إجهاد كسر (Fou) = ٣٥٠ كجم/سم٢

الخرسانة العادية :

خرسانة رتبة ٢٥ (Grade 25) ذات إجهاد كسر (Fou) = ٢٥٠ كجم/سم٢

حديد التسليح :

- صلب عالى المقاومة رتبة ٥٢/٣٦ ذو نتوءات وله إجهاد خضوع (fy) لا يقل عن ٣٦ كجم/مم٢ يستخدم فى كامل المنشأ عدا الكانات .

- صلب طرى عادى رتبة ٣٥/٢٤ أملس وله إجهاد خضوع (fy) لا يقل عن ٢٤ كجم/مم٢ ويستخدم لحديد الكانات فقط .

٤-٤-٤ الكود والمواصفات المستخدمة فى التصميم

١ - الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة ويمكن إستخدام الكود البريطانى (BS) فى حالة النقاط التى لا يغطيها الكود المصرى .

٢ - الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت المعدنية والكبارى .

٣ - المصرى لميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات .

٤ - الكود المصرى لحساب الأحمال والقوى فى الأعمال الإنشائية وأعمال المبانى .

٥ - المواصفات القياسية المصرية .

٤-٥ أسس تصميم أعمال الطرق

يتم تصميم شبكة الطرق المقترحة بحيث تحقق السيولة المرورية بين الوحدات المختلفة للمحطة سواء بالنسبة لأعمال المرحلة الأولى الحالية أو للمراحل المستقبلية. ويتم تصميم شبكة الطرق هندسياً بإعتبار سرعات مرورية مناسبة داخل المحطة مع الأخذ في الإعتبار مسافات الرؤية المتاحة. وسوف يكون التخطيط الأفقي والتخطيط الرأسي لشبكة الطرق متماشياً مع الحدود المسموح بها لأنصاف أقطار الدوران ومعامل الإنحناء الرأسي والميول الطولية والعرضية المسموح بها في الكود المصري لأعمال الطرق. وسوف يتم توفير مواقف إنتظار للسيارات في المناطق التي تتطلب ذلك سواء على جانبي الطرق أو في ساحات إنتظار السيارات تبعاً لحجم الطلب المتوقع على الإنتظار للوحدات المختلفة مع مراعاة الأبعاد المطلوبة للمواقف المختلفة حسب أبعاد السيارات التي تستخدم هذه المواقف.